

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
DOUTORADO EM EDUCAÇÃO - ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS

**A SOLUÇÃO DE PROBLEMAS  
A PARTIR DE ALGUNS PRESSUPOSTOS  
VYGOTSKYANOS**

TESE APRESENTADA POR  
HENRIQUE JOÃO BREUCKMANN  
PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE  
DOUTOR EM ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS

FLORIANÓPOLIS, 1998

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO  
DOUTORADO EM EDUCAÇÃO - ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS

A SOLUÇÃO DE PROBLEMAS  
A PARTIR DE ALGUNS PRESSUPOSTOS  
VYGOTSKYANOS

ORIENTANDO: HENRIQUE J. BREUKMANN

ORIENTADOR: PROF. DR. ANDRÉ V. ZUNINO,  
DR. EM ENSINO DE QUÍMICA PELA  
UNIVERSITY OF EAST ANGLIA

FLORIANÓPOLIS

1998

“Bekanntlich wächst lebendes Gewebe folgendermaßen zusammen: Man vernäht zwei Ränder eines gerissenen Gewebes zunächst mit einen Faden. Durch Berührung verwachsen die beiden Gewebestellen, und wenn dieser Vorgang abgeschlossen ist, kann der zuvor eingeführte Faden entfernt werden. Dann handelt es sich nicht mehr um eine künstliche Verbindung - das Gewebe ist vielmehr nahtlos zusammengewachsen.”<sup>1</sup>

<sup>1</sup> “Sabidamente, um tecido vivo, rompido, recupera-se da seguinte maneira: costumam-se as duas bordas do tecido, primeiramente, com um fio. Através do contato, desenvolvem-se as duas partes, e quando este processo está concluído, o fio anteriormente introduzido, pode ser retirado. Então, não se trata mais de uma ligação artificial - o tecido regenerou-se e não carece de costura.” (VYGOTSKY, 92, p. 258).

Para TOMAS e AUDREN.

## AGRADECIMENTOS

À minha família, pelo apoio constante;

à Direção, colegas, funcionários e, principalmente, aos estudantes do C. E.

Pe. José Maurício - motivação maior deste trabalho;

às professoras Maria Auxiliadora e Juçara, amigas em todos os momentos;

ao professor Felinto e professora Berta, da 4ª CRE;

ao professor Marcos Herter e aos componentes da banca do Exame de

Qualificação, pelas valiosas sugestões e críticas.

Em especial:

Ao Dr. André V. Zunino, um verdadeiro orientador;

a Marlene Lins, tão só e simplesmente, companheira.

## SUMÁRIO

RESUMO  
ABSTRACT

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>014</b>
<b>2. DUAS QUESTÕES DE DEFINIÇÃO: O QUE É UM PROBLEMA E O QUE É SOLUÇÃO DE UM PROBLEMA.....</b>	<b>020</b>
2.1 - As respostas do senso comum.....	020
2.2 - As respostas dos pesquisadores.....	032
2.3 - A Solução de Problemas como problema de pesquisa.....	047
<b>3. A SOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM VYGOTSKY: A VARIABILIDADE DE PERSPECTIVAS.....</b>	<b>050</b>
3.1 - Alguns conceitos de Vygotsky.....	050
3.1.1 - A mediação.....	051
3.1.2 - A diferença entre o “natural” e o “cultural”.....	056
3.1.3 - A caminhada até os conceitos.....	059
3.1.4 - “Rec” como objeto de pesquisa de Vygotsky.....	073
3.1.5 - O significado de “obscenie”.....	076
3.2 - Vygotsky e a Solução de Problemas.....	080
3.2.1 - Os conceitos e a Solução de Problemas.....	085
3.2.2 - A Zona de Desenvolvimento Proximal e a Solução de Problemas.....	093
<b>4. A INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA COMO LABORATÓRIO.....</b>	<b>099</b>
4.1 - Os momentos e as formas da intervenção.....	099
4.1.1 - O contexto do estudo.....	099
4.1.2 - A coleta de dados: situações e instrumentos.....	106
4.1.3 - As categorias de análise.....	111
4.1.4 - Os critérios de avaliação.....	117
4.1.5 - A diversidade dos projetos.....	119

4.2 - A criança e o jovem resolvendo problemas.....	125
4.2.1 - A efetiva resolução.....	125
4.2.2 - A tipologia dos problemas resolvidos.....	136
4.2.3 - Alguns condicionantes da resolução.....	143
4.2.4 - A questão da problematização.....	163
4.2.5 - A análise de alguns projetos.....	168
4.2.5.1 - Estudo do movimento de um pêndulo.....	168
4.2.5.2 - Lançamento de bolinhas.....	171
4.2.5.3 - Sexualidade.....	176
4.2.5.4 - Carga horária.....	179
<b>5. UM MODELO CONCEITUAL PARA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS.....</b>	<b>184</b>
<b>6. DO ACADÊMICO AO DIA-A-DIA ESCOLAR.....</b>	<b>197</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>209</b>

#### ANEXOS

01. Lista de problemas absurdos
- 02a. Instrumento de diagnóstico
- 02b. Instrumento-diagnóstico sobre problematização
03. Exemplar do jogo da “corrida”
04. Questionário sobre atividades desenvolvidas
- 05a. Questionário extensivo para alunos
- 05b. Questionário extensivo para professores
06. Desenho de hexágono e estrela
07. Questionário sobre programa de vídeo
08. Projeto: Curso de Iniciação Científica
09. Ficha múltipla de anotações
10. Itens de entrevista semi-estruturada
- 11a. Projeto: relações geométricas – perímetro X área & área total X volume
- 11b. Projeto: estudo do movimento de um pêndulo
- 11c. Projeto: estudos da função quadrática – lançamento de bolinhas
- 11d. Projeto: estudo sobre a sexualidade
- 11e. Projeto: estudo da carga horária diária
- 11f. Projeto: utilização de balança de um braço – cálculo do peso específico
- 11g. Projeto: estudo da tensão superficial da água

## RESUMO

A vida das pessoas e dos grupos sociais constitui-se numa seqüência de situações-problema que demandam, de uma forma ou de outra, uma solução. A pesquisa objetiva verificar as possíveis relações entre a resolução de problemas, na área da Ciência escolar, e a resolução de problemas do dia-a-dia, dentro de uma concepção alternativa de **problema**, e cuja resolução está baseada em alguns pressupostos vygotksyanos. Aqui, destaque para o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal, uma vez que, na sua definição mesmo, as condições diferenciadas de resolução de problemas estão presentes.

Utiliza-se a metodologia da intervenção pedagógica, através da técnica de projetos, com estudantes de 3<sup>a</sup> e 8<sup>a</sup> S. do 1<sup>o</sup> G. de uma escola da rede pública estadual, em Blumenau - SC. No decorrer do período letivo, os alunos desenvolvem três tipos de projetos, com características específicas: os primeiros, sobre um assunto científico bem determinado, igual para todos e com total controle por parte do professor; depois, ainda projetos sobre assuntos científicos, mas distribuídos em grupos, com certo grau de liberdade pelos alunos; por último, projetos de seu interesse, com toda a liberdade de organização. Em todos os casos, o projeto versa sobre um problema bem definido, e no seu desenvolvimento se caminha progressivamente para o trinômio: diagnóstico - equacionamento - ação, partes estas não separadas rigidamente, porém com interseções dinâmicas cujo grau é função de diversas variáveis, como a série e as experiências prévias, por exemplo. Em cada fase, são utilizados, conforme a adequação e a pertinência, os conteúdos das diferentes disciplinas, necessários para a melhor solução.

Para o acompanhamento dos estudantes, no seu trato com situações-problema, utilizam-se como categorias de análise:

- \* abrangência: alcance geográfico dos problemas colocados pelos alunos;
- \* criticidade: grau de aprofundamento na percepção a respeito dos problemas;
- \* transferibilidade: utilização dos conceitos científicos, trabalhados em sala de aula, na enunciação de situações-problema e na proposição de soluções;
- \* exequibilidade: maior ou menor grau de possibilidade de que as propostas de solução sejam postas em prática.

Com base nas observações, entrevistas e análises de relatório de projetos, é possível verificar que as crianças efetivamente resolvem problemas, dentro do universo conceitual a elas acessível: pseudo-conceito → pseudo-solução, conceito → solução. São capazes de adquirir uma melhor percepção sobre a situação, selecionar e utilizar conhecimentos científicos para encaminhar a solução e, ao menos, posicionar-se quanto às alternativas de ação quando, mais difícil, efetivamente agir sobre o fato em si. Cabe à escola tomar consciência deste potencial e orientar o seu currículo no sentido de incentivar e apoiar logisticamente as iniciativas para solução de problemas, em suas diversas modalidades.

Por outro lado, as crianças resolvem com maior prazer, os problemas por elas mesmo identificados e explicitados, mas encontram dificuldades em fazê-lo, quando relacionados ao seu cotidiano. A Escola, por sua vez, não favorece o exercício da habilidade de problematizar, limitando a criança à reprodução de fórmulas prontas e visivelmente desafinadas com o progresso da Ciência e da Tecnologia. Ainda assim, a análise de seus projetos permite entrever que, gradualmente, as crianças vão adquirindo condições de pensar nos seus problemas em condições acima do senso comum, utilizando para tanto o ferramental próprio do saber científico. Aí, o papel mediador do professor é de vital importância.

Na questão do comportamento, a maioria das indicações é de que a participação num processo de solução de problemas como este que se propõe, provoca uma mudança para melhor, num curto prazo de tempo. Direção, orientadores, professores, pais e os próprios alunos depõe neste sentido. Outro indicativo é o aumento no índice de frequência (inclusive de alunos que tradicionalmente faltam) e a diminuição no índice de reprovações (inclusive envolvendo alunos considerados perdidos, já no início do ano, para determinada série).

Dois aspectos dificultam o trabalho com este tipo de abordagem da solução de problemas. Um é a falta de maior tradição no trabalho interdisciplinar, ao mesmo tempo em que se segue programas caracterizados pela linearidade. O outro é a excessiva valorização do lado burocrático-administrativo da educação formal (horários, provas, frequência, etc.), relegando-se a segundo plano a questão pedagógica em si.

Dentre os resultados conseguidos através deste trabalho, há que se destacar:

- a “Parte Prática”, um compêndio de alguns dos projetos desenvolvidos (primeiro e segundo tipo). Nem todos, em si, originais quanto a conteúdo e metodologia, porém, novos no sentido de que foram trabalhados com os alunos sob a ótica dos pressupostos vygotskyanos e sob este ponto de vista utilizados e analisados;
- uma proposta de cursos semi e profissionalizantes em **INICIAÇÃO CIENTÍFICA** como alternativa a estudantes e demais interessados, com escolaridade de 7ª S. em diante, frente a outros oferecidos no mercado, ou eminentemente técnicos, ou de qualidade duvidosa em termos de aprofundamento. A partir de projetos já desenvolvidos na escola citada anteriormente, duas experiências foram feitas, apoiadas por diversas Instituições. Um dos requisitos para o recebimento de certificado é a apresentação de relatório de projeto, versando sobre problemática da região abrangida - residência dos alunos e/ou adjacências.

## ABSTRACT

The life of the people and the social groups consists of a sequence of problem-situations that demand, anyway, a solution. The research aims to verify the possible relations between the resolutions of problems, in the area of the school Science, and the resolutions of day by day problems, in an alternative conception of **problem**, which resolution is based on some ideas that has Vygotsky presupposed. Here, attend to the concept of Proximal Development Zone, once that, in its definition even, the differentiated conditions of resolution of problems are present

We use the pedagogic intervention methodology, by means of technique of projects, with students of the third and eighth S. of Primary School, in a public school situated in Blumenau, state of Santa Catarina - Brazil. During the school year, the students develop three kinds of projects, with specific characteristics: the first, about a scientific subject, which is the same for all, and controlled by the teacher; the second, projects about scientific subjects again, but divided in groups, with a certain degree of freedom; and finally, projects that are student's interests, with total freedom of organization. In all cases, the project refers to a definite problem, and in its development, it goes progressively towards the trinomial: diagnostic - equation - actions, which parts are not rigidly separated, however with dynamic intersections whose degree is function of several variables, like the level of the students and the previous experiences, for example. In each phase are used, according to the suitability and pertinence, the contents of different subjects, needed for the best solution.

For the students' accompaniment in their deal with problem-situations, we utilize as categories of analysis:

- "inclusion": geographic reach of the problems mentioned by the students;
- "criticity": degree of depth in perception concerning the problems;
- "transferibility": use of the scientific concepts, worked in the classroom, in the enunciations of problem-situations and the proposition of solutions;
- "exequibility": bigger or smaller degree of possibility that the proposals of solution be put into practice.

Based in the observations, interviews and analysis of written reports of the projects, it's possible to verify that the children effectively solve problems, inside of the conceptual universe they have access: pseudo- concept → pseudo-solution, concept → solution. They are able to acquire a best perception about the situation, to select and use scientific knowledge to conduct the solution and, at least, to place oneself as regards alternatives of action when it is, more difficult, to act effectively on the fact in itself. The school must have conscience of this potential and to orient its curriculum stimulating and supporting logically the initiatives for the solution of problems, in its several modalities.

On the other hand, the children solve with more pleasure, the problems identified and expressed by themselves, but they find difficulties to do this, when the problems are related to their quotidian. The school, as for itself, does not favour the exercise of the ability to create a problem, and just limits the child to reproduce prompt formulas that have become old with the progress of the Science and Technology. Even so, the analysis of their projects allows to see that, gradually, the children are acquiring conditions to think about their problems in conditions that are above the common sense, using their own scientific knowledge. Here, the intervention of the teacher is very important.

As for the behaviour, the majority of the indications is that the participation in the process of solution of problems like this one that is being proposed, causes excellent changes, in a short period of time. Directors, teachers, parents, another professionals of the education and even the students depose in this sense. Another indicative is an increase in frequency index (including students that traditionally miss the classes) and a decrease in the index of reproofs (including students considered, yet by year's beginning, rejected for a determinate level).

Two aspects become more difficult to work with this kind of subject about the solution of problems. The first, is the lack of more tradition in the interdisciplinary work, at the same time that we follow programs characterised by linearity. The second, is the excessive valorization of the bureaucratic-administrative side of the education (timetables, tests, frequency, etc.), omitting the pedagogic matter.

Among the results obtained with this work, there are two main points:

- the “Practice Part”, a collection of some of the developed projects (first and second kind). Not all have original contents and methodology, however, they are new because they were worked with the students using the ideas that Vygotsky presupposed and they were used and analysed in this point of view;
- a proposal of “Scientific Initiation” courses in different proficiency levels, as an alternative to the students and another interested people with, at least, the seventh level school, to compete with the others that are offered, extremely technical, or they may not have a good quality or subject adequate for the contemporary days. Starting from projects already developed at school mentioned before, two experiences were being done, supported by various institutes. One of the requirements to receive the Certificate is that the students have to present a written report of the project, whose subject are the problems of the embraced region - students’ residences and surroundings.

## 1. INTRODUÇÃO

Esta pesquisa não representa um marco isolado na vida do autor. Prefere-se considerá-la, por um lado, como o ponto de convergência de uma série de desafios, de projetos, de sucessos e também de fracassos, no sentido de tentar reorganizar a prática pedagógica - numa acepção bem particular do termo “inovação” - no ensino de Ciências e Matemática (ou “área de Ciências”, como componente curricular, ou “Ciência Escolar”) e, por outro, como o ponto de partida para a busca de novas alternativas educacionais, mais atualizadas, mais ousadas, mais consentâneas com os anseios e as necessidades da sociedade contemporânea, com base numa concepção histórica, buscando sempre:

- entender esta área a partir de um significado efetivo, onde do próprio contexto social possam emergir alternativas de transformação social;
- fazer com que ela seja desenvolvida de tal forma que tenha papel relevante no processo de autonomização das pessoas e dos grupos sociais, numa perspectiva onde o conhecimento científico sirva como fundamento para pensar e reorganizar as relações sociais.

Em outras palavras, acredita-se que é possível, através da relação teoria-prática que este trabalho consubstancia, contribuir para a provisão da Ciência Escolar, de instrumentos eficazes ao cumprimento de uma tarefa na qual não apenas ela, porém todos os demais componentes do trabalho escolar, num crescendo que chega até a Instituição escolar como um todo, e que hoje estão se manifestando falhos ou como práticas contraditórias: colocar as suas especificidades a serviço de um projeto de **mudança** (em contraposição a um projeto de manutenção de *status-quo*) que seja **participativo** (e não determinado por este ou aquele segmento social, qualquer que seja sua natureza ou conceitualização: setores populares, opressores e oprimidos, etc.).

Dentro desta perspectiva, o tema escolhido: ***solução de problemas*** (SP), é um imperativo para uma nova didática das Ciências. Em praticamente todas as circunstâncias do dia-a-dia das pessoas, manifesta-se a sua presença. A cada instante, na vida particular ou profissional, as pessoas se deparam com situações em que têm que optar entre as diversas alternativas que os fatos lhes apresentam ou têm que decidir entre diversos caminhos para alcançar uma meta almejada. Esta opção, esta decisão, via de regra, é ***problemática*** (e aí já se colocam algumas das inúmeras questões que devem ser discutidas; dentre elas, o que é um “problema” e o que significa “resolver um problema” , dado que existem diversas concepções a respeito). Tanto mais importante a questão se torna, quando se coloca como papel da Escola participar da capacitação de indivíduos não apenas para enfrentar os problemas da sociedade contemporânea, mas aqueles novos problemas que,

com certeza, os próprios avanços da Ciência, da Tecnologia, da Economia contemporânea estão a gerar, para o próximo milênio.

Por outro lado, acredita-se que a maioria (“das Mündigwerden”) individual ou coletiva apenas pode ser considerada existente **de fato**, na medida em que as pessoas e os grupos sociais sejam auto-gestionáveis, quer dizer, quando possam assumir, na medida das possibilidades, o rumo de suas vidas e determinar, por si mesmos ou de forma coletiva, a direção do seu futuro. Este processo carrega consigo componentes conflitivos, contraditórios, quer de origem endógena (oriundos do próprio processo), quer de origem exógena (gerados pelas pressões externas, que buscam a manutenção das instâncias atuais de exercício de poder) e é, portanto, também, **problemático**, pensando-se aqui, nos múltiplos determinantes (sociais, políticos, econômicos, culturais, educacionais), que intervém no fenômeno educativo, particularmente no ensino de Ciências, como parte do próprio processo de desenvolvimento social.

Estas considerações geram uma ampla gama de interrogações sobre o papel da Ciência na sociedade e, em particular, da Ciência Escolar, no seu raio de abrangência geográfica e histórica. É possível, é desejável, que as situações-problema acima mencionadas, possam ser resolvidas de maneira mais “científica”? O processo ensino-aprendizagem, na área de Ciências, **assim como decorre atualmente**, pode ser considerado como elemento fundamental para fazer aquelas opções, para promover aquela autonomia? Se a resposta à primeira pergunta é “sim” mas, em compensação, a resposta à segunda é “não”, que providências devem ser tomadas, e em

que instâncias? Não se trata, apenas, de repetir clichês que parecem óbvios, como: a Ciência serve para resolver problemas (atente-se, novamente, para a definição de “problema”); gerar conhecimentos produtivos; promover a independência das pessoas, via aplicações tecnológicas; mostrar à sociedade a “verdade” (FISCHER, 1993).

Este é um quadro assaz nebuloso e confuso, bem mais complexo do que pode aparentar à primeira vista, que provoca dúvidas na mente não só dos estudantes, mas também dos pais e dos profissionais da Educação em geral. Tentar clareá-lo acaba sendo mais uma das tarefas do pesquisador em Educação e das áreas aplicadas ao ensino de Ciências. O trabalho desenvolvido se insere nesta linha: por um lado, não apresentar respostas prontas, receitas que podem ser aplicadas em toda e qualquer circunstância, mas apontar caminhos possíveis (porque experimentados), mesmo quando difíceis. Por outro, acenar com fundamentos teóricos que subsidiem, que estabeleçam bases consistentes, para que o trilhar destes caminhos não seja uma aventura inconsequente, mas uma busca produtiva, agradável, participativa, numa concepção diferenciada e atualizada de **atividade docente**, com fundamentos teórico-metodológicos críticos. Neste caso, buscando reverter uma tendência em que todos os problemas educacionais devem (podem?) ser resolvidos com base numa determinada linha ou escola pedagógica, mas garimpando (aqui, particularmente, numa delas), elementos que contribuam para a resolução dos mesmos, naquilo em que ela é mais pertinente ou em que suas orientações sejam as mais adequadas. Neste sentido, entendendo a solução de problemas como um

processo de desenvolvimento cultural, onde a apropriação do conhecimento científico tem um papel a cumprir na formação da consciência.

Dentro deste contexto, Vygotsky tem importantes contribuições a fazer, principalmente na sua produção de 1932 a 1934, que podem elucidar aspectos essenciais da solução de problemas, e ainda não suficientemente exploradas. Isso vale, especialmente, quando se trata de aplicações ao ensino, e ao ensino de Ciências de modo especial, onde diversos pontos fundamentais de suas teorias em psicologia da Educação ou do ensino-aprendizagem e as respectivas implicações, podem ser utilizados. A partir das mesmas, que possuem enfoques diferenciados com relação aos tradicionais, em itens de particular interesse para a área de Ciências, é possível estabelecer uma compreensão mais ampla da evolução do comportamento ou da conduta das pessoas (em especial, daquelas em idade escolar), quando se deparam com situações-problema (na Ciência escolar e no seu dia-a-dia, e buscam resolvê-las da maneira mais adequada. Dentre estes pontos, podem ser destacados:

- Princípio Geral da Formação dos Conceitos, as diferenças entre a formação dos conceitos científicos e cotidianos (ou espontâneos) e as relações existentes entre os mesmos; deve ser também destacada, aqui, o processo estabelecido por Vygotsky na formação dos conceitos;

- as relações entre aprendizagem e desenvolvimento, um dos pontos críticos na diferenciação das teorias de Vygotsky com as abordagens da Psicologia do Desenvolvimento e da Aprendizagem tradicionais, e sua utilização para o aperfeiçoamento do ensino, especialmente na área de Ciências;
- as implicações para o ensino, em termos de metodologia e avaliação, principalmente, quando se aceita o sentido inter → intrapsicológico como o orientador do desenvolvimento das funções mentais superiores;
- o conceito de Zona De Desenvolvimento Proximal (que na verdade resume, de certa forma, todo o trabalho do autor, nesta área de interesse) e a (s) forma (s) como pode eventualmente ser implementado de modo a otimizar a resolução de problemas: o reestruturamento da avaliação da capacidade dos estudantes, nesta área, por exemplo, pode ser direcionada a partir das consequências possíveis, da aplicação deste conceito;
- o conceito de atividade, em especial a questão do plano de ação, metas e estruturas da atividade, junto com Leontiev e outros colaboradores;
- o conceito de mediação, instrumental e social, essencial para determinar outras funções para o professor, no trabalho pedagógico.

A partir destas colocações, acredita-se que a análise da solução de problemas, com base em alguns pressupostos vygotksyanos, pode trazer contribuições significativas para o ensino, na área de Ciências.

## **2. DUAS QUESTÕES DE DEFINIÇÃO: O QUE É UM PROBLEMA E O QUE É A SOLUÇÃO DE UM PROBLEMA**

### **2.1 - As respostas do senso comum**

Os professores que trabalham na área de Ciências têm uma visão muito peculiar sobre as perguntas acima formuladas. Aliás, é conveniente esclarecer que as mesmas, em muitos momentos, se confundem, assim como as respectivas respostas, de modo que no texto, adiante, deixar-se-á de lado a distinção rígida e puramente acadêmica, para possibilitar o aprofundamento da questão, em outros aspectos, como as representações dos professores sobre problemas e suas soluções. Voltando à visão dos professores, poder-se-ia resumi-la nestes termos: “um problema é uma tarefa a ser cumprida” e “saber resolver um problema é uma forma que o aluno tem, de se aperfeiçoar nos conhecimentos que ele vai precisar mais adiante” ou “é um exercício que ele faz para aprender como enfrentar as dificuldades que vai encontrar na sua vida profissional, pessoal, familiar, etc.”. Estas opiniões foram expressas por diversos professores do C. E. Pe. José Maurício (CEPJM), quando solicitadas pelo autor, em diversas oportunidades: reuniões, encontros informais, dias de estudo e etapas de planejamento, e confirmam as informações bibliográficas, a este respeito.

Quando se acompanha mais de perto o que acontece em sala de aula, verifica-se que os “problemas” colocados ao aluno, e que ele é solicitado a “resolver”, resumem-se, na sua quase generalidade, a:

- efetuar uma série de operações, simples ou conjugadas;
- utilizar fórmulas e algoritmos;
- utilizar macetes para encontrar respostas ou memorizar caminhos que levem às mesmas;
- habilitar-se à repetição exaustiva de atividades do tipo “siga o exemplo”, através das quais consiga, quiçá, numa “prova”, repetir a atividade, quando modificados alguns coeficientes; ou nem mesmo isso, quando se trata de testes sem consulta em que, de uma bateria de exercícios efetuados em aula, alguns são escolhidos para “cair” no dito teste.

Quanto às questões, há que salientar-se:

- geralmente, primam pelo artificialismo ou ingenuidade, quando não atingem as raias do absurdo, quer pela temática escolhida, quer pelos valores numéricos utilizados, quer pelo contexto em que são colocadas (ver exemplos, anexo 1);
- são pré-fabricadas e pouco ou nada têm a ver com o cotidiano do aluno;
- seguem uma sequência de conteúdo que induz à “resolução”: por exemplo, “problemas” em cuja resolução se usa o Teorema de Tales, apresentados logo após o desenvolvimento de um capítulo sobre o mesmo, ou “problemas” em cuja solução se utiliza a divisão, em seguida a uma unidade inteira sobre este assunto;

- tanto o caminho, o método que se deve usar para a solução, quanto a resposta, são considerados únicos: fora disso, a solução do problema “está errada”, não existindo uma preocupação com o processo de utilização das funções mentais superiores, a atividade mental em si.

Na verdade, o que os professores fazem é reproduzir, quer nas suas opiniões, quer nas suas ações docentes, algo que, velada ou claramente, é “sugerido” através dos livros-texto que são, de uma ou de outra forma, utilizados em sala de aula. Vejam-se alguns exemplos (escolhidos de modo a envolver diversas séries, disciplinas e épocas de publicação do texto):

1º. Grau - 3ª. Série - Matemática:

### “PROBLEMAS

Objetivo: Interpretar e resolver problemas aplicando a multiplicação.

Você vai resolver, agora, problemas, aplicando o que aprendeu de multiplicação. Siga o modelo:

1º) Mamãe comprou 8 pacotes de torradas. Cada pacote tem 36 torradas.

Quantas torradas mamãe comprou?

**Solução:**

$$8 \times 36 = \square$$

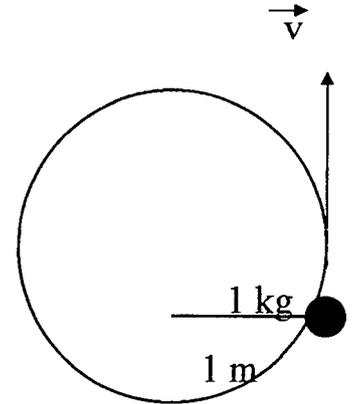
$$\begin{array}{r} 36 \\ \times 8 \\ \hline 288 \end{array}$$

**Resposta:** Mamãe comprou 288 torradas”. (MAROTE, 1989, p. 61).

2º Grau - vol. único - Física:

“A. PROBLEMAS PROPOSTOS

P-48 . Um corpo de massa 1 kg encontra-se em movimento circular sobre o plano horizontal sem atrito, preso por um fio de comprimento 1 m, que suporta no máximo uma tensão de 100 N. Determine:



- a) a velocidade máxima que pode ter o corpo sem romper o fio.
- b) a aceleração centrípeta máxima alcançada.
- c) a velocidade angular máxima atingida pelo corpo”.

(OMOTE, 1982, p. 115)

3º Grau - Básico de Engenharia - Física

“Problemas

- (1) Uma bola cai de uma mesa horizontal com 76 cm de altura e bate no chão a uma distância horizontal de 1,53 m da aresta do tampo da mesa. Qual a velocidade da bola no instante de abandonar a mesa?

*Resp.* 3,8 m/seg.” (SEARS, 1956, p. 141)

1º Grau - 2a. Série - Matemática

“5. Resolva os problemas:

a) Comprei um pacote de 5 kg de açúcar e um pacote de 2 kg de café.

Quantos quilos o pacote de açúcar é mais pesado?

**Operação:**

**Resposta:** ”

(VARGAS & CURTO, 1991, p. 134). Neste caso, a sequência de “exercícios de aplicação” está precedida pela figura de um boneco, em cujo espaço de fala se lê: **“Problemas sobre alimentos! Aprendemos para a vida!”**

Considera-se que o principal aspecto a ser observado, uma vez que parece ser o ponto crucial da questão, é a **inexistência de preocupação e incentivo para que o próprio estudante, detecte e investigue situações problemáticas no seu meio físico e social**. Quando se lhe diz: “resolva”, como nos exemplos acima, não se está, na realidade, colocando-o diante de um legítimo **problema**. Os exemplos acima mostram que um problema, segundo o que se chama aqui de “senso comum”, consiste na apresentação de uma série de dados e uma série de questões que devem ser respondidas a partir dos mesmos, supondo-se que o professor já tenha, anteriormente, desenvolvido o conteúdo pertinente e dado exercícios mais ou menos semelhantes aos que ora são apresentados. Pode ser que haja necessidade de algumas alterações no uso das fórmulas ou dos algoritmos,

porém, em última instância, o que se quer, é que o estudante siga **um** caminho bem específico, para chegar a **uma** solução considerada correta, segundo os **modelos** apresentados. Foram apresentados exemplos de diversas séries e épocas, na área de Ciências, para mostrar que, apesar de algumas **modificações superficiais**, a solução de problemas **continua, essencialmente, sendo vista sob a mesma ótica**. Mesmo quando se fala em problemas “contextualizados” , trata-se, na realidade, da mesma apresentação, pronta, para o estudante, de situações já previamente preparadas pelo professor, para que o aluno aproveite conteúdos trabalhados em aulas ou unidades anteriores, e que, nem sempre, lhe são tão “familiares” como se possa pensar.

Voltando à questão da problematização. A forma acima descrita de apresentar problemas aos estudantes, indica que ela, aqui considerada o ponto de apoio para todo o processo de auto-desenvolvimento, é relegada, via de regra, a um segundo plano. Quando acontecem, as discussões sobre temas palpitantes e de extrema atualidade para a criança e o adolescente, são desenvolvidas: ou quase que exclusivamente à margem dos conteúdos científicos propriamente ditos (o professor pára a aula, dando espaço para a discussão sobre um tema relevante para a turma), ou então, apenas sob um ponto de vista estritamente “científico”, asséptico e neutro. Em ambos os casos, estes procedimentos impedem que se chegue a tecer um quadro completo destas situações, integrando e inter-relacionando todos os aspectos envolvidos, com todos os prejuízos que isso acarreta para a formação do estudante, conforme o que se costuma colocar nos planos escolares: crítico, politizado, etc. Além disso, as discussões sobre AIDS,

drogas, sexo, política, etc., via de regra, são desenvolvidas já a partir dos conceitos (ou preconceitos) dos pais, professores e demais adultos que detém o poder decisório, na escola, na família e na sociedade em geral. Assim, novamente, não acontece a desejada problematização, isto é, não são os estudantes que elaboram e laboram no trinômio: *diagnóstico do problema-equacionamento do mesmo - ação*. Conseqüentemente, o esforço continua sendo inócuo, ou pelo menos, de resultados ínfimos diante do volume e extensão dos recursos empregados.

Não há dúvida que é difícil, para quem participa de instituições historicamente estabelecidas, engendrar, de forma consciente, no seu seio, os elementos que poderão, eventualmente, colocar em xeque seus pressupostos, questionar seus direcionamentos e, quiçá, lutar pela sua “desinstitucionalização”. É mais fácil **falar** em formar pessoas críticas, mas continuar, na **prática**, ensinando-as a resolver problemas dentro dos estereótipos dantes citados, num flagrante contrasenso, mas dentro de um modelo de ação docente que não acarreta aborrecimentos para a comunidade escolar e “conforma” o aluno a uma realidade física e social dentro da qual ele, por consequência, também não terá maiores conflitos, nem sentirá maiores responsabilidades pela sua mudança.

Diversos motivos podem ser arrolados para que a questão da solução de problemas seja tratada da forma descrita, preterindo-se a problematização a um segundo plano:

têm a ver com o “*métier*” científico propriamente dito (deve-se considerar, aqui, que existem divergências quanto à possibilidade e/ou oportunidade da associação, sob alguma forma e em certos níveis, entre o ensino de ciências e a atividade científica propriamente dita - no decorrer do trabalho, será definida a posição do autor, à respeito). De qualquer maneira, a desatualização é uma constante: o professor não consegue, por “n” motivos, desenvolver com o aluno as interligações entre, por exemplo, as pesquisas científicas de ponta e as contingências do meio em que ambos estão inseridos, privando-se, ambos, de melhores condições de interagir com o mesmo - salienta-se o **ambos**, considerando-se que, unidirecionando o sentido da intervenção ou permitindo a manutenção dos “ruídos” na comunicação entre os parceiros, em qualquer caso, o processo estará prejudicado e o prejuízo é mútuo;

- é crônica na escola a falta, a deficiência quantitativa, a desatualização, a obsolescência ou a inadequação para o uso, no que tange ao material instrucional (bibliografia, material de consumo, equipamentos e similares), para que possam ser aprofundadas as questões levantadas no decorrer de pesquisas relacionadas com a solução de problemas. Mesmo o computador, quando presente, ainda é considerado (e utilizado como tal) uma ferramenta apropriada apenas para resolver problemas de ordem técnica, e não um instrumento didático propriamente dito - ele substitui a máquina de escrever, o mimeógrafo e até pode se transformar em uma outra lousa, mais sofisticada, mais atraente, mais moderna, mas que não compõe, com os demais, um conjunto de recursos que favoreçam a eliminação ou ao menos a redução dos aspectos burocráticos do processo

- ensino-aprendizagem, e concorram para sua agilização, permitindo a otimização no aproveitamento do tempo, dos recursos materiais, físicos e humanos disponíveis;
- existe o temor de que os estudantes abordem temas que são polêmicos dentro da instituição escolar, como o autoritarismo do próprio sistema; o relacionamento entre pais, filhos e professores; as sempre presentes, apesar de negadas, discriminações sexuais, étnicas, econômicas, dentre outras, e que a Escola evita discutir abertamente. Voltar-se-á a este aspecto quando serão discutidos os projetos apresentados pelos alunos: sistematicamente, de forma explícita ou mais sutil, o docente ou os estudantes são induzidos a alterar ou até eliminar, por exemplo, itens de questionários ou mesmo tópicos de pesquisa, considerados “pesados” demais, “inconvenientes” ou “fora de propósito” diante de determinadas circunstâncias;
  - dentre os aspectos curriculares que participam do emaranhado que faz da **solução de problemas**, mais um **problema**, há que destacar-se a ausência de maior integração interdisciplinar, que favoreceria uma visão mais globalizada e menos compartimentalizada dos problemas e, conseqüentemente, de sua solução. Os exemplos citados anteriormente mostram que, na visão dos livros-texto, assumida pela maioria dos professores, um problema está limitado a uma determinada matéria, em uma determinada série, e a respeito de uma certa quantidade de conteúdos previamente estabelecidos. Esta também é uma situação a cujo respeito serão apresentadas, mais adiante, alternativas de trabalho, como produto da pesquisa. A expressão mais comum, ao menos no meio ambiente escolar

estudado: “é isso que se dá em ...” mostra com clareza o pensamento da maioria dos docentes com respeito ao momento e ao grau de aprofundamento que se deve dar a cada assunto. Nada a ver, sequer, com o que está acontecendo na aula anterior ou posterior: fecha-se um livro ou um caderno, abre-se outro, outra gaveta da cabeça do estudante deve estar à disposição. Pelo que se percebe nos ditos “conselhos de classe” ou através das atas de reuniões pedagógicas, de estudo, etc., os professores ficam sabendo do quê o colega está tratando, quando solicitam ao “aluno auxiliar” da semana, que apague, no quadro-verde, o que sobrou da aula anterior, ou quando, por acaso, passam a vista no que os alunos acabaram de anotar em seu caderno! Esta é a rotina. Existem propostas, ótimas, sobre trabalho interdisciplinar, porém carecem de abrangência e do suporte institucional, que lhes daria a **legitimidade do caráter participativo**, que deve caracterizar qualquer projeto, independentemente de apoio do órgão financiador X ou Y ou de ser executado nas condições Z ou W: ou ele é possível, “per se”, dando como garantia de sucesso as suas qualidades intrínsecas e a convalidação do grupo, ou não é, na verdade, um projeto educacional, nos termos aqui colocados;

- e finalmente, mas nem por isso em menor ordem de importância, a linearidade dos programas, que não acompanham, na sequência de seu desenvolvimento, os princípios da psicologia infantil nem tampouco seguem o ponto de vista de sua construção histórica. Reportam-se, isso sim, a um modelo definido, cristalizado, de organização da matéria-prima (conteúdos) desta ou daquela Ciência, repassando-a tal e qual para os livros didáticos e destes para os planos anuais ou diários dos professores

Ver (BUCCHI, 1992), por exemplo. A argumentação apresentada, ao se colocar em dúvida a oportunidade e a relação com as teorias da aprendizagem, deste modelo de organização de programas, àqueles que o seguem, efetivamente (discutir-se-á, posteriormente, qual o papel que estes livros devem exercer no contexto da **resolução de problemas**, assim como proposta neste trabalho), vai desde a “ordem lógica na sequência dos conteúdos deve ser obedecida” até a “necessidade de um mínimo de uniformidade entre os estabelecimentos de ensino, tendo em vista os casos de transferência”!

Vale à pena mencionar (mesmo verificando que, sob muitos aspectos, o livro não fugisse à regra), que já em (ANDRADE, E. N. da C & HUXLEY, M. A., 1962), num texto cuja 1<sup>a</sup>. ed. em Português é de 56 (prefaciado pelos autores em 1932), REIS (1962), no seu *Comentário do tradutor*, apontasse diversos destes itens como entraves para o avanço no ensino, na área de Ciências e elogiasse a iniciativa dos autores em escrever uma obra que tentava ser diferente. Dentre outros pontos, pode ser salientado, em especial quanto aos dois últimos itens discutidos:

“Abram alguns livros de história natural e vejam. Em capítulos distintos temos a circulação, a respiração, a digestão, apresentadas como se na verdade fôssem questões inteiramente distintas, sem qualquer conexão e segundo uma rígida seriação, que facilita a memorização, porém tira qualquer idéia de vida a atos que são essencialmente vivos.” (REIS, 1962, p. XXIII).

Logo acima deste comentário, manifesta o seu desespero quanto a um ato de “decoreba” imposto a um determinado aluno, há 20 anos, e que o mesmo continuava a se repetir, depois de passado tanto tempo!

Parece que, em termos de comunidade escolar, a história continua se repetindo, sim, mesmo na ante-véspera do próximo milênio.

## 2.2 - As respostas dos pesquisadores

A pesquisa sobre problemas e sua solução é antiga, e se debruça sobre situações as mais diversas, que podem incluir desde uma equação matemática até um simples jogo de montar palavras utilizando determinadas letras. Em termos de disciplinas, entretanto, concentra-se na Física e, de modo muito especial, na Matemática. Isso não significa que as demais não se preocupem com a questão: nos diversos eventos sobre Educação, a elas relacionadas, percebe-se que, mesmo sob nomenclatura diferenciada e envolvendo aspectos específicos, há pesquisadores tentando estudar as causas das dificuldades enfrentadas pelos alunos na resolução de problemas particulares de cada área, compreender as suas origens e oferecer alternativas de desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem para minimizá-las. Dada a ênfase que existe nas duas disciplinas dantes mencionadas, entretanto, as observações que seguem ficarão limitadas às mesmas, neste trabalho. Não se pretende, também, fazer uma revisão extensiva, mas apontar algumas pessoas ou grupos de relevância, e o ponto de vista sob o qual encaram o problema.

De acordo com MAYER:

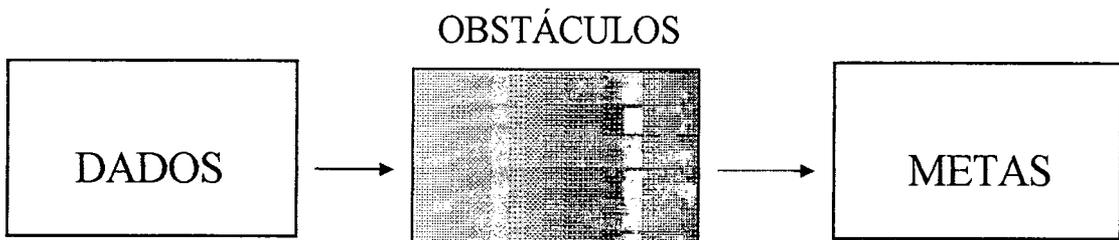
“Se bem que possam exprimir diferentemente os termos, a maioria dos psicólogos concordam em que um problema tem certas características:

*Dados* - O problema começa num certo estado, com certas condições, objetos, peças de informação, e assim por diante, estando presentes no início do trabalho no problema.

*Metas* - O estado desejado ou terminal do problema é o estado final, sendo necessário pensamento para transformar o problema do dado para o estado final.

*Obstáculos* - O pensador tem à sua disposição certos caminhos para mudar o estado dado ou o estado final do problema. O pensador, contudo, não sabe ainda a resposta correta; isto é, a sequência correta de comportamentos que resolverão o problema não está patente de imediato.” (1981, p. 11).

Este esquema, que é bastante genérico, poderia ser assim representado:



Sem demérito de suas vantagens, este modelo contém algumas características que devem ser atentadas, para que o mesmo seja usado com as devidas restrições: uma delas é a linearidade do processo, outra, a unicidade da resposta. Não comporta, ainda, a idéia de problemas divergentes e de redes metodológicas.

O autor acima citado relaciona (1981) diversas teorias às quais se pode relacionar a resolução de problemas: associacionismo, gestalt, etc. Algumas podem ser destacadas, pelo interesse particular que possuem na área da Matemática ou, mesmo, pelo interesse geral que podem ter para outras áreas. Dentre elas, há que salientar-se o trabalho de POLYA (1978). Em sua obra, considerada clássica, afirma: a resolução de problemas é uma habilitação, que pode ser adquirida por imitação e prática; portanto o papel do professor é incentivar o interesse dos alunos por problemas e proporcionar-lhes o máximo de oportunidades para imitar e praticar. E como

se desenvolve este processo? através de 4 passos: compreensão do problema - estabelecimento de um plano de resolução - execução do plano - retrospecto. O autor disserta sobre cada um dos passos, mencionando inclusive exemplos, dentro da Matemática. Fala em abordagens diferenciadas. E dá ênfase à heurística moderna, que:

“procura compreender o processo solucionador de problemas, particularmente as *operações mentais, típicas* desse processo, que tenham utilidade. Dispõe de várias fontes de informações, nenhuma das quais deve ser desprezada. Um estudo consciencioso de Heurística deve levar em conta, tanto as suas bases lógicas quanto psicológicas”. (1978, p. 87).

Como ele mesmo diz, é sobre esta heurística que seu trabalho está construído, e tem a vantagem de ser voltado para a atividade de sala de aula, tentando auxiliar o professor a resolver os problemas que ocorrem quando da SP. Sobre suas limitações, falar-se-á quando se explicitar o que se entende por problema, nesta pesquisa.

Para muitos pesquisadores atuais, envolvidos com a Educação Científica e Matemática, o trabalho com resolução de problemas ultrapassa o alcance de uma simples técnica didática, para constituir-se num recurso pedagógico específico, que propõe situações problemáticas que os **alunos** terão de resolver. Um deles, na área de Ciências, é HENING (1986). Para ele, “Problema é uma situação de dúvida, ou seja, um estado de tensão psicológica capaz de estimular a curiosidade, o pensamento reflexivo e provocar a ação em busca da uma solução ou atitude de trabalho.” (1986, p. 215). É interessante verificar como outros elementos vão sendo, gradativamente, associados ao conceito de “problema” e à SP: a preocupação maior de qualquer sistema educativo deveria ser a criatividade, a curiosidade,

a tensão psicológica, para além dos fatores puramente lógicos e formais. HENING (1986) distingue “problema” de “tarefa” , entendendo que apenas no primeiro caso, efetivamente, a tensão existente pode levar à ação. Com muita felicidade, destaca que, apesar das aparências, o trabalho de **propor** problemas é mais difícil que **resolvê-los**. Um dos óbices, porém, que pode ser colocado, volta a ser a questão da relação entre os problemas colocados pela escola e os problemas do dia-a-dia. Se, por um lado, “A Técnica de Problemas, como um meio ativo, tem o mérito de, na pior das hipóteses, alterar a dinâmica de aula, proporcionando aos alunos uma nova atitude de trabalho, em que eles possam desenvolver suas capacidades”. (1986, p. 217), por outro lado “Os “problemas” de classe são apresentados de maneira semelhante aos que ocorrem na vida real. Este fato possibilitará um “treino” ao jovem, dando-lhe os meios para enfrentar situações semelhantes ou transferir seu conhecimento a novas situações com que se deparar no futuro.” (1986, p. 217), o que é, no mínimo, discutível. Há também outra questão colocada pelo mesmo autor:

“É certo que os “problemas” de classe têm uma certa artificialidade, o que na realidade não vai em desabono dos objetivos dessa técnica, pois que os mesmos ocorrem ou são apresentados de maneira semelhante aos que se verificam na vida real.” (HENING, 1986, p.218).

Sobre esta relação: problemas de sala de aula X problemas da vida real, também se voltará a tratar oportunamente.

HENING (1986) reconhece que grande parte de seu trabalho está fundamentado nas teorias de Ausubel. Segundo ele, este autor:

“Ao desenvolver solução de problemas, fundamenta-a na teoria da assimilação (aprendizagem significativa), delimitando os fatores que influenciam na solução de problemas, como técnica de ensino. Os principais fatores referidos são as variáveis (fatores cognitivos, de tarefas, de personalidade e interpessoais), pensamento e lógica, formas de abordagem, discernimento e etapas de trabalho. Além destes aspectos, são feitas referências às possibilidades de treinamento para a solução de problemas, sucesso das pessoas que habitualmente solucionam problemas e mudanças evolutivas que ocorrem nos indivíduos, no decorrer do tempo, em relação às possibilidades e sucesso em solucionar problemas”. (HENING, 1986, p. 215).

Na área da Física, Ausubel tem sido difundido no Brasil também por MOREIRA (1985) que, mesmo sem trabalhar diretamente com SP, nem por isso deixa de oferecer subsídios importantes para a mesma através de modelos de organização da instrução concordes com as teorias de Ausubel.

Dentro da mesma linha de tratamento da SP como técnica de ensino, trabalham MORAES e RAMOS:

“Nesta (técnica) o professor apresenta aos alunos um problema e auxilia-os na investigação do mesmo... o professor dirige pouco o trabalho do aluno. Ele apenas propõe o problema ou promove o seu aparecimento e, a partir daí, incentiva o aluno a encontrar as soluções. O professor acompanha o estudo. Auxilia o aluno a enfrentar as dificuldades que ele não consegue superar sozinho”. (1988, p. 47).

A despeito do avanço em relação ao tratamento tradicional da solução de problemas, tem-se aqui, ainda, a falta da problematização por parte do aluno: o problema é dado. Mas começa a aparecer a função mediadora do professor. E surgem, novamente as duas questões polêmicas: “Esta forma de trabalhar ensaja a vivência dos métodos da ciência. O aluno aprende a enfrentar com

mais segurança problemas do seu dia-a-dia.” (MORAES e RAMOS, 1988, p. 47). Em outras palavras, pode-se discutir a vinculação entre o “fazer Ciências” - utilizar o assim chamado “método científico”, e o ensinar/aprender Ciências: ela é possível, é desejável e, se for, até que ponto e em que nível? Além disso, a transferência da aprendizagem escolar para o dia-a-dia, colocada nestes termos, também é discutível.

BARBOSA (1985), que não é propriamente um pesquisador em ensino de Matemática, mas cuja obra tem influenciado professores e outros autores de livros-texto, explica solução de problemas também sob o prisma de técnica didática:

“A conceituação de problema poderia nos levar a imaginar que, a criança que já tenha adquirido a suficiente mecanização para a apresentação de um “problema”, ter em mente ou fornecer a sequência operatória imediatamente, não tenha para si realmente um problema. Esta criança teria a necessidade apenas da resolução efetiva? É válido concluirmos que essa criança tem um simples exercício? Não, por pequeno que seja o período de tempo para o afloramento da imagem resolutive, a criança passou pela fase reflexiva, quando ela raciocina por comparação, por analogia a situações anteriores. Houve problemas. Problemas nessas condições que se resumem praticamente na resolução efetiva são também importantes. O seu uso no par ensino-aprendizagem é necessário justamente para a criação de automatismos e habilidades.” (BARBOSA, 1985, p. 140).

Mesmo que o autor proponha, dentre três, uma forma eclética (além de: o professor fornece a resolução, e: o aluno procura a resolução com seus próprios recursos), a maneira como trata da solução de problemas assemelha-se mais a um treinamento em solução dos tradicionais “exercícios”, do que à resolução de problemas propriamente dita.

É interessante assinalar outras maneiras de se encarar a questão. MEDAWAR consegue escrever o livro “Conselho a um jovem cientista” sem mencionar uma vez o **aluno** da escola regular como sendo um dos possíveis futuros cientistas, e parodia Bismark e Cavour, dizendo que a pesquisa é a “arte do solúvel”, explicando sua expressão: “a arte da pesquisa é aquela de solucionar um problema, procurando os meios de torná-lo exequível.” (1982, p. 23). E salienta o valor da quantificação para ajudar na localização dos problemas.

DIENES (1970), que começou como matemático puro, passou para a lógica em geral e a psicologia da cognição, e acabou centrando seu trabalho nas implicações educacionais, com grande influência de Piaget, também não escreveu diretamente sobre solução de problemas, porém seus estudos têm grande aplicação nesta área, em alguns campos da Matemática. Fez severas críticas ao modo tradicional de ensinar esta disciplina. Deve-se salientar, pela importância que tem para a definição que aqui se aceita como “problema” ou “situação-problema”, uma de suas observações: “quando há uma compreensão deficiente da estrutura matemática, é parcialmente porque a realização pessoal não foi um dos objetivos da Matemática.” (DIENES, 1970, p. 27). Veja-se: é um dos poucos autores que colocam, como uma das causas do insucesso no aprendizado da Matemática, fatores como a “realização pessoal”. Em outras palavras, é de perguntar-se: até que ponto resolver este problema me torna mais feliz? Faz com que eu tenha uma visão melhor de mim e do mundo? Faz com que eu me sinta melhor, como pessoa e como membro de uma coletividade? Este é um detalhe básico para poder repensar a definição de problema e de solução de problemas.

Num artigo destinado a discutir a questão da metodologia no ensino da Matemática, hoje, D'AMBRÓSIO (1994), menciona a resolução de problemas a par com a modelagem, a etnomatemática, a história da matemática, o uso de computadores e os jogos matemáticos, como alternativa que procura superar a atual concepção do que vem a ser a Matemática escolar. De acordo com ela:

“... a resolução de problemas é encarada (hoje) como uma metodologia de ensino em que o professor propõe ao aluno situações problemas caracterizadas por investigações e exploração de novos conceitos. Essa proposta, mais atual, visa a construção de conceitos matemáticos pelo aluno através de situações que estimulam a sua curiosidade matemática”. (D'AMBRÓSIO, 1994, p. 59-60)

Aparece novamente o elemento curiosidade, já mencionado por HENING (1986). Ela reconhece que o processo de formalização é lento, isto é, os resultados não aparecem tão rapidamente, mas o aluno se envolve num processo de “fazer” matemática, o que é tão polêmico quanto o “fazer” Ciência, em outras áreas. Continua-se, entretanto, com a proposição de problemas por parte do professor.

Esta nova tendência metodológica também é reconhecida por LELLIS & IMENES:

“A matemática constitui-se num instrumento efetivo para interpretar a realidade principalmente por meio de adequadas modificações na programação dos conteúdos. Introduzir novos temas (como estatística), diminuir a ênfase nos processos mecânicos (algoritmos, cálculos em geral), ampliar a presença de problemas da realidade e de jogos, tudo isso traz a matemática para mais perto do universo do aluno e permite que ele perceba a importância social da disciplina” (1994, p.12-13).

Ela aparece também em PEREZ:

“Por todos estes motivos, sugerimos que o desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem, em sala de aula, seja via **Resolução de Problemas**, que está muito ligado à criatividade e à tomada de decisões por parte dos indivíduos, fazendo uso das atividades que estas pessoas desenvolvem no seu cotidiano, no seu dia-a-dia.” (1995, p. 30).

LOPES et al., ao tratar da resolução de problemas para classes iniciais, lamentam ser reduzida a literatura disponível. Citando SCHOENFELD (1985a) e FERNANDES (1989), mencionam que

“o processo de resolução de problemas de Matemática envolve quatro aspectos diferentes de conhecimento:

- a) Conhecimento de fatos, de algoritmos e de Matemática em geral que cada indivíduo possui;
- b) Conhecimento de estratégias de resolução de problemas, também conhecidas por estratégias heurísticas;
- c) Conhecimento de estratégias de verificação (controle) que têm de haver com a forma como o indivíduo utiliza e gere a informação que está ao seu alcance;
- d) Sistemas de concepções/pré-conceitos (belief systems) que se relacionam com a visão que cada um tem de si próprio, da Matemática, dos problemas e do mundo.” (LOPES et al., 1994, p. 35).

Reconhecem que, atualmente, a ênfase se dá aos aspectos do grupo “a”, e que o desconhecimento do vocabulário específico é um dos aspectos da formulação de problemas, que influencia no desenvolvimento da atividade, dentre outros motivos. Entretanto, a despeito de sua proposta de que “o ensino de Matemática seja organizado, colocando os alunos frente a situações-problema” (LOPES et al., 1994, p. 40), os exemplos que apresentam e algumas conclusões que tiram dos mesmos não permitem que se conclua ultrapassem, ainda, o estágio de considerar a solução de problemas como uma simples técnica, com os seus respectivos “macetes”; veja-se: “O

principal é analisar o potencial do problema no desenvolvimento de capacidades cognitivas, procedimentos e atitudes e na construção de conceitos e aquisição de fatos da Matemática.” (LOPES et al., 1994, p. 40)!

Parece que nesta situação se encontra também MEIRA, que relata pesquisa sua de 1991, investigando o aprendizado de funções lineares em crianças de 1º Grau, através de atividades instrucionais mecânicas ou computacionais. Através de alguns exemplos, conclui que “a atividade matemática que envolve práticas e problemas fortemente associados ao contexto acadêmico-escolar também é potencialmente rica e importante para a construção de significados.” (1993, p. 26-27). Em outras palavras, não seria necessário, indispensável, trazer para a sala de aula situações do cotidiano da criança, para poder desenvolver um bom ensino de Matemática. A sua análise “... faz supor a possibilidade de um ensino criativo significativo que supera a simulação ou a transferência de práticas extra-escolares para o ensino escolar”. (MEIRA, 1993, p.26). Esta prática da Matemática é que poderia, sim, se tornar uma prática do cotidiano da criança, na medida em que os procedimentos, linguagens, etc., acabem se tornando familiares à mesma. De novo, uma questão a ser discutida posteriormente: a própria natureza da Matemática e sua relação com as demais Ciências e com o cotidiano; existem sérias divergências, principalmente quando se trata de pesquisadores das áreas “puras” e das áreas de Educação em cada uma delas.

Na área da Física, GIL et al. propõe alternativas mais efetivas para a solução de problemas, considerando-se a deficiência das atuais. Definem problema como “uma situação, quantitativa ou não, que pede

uma solução para a qual os indivíduos implicados não conhecem meios ou caminhos evidentes para obtê-la.” (1992, p. 10). Discordam da maneira como a solução de problemas é atualmente colocada pelos professores e, tratando a resolução de problemas como uma **investigação**, apresentam um modelo de 8 itens (1992, p.13-17), visando uma abordagem adequada do assunto, e que se constitui em um avanço no tratamento da solução de problemas (de acordo com os autores, obtendo-se bons resultados). A eliminação dos dados no enunciado diminuiria o operativismo típico da tradicional fórmula de solução. Concorda-se com eles que, quando acontece o operativismo, “os problemas em vez de serem ocasião privilegiada para construir e aprofundar conhecimentos, se convertem em reforço de erros conceituais e metodológicos”, (1992, p. 9). A sua proposta poderia ajudar a reverter este quadro.

ESCUADERO (1995) também pode ser apontado como um proponente de alternativas para o desenvolvimento da solução de problemas. Com bases assentadas em Ausubel e Moreira, salienta que “o importante não é que o docente corra perseguindo “o método” ou “a técnica”, mas que construa reflexivamente as estratégias de ensino mais adequadas a seus propósitos e aos de seus alunos” (1995, p. 104, trad. do autor).

DAMM (1996), com base principalmente nas pesquisas de DUVAL (diversas datas), desenvolve um trabalho voltado especificamente para a questão da compreensão dos enunciados e a resolução de problemas. Afinal, quando os estudantes não conseguem resolver um problema, isso se deve às dificuldades intrínsecas do mesmo ou à forma como

o mesmo é enunciado? É interessante observar sua definição: “problemas matemáticos são problemas que visam descobrir a aplicação de tratamentos matemáticos já ensinados, e que são “mergulhados” em situações cotidianas ou profissionais”. (DAMM, 1996, p. 1, texto 2). Dá-se ênfase aos dois aspectos da organização do problema (redacional e cognitiva) e se coloca como parâmetro para a SP: “o aluno terá dominado a resolução de problemas em matemática (para um tratamento matemático determinado) somente quando ele for capaz de os resolver, independentemente das variações redacionais do enunciado”. (DAMM, 1996, p. 1, texto 5).

Na contramão, pode-se encontrar matemáticos da área dita “pura”, como LIMA (1984), que não estão envolvidos no movimento da Educação Matemática (talvez exatamente por isso), com uma visão bem diferenciada sobre solução de problemas. Em seu comentário sobre o livro “Teaching Secondary Mathematics Through Applications” de FREMONT, H. (1979, Ed. Prindle, Weber e Schmidt, USA) emite opiniões tais como:

“O que é, afinal a Escola, senão uma preparação para a Vida? ... Quantos de nossos colegas não adorariam possuir um repositório, uma coleção de problemas nos quais questões objetivas e modernas fossem tratadas com técnicas matemáticas bastante simples, ao alcance dos conhecimentos dos alunos? Quantos não anseiam por uma lista variada de exemplos utilizáveis em classe, provando assim aos estudantes que é útil aprender Matemática ?” (LIMA, 1984, p. 28-29).

Sem entrar no mérito da validade de uma determinada lista ou um receituário, como suporte para a solução de problemas, LIMA (1984) ainda apresenta, de forma elogiada, o seguinte exemplo, extraído do livro citado: “Se existisse um gigante que tivesse a mesma forma que um homem, salvo o fato de ser 10 vezes maior, poderia tal gigante correr tão depressa

como nós?” (1984, p. 29). Até que ponto se deve (ou se pode) considerar este exemplo como um legítimo **problema** a ser resolvido, não só em função do que se considera como tal, nesta pesquisa, mas também em relação à diferentes posições, de diversos pesquisadores, colocadas anteriormente, é um caso que deve ser devidamente considerado. Talvez seja este um dos pressupostos que orientam muitos dos autores dos nossos livros didáticos, que orientam as ações dos professores, que orientam a aprendizagem dos alunos ... com as consequências sabidas e já comentadas de sobejo. É interessante que o mesmo livro é elogiado por LOPES (1984), exatamente na mesma revista e pelos mesmos motivos que os apresentados por LIMA (1984). Dentre outras considerações, cita trecho do prefácio do livro:

“... enfatiza (1) a necessidade para os professores de mostrar aos estudantes que não há razão para temer à Matemática e (2) a Matemática está integrada ao cotidiano de suas vidas. Este objetivo é alcançado através de uma abordagem de resolução de problemas que utilize uma grande variedade de aplicações e desafios que ilustrem por que a Matemática é tão importante...” (LIMA, 1984, p.30).

Salienta-se novamente: não se é contra este tipo de livro, mas sim sobre o modo como é proposta sua utilização; em que contexto ele é importante, tratar-se-á oportunamente.

Não se poderia terminar esta rápida panorâmica sobre o que pensam os pesquisadores sobre problemas e solução de problemas, sem mencionar o trabalho de DANTE (1989), um dos expoentes nesta área. Para ele, um problema matemático “é qualquer situação que exija a maneira matemática de pensar e conhecimentos matemáticos para solucioná-la”. (1989, p. 10). Ele coloca, como objetivos da resolução de problemas:

“Fazer o aluno pensar produtivamente...

Um dos principais objetivos do ensino de Matemática é fazer o aluno pensar produtivamente e, para isso, nada melhor que apresentar-lhe situações-problema que o envolvam, o desafiem e o motivem a querer resolvê-las...

Desenvolver o raciocínio do aluno...

Ensinar o aluno a enfrentar situações novas...

Dar ao aluno oportunidade de se envolver com as aplicações da Matemática...

Tornar as aulas de Matemática mais interessantes e desafiadoras...

Equipar o aluno com estratégias para resolver problemas...

Dar uma boa base matemática às pessoas.” (DANTE, 1989, p. 11 a 15).

DANTE (1989) utiliza os quatro passos de POLYA (1978) na resolução de problemas, preocupa-se em classificá-los, expõe estratégias que auxiliem o trabalho do professor e, principalmente, distingue “exercício” (envolve simplesmente a prática de um ou mais algoritmos) de “problema” (em que se tem uma situação desconhecida, não se tem um algoritmo determinado previamente e exige uma certa dose de iniciativa, de criatividade, junto com o conhecimento de algumas estratégias), o que é de suma propriedade, considerando-se a confusão que os docentes fazem, geralmente, entre ambas as coisas. Seus trabalhos nesta área são alguns dos melhores à disposição do professor, no momento, tanto pela forma de apresentação quanto pela atualidade e pelas perspectivas que são colocadas.

Na mesma linha, deve ser considerado o livro de M. WATTS (1991), “The Science of Problem-Solving”, no qual, já de acordo com a apresentação, a resolução de problemas foi promovida como um modo pertinente e aplicável de se fazer Educação nas escolas. Alguns tópicos merecem atenção, como a transferência de conhecimentos e a relação com o construtivismo, além de sua abordagem sobre problemas abertos. O que ele

chama de “OWN problems” aponta muito para o que se chama aqui de “problematização”, porém o autor não avança muito nesta direção. Salvo a limitação da língua (até onde se saiba, não está traduzido do Inglês), é leitura recomendável para todos os professores da área de Ciências e para o pessoal da área de Orientação, dadas as relações que são estabelecidas entre solução de problemas e currículo escolar.

Fora do âmbito da Educação, são poucos os que se dedicam ao estudo da solução de problemas, vista de maneira genérica, quer dizer, como algo que concerne a todas as pessoas, em todas as circunstâncias de suas vidas. Um dos exemplos que podem ser apontados é VIDAL (1973). Ela relaciona a questão da solução de problemas com a criatividade, numa abordagem voltada prioritariamente para a empresa, mas que tem pontos interessantes para o ensino. Problema é definido como “uma situação de tensão sentida pela matéria viva, cada vez que um de seus afetos não encontra meio de extinção imediato ou manifesto”. (1973, p. 23). Cada vez que se manifesta a necessidade de uma troca (portanto uma troca necessária e não apenas especificada) com o meio, está criada uma tensão, que pode ter duas respostas: o meio está aberto, manifesto, e a necessidade fica satisfeita, ou não existe resposta imediata, e está criado um problema. Um problema não existe em si: só existe se efetivamente uma tensão pode ser identificada num indivíduo ou num grupo. Portanto, a rigor, não se podem considerar como problema as situações criadas através da prefiguração ou jogo, quando se supõe uma necessidade que deve ser satisfeita. Ora, em algumas disciplinas da área de Ciências, a expressão mais comum é: “suponhamos que ...”. Sob estes aspectos, não se estará colocando o aluno diante de um genuíno

problema. De qualquer forma, para VIDAL (1973), um problema só estará, efetivamente, resolvido, quando existir, ao final, uma **ação** decorrente do processo, ou, em outras palavras, forem tomadas medidas para que a tensão deixe de existir.

### 2.3 - SP como problema de pesquisa

A partir destas considerações, é possível perceber quão polêmica pode se tornar a questão da solução de problemas se analisada sob os pressupostos da visão vygotskyana da formação e desenvolvimento dos conceitos, e a relação entre conceitos científicos e não-científicos. Assim, abrem-se inúmeras perspectivas para desdobramentos de diversas ordens, quando de sua utilização na área educacional como um todo, ou em alguns campos, como o do Ensino de Ciências, em particular.

Cabe avaliar, portanto, a pertinência das teses de Vygotsky (alinhavadas até o final da década de 30), de forma especial levando-se em consideração as condições sócio-político-econômicas em que o Brasil se encontra, na atualidade. Com certeza, não vivemos momentos pós-revolucionários quais aqueles em que se engendraram suas teorias, nem em natureza nem em intensidade. Além disso, a experiência do socialismo real, desenvolvida na antiga URSS viveu uma sensacional “*débâcle*”, e se encontra em fase de reencontro de rumos diante de um capitalismo aparentemente vencedor. Assim sendo, porque a opção por Vygotsky em algumas instâncias educacionais, como por exemplo, a Proposta Curricular de SC?

Admite-se, aqui, que os problemas da Educação são tão complexos e intrincados que, seja a nível institucional, seja a nível individual, nenhuma teoria consegue dar conta, “in totum”, de todas as suas nuances e da multiplicidade de suas facetas. Diante das questões concretas, objetivas, cruciais, com as quais o educador se depara na sua labuta cotidiana, e que traduzem seu anseio de, através da Educação, contribuir para a construção de um mundo melhor (qualquer que seja a vertente ideológica que o defina), há que valer-se de todos os recursos disponíveis para consolidar este intento, resolvendo os problemas que vão surgindo com o que de melhor exista dentro deste espectro. Neste caso, o interacionismo historico-cultural de Vygotsky pode oferecer excelente contribuição.

A partir do que foi discutido até aqui, alguns pontos devem, neste sentido, ser destacados, no ideário vygotskyano:

- os conceitos são construídos, e sua construção ocorre socialmente;
- existem várias fases a percorrer, até que um conceito seja consolidado;
- os conceitos se formam para resolver problemas;
- a relação entre conceitos científicos e não-científicos constitui uma forma “*sui generis*” de aproximação: dialética, dinâmica, de mútuo enriquecimento.

É possível, então, explicitar o problema que se coloca para esta pesquisa; de maneira geral, a questão gira em torno do **papel da Ciência escolar na vida do estudante, enquanto tal e como futuro cidadão**, abordada sob três aspectos:

- a) **as características da relação entre a capacidade de resolver problemas na Ciência escolar, e a de resolver problemas no cotidiano, dentro do conceito de solução de problemas, aqui assumido;**
  
- b) **o processo evolutivo do comportamento do estudante, face a esta relação;**
  
- c) **um desenvolvimento curricular adequado para a otimização do processo.**

### **3. A SOLUÇÃO DE PROBLEMAS EM VYGOTSKY: A VARIABILIDADE DE PERSPECTIVAS**

#### **3.1 - Alguns conceitos em Vygotsky**

Alguns conceitos básicos das teorias de Vygotsky são necessários para que se possa compreender melhor a relação que aqui se faz entre o mesmo e a solução de problemas. Não se pretende abranger toda sua obra, porque complexa demais, a despeito da curta vida de Vygotsky. Nem se acredita possível um maior aprofundamento nestes conceitos, dadas a) a variação de significados com que, em muitos casos, foram utilizados por Vygotsky e b) as dificuldades, reconhecidas por inúmeros estudiosos, em traduzir para outras línguas, com a precisão desejável, o significado exato das expressões utilizadas por Vygotsky, (cf., p. e., comentário de KOZULIN (1990) traduzido por CRESPO (1994)).

Por outro lado, há que se reconhecer que muitos conceitos encontrados hoje no que se poderia chamar de “escola vygotskyana” tiveram uma determinada evolução, seja a partir de novas pesquisas sobre os mesmos, seja a partir de críticas feitas sobre as interpretações de Vygotsky com relação aos seus próprios estudos e de seus companheiros. Tentar-se-á, aqui,

utilizar, em princípio, os conceitos em sua acepção original, quer dizer, no contexto de sua utilização por Vygotsky, considerando as variações posteriores apenas quando oportuno para sua melhor compreensão. Na relação bibliográfica, encontram-se as obras utilizadas para tal.

Um bom exemplo das dificuldades que se encontra para precisar alguns conceitos em Vygotsky, é o termo russo que ele emprega seguidamente, “povedeniya” (traduzido para o alemão como “Verhalten” (KÄMPER, 1992)). Este termo poderia, conforme aparece nos textos originais, ser entendido como:

- \* aprendizagem, no sentido de algo que foi aprendido e passa a ser expresso na maneira de ser do dia-a-dia;
- \* conduta, em se tratando de seguir determinadas regras socialmente bem consideradas;
- \* estar à frente, ter um procedimento avançado, ou psicologicamente mais desenvolvido em relação aos demais;
- \* executar funções psicológicas, como memória, atenção, percepção, pensamento, etc.;
- \* comportamento, no sentido usual da palavra.

### 3.1.1 - A Mediação

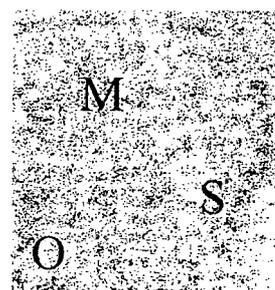
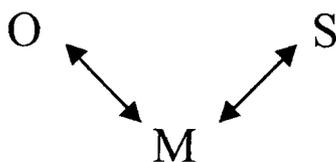
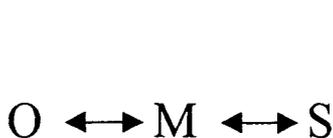
A mediação ou intermediação merece uma atenção especial, para que se possa ter uma idéia mais precisa da acepção que lhe dá Vygotsky. No original “*stimul-sredstvo*” ou estímulo-meio, estímulo intermediário, foi traduzido para o alemão como “*Mittler-Reiz*”. O termo

usado na palavra composta russa “sredstvo” significa tanto “meio auxiliar” como um instrumento, um recurso a ser utilizado), como um ambiente, um meio, através de cuja provocação pode ser gerado um fato, um acontecimento qualquer, sendo então, o próprio meio, um estímulo.

Então, o “*Mittler-Reiz*” pode ser entendido em três sentidos:

- a) de um lado, pode ser considerado um estímulo de ajuda, um estímulo auxiliar, e então seria um “*vspomagatel’nyj stimul*”, o qual, de fora e sempre acompanhado de uma intenção, uma finalidade, é introduzido no conjunto de estímulos primários e acaba provocando uma reação;
- b) por outro lado, tratar-se-ia de um estímulo medianeiro, um mediador, o qual se relaciona com o estímulo primitivo de tal forma que tem como resultado sua transformação, modulando-o até a categoria do mediador;
- c) numa terceira possibilidade, é o próprio meio (no sentido de meio ambiente), que atua concomitantemente como estimulador e mediador.

Os três casos poderiam ser representados esquematica, superficial e respectivamente, da seguinte forma:



Vygotsky propõe a seguinte situação: uma pessoa, em determinadas condições, é submetida a dois estímulos contrários, A e B. Quando os dois estímulos são eliminados mecanicamente, ocorrendo a sua supressão, acontece a mesma coisa que ocorreu com o burro de Buridan, o qual, segundo uma anedota, morreu de fome quando colocado entre dois fardos de forragem, absolutamente iguais, porque os estímulos eram idênticos, mas contrários. Porém, imagine-se a pessoa deixando a sorte, por exemplo, decidir; então, ela introduz dois estímulos auxiliares, A' e B': se a sorte recai em A', ela escolhe A e vice-versa. Ela ancora seu comportamento em primeiro lugar nos estímulos mediadores auto-construídos. Então, se a sorte recaiu em A', domina o estímulo A, que provoca uma reação X. O estímulo B fica inativo e a reação correspondente Y, não se realiza. A reação X é, por si mesma, desvinculada de A. Sem este estímulo, ela nem teria lugar. O próprio A ficaria neutralizado pelos efeitos de B. A reação X, além disso, fica destacada através de A', o estímulo primitivo não tem mais nada a ver com ela, mas com A', **que foi introduzido artificialmente na situação**. Portanto, a reação depende de um mediador criado pela própria pessoa. Então, é possível afirmar que o Homem, com a ajuda de um estímulo artificial, define, determina a própria reação.

Há que reparar-se no que realmente acontece atrás do jogo de estímulos e reações: o intrincado envolvimento das pessoas com a situação, seu papel ativo, portanto seu comportamento, que resulta na introdução de novos estímulos. A partir disso, deve-se estabelecer um novo princípio na relação entre **comportamento e estimulação**. Quem desmembra

os procedimentos da tomada de decisão, desdenha a parte principal: a atividade especificamente humana, que se dirige ao domínio do próprio comportamento. Atrás do estímulo A' estão a cabeça e a mão das pessoas. O surgimento do novo estímulo, em si, foi o resultado da mão humana. Ele é que assegurou o papel e a função de A, que como tal poderia determinar tão pouco uma aprendizagem como quando um macaco usa um pau para derrubar uma banana que não alcança por si só. A' é, neste caso, a ferramenta da tarefa da pessoa, e aí está o cerne de toda a questão. A construção do conhecimento no burro de Buridan se diferencia da construção do conhecimento num ser humano, porque o último decide com a ajuda de certos procedimentos especiais; a pessoa dirige por si mesmo a reação a determinado estímulo e a usa como meio para o domínio de próprio processo. Ele determina, com um "*Mittler-Reiz*" artificialmente produzido, seu próprio comportamento.

Vygotsky apresenta ainda dois outros exemplos do que ele chama "formas rudimentares" nas funções psicológicas, além deste em que a pessoa se utiliza da "sorte" para tomar uma decisão, diante de uma situação problemática. Um, é o caso dos "nós" que se fazem em lenços ou fitinhas, para que a pessoa se lembre de algum encargo. A situação se coloca de novo através de dois estímulos A e B, através dos quais uma relação associativa deve ser tirada. Por um lado, a colocação desta relação e seu desenvolvimento posterior será considerada a partir de uma série de fatores naturais - dentre os quais a força do estímulo, o seu significado biológico, a retomada comum da saída de uma situação, o conjunto comum dos estímulos, etc. Por outro, a pessoa coloca a si mesma a ligação: ela introduz um meio

auxiliar A' (que por si não tem nada a ver com o que está acontecendo) e se submete, com este auxílio, a todo um processo de fixação e retenção. Reiteradamente: a pessoa assegura a aprendizagem com o auxílio de estímulos mediadores artificiais e construídos por ele mesmo.

Finalmente, Vygotsky mostra o exemplo do “contar nos dedos”, uma forma de aritmética cultural rudimentar. Se num primeiro momento, é possível distinguir quantitativamente dois conjuntos (e em alguns povos primitivos esta capacidade é bastante apurada), uma modificação fundamental acontece quando a pessoa “em reação”, diante do aspecto quantitativo de uma situação, introduz os dedos como ferramenta, utilizando-os como auxílio para o contar. Segundo Vygotsky, esta forma primitiva de contagem, é a mesma que se observa na forma rudimentar de desenvolvimento do pensamento aritmético das crianças. A essência, a substância que interessa nesta forma de comportamento, é a mesma: trata-se da passagem de uma percepção não mediada sobre uma quantidade, para o trabalho com uma estimulação auxiliada e para a determinação ativa do próprio comportamento, com a ajuda deste estímulo A'. O artificial (no estímulo engendrado pelas pessoas, que não tem nenhuma conexão interna com a situação dada e é posto a serviço de uma acomodação ativa), coloca-se mais uma vez como característica da passagem às formas psicologicamente superiores de comportamento. (Vygotsky, 1992, p. 116-133).

Quando trata do desenvolvimento da aritmética, do falar e da memória, Vygotsky apresenta um modelo, para tratar da mediação, que merece ser destacado, para que, posteriormente, se possa pensar no papel

mediador do professor. Ele menciona três tipos de interiorização (**vrascivanie**): o tipo “costura” (*Nahttyt*); a interiorização plena e o tipo mais importante, aquele em que a criança está apta a compreender a estrutura dos processos e, portanto, também as regras que devem ser seguidas para empregar os signos externos. Ao falar do primeiro, menciona que primeiramente, se usa um fio para costurar as bordas de um tecido (orgânico) rasgado. Através do contato entre ambas, cada parte se desenvolve, de tal forma que, ao final do processo, o fio pode ser retirado. Então, não se trata mais de uma ligação artificial: o tecido se regenerou de maneira a ficar muito mais firme, e o local dantes rompido, quase imperceptível (VYGOTSKY, 1992, p. 258) e (RISSOM, 1985, p. 191-194).

### 3.1.2 - A diferença entre o “natural” e o “cultural”

O ponto crítico, que distinguia Vygotsky da “psicologia tradicional”, era que, segundo ele, a mesma não separava suficientemente os processos naturais e culturais. A parcialidade e falta de compreensão da visão tradicional a respeito dos fatos que ocorrem no desenvolvimento das funções psicológicas superiores, estaria antes de tudo e em primeiro lugar na capacidade estabelecida, de ver estes fatos como fatos do desenvolvimento histórico da psicologia das crianças - resumindo, na compreensão equivocada da natureza dos fenômenos pesquisados. O domínio dos processos naturais é caracterizado por V. como “**natural’nyj**”, “**estestvennyj**”, “**prirodnyj**” e “**biologiceskyj**” reordenados, e o cultural como “**kul’turnyj**”, “**istoriceskyj**” e “**socialnyj**”.

Se não se traça uma linha divisória entre os processos culturais e naturais, analisando-os de maneira uniforme, não se consegue captar as suas especificidades, e somente se consegue chegar a regularidades que podem ser afirmadas por ambos, cultural e natural. Se se tem como objetivo o esclarecimento das funções humanas psicológicas superiores, então não há como satisfazer-se com isso. De acordo com o próprio Vygotsky:

“O comportamento das pessoas adultas de cultura superior apresenta-se como o resultado de dois diferentes processos de desenvolvimento psíquico. De um lado está o processo de evolução biológica das espécies animais, que caminhou em direção ao nascimento da espécie do *Homo sapiens*; do outro, está o processo de desenvolvimento histórico, por cujo caminho o homem primitivo passou para o cultural. Estes dois processos - o desenvolvimento biológico e cultural do comportamento - estão representados na filogênese como linhas autônomas e independentes do desenvolvimento, assuntos que são tratados separadamente por diferentes disciplinas da psicologia.

... assim como o desenvolvimento histórico da humanidade se desliga da evolução biológica das espécies animais, assim também devem, incontestavelmente, distinguir-se entre si os tipos biológico e cultural do desenvolvimento do comportamento, ainda que ambos sejam parte de um processo genérico, universal - a História e a Evolução. E com isso, temos um processo de desenvolvimento psicológico “*sui generis*” para nós, um processo de tipo especial.

Como diferença fundamental e definida destes processos, contra o evolucionário, deve-se examinar as circunstâncias em que o desenvolvimento das funções psicológicas superiores avança, sem mudança da biotipologia humana, enquanto a mudança do tipo biológico é o fundamento do tipo evolucionário de desenvolvimento. Como é conhecido e reiterado, esta característica é também a marca universal do desenvolvimento histórico do Homem. No seu tipo de modificação total, a adaptação das pessoas trouxe o desenvolvimento de seus órgãos artificiais em primeiro lugar - as suas ferramentas, e não só a mudança de seus órgãos ou de sua estrutura corporal”. (Vygotsky, p. 38-41 in RISSOM, 1985, p.102-104).

A argumentação de Vygotsky é a seguinte: observando-se a filogênese humana, reconhece-se a formação e o desenvolvimento do Homo sapiens como resultado da evolução da natureza. O desenvolvimento até o atual estágio de civilização, porém, não pode compreender-se como decorrência das leis naturais. A história dos homens é caracterizada, em vez de sucessivas modificações orgânicas, pelo desenvolvimento da cultura, a construção de relações entre os homens, cada vez mais diferenciadas e complexas. As épocas históricas não se diferenciam por alterações biológicas, mas por diferenciações no estado de desenvolvimento na ciência, técnica, organização da produção, costumes, tradições, direito e moral.

Para Vygotsky, este quadro relativo à filogênese deve servir também para a ontogênese. Mas ele não aceita que o que se diz do geral deve valer também para as partes deste geral. Chama a atenção, sim, para o modo peculiar de algumas determinadas partes deste todo. Na ontogênese, os processos naturais e culturais não aparecem separados, mas em uma característica forma de fusão. E é no fato de que essas duas linhas estão fundidas uma à outra na ontogênese, constituindo um processo homogêneo e complexo, que está a dificuldade do problema do desenvolvimento das funções psicológicas superiores das crianças.

O comportamento psicológico cultural frente ao natural conduz, em Vygotsky, à essência da estrutura mediada vista anteriormente. A reação imediata, direta, é natural; no comportamento cultural, este tipo de reação fica completado através de outro tipo estrutural de reação instrumental. De certa forma, este novo tipo também é natural, quando abre

caminho para construções naturais; por outro lado, conduz para uma forma tão substancialmente modificada de comportamento, que é a partir daí que se pode ter uma idéia das especificidades deste comportamento. Ele é construído com o auxílio de um meio; através de uma lei de relação entre o meio e o comportamento, os que vêm depois são conseguidos com determinados pressupostos. Com a entrada em cena de um “*inter medio*”, o Homem abre para si uma nova possibilidade de reação; note-se: ele a abre por si mesmo. Aí Vygotsky vê o embrião do comportamento auto-dirigido. A forte diferença entre o comportamento imposto e o auto-dirigido é, para Vygotsky, um momento já bem adiantado na oposição entre o comportamento natural e o cultural.

Esta contraposição dos processos natural e cultural, assim como assumida por Vygotsky, se teve seguidores, também teve críticos. Por um lado, foi acusado de ter oposto os dois processos num falso dualismo; por outro, de não os ter distinguido suficientemente: ele os teria colocado, erroneamente, como se as funções psicológicas superiores fossem, “até o último resquício”, assentadas sobre as formas inferiores. (RISSOM, 1985, p. 100-108).

### 3.1.3 - A caminhada até os conceitos

Vygotsky propõe a existência de três fases ou “degraus” no desenvolvimento do significado das palavras: a fase do sincretismo; a fase dos complexos e a fase dos conceitos, cada uma, por sua vez, subdividida em diferentes etapas.

1) Na primeira fase, a criança tende imediatamente a associar diversos temas diferentes a uma palavra, mas isso ocorre sem um princípio organizador determinado. O significado da palavra ou signo equivalente é indefinido, é um aglomerado informe e sincrético de elementos individuais, relacionados entre si por uma imagem existente no universo das idéias e percepções da criança. Em outras palavras: os significados se baseiam num encadeamento completamente aleatório e disforme de temas particulares, os quais de alguma maneira, na percepção e representação da criança, estão “amarrados” num quadro único. Este sincretismo é chamado de “coerência incoerente” , onde as conexões subjetivas se sobrepõe às conexões objetivas, que efetivamente existem entre os elementos. O significado das palavras, para as crianças e para os adultos, às vezes se equivalem (e isso permite a comunicação entre si), mas os fatores psicológicos envolvidos são totalmente diferentes: é o resultado de uma reunião sincrética de imagens, ao contrário do que ocorre no pensamento do adulto.

1a) Durante a primeira etapa desta fase, o sincretismo leva a criança para um tipo de princípio de ensaio-e-erro, ela junta os objetos ao acaso, e de forma bem instável: logo estabelece outras relações, formadas da mesma maneira.

1b) Durante a segunda etapa, a criança se orienta por relações que são dadas por sua percepção. O que tem semelhança na aparência, ou mais provavelmente, coincide no espaço e no tempo, é colocado num mesmo conjunto. As ligações feitas com as palavras não são objetivas (através das

reais interligações entre os objetos) mas subjetivas (determinadas pelas impressões subjetivas).

1c) A terceira etapa é marcado por um processo em dois planos: a criança forma cadeias sincréticas com elementos, os quais, respectivamente, já representam grupos anteriormente unidos. As operações formadoras do significado ganham quase uma outra dimensão, o encadeamento ganha perspectiva, mas o princípio de agrupamento continua com a marca do sincretismo, uma aglomeração casual e desordenada.

2) A segunda fase, segundo Vygotsky, é a dos complexos. Caracteriza-se por formas de generalização que não estão apenas ligadas a fatores subjetivos, mas que se baseiam nos aspectos objetivos, dados pelos objetos. Esta fase se distingue da seguinte (a dos conceitos), pelo fato de que, nesta, ainda predominam as relações afetivas, sensoriais, e não as abstratas e lógicas. Há uma superação parcial do egocentrismo, passo importante para o abandono do sincretismo e a assunção do pensamento objetivo: há uma coerência no pensamento, se bem que ainda não com a característica do pensamento conceitual. Os complexos não pertencem ao plano do pensamento lógico-abstrato, mas ao plano real-concreto, logo, as conexões de base e as que se estabelecem a partir das mesmos carecem de uniformidade, isso é, qualquer conexão pode servir para a inclusão de um elemento em um complexo. A variedade de conexões está relacionada com a variedade de ligações e semelhanças que existem entre os objetos diferentes que mantêm entre si algum tipo de relação, na realidade.

2a) A primeira etapa desta fase é chamada “complexo associativo”. Em torno de um núcleo, a criança monta todo um complexo e encaixa aí os mais variados assuntos, desde que tenham alguma coisa em comum ou contrastante com a base: a cor, a forma, o tamanho ou qualquer outra coisa que passe pelo seu olho. Uma relação concreta qualquer, que a criança descobre, uma relação associativa qualquer entre o núcleo e um elemento do complexo é motivo suficiente para que ela o denomine como componente de uma mesma “família”. E é exatamente com a “família” que Vygotsky faz uma comparação: a criança percebe que os diversos parentes são pessoas diferentes, mas há um elemento associativo entre eles, que é o sobrenome. O “falar” avança dentro da função nominativa, as palavras não servem mais apenas para nomear objetos particulares, mas também para grupos associativos, isto é, são “nomes de família”.

2b) O segundo tipo de complexos corresponde a uma reunião dos objetos e das impressões concretas sobre as coisas num grupo especial, que devido à sua construção lembra o que usualmente se denomina de “coleção”. O princípio de construção de um complexo de coleção, reside em que, a um dado objeto outros objetos são acrescentados, tendo diversas possibilidades de variação no apresentar uma determinada marca funcional em relação aos primeiros, mas para cada possibilidade um objeto é acrescentado. Sua característica é a heterogeneidade dos componentes, sua mútua complementariedade e o agrupamento como coleção, que lhe dá o nome. Aqui se dá a reunião de elementos em função de suas diferenças, e não de suas semelhanças. Em suas experiências, Vygotsky observou que às vezes este tipo se confundia com o complexo associativo, porque uma determinada

marca não permanecia constante, até o fim, como base para a coleção. A organização deste tipo de coleção está intimamente ligada à experiência concreta da criança, porque em suas tarefas práticas ela sempre se encontra com o ato de colecionar: como exemplo, Vygotsky cita o serviço de mesa, que reúne faca, garfo, colher, pratos, etc. Em resumo, este complexo constitui a generalização de objetos a partir de sua participação comum em uma mesma operação prática, sua colaboração funcional.

2c) A terceira etapa é chamada de “**cepnoj kompleks**”, complexo em cadeia. Ela se baseia num princípio temporário, dinâmico, de unificação de diversas estruturas em uma cadeia homogênea e a ultrapassagem do significado para além de cada uma das estruturas individualmente: o significado da palavra se modifica ao longo dos elos da cadeia. Novamente, se trata da relação entre um elemento e o complexo como um todo, através de uma “marca registrada”, porém, neste caso, cada elemento é uma estrutura. Agora, cada elemento tem o mesmo valor, não existe um centro, como anteriormente. De fato, cada elemento não precisa ter mais nada a ver com os outros, o início da cadeia não precisa ser solidário com o final, desde que seja dada cada uma das relações conetivas em particular com as estruturas imediatamente próximas. A relação entre o complexo e seus elementos não é hierárquica, ele quase se “dissolve” juntamente com eles: “Um complexo não se eleva acima de seus elementos como o faz um conceito; ele se funde com os objetos concretos que o compõem”. (Vygotsky, 1991, p. 56). O caráter do pensamento por complexos é perceptivo-figurativo concreto:

“El objeto, incluido en el complejo en virtud de un determinado atributo asociativo, se incorpora en él no como portador de ese atributo particular gracias al cual forma parte del complejo, sino como un objeto concreto integral, con todos sus atributos. El niño no abstrae ese rasgo de todos los restantes y tampoco le adjudica un papel principal respecto a todos los demás; es importante por su valor funcional, pero es igual que los otros, un rasgo más entre los muchos del objeto.” (Vygotsky, 1991b, p. 143).<sup>1</sup>

2d) A fronteira entre o complexo em cadeia e o complexo difuso (quarta etapa), é muito tênue. Também esta etapa está baseada na reunião associativa de elementos concretos, mas se diferencia porque a “marca” sobre a qual a associação agora repousa, fica cada vez mais vaga e difusa. A indeterminação dos critérios, através dos quais cada novo elemento é acrescentado ao acervo de um complexo difuso, vai paralelamente com a ilimitada possibilidade de expansão dos complexos, assim como uma primitiva tribo bíblica sonhava em multiplicar-se até que seus membros se tornassem tão numerosos como as estrelas do céu ou as areias do mar. No exemplo de Vygotsky, uma criança pode chegar, através de sucessivas associações, de um triângulo amarelo até um círculo, passando por trapézios, quadrados, hexágonos e semi-círculos. Um complexo difuso pode crescer por coleta, acrescentando sempre outros, novos elementos, porém, por mais que queira, sempre vai permanecer uma ligação explícita, estável, entre elementos concretos que, para o adulto, nem sempre são facilmente perceptíveis.

<sup>1</sup> “O objeto, incluído no complexo em virtude de um determinado atributo associativo, nele se incorpora não como portador desse atributo particular, graças ao qual toma parte do complexo, se não como um objeto concreto integral, com todos os seus atributos. A criança não abstrae este aspecto de todos os restantes, e tampouco lhe atribui um papel principal a respeito de todos os demais; é importante por seu valor funcional, mas é igual aos outros, um aspecto a mais entre os muitos do objeto” (trad. do autor).

2e) A quinta e última etapa nos tipos de complexo representa ao mesmo tempo o fim do desenvolvimento do pensamento por complexos e a passagem para o terceiro degrau ou fase no desenvolvimento do significado das palavras, ou seja, os conceitos. Para Vygotsky, é o mais importante dos complexos, e foi denominado “pseudo-conceito”. Se bem que exteriormente se pareça com um conceito, internamente sua estrutura é a de um complexo; abarca os mesmos elementos que um conceito, porém, está embasado em outras operações. Cabem aqui algumas considerações. O complexo é um degrau no desenvolvimento do significado das palavras; palavras, signos linguísticos que funcionam e se desenvolvem nas relações sociais. Cada criança adquire os significados no contato com os outros. Forma, volume, som, conteúdo, etc., que no estado de desenvolvimento de seu pensamento correspondem ao significado “culto”, são determinados através de relações verbais da criança com seu meio. Ela apreende o significado da palavra do adulto, sem que, entretanto, desde o início das etapas mais avançadas, ela consiga apreender também o pensamento com conceitos abstratos. O falar (“rec” - ver item adiante) das pessoas envolvidas, com seu significado estavelmente colocado, predestina o caminho, sobre o qual se move o desenvolvimento das generalizações da criança. Ele liga a atividade pessoal das crianças, dirigindo-a em uma determinada direção. O adulto pode, com o auxílio das relações verbais, determinar o caminho com a criança, pelo qual passa o desenvolvimento das generalizações, e o ponto final do mesmo, quer dizer, a generalização que ocorre como o seu resultado. Mas os adultos não conseguem passar para a criança o seu “modo de pensar”. A criança se utiliza dos significados das palavras, prontos nos adultos, mas ela não assimila os objetos e complexos concretos, os quais terá que escolher por si mesma.

A gênese do pseudo-conceito tem suas raízes na “**obscentie**” (ver item seguinte), na relação verbal entre adultos e crianças. A sua importância fundamental, segundo Vygotsky, é permitir que, apesar das diferentes formas de pensamento, os adultos e as crianças consigam se entender. A criança, que pensa nos complexos, e o adulto, que pensa por conceitos, colocam-se um entendimento recíproco e uma relação verbal, porque seu pensamento efetivamente se encontra nas coincidências dos complexos e dos conceitos.

O duplo caráter do pseudo-conceito (o fato de ser um complexo, ao mesmo tempo em que apresenta algumas características dos conceitos), lhe dá também um significado genético especial. Ele representa, como se viu, o elemento de passagem do pensamento por complexos para o pensamento por conceitos; sob o ponto de vista da gênese, existe sua dupla natureza, que é determinada por ambas as formas de pensamento. Ele serve de ligação entre elas, ele reúne estes dois grandes degraus no desenvolvimento do pensamento infantil. Ele coloca para o pesquisador o processo de surgimento do conceito na criança: é como se fosse a semente do conceito nascendo dentro do complexo. Neste degrau, a criança começa já, superficialmente, a utilizar os conceitos, mesmo que o faça de forma não-consciente, não-intencional. Pseudo-conceitos são conceitos “**”v sebe**” e “**”dlja drugich**”” (“junto a si” e “para os outros”), dos quais, através das relações sociais, mais tarde se desenvolverão os conceitos “para si”. Para Vygotsky, portanto, valem também para os conceitos a tese da sociogênese (da origem e desenvolvimento nas relações sociais) e a tese da internalização

(quer dizer, que a criança, **através de sua atividade, faz suas as experiências intermediadas pela relação social**) dos signos.

Nos pseudo-conceitos está o término dos complexos. Aí encontra-se esta fase em seu todo: a criança utiliza as palavras como meio para a significação de grupos concretos de objetos ou impressões. Nesta fase, a fala é utilizada em sua função nominativa, e não ainda como meio do pensamento abstrato, como signo de função significativa.

3) Chega-se, finalmente, à terceira “fase” (degrau). Com esta, Vygotsky projeta uma linha de desenvolvimento do pensamento infantil mais avançada. Enquanto nos complexos se desenvolvem conjuntamente as capacidades de reunir e generalizar impressões, na etapa dos conceitos é possível observar o desenvolvimento de capacidades analíticas, a capacidade de tirar de ordem, isolar e abstrair as “marcas registradas”. Deve haver, portanto, uma outra linha, uma outra raiz, que desemboque nestas capacidades. As duas linhas de desenvolvimento somente são separáveis experimentalmente, pois no desenvolvimento real elas andam inseparáveis. Entretanto, a sua diferenciação não é meramente formal, mas ocorre a partir de um fundamento interior. Na realidade, não se pode encontrar em formas separadas a linha do desenvolvimento da função do significado dos complexos e a linha do desenvolvimento da função de decomposição do todo em elementos particulares.

A terceira fase, de qualquer forma, apresenta portanto um segundo filão de desenvolvimento, que no desenvolvimento efetivo, real, é executada simultânea e paralelamente ao filão até aqui examinado do desenvolvimento dos complexos. No degrau destes, observam-se diversas associações e generalizações. Síntese, porém, é apenas um dos pressupostos para a formação dos conceitos, que se complementa através de um contrário, a análise. O conceito não expõe apenas a associação e generalização de elementos concretos particulares, mas também a segregação, a abstração, o isolamento de elementos particulares, e a capacidade de examinar estes elementos desordenados e abstraídos do contexto concreto e fático, no qual ele é dado via experiência.

No desenvolvimento destas capacidades analíticas de estruturação e abstração está, na opinião de Vygotsky, a função genética do desenvolvimento da terceira fase do significado das palavras. Também esta fase tem diversas etapas.

3a) A primeira está muito próxima dos pseudo-conceitos; nela podem ser colocadas associações entre diferentes objetos concretos, que a criança agrupa na procura de fundamento para as semelhanças máximas entre os objetos. Pode-se afirmar que a criança presta muita atenção às diferentes características dos objetos, às “marcas registradas” que se lhe afiguram parecidas entre os distintos objetos, enquanto ela é indiferente às outras características, já que a semelhança nunca é completa. Nesta sequência de posições na atenção, expressa-se, no entender de Vygotsky, uma primeira abordagem para a abstração.

Diferentemente da construção dos complexos, nesta etapa a criança não entra com o objeto com todas suas marcas, com toda a sua substância fática, como na forma genética anterior do significado da palavra, senão que o objeto fica, falando de maneira figurada, “**za porogom**”, no “portal limite”. O objeto apenas introduz a marca no significado, devido ao qual ele era acolhido na associação de coisas ajuntadas pela criança; estas marcas porém, são especialmente destacadas no pensar das crianças. Esta forma de generalização é mais rica do que nos pseudo-conceitos porque se constitui partindo da abstração do que é mais importante e essencial no conjunto de atributos percebidos, porém é mais pobre no sentido de que sua construção se fundamenta em conexões pobres, limitadas a uma vaga impressão de “comunidade” ou de maior semelhança.

3b) A segunda etapa deste terceiro degrau é denominada por Vygotsky como “conceitos potenciais”. A criança identifica grupos de coisas, que combinam entre si numa determinada marca. Conceitos potenciais estão baseados no isolamento e abstração de marcas individuais determinadas, que fornecem a base para a inclusão dos objetos no grupo.

Esta “abstração isoladora”<sup>1</sup> é um fenômeno já observado filio e ontogeneticamente, em degraus anteriores. Pode ser constatada no comportamento de animais, assim como nas primeiras palavras das crianças, segundo Vygotsky.

<sup>1</sup> Ou “abstração discriminante”, em Vygotsky (1991b, p. 168). Tradução de “izolirujusaja abstrakcija”. Segundo RISSOM (1985, p. 292), a expressão “isoladora” desloca o significado da mesma, faz da abstração um fenômeno que aparece isolado. Até gramaticalmente a tradução é falsa, porque o termo original é um particípio ativo e não um particípio passivo.

Assim, coloca-se o conceito potencial, geneticamente, como estágio pré-intelectual no desenvolvimento do pensamento infantil. Conceitos potenciais podem ser considerados tanto do ponto de vista dos grupos de coisas, que eles indicam - e alguns são unidos na base da isolação e abstração de determinadas marcas - quando classificados também do ponto de vista do significado funcional, que na atividade da criança têm esta atividade como meio psicológico.

3d) Chega-se, finalmente, á construção dos conceitos propriamente ditos (para Vygotsky, a quarta e última etapa desta fase - é difícil identificar qual a terceira etapa). Enquanto os conceitos potenciais ainda estão longe de sua utilidade interligadora - são isoladas e destacadas as marcas, que se manifestam como principais na experiência prática - o verdadeiro pensamento por conceitos exige, conforme Vygotsky, a capacidade de “síntese abstrata”, a capacidade de sintetisar novamente, em novas bases intelectuais, o que foi antes abstraído. O conceito se forma, então, quando a sequência das marcas abstraídas é novamente sintetisada, e quando a síntese abstrata produzida é colocada como base do pensamento, com o auxílio da qual a criança pode conceituar e compreender a realidade que a cerca.

Uma das constatações de Vygotsky é que, quando afinal um jovem começa a formar conceitos, isso não significa, automaticamente, que ele o faça de forma consciente. Então, pode acontecer que um adolescente capte de forma conceitual uma situação mas, ao mesmo tempo, não está em condições de expressar verbalmente o conceito que ele utiliza. A utilização do conceito, que deve ser funcionalmente distinguida da

consciência do conceito, acontece independentemente desta última e anteriormente a ela. “A análise da realidade com a ajuda de conceitos precede a análise dos próprios conceitos”. (VYGOTSKY, 1991, p. 69).

Na verdade, Vygotsky vê como característico da idade de transição entre a criança e o adulto, a ida e vinda entre o pensamento por conceitos e por complexos, suas palavras são utilizadas como conceitos mas definidas como nos complexos. E isso é fácil de se compreender: afinal, em geral as formas evolutivas não seguem uma sequência linear, mas coexistem. A adolescência não é a idade da culminância, mas a idade da crise e maturação do pensamento.

A dependência perceptiva do conceito em uma situação concreta é uma característica desta idade. Uma relação com atributos perceptíveis faculta ao jovem dirigir seu pensamento sem maiores dificuldades. Porém, o uso da experiência em coisas distintas e heterogêneas, quando os conceitos destacados e sintetizados aparecem em situações bem diferenciadas, oferece maior dificuldade, se bem que em geral a transferência é completada logo em seguida. O mesmo problema ocorre no processo de definição do conceito, quando da desvinculação de uma situação concreta para o desenvolvimento num plano totalmente abstrato. A expressão verbal do conceito se mostra difícil: mesmo quando o adolescente já elabora os conceitos, pode passar a uma etapa mais primitiva e começar a enumerar objetos concretos que abarcam o conceito.

Entretanto, a dificuldade maior, mesmo no final da adolescência, é a transferência de sentido ou de significado do conceito elaborado, a novas situações concretas, pensadas também num plano abstrato. “A transição do abstrato para o concreto mostra-se tão árdua para o jovem como a transição primitiva do concreto para o abstrato”. (VYGOTSKY, 1991, p. 69).

Finalmente, e sublinhando: a palavra é o meio das operações intelectuais, com as quais se conquista e reconstrói a realidade circundante. Intermediadas através das palavras, estas operações se distinguem das operações mentais “naturais”, uma vez que são mediadas e se concretizam no significado das palavras. Elas se distinguem também entre si: construídas umas sobre as outras ou umas depois das outras, geneticamente antes e mais simples e geneticamente depois e mais complicadas, uma depois da outra vão sendo apreendidas. Através dos signos verbais, que ao mesmo tempo são meios das relações sociais, nas quais se originam e se desenvolvem, como momento central das operações mentais, estas operações são as formas “culturais” da transformação intelectual da realidade, sempre também determinada socialmente.

O significado das palavras não se baseia em associações, senão nas diversas possíveis operações mentais, das quais o indivíduo se apropria no decorrer de sua ontogênese. Correspondentemente com as respectivas fases do desenvolvimento da apropriação destas operações, a palavra tem diferentes formas alternativas de significado, se bem que sempre esteja estabelecida como meio das relações sociais. A percepção da

realidade fica particular e especialmente organizada, estruturada, diferenciada, reunida através do significado da palavra. Ele (o significado) se desenvolve como “unidade do pensamento verbal” e é determinado através disso, para cada estágio da ontogênese, como especial relação entre as funções psicológicas PENSAR e FALAR. (VYGOTSKY, 1991b, p. 135-178) e (RISSOM, 1985, p. 265-302).

### 3.1.4 - “Rec” como objeto de pesquisa de Vygotsky

Vygotsky diferencia, em suas pesquisas, diversas funções, diversos aspectos e diversos elementos estruturais da fala. As diversas funções da fala (nominativa, demonstrativa, significativa, projetiva) se desenvolvem, segundo a sua teoria, no decorrer da ontogênese, em consequência da apropriação pelo sujeito, em diferentes estágios, por exteriorização e sucessivas construções, da diferenciação das primitivas funções da fala, a social-comunicativa e a afetiva-emocional. Também o desdobramento do lado exterior e interior da fala, bem como a separação dos elementos estruturais dos signos linguísticos, acontecem para o sujeito falante apenas no decorrer de um longo processo de apropriação.

Trata-se, aqui, de esclarecer a acepção de Vygotsky para o termo “fala” ou “falar”. Os trabalhos centrais da teoria de Vygotsky referentes ao assunto foram reunidos no livro de 1934, “*Myslenie i rec*” (Pensar e falar). Este livro foi preparado para publicação alguns meses antes de sua morte, mas apareceu postumamente. Os diversos capítulos apareceram em diferentes momentos, atendendo a diversas circunstâncias. Sem dúvida, o

primeiro e o último capítulo pertencem aos últimos meses de sua vida. Em 1956, “**Myslenie i rec**” foi publicado novamente como parte de uma coletânea do autor. De acordo com RISSOM (1985, p. 220-221), as traduções, em sua maioria, não conferem com o “espírito” da obra de Vygotsky. Daí a necessidade de um aprofundamento sobre alguns termos, como “**rec**”, p. e., para se ter uma visão mais clara da(s) acepção(ões) que tinham para Vygotsky.

O termo, com o qual Vygotsky designa, de maneira geral, o objeto de suas investigações científicas, é “**rec**” (ríetch). Este conceito está, em russo, na vizinhança de “**jazyk**” (iazík); ambos os conceitos são designações do fenômeno “fala”, mas trazem à baila aspectos diferentes deste fenômeno. Para “**rec**” os dicionários mostram uma série de possibilidades de tradução: capacidade de expressão oral, falar, conversar, estilo de fala, forma de conversa, língua, linguagem, discurso, palestra, diálogo, etc. “**Jazyk**”, por outro lado, designa aquela forma de expressão oral que, através de uma certa marca, se torna característica de um determinado grupo, comunidade ou indivíduo, por exemplo: a fala humana, a fala dos animais, a fala das abelhas; a língua russa, inglesa, alemã; línguas superiores e inferiores; a linguagem profissional, escolar, circunstancial, gramatical, infantil; a linguagem de um determinado poeta. “**Jazyk**” é a linguagem como sistema, como repertório; “**jazyk**” é o tradicional objeto da filologia, a “**jazykoznanie**” ou “**jazykovedenie**”. “**Rec**”, em contraposição, é a língua no seu uso, é o falar consumado.

Na verdade, o próprio Vygotsky não explicita as fronteiras entre os dois conceitos, todavia, a sua escolha não recai sobre “rec” por mero acaso. Ele não estudava a linguagem como uma construção abstrata, mas como algo que existia no falar concreto e cotidiano das pessoas. O “falar” passava a ser considerado como uma determinada forma de atividade intermediada. Através desta diferenciação, pode-se ter a certeza de que as investigações de Vygotsky sobre a linguagem, não ficavam limitadas ao âmbito da fala “petrificada”, mas que ele examinava o falar como o emprego de signos linguísticos, objetivando continuamente a função mediadora deste falar. Para Vygotsky o falar realmente nunca é isolado, senão sempre “amarrado” a uma determinada atividade concreta, objetiva, de interesse. Assim, quando Vygotsky fala de “rec”, ele designa com isso a fala em sua função mediadora (ver tb. KOZULIN, 1990, p. 149).

Dáí pode-se perceber a dificuldade de se traduzir o conceito de “rec”. Em inglês, por exemplo, quando o trabalho de Vygotsky foi traduzido como “*Thought and Language*”, houve quem achasse mais conveniente a tradução “*Thought and Speech*”. A mesma dificuldade aparece nas traduções para o alemão: “*Sprache*” ou “*Sprechen*”? No caso da tradução para o Português, o tradicional “Pensamento e Linguagem” talvez ficaria melhor como “O Pensamento e o falar” ou “O pensamento e o ato de falar”! RISSOM (1985) no trabalho já mencionado, opta pela tradução “*Sprechen*”.

### 3.1.5 - O significado de “Obscenie”

Dentre outros, é preciso também sinalizar para o significado de “**obsценie**” dentro das teorias de Vygotsky. Nos dicionários, encontra-se como tradução: espaço de relacionamento; união, relação, contato, ligação, comunicação, interação num meio social. A palavra russa “**obsценie**” é aparentada com “**obsциj**”, que se pode traduzir por: universal, genérico; comum, coletivo; total, global, integral. “**Obsциj**” acena então para aquilo que perpassa, no seu todo, as divisões ou articulações de uma estrutura. Outras palavras próximas são, por exemplo: “**obsсност**” (coletividade) e “**obsсество**” (sociedade). “**Obsценie**” tem, assim, uma extensão de conteúdo que nenhuma das expressões de possível tradução (isso é dito para o alemão e vale, tanto mais, para o português), pode concretizar plenamente. Pode-se afirmar que se trata de uma acepção dialética, em que um elemento da comunidade deve dar conta de participar de sua constituição ou da sua construção, e ao mesmo tempo deve dar conta do entender-se com os demais membros, talvez até submeter-se às regras sociais e às normas da mesma. O conceito “**obsценie**” presume e implica, portanto, numa interpenetração de contrários que deve ser colocada em primeiro lugar, como fundamento para sua compreensão num sentido verdadeiramente social. Isso explica, nos textos originais, as múltiplas faces da interdependência na análise vygotskyana, do comportamento social e o envolvimento dos intermediários da comunicação social, os signos, o que, nas traduções, muitas vezes precisa ser esclarecido. RISSOM (1985, p. 135) cita, como exemplo, a aparente confusão entre formas de comportamento e formas ou modos de compreensão.

Mais além, num sentido mais amplo da “**obscenie**”, vale a pena refletir sobre a primitiva unidade entre comportamento social e comunicação. Nos contatos diretos, não intermediados, encontram-se emoções, ações, impressões sobre os outros e outras situações como forma de aproximação. O poder de comunicação destes contatos está no fato de que esta “unificação” especial, que se estabelece entre os participantes dos mesmos, reside exatamente no que os une, no que lhes é comum, naquilo que acontece com eles (lembre-se o sentido de “**rec**”, visto anteriormente). Neste sentido, “*Kommunizieren*” (comunicar) é sinônimo, é idêntico a “*Verhalten*” (comportamento).

Esta unidade entre comportamento e comunicação se desfaz quando da passagem de um comportamento social não-mediado para um mediado. Sem perder seu caráter de sobreposição, comportamento e comunicação passam a um estado de diferenciação entre si.

O comportamento social se manifesta, então, quando o contato social perpassa por um “*tertium*”, quando um terceiro elemento se interpõe. Comportamento social intermediado deve ser visto como comportamento cultural, no sentido como já foi discutido anteriormente. Dentro da estrutura do comportamento intermediado, estabelecida fundamentalmente como invariável em termos das relações entre o sujeito, objeto e meio, são possíveis duas variantes de comportamentos sociais mediados: o parceiro das relações sociais pode ganhar a função de objeto ou de meio.

No último caso, é quando se procede com relação aos outros em função de um terceiro elemento. Esse conjunto pode ser visto como forma primitiva, na qual o aspecto social da relação sujeito-objeto permanece, como um todo, porém, a tarefa é dirigida para um objeto. Deve-se entender, aqui, a cooperação, como que “amarrada” ao seu aspecto contrário, a divisão do trabalho. A passagem para o comportamento social mediado significa ao mesmo tempo diferenciação interna de um processo uniforme, homogêneo, quer dizer, uma reestruturação em que se divide a ação sobre o objeto em duas fases, havendo uma distribuição das tarefas, e uma reunião das diferentes partes em um todo, quer dizer, o aproveitamento global das partes do trabalho que assumidamente correspondem ao objetivo da atuação sobre o objeto.

Na cooperação, o comportamento de duas pessoas tem entre si um objeto, que extrapola suas relações diretas com o mesmo. Este comportamento assim mediado, se eleva significativamente acima das formas anteriores não mediadas. Também no âmbito dos comportamentos diretos, naturais, existem formas de atuação coletiva sobre um objeto, nas quais, entretanto, a coletividade não fica “amarrada” junto da atividade relativa ao objeto. Nos comportamentos sociais mediados, ao contrário, a referência social fica atrelada e é alimentada pelo meio da atuação feita sobre o objeto. A atuação sobre objetos passa, através do afloramento do “ser” social, para a reconstrução socialmente organizada dos objetos.

No outro caso do comportamento social mediado, o parceiro da relação social assume a função de objeto através de um “ato comportamental” mediado. Então, um meio é utilizado, para dar ao

comportamento um outro efeito, já que a atividade toda é dirigida para uma pessoa. Neste conjunto de comportamentos sociais mediados tem-se à frente a estrutura da comunicação. O meio deste comportamento é o signo. Esta forma do comportamento social mediado é, portanto, aquele com o qual se pode, antes de tudo, atingir o objetivo de esclarecer o conceito de signo para Vygotsky.

Apesar de diferentes, os modos de comportamento social formam, porém, uma unidade, o que também é afirmado no conceito marxista do ser social. Sua forma genética anterior tanto é o ser social, indiferenciado e não-mediado, quanto sua relação seguinte, diferenciada e mediada. A mudança de um comportamento para outro, a cooperação dirigida para os objetos, a comunicação que se dirige aos outros, sempre deve ter o outro como referência.

Neste sentido o ser social é o pressuposto e a base da comunicação, que Vygotsky coloca como comportamento socialmente mediado. Chega-se assim a uma primeira expressão geral sobre o “*status*” social dos signos: signos são o meio do comportamento socialmente intermediado entre pessoas (ao contrário daquele dirigido aos objetos). Como signo se pode com isso tomar tudo o que se faz, ou tudo o que se empreende, com o objetivo de atuar sobre o comportamento alheio. A partir disso, o conceito dos signos se estende desde as pequenas sinalizações que as crianças fazem para a mãe, passando pelas declarações de amor (flores, presentes, cartões, etc) e os detalhes da moda, até chegar às formas requintadas e bem fundamentadas da psicoterapia. Porém, por outro lado, também é um pressuposto que o meio tem, efetivamente, a qualidade de um “meio psicológico” - pelo menos para um dos parceiros da comunicação -

independentemente do significado da situação, e é um elemento arbitrário na situação social que o veículo da relação carrega consigo. “A função social, intersíquica dos signos, está, portanto, inextricavelmente ligada com sua função intrapsíquica” (RISSOM, 1985, p. 139, trad. do autor).

Colocando a questão da tradução do termo “**obscenie**” num contexto especificamente escolar, mas que não foge ao que se discutiu até aqui, WERTSCH (1988, p. 87), explicita que o termo “instrução” seria uma tradução para o vocábulo russo em discussão. Já que o original faz referência a uma atividade integrada entre o ato de ensinar e o ato de aprender, o correto seria, neste caso, entender “**obscenie**” como “processo ensino-aprendizagem”.

### 3. 2 - Vygotsky e a solução de problemas

As considerações a seguir são baseadas fundamentalmente em duas das obras de Vygotsky traduzidas para o Português, estando assim mais acessíveis para os interessados no assunto. Trata-se de “A Formação Social da Mente” e “Pensamento e Linguagem”. Entretanto, dadas as condições de tradução e a necessidade de melhor compreensão dos conceitos básicos, outras obras do autor e sobre o autor são utilizadas.

A primeira impressão que se tem é que Vygotsky não está interessado, de maneira especial, na questão da solução de problemas. Este assunto só constituiu, de forma indireta, um dos seus objetos de pesquisa. Dentre outros, SCHMITTAU (1993, p. 36) chama a atenção: “O interesse

resultante na teoria do processamento da informação como um modo de modelar o pensamento matemático e os procedimentos para a solução de problemas também não ficaram sem um comentário de Vygotsky”. Ainda assim, a solução de problemas aparece explicitamente na formulação do conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal, um dos pilares de sua obra. Mais do que isso: observa-se que, em outra parte importante de seu trabalho, a formação dos conceitos, a partir dos experimentos de Ach, VYGOTSKY (1991, p. 47) depreende que ele (o conceito) “surge e se configura no curso de uma operação complexa, voltada para a resolução de algum problema” e que “para que o processo se inicie, deve surgir um problema que só pode ser resolvido pela formação de novos conceitos”. Sobre a relação solução de problemas e Zona de Desenvolvimento Proximal, e solução de problemas e os conceitos, tratar-se-á em itens próprios. Aqui, cabe reforçar o equívoco da primeira impressão, mencionada acima.

A primeira providência que se impõe consiste em analisar quais as conotações encontradas nos textos de Vygotsky para a expressão solução de problemas ou formas equivalentes, como resolução de problemas ou realização de tarefas. Nas duas obras indicadas acima, ela aparece, direta ou indiretamente, aproximadamente 43 (quarenta e três) vezes, em diferentes contextos. Nas referências consideradas indiretas, não transparece claramente a intenção de tratar do assunto. Já nas referências diretas, que são a maioria, percebe-se que o assunto em pauta: fala interior, formação de conceitos, uso de signos, ajuda de pessoa mais capaz, conceitos científicos ou espontâneos, etc., está relacionado diretamente com a solução de problemas, qualquer que seja a sua natureza ou a forma como se apresenta.

Numa primeira abordagem, as referências podem ser classificadas da seguinte maneira:

a) **09 experiências com animais**, mencionando os trabalhos de Koehler, Yerkes e outros. Pode-se citar como exemplo, a respeito das experiências do primeiro: “As “invenções” desses macacos, ao fazerem e utilizarem instrumentos, ou ao encontrarem formas alternativas para a solução de problemas, apesar de serem, sem dúvida, um pensamento rudimentar, pertencem a uma fase pré-linguística da evolução do pensamento.” (VYGOTSKY, 1991, p. 29).

b) **17 situações experimentais, de pesquisa**, com crianças e adolescentes. Um exemplo significativo é aquele desenvolvido por Sakharov, colaborador de Vygotsky, e descrito em (VYGOTSKY, 1991, p. 49 e 50).

c) **14 situações gerais, sem relação com pesquisa**. Exemplo: “A criança provavelmente acha difícil solucionar problemas que envolvem situações da vida cotidiana, porque não têm consciência de seus conceitos e, portanto, não pode operar com eles à vontade, conforme a tarefa exige.” (VYGOTSKY, 1991, p. 92).

d) **03 na escola versus no cotidiano**. Como exemplo, veja-se o item 4., em (VYGOTSKY, 1991, p. 88-90).

Salienta-se que esta classificação tem como principal finalidade auxiliar, orientar as análises posteriores. Na verdade, a distinção nem sempre é tão nítida, havendo casos que poderiam ser contados num ou noutro item. Por exemplo, em (1991c, p. 28 e 41), quando Vygotsky trata das diferenças como as crianças e os antropóides resolvem problemas, numa situação experimental. Neste caso, predominou como critério de escolha o contexto maior em que a referência estava inscrita.

Chama a atenção que somente em uma única oportunidade, Vygotsky tenha se referido à solução de problemas no sentido que se poderia entender como: executar atividades “burocráticas”, fazer exercícios escolares, do tipo que foram elencados anteriormente, neste trabalho. A referência é a seguinte: “A criança não aprende o sistema decimal como tal: aprende a escrever números, a somar e a multiplicar, a resolver problemas; a partir disso, algum conceito geral sobre o sistema decimal acabará por surgir”. (VYGOTSKY, 1991, p. 87). A situação-problema, aqui, parece, nitidamente, ser aquela que envolve a construção do sistema decimal, e que os “problemas” referidos dizem respeito às tarefas dadas nos livros e que envolvem uma ou mais operações. Assim sendo, esta acepção de “problema” não foi considerada.

Interessante, sim, é observar quão vezes Vygotsky se refere aos animais, sobretudo aos antropóides, **resolvendo problemas**. Não é de surpreender-se: o interesse de Vygotsky pelos trabalhos de Koehler, e a influência que isso iria exercer em seus trabalhos, é mencionada pelo próprio autor e apontada por diversos de seus estudiosos (p.e., KOZULIN, 1990, e

VAN DER VEER, 1994). Koehler fez muitas experiências com macacos antropóides, muitas vezes comparando-as com respostas de crianças, nas mesmas condições experimentais. Observou que os mesmos podiam usar instrumentos para alcançar objetos fora de seu alcance; sendo gregários, podem iniciar ações que manifestem seu desejo de que outro animal acompanhe; alguns de seus gestos podem indicar uma transição entre o agarrar e o apontar; parece que possuem um sistema de sons organizados para a sua comunicação. Então, a seu modo, possuem a capacidade de resolver seus problemas, e “A maneira como usam instrumentos prefigura o comportamento humano”. (VYGOTSKY, 1991, p. 42). Dentro do pensamento marxista, no qual a psicologia de Vygotsky estava inserida, isso não é de estranhar. O próprio Vygotsky cita Marx, segundo o qual “há muito tempo, que o uso e a criação de ferramentas de trabalho, embora presentes, de forma embrionária, em algumas espécies de animais, são uma característica específica do processo de trabalho humano.” (in VYGOTSKY, 1991, p. 42). Menciona também Engels, para quem “o homem e os animais têm as mesmas formas de atividade intelectual, e que somente o seu grau de desenvolvimento difere: os animais são capazes de raciocinar num nível elementar, de analisar (quebrar uma noz é um início de análise), de experimentar quando se deparam com um problema ou situação difícil.” (in VYGOTSKY, 1991, p. 42).

Onde está a diferença, então? Quando Vygotsky mesmo coloca a questão: “o que realmente distingue as ações de uma criança que fala das ações de um macaco antropóide, na solução de problemas práticos?” (1991c, p. 28), já prenuncia os principais pontos da resposta:

- \* maior liberdade nas operações das crianças, que podem ignorar a linha direta entre agente e objetivo;
- \* independência em relação ao campo visual concreto;
- \* métodos mediados para a solução de problemas;
- \* operações práticas cada vez menos impulsivas e espontâneas, devido à capacidade da fala;
- \* a fala controla o comportamento da criança: “com a ajuda da fala, as crianças ... adquirem a capacidade de ser tanto sujeito quanto objeto de seu próprio comportamento.” (VYGOTSKY, 1991c, p. 29).

Encaminha-se, portanto, para um clareamento sobre o que se pode entender em Vygotsky como problema e, conseqüentemente, o que seja solução de problemas: perpassa-se sempre pela mediação, importando, aqui, aquelas formas que fazem parte do universo da Ciência Escolar.

### 3.2.1 - Os conceitos e a SP

Como foi visto, a existência de uma situação-problema é um fator importante para o encaminhamento do processo de como se estabelece um conceito; segundo VYGOTSKY (1991, p. 46) , “um conceito não é uma formação isolada, fossilizada e imutável, mas sim, uma parte ativa do processo intelectual, constantemente a serviço da comunicação, do entendimento, e da solução de problemas”. Isso significa que um conceito não se forma ao acaso, de maneira aleatória, mas que existe sempre uma **situação provocadora**, que garante ao mesmo uma finalidade. Esta situação configura, portanto, uma crise. Não que precise ser, obrigatoriamente, uma

situação desagradável: pode ser, quiçá, uma situação prazerosa e que, exatamente por isso, merece ser cuidada para que se perpetue e/ou seja aperfeiçoada. Assim sendo, também é possível pensar-se que, havendo modificações na estrutura da situação inicial, há que modificar-se o conceito, para adaptar-se às novas exigências. Daí, certamente, o interesse de Vygotsky em estudar o conceito na sua gênese e no seu desenvolvimento.

Entretanto, o mesmo Vygotsky chama a atenção para um fato de importância fundamental para a Educação em geral, e o ensino formal, em particular:

“A presença de um problema que exige a formação de conceitos não pode, por si só, ser considerada a causa do processo, embora as tarefas ... sejam, sem dúvida, um fator importante para o surgimento do pensamento conceitual. Se o meio ambiente não apresenta nenhuma destas tarefas ao adolescente, não lhe faz novas exigências, ... o seu raciocínio não conseguirá atingir os estágios mais elevados, ou só os alcançará com grande atraso”. (VYGOTSKY, 1991, p. 50).

Esta referência leva à compreensão do que sejam os problemas do cotidiano, ou não-científicos, ou espontâneos. Estes problemas são os que o jovem enfrenta quando de seu gradativo ingresso no mundo do adulto, quer seja no âmbito profissional, econômico, político ou social. Porém, estas situações devem ser explicitadas, devem ser apresentadas para ele de maneira clara, com exigências cada vez maiores, para que ele possa adquirir consciência sobre os mesmos e assim seu intelecto possa se desenvolver satisfatoriamente.

Este aspecto é crucial para que seja possível determinar o trabalho do professor. Com certeza, não só o pesquisador, mas também o professor, deve compreender “as relações intrínsecas entre as tarefas externas e a dinâmica do desenvolvimento, e deve considerar a formação de conceitos como uma função do crescimento social e cultural global do adolescente, que afeta não apenas o conteúdo, mas também o método de seu raciocínio”. (VYGOTSKY, 1991, p. 50-51). Destarte, estas relações devem ser levadas em conta quando o estudante se coloca diante de uma situação-problema. Aparece com clareza o papel do professor: oferecer condições para que o aluno **aprenda a pensar**, não é apenas uma figura de retórica. Somente com este domínio, otimizado, é que ele terá condições de, efetivamente, resolver um problema, qualquer que seja o âmbito em que ele seja considerado: “Cada pensamento se move, amadurece e se desenvolve, desempenha uma função, soluciona um problema.” (1991, p. 108) e “... todos os pensamentos criam uma conexão, preenchem uma função, resolvem um problema”. (VYGOTSKY, 1991, p. 128). Em última análise, esta é a condição “*sine qua non*” para a evolução do indivíduo e da espécie, ou seja, a evolução considerada onto e filogeneticamente.

Um outro aspecto deve ser considerado nas relações entre a formação de conceitos e a solução de problemas, mormente em se tratando de estudantes do 1º Grau no Brasil, onde a idade dos mesmos varia (de acordo com a legislação) entre 7 e 14 anos, mas pode ficar entre os 5 e 18, ou mais, na prática. Quando define a segunda fase básica pelas quais passa a formação dos conceitos, o “pensamento por complexos”, como foi visto, VYGOTSKY (1991, p. 52-53) diz que “os objetos isolados associam-se na

mente da criança não apenas devido às impressões subjetivas da criança, mas também devido às relações que de fato existem entre estes objetos”. Dentre os cinco passos que caracterizam esta fase, ele enfatiza o pseudo-conceito porque “ele desempenha um papel predominante no pensamento da criança na vida real, e é importante elo de transição entre o pensamento por complexos e a verdadeira formação de conceitos”. (VYGOTSKY, 1991, p. 58) . Ora, observando-se que, para Vygotsky, o pensamento por complexos é característico da pré-escola e o pensamento por conceitos somente se completa ao final da adolescência, verifica-se que o 1º G. é frequentado por estudantes em nítido processo de mudança do pensamento pseudo-conceitual para o conceitual. Então, dadas as relações existentes entre a formação de conceitos e a solução de problemas, poder-se-ia deprender que, em diversas circunstâncias, os estudantes também não estarão, ainda, resolvendo problemas, mas atingindo, tão somente, o que se poderia, de forma similar, chamar de pseudo-solução. Pode-se supor, para esta “pseudo-solução”, o que Vygotsky indica para o pseudo-conceito: “... a generalização formada na mente da criança, embora fenotipicamente semelhante ao conceito dos adultos, é psicologicamente muito diferente do conceito propriamente dito”. (VYGOTSKY, 1991, p. 57). Além da capacidade de unificação, de inter-relacionamento, o conceito verdadeiro exige ainda a abstração, isto é, devem conviver as capacidades de unir e separar, síntese e análise. E, um item importante para compreender o processo de solução de problemas, ele afirma ainda que “a maior dificuldade é a aplicação de um conceito... a transição do abstrato para o concreto mostra-se tão árdua para o jovem como a transição primitiva do concreto para o abstrato.” (VYGOTSKY, 1991, p. 69). Talvez aí se possa encontrar uma explicação plausível para alguns dos fracassos na

aprendizagem, na área de Ciências, em particular na Matemática, com que o aluno se defronta quando trabalha, por exemplo, com a dedução e aplicação de fórmulas, especialmente porque não representam, para ele, uma tarefa significativa.

Outra questão relevante é a relação entre os conceitos científicos e os espontâneos ou do cotidiano. Talvez seja um dos aspectos mais polêmicos das teorias de Vygotsky. Na verdade, trata-se da questão da mudança conceitual. Segundo ARRUDA & VILLANI (1994, p. 88), citando SCOTT et al (1992), as estratégias de mudança conceitual se dividem em dois grupos: aquelas baseadas no conflito cognitivo e sua resolução, e aquelas baseadas no desenvolvimento dos estudantes consistentemente com o ponto de vista da ciência. Na relação dos pesquisadores que se alinham com um ou outro grupo, não se encontra menção à Vygotsky. Por sua vez, KRAPAS-TEIXEIRA & PACCA, adotando a linha piagetiana, salientam que “o conflito se estabelece quando o estudante tenta assimilar um dado objeto aos seus esquemas e este, por apresentar novidades em suas características, resiste. O conflito, produzido pela novidade é algo que vai servir para reelaboração das ‘teorias’ do sujeito e não seu abandono.” (1994, p. 155). A posição de Vygotsky é alvo de aplausos e de críticas. VAN DER VEER (1994, p. 297), por exemplo, diz que a visão resultante é fascinante e altamente controversa, mas racionalista; implica numa visão estática da ciência e acredita demais na possibilidade de transferência. SCHMITTAU (1993, p. 30), quando associa generalização empírica versus generalização teórica com conceitos espontâneos ou do dia-a-dia versus conceitos científicos ou teóricos, e baseado principalmente em trabalhos de Davydov,

continuador das pesquisas de Vygotsky sobre conceitualização, salienta a diferença existente entre os dois tipos de generalização, a empírica e a teórica, dizendo que são qualitativamente diferentes e que não se pode passar de uma para a outra: é necessário um “salto”. Verifica-se que há motivos para discussão. Senão, veja-se: apesar de reconhecer claramente que há uma diferença entre os dois tipos de conceito: “Uma vez que os conceitos espontâneos e científicos diferem quanto à sua relação com a experiência da criança, e quanto à atitude da criança para com os objetos, pode-se esperar que o seu desenvolvimento siga caminhos diferentes, desde o seu início até sua forma final.” (VYGOTSKY, 1991, p. 74), ele próprio, entretanto, esclarece:

“Acreditamos que os dois processos - o desenvolvimento dos conceitos espontâneos e dos conceitos não-espontâneos - se relacionam e se influenciam mutuamente. Fazem parte de um único processo: o desenvolvimento da formação dos conceitos, que é afetado por diferentes condições externas e internas, mas que é essencialmente um processo unitário, e não um conflito entre formas de inteligência antagônicas e mutuamente exclusivas.”(VYGOTSKY, 1991, p. 74).

Um texto mais esclarecedor é encontrado em (VYGOTSKY, 1991b, p. 194). Pode-se pensar em “salto” de uma forma à outra? Pode-se pensar na substituição de uma forma pela outra? As perguntas têm importância para a presente pesquisa, já que se faz uma interrogação sobre a possibilidade de aproximação entre o que acontece com o desenvolvimento dos conceitos e o desenvolvimento da capacidade de resolver problemas.

De forma surpreendente, se considerarmos a opinião corrente no meio escolar, VYGOTSKY (1991, p. 92) afirma, a partir de suas pesquisas, que os problemas colocados para a criança, em situação experimental, lhe oferecem um grau menor de dificuldade da que aqueles com que se depara no dia-a-dia (as tarefas que o meio lhe apresenta). Qual a sua explicação? Segundo ele, isso se deve ao fato de que a criança não tem consciência de seus conceitos e, conseqüentemente, não consegue operar com eles à vontade, de acordo com as necessidades. O alcance desta consciência é um fator complicador na resolução dos problemas: as condições nas quais o estudante enfrenta os problemas do cotidiano, muitas vezes, dificultam ou impedem de encontrar apoio em alguém mais experiente ou mais capaz. Ele permanece, via de regra, num nível de desenvolvimento real, sendo que as experiências alheias podem, inclusive, redundar em conceitos equivocados e geradores de conflitos, como é o caso, por exemplo, da iniciação sexual. Já na escola, a despeito de suas mazelas, “a ajuda do adulto (mesmo) invisivelmente presente, permite à criança resolver tais problemas mais cedo do que os problemas que dizem respeito à vida cotidiana.”(VYGOTSKY, 1991, p. 92). O próprio Vygotsky aponta para o resultado, que pode orientar esta investigação: “o domínio de um nível mais elevado na esfera dos conceitos científicos também eleva o nível dos conceitos espontâneos. Uma vez que a criança já atingiu a consciência e o controle de um tipo de conceitos, todos os conceitos anteriormente formados são reconstruídos da mesma forma.” (VYGOTSKY, 1991, p. 92). Como isso pode ocorrer, em

termos de Zona de Desenvolvimento Proximal, é objeto do próximo item. Cabe, entretanto, aqui, novamente, observar que, sob este pressuposto, o mesmo se pode esperar na solução de problemas, dada a sua relação com a formação dos conceitos.

Finalmente, há que atentar-se para o fato de que a maioria das referências de Vygotsky quanto à solução de problemas está ligada a situações experimentais ou de sala de aula. Ele reconhece que “... um processo de formação de conceitos experimentalmente induzido nunca reflete o desenvolvimento genético exatamente como este ocorre na vida real.” (1991, p. 60). Isso também deve ser levado em conta, portanto, quando se trabalha com a solução de problemas. Não se pode negar que uma situação-problema, trabalhada em sala de aula, é diferente das situações-problema que o aluno enfrenta no dia-a-dia. É preciso ter uma idéia precisa de como o processo se desenvolve neste caso, para estabelecer pontos que sirvam de referência a ambos os casos, bem como as diferenças entre os mesmos, caso se queira obter resultados confiáveis no estudo das inter-influências entre eles, e que levem à otimização do sucesso na solução de problemas em sala de aula (na área de Ciências) e no cotidiano. Já que o desenvolvimento dos conceitos científicos é tão importante para a capacidade de resolver problemas, pode-se esperar, na questão, o que Vygotsky escreve para a relação entre conceitos espontâneos e científicos:

“Poder-se-ia dizer que o desenvolvimento dos conceitos espontâneos da criança é ascendente, enquanto o desenvolvimento de seus conceitos científicos é descendente, para um nível elementar e mais concreto... Embora os conceitos científicos e espontâneos se desenvolvam em direções opostas, os dois processos estão intimamente relacionados...Ao forçar sua lenta trajetória para cima, um conceito cotidiano abre o caminho para um conceito científico e seu desenvolvimento descendente...Os conceitos científicos, por sua vez, fornecem estruturas para o desenvolvimento ascendente dos conceitos espontâneos da criança em relação à consciência e ao seu uso deliberado. Os conceitos científicos desenvolvem-se para baixo por meio dos conceitos espontâneos; os conceitos espontâneos desenvolvem-se para cima por meio dos conceitos científicos.” (VYGOTSKY, 1991, p. 93-94).

### 3.2.2 - A Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) e a solução de problemas (SP)

A relação entre ZDP e a SP também é complexa e polêmica. Trata-se, entretanto, da chave para estabelecer a natureza e o nível dos pressupostos vygotskyanos que suportam a questão da SP. Pode-se dizer que:

“A teoria de Vygotsky provê um forte suporte para o uso dos métodos de solução de problemas em sala de aula. O fato de que o termo “solução de problemas” ganhou proeminência na sua definição de Zona de Desenvolvimento Proximal é um convite aos professores a usar vários enfoques para a solução de problemas” (JONES e THORNTON, 1993, p. 23, trad. do autor).

Veja-se a definição seguinte:

“Ela (a ZDP), é a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes.” (VYGOTSKY, 1991c, p. 97).

Uma observação: segundo WERTSCH (1988, p. 83), o termo russo para ZDP é **zona blizhaishego razvitiya**. O termo **blizhaishego** é a forma superlativa de **blizkii**, que significa “próximo”. Assim, a melhor tradução seria “zona de desenvolvimento mais próximo, mais imediato.”

Verifica-se que a SP é o referencial indicado tanto para determinar o nível de desenvolvimento real quanto o potencial. A diferença é que, no primeiro caso, a solução deve ser encontrada independentemente, quer dizer, deve ser encontrada pela pessoa de forma individual. Esta é uma das críticas de Vygotsky: tal avaliação contempla apenas o passado, “caracteriza o desenvolvimento mental retrospectivamente.” (1991c, p. 97). É a visão que ainda predomina em nossas escolas: caracteriza-se o estudante pelo que ele é capaz de fazer sozinho. A manifestação mais direta desta tendência são as provas, individuais e calcadas em questões que privilegiam a memorização e a manipulação automática de fórmulas e conceitos. No caso do nível de desenvolvimento potencial, a solução está vinculada, de uma ou de outra forma, à participação de outrem: ou de um adulto, ou de um colega que possa ser considerado mais capaz, diante das dificuldades apresentadas pelo problema. O processo é dinâmico e não-linear: este “mais capaz” é específico, o que pressupõe a existência de inúmeras ZDPs, e a transformação do nível de desenvolvimento **potencial** para **real** ocorre continuamente, através de um complexo de interações. Isso afasta a idéia de uma ZDP fixa e imutável. Vygotsky expõe diversas maneiras como o auxílio externo pode acontecer: demonstração/repetição, início/término de solução, fornecimento de pistas, por exemplo. Porém, em diversas oportunidades, ele indica que todos os momentos do processo ensino-aprendizagem que

envolvam interação interpessoal, na SP, podem ser, em maior ou menor grau, incluídas nesta categoria (é interessante que a escola muitas vezes até valoriza estes momentos durante o processo, mas não os considera, proporcionalmente, durante as etapas da avaliação). Para VYGOTSKY (1991c, p. 33), este aspecto é fundamental: “O caminho do objeto até a criança e desta até o objeto passa através de outras pessoas”. É uma expressão da mediação. Quando caracteriza o que é “aprender”, e afirma que os animais não conseguem fazê-lo, conforme o sentido que o termo possui, com relação às pessoas, ele conclui: “... o aprendizado humano pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual as crianças penetram na vida intelectual daquelas que as cercam.” (VYGOTSKY, 1991, p. 99).

O trabalho docente envolvendo o conceito de ZDP é visto de diversas maneiras, por diferentes pesquisadores, e muitas vezes é merecedor de críticas. ZEULI (1986), por exemplo, discorda dos resultados obtidos por Rogoff e Gardner e completa:

“Para Vygotsky, porém, o ambiente escolar é a criação de um contexto especial, para propósitos distintos da aprendizagem cotidiana. A interação colaborativa dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal dá ênfase para o professor no apoio da aprendizagem de estudantes, na sua tentativa de entender conceitos científicos descontextualizados. É questionável se esforços para conectar imediatamente temas das matérias, a conceitos e experiências do cotidiano dos estudantes, promovem o seu desenvolvimento cognitivo” (ZEULI, 1986, p. 9, trad. do autor).

Sob outro ponto de vista, HENDERSON (1986) aborda os temas da “aprendizagem auto-regulada”, mencionando novamente Rogoff e Gardner, além de outros autores, para colocar questões como o papel do erro na aprendizagem e a descontinuidade entre os contextos do cotidiano e escolar:

em última análise, o trabalho com o conceito de ZDP pode levar à auto-determinação? Quais os efeitos desta tese, sob o ponto de vista sócio-político? Se esta possibilidade existe, qual o papel do professor, como já foi colocado anteriormente? Mais além, qual o papel das Instituições que existem (e persistem), em função de seu papel regulador na vida dos indivíduos (dentre elas, a família, a escola, a igreja, as forças armadas, etc): devem subsistir ou ser simplesmente suprimidas? Estas questões, evidentemente, ultrapassam os questionamentos de HENDERSON (1986) quanto aos recursos instrucionais ou estratégias de auto-regulação, e atingem o cerne da própria instituição escolar. Algumas respostas, e algumas perspectivas, devem aparecer como resultado da presente pesquisa, no capítulo seguinte.

De qualquer forma, do conceito de ZDP, do qual é possível depreender o sentido mais amplo da relação  $\text{inter} \Rightarrow \text{intrapsicológico}$  no desenvolvimento das funções mentais superiores, bem como o papel do jogo e da imitação neste processo, por exemplo, podem-se fazer ilações sobre como funciona a capacidade de resolver problemas. Adquirir esta capacidade não será nunca uma simples cópia, feita de maneira mecânica. Vale o que foi dito para os conceitos:

**“A experiência prática mostra também que o ensino direto de conceitos é impossível e infrutífero. Um professor que tenta fazer isso geralmente não obtém qualquer resultado, exceto o verbalismo vazio, uma repetição de palavras pela criança, semelhante à de um papagaio, que simula um conhecimento de conceitos correspondentes, mas que na realidade oculta um vácuo.” (VYGOTSKY, 1991, p. 72, grifo do autor).**

Acredita-se que há lugar, sim, para a contextualização no trato com os conceitos científicos, no início da escolarização, avançando-se na descontextualização à medida que se sucedam as séries e os graus de ensino,

e os resultados obtidos apontam para isso. Entretanto, nenhum dos dois aspectos deve estar totalmente ausente, em qualquer etapa do processo. O fato de que, num espaço coletivo, as crianças possam realizar ações que ultrapassem suas capacidades individuais, consideradas isoladamente, não sinaliza para uma mudança automática de nível. O grau de desenvolvimento pode, por si só, ser um fator limitante, no sentido ecológico da expressão. Mas se trata, sim, de experimentar uma vivência, a mais plena possível, do “ser social” já mencionado, através da qual cada indivíduo será capaz de fazer a reconstrução interna do conhecimento, com base nos novos conceitos aprendidos, de sorte que, adiante, conseguirá resolver problemas cada vez mais complicados e desafiadores, independentemente. Repita-se: o nível de desenvolvimento **potencial** passará a ser o nível do desenvolvimento **real**, e poderão ser ativadas outras ZDPs, numa sequência dinâmica cada vez mais complexa.

## **4. A INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA COMO LABORATÓRIO**

### **4.1 - Os momentos e as formas de intervenção: questões metodológicas**

#### **4.1.1 - O contexto de estudo**

Para compreender o que se entende aqui por “contexto de estudo”, é preciso fazer um breve relato sobre os diversos locais e formas através das quais foi desenvolvido o trabalho. Sabe-se que, numa situação ideal, ter-se-ia escola e turmas definidas para um projeto piloto e para a intervenção pedagógica. Vários fatores, porém, levaram a que se tivesse que fazer diversas experiências e realizar a pesquisa nestas condições, dentre eles, as alterações no projeto-suporte (Tecnologia & Criatividade - Rede Metropolitana/Sub-Programa de Educação para a Ciência) e, principalmente, a grande rotatividade de professores no ensino de 1º Grau. Isso impede que se tenha a garantia de poder contar com uma população-alvo definida, no decorrer de todo o trabalho. Certamente, afora os aspectos negativos, este fato também oferece dados para que se possa aquilatar, por exemplo, a viabilidade de implementação de determinadas propostas educacionais em determinadas circunstâncias, como se verá mais adiante.

a) num primeiro momento foi desenvolvido um “balão de ensaio” , durante o 2º semestre letivo de 1994, na E. R. Marcelino B. Dutra, localizada no interior da ilha de Florianópolis, mais precisamente na localidade do Ribeirão da Ilha. As atividades envolveram alunos de uma turma mista (3ª. e 4ª. Séries do 1º Grau), com idades variando entre 9 e 12 anos. A população tem suas raízes culturais na origem predominantemente açoriana. A comunidade é bastante fechada, sendo bastante disseminado o costume da “fofoca”, conforme depoimento dos próprios alunos. Este primeiro contato teve por objetivo determinar os instrumentos de coleta de dados e verificar a possibilidade do desenvolvimento de projetos, na área de Ciências, com estes alunos, sempre considerando as características da pesquisa do tipo “intervenção pedagógica”.

Algumas dificuldades foram encontradas:

- pequeno espaço de tempo, limitado a um semestre incompleto;
- atividades realizadas com os alunos, quase todas de forma extra-curricular, dificultando um maior acompanhamento;
- baixo nível de disciplina de trabalho, por parte dos alunos, em especial quando de atividades em grupo, com as quais não estavam habituados;
- das três atividades planejadas, foi possível desenvolver apenas duas, o que dificultou a comparação entre os respectivos resultados;
- os alunos possuíam pouca experiência no desenvolvimento de atividades práticas, mesmo aquelas mais corriqueiras, que envolviam, por exemplo, a utilização de ferramentas como martelo e serrote.

Mesmo assim, houve resultados importantes:

- foi possível constatar a dificuldade de expressão por parte dos alunos, quando da resposta a questionário (anexo 2a) e apresentação de pequenos relatórios, incluindo-se aí erros ortográficos, gramaticais, pronúncia, etc.; em função disso, foi necessário acrescentar outra forma para coleta dos dados iniciais, optando-se por um jogo do tipo “corrida” (anexo 3), no qual os alunos marcam posições para situações-problema positivas ou negativas, assinalam avanços ou retornos em função de sua importância, e jogam dados para desenvolver a corrida;
- até o final do semestre, houve avanços na consideração de situações-problema, dentro das limitações impostas pelas condições do contexto em que a escola estava inserida;
- obteve-se uma percepção mais acurada sobre a forma de avaliar aspectos qualitativos dos alunos e de seu grupo social;
- os alunos participantes das atividades propostas manifestaram uma perceptível evolução quanto à capacidade de fazer inferências (relação causa-efeito);
- foi possível verificar uma diferenciação entre os alunos que não participaram e aqueles que participaram de Feiras e Mostras, alcançada certamente pela necessidade de expor o trabalho e seus resultados, para colegas, professores e demais pessoas visitantes.

Nesta escola, foram desenvolvidos os seguintes trabalhos:

-1a. etapa (atividade igual para todos os grupos):

- cálculo de áreas através de unidade-padrão

-2a. etapa (atividades diferenciadas para cada grupo):

- medidas de altura por reflexão
- condutibilidade elétrica da água
- construção e utilização de um dinamômetro
- estudo da densidade da água com balança de um braço
- medidas de distância com transferidor

Durante todo o semestre, concomitantemente a estas atividades, foram feitos outros trabalhos, como jogos e análise de vídeos, permitindo a observação do comportamento dos alunos em diversas situações, quer individual quer coletivamente. Esporadicamente, foram mantidas conversações com a professora da classe, servente e outros professores que eventualmente desenvolviam trabalhos com os alunos, sempre com o mesmo objetivo (acompanhar o desenvolvimento dos alunos na sua capacidade de problematização). No final, foi aplicado um questionário (anexo 4) para levantar a opinião dos alunos sobre as atividades desenvolvidas.

b) em 1995, foi possível desenvolver uma experiência de coleta de dados extensiva, através de um questionário (anexos 5a e 5b) aplicado a alunos (aproximadamente 150) e professores (20), participantes de Feiras de Ciências e Matemática em diversas localidades do Oeste de SC.

Estes eventos foram organizados por acadêmicos do curso de Licenciatura Plena em Ciências Naturais e Matemática de 1º Grau em Caráter Especial (além de outros professores) de São Miguel do Oeste, como exigência da disciplina de Metodologia de Ensino de Ciências e Matemática de 1º Grau. Vários motivos levaram a que este instrumento fosse descartado. Em primeiro lugar, verificou-se que ocorriam diversas contradições entre as respostas, não só dentro do questionário, mas entre o que se respondia no questionário e o que verificava com os trabalhos, “*in loco*”, nas Feiras. Em segundo lugar, e de maneira expressiva, verificou-se que apenas este questionário, desacompanhado de observações constantes durante o ano letivo (quer dizer, durante o processo de preparação dos trabalhos), e sem um maior contato com os demais elementos da comunidade que participaram deste processo e/ou das Feiras, não proporcionava subsídios suficientes para inferências mais objetivas. Uma constatação, entretanto, foi possível, e veio a confirmar o que já se vislumbrava a partir de outras evidências: a questão da dificuldade de se implementar um modelo de solução de problemas tal como preconizado neste trabalho, em determinadas condições. Voltar-se-á a este assunto quando da explicitação do modelo.

c) nos dois primeiros meses letivos de 1996, foi iniciado um trabalho em escola do interior do município de Trombudo Central, com uma turma mista de 3ª. e 4ª. Séries de 1º Grau, num total de 19 alunos. Devido ao encerramento do projeto-suporte já mencionado, o trabalho foi precocemente suspenso, porém, ainda assim, foi possível desenvolver uma série de atividades, individuais ou em grupo, que forneceram excelentes dados para confirmar ou colocar sob suspeição resultados e procedimentos

executados em outro local. A comunidade tinha características absolutamente conservadoras (tanto que não foi possível desenvolver um trabalho sobre educação sexual, a despeito de uma preocupante ignorância sobre o assunto, manifesta através de um questionário), vivendo num clima de constantes intrigas pessoais e familiares, mesmo não tendo baixo nível econômico, conforme depoimentos de alunos, professores e servente. Os alunos manifestavam comportamento agressivo, sem respeito pelos colegas, com brincadeiras rudes e despropositadas (para o que, sem dúvida, contribuía a própria organização da escola). Não obstante, desenvolveram-se os seguintes trabalhos:

- questionário inicial e jogo da “corrida”
- traçado de figuras geométricas regulares de mesmo perímetro
- cálculo de área destas figuras
- traçado de hexágono inscrito e respectiva estrela (anexo 6)
- análise de vídeos (anexo 7)
- medidas corporais: perímetro torácico, peso, altura, envergadura, etc.
- representação gráfica
- uso de calculadora eletrônica
- jogos matemáticos
- início de herbário e insetário

Novamente, os dados obtidos e as observações feitas proporcionaram subsídios não só quanto às atividades em si, mas também quanto à possibilidade de implantação do modelo de solução de problemas proposto adiante.

d) em 1995 e 96, foi possível trabalhar, no C.E. Pe. José Maurício (CEPJM), com turmas que atendiam o perfil desejado para a pesquisa. Foram duas turmas de 3<sup>a</sup>. S. de 1<sup>o</sup> G e duas turmas de 8<sup>a</sup>. S. de 1<sup>o</sup> G., em 1995, e duas turmas de 3<sup>a</sup>. S. de 1<sup>o</sup> G. em 1996, num total de 200 alunos, aproximadamente (em função de matrículas fora de prazo, desistências, etc.). O CEPJM é o Estabelecimento de lotação do autor, e localiza-se no Bairro Progresso, em Blumenau - SC, a aproximadamente 10 km do centro da cidade. Conta com aproximadamente 1300 alunos, desde a Pré-escola até o 2<sup>o</sup> G., distribuídos nos três turnos: matutino, vespertino e noturno. Para o trabalho na área de Ciências, contava, em 1995 e 1996, com uma sala de laboratório, contendo um mínimo de material de consumo, equipamentos e mobiliário específico para as atividades práticas. Existe no Colégio uma certa tradição em atividades diferenciadas nesta área, quer em sala de aula, quer através do Clube de Ciências, tanto é que, todos os anos, realiza-se uma Mostra dos trabalhos desenvolvidos, não só em Ciências e Matemática, mas também em outros componentes curriculares. Este dado é importante para a interpretação de alguns resultados.

Quais são as características da comunidade educacional deste Colégio? No geral, não destoam, sob o ponto de vista sócio-econômico-cultural, daquelas que caracterizam a própria cidade de Blumenau, dentro de sua tradição germânica. Existe uma grande resistência às mudanças que não estejam diretamente ligadas ao setor econômico. A sociedade aparenta uma rigidez moral, que é muitas vezes ignorada nos bastidores, não se perdoando, porém, que as mazelas venham à tona. No bairro, o estudo é considerado um trampolim, um meio de ascensão social, valorizando-se o diploma na medida

em que permite almejar determinados níveis de emprego, que muitas vezes ocorre nas empresas do ramo têxtil. A comunidade é fortemente atingida quando ocorrem demissões nesta área: às vezes, famílias inteiras ficam desempregadas, com as sabidas consequências sociais. As alternativas de emprego são pequenas: serviços, pequenas empresas. Para muitos, o parâmetro para o “sonho” é ser cobrador da empresa de ônibus. Poucos alunos tem como perspectiva a passagem para o terceiro grau e, a partir daí, avançar cultural ou profissionalmente, se bem que este número vem aumentando, de forma paulatina (em muitos casos, a opção por licenciaturas e/ou cursos na área de Ciências e Matemática tem relação direta com a participação em projetos como os que desenvolvidos em função desta pesquisa, de acordo com depoimentos dos próprios alunos). Os objetivos, os projetos de vida, são bem delimitados: estabilidade econômica, construção de uma família nos moldes tradicionais, carro, casa na praia.

Consequentemente, o Colégio não possui nenhum problema especialmente preocupante, a não ser, nos últimos tempos, o caso do aumento no número dos usuários de drogas, mesmo entre pré-adolescentes. São incentivados valores como a disciplina, a obediência, o respeito. A nota dentro dos mínimos exigidos ( $n \geq 5$ ) é uma preocupação constante, por parte de pais e professores, independente da qualidade do ensino oferecido e da aprendizagem que efetivamente ocorre. A participação dos pais se dá mais no aspecto de manutenção da escola, sem maior interferência no delineamento de um projeto político-pedagógico. Por outro lado, existe um bom ambiente de trabalho e incentivo para que os professores “vistam a camiseta” do Colégio, desde que não extrapolem os limites que o

“espírito”, a cultura do bairro impõe, com bastante força, aliás, seja de forma explícita, seja de forma mais sutil.

Para todos os efeitos, portanto, são considerados para esta pesquisa os resultados auferidos com a intervenção pedagógica neste estabelecimento de ensino, com as turmas acima mencionadas. Os demais dados são considerados apenas como reforço adicional, nos casos em que apresentem alguma peculiaridade de interesse para os objetivos do trabalho. Vale o mesmo para a experiência dos cursos semi- e profissionalizantes, que são desenvolvidos dentro da mesma metodologia de SP, e que aparece como um dos trabalhos anexos a esta parte da tese (anexo 8).

#### 4.1.2 - A coleta de dados: situações e instrumentos

Foram especificados três momentos para a coleta das informações a respeito dos resultados da intervenção pedagógica junto aos estudantes.

a) Momento inicial: destinado a uma avaliação das condições, das capacidades ou dos comportamentos dos estudantes, com relação às categorias de análise utilizadas (que estão detalhadas no item a seguir). Aconteceu no início de cada ano letivo, durante os primeiros contatos com as turmas com que se trabalhava. Nas 8<sup>as</sup>. Séries, utilizou-se um levantamento sobre situações-problema (anexo 2b), derivado do Instrumento de Diagnóstico (anexo 2a), porém sem a indicação dos níveis de abrangência, uma vez que os mesmos traziam consigo um certo grau de indução à resposta, qualquer que fosse a categoria utilizada para a análise. Nas 3<sup>as</sup>. Séries, tendo

em vista os problemas já considerados, anteriormente, tais como a dificuldade de expressão através da escrita e de uma maior facilidade de expressão através de desenhos ou figuras, acrescentou-se o jogo da “corrida” (anexo 3). O jogo permite que se possa avaliar inclusive o grau de problematidade com que os alunos encaram uma situação: por exemplo, quando colocam “volta tudo” para uma situação negativa, a partir de um ponto próximo ao final do trajeto, certamente esta situação lhes parece pior do que outra em que colocam “volta três pontos” logo no início. A única ressalva que deve ser feita é que a própria estrutura do jogo (avanços e retrocessos, correspondendo a situações positivas e negativas), pode induzir o aluno a separar as situações que lhe merecem atenção, nestas duas classes. Por outro lado, fica claro que “situação-problema” não significa obrigatoriamente uma situação negativa, prejudicial, mas pode ser também uma situação positiva, benéfica para o indivíduo ou a comunidade, e que merece ser estudada, para que possa ser melhorada, quiçá, e dela se tirar maior proveito. Além disso, o jogo favorece o trabalho em grupo, desde a montagem até a execução, mas inibe um pouco o aparecimento de situações-problema individuais.

Já o questionário tem a vantagem de não induzir à colocação de situações positivas ou negativas. A avaliação do que cada aluno escreve, frente às categorias de análise, pode ser um pouco subjetiva, algumas vezes, mas é possível perceber a importância que a questão tem para ele, não só pela ordenação mas pela prolixidade com que se refere a ela. Ao contrário do jogo, favorece o aparecimento de situações-problema individuais.

b) Momento intermediário: abrange todo o decorrer do ano letivo (aproximadamente 9 meses), durante o qual foram desenvolvidos com os alunos, projetos em três modalidades (cf. item adiante) e realizadas diversas atividades de coleta de dados, sendo as principais:

- observações sistemáticas em sala de aula ou em atividades extra-classe, por parte do pesquisador e/ou da professora responsável pela turma, quando da execução e apresentação oral dos projetos, em sala ou em eventos escolares;
- observações eventuais, quando da ocorrência de fatos merecedores de registro, também em situações diversas e registradas em ficha;
- observações quanto ao desempenho dos alunos em atividades rotineiras como exercícios, testes, desenhos, provas escritas, etc.;
- conversas informais com os alunos e outros componentes da comunidade escolar, no decorrer das atividades, intervalos, saídas em campo, etc.;
- análise dos textos dos relatórios e gravações em vídeo e áudio de algumas apresentações. (ver ficha de uso múltiplo no anexo 9)

Considerando as características da pesquisa, de “intervenção pedagógica”, de caráter eminentemente qualitativo, em todos os casos seguiram-se as recomendações atinentes a este tipo de pesquisa, porque “Esses problemas (os problemas específicos do dia-a-dia escolar), por sua natureza específica, requerem técnicas de estudo também especialmente adequadas.” (LÜDKE & ANDRÉ, 1986, p. 9). Citando BOGDAN & BIKLEN (1982), mencionam cinco características básicas:

- ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como principal instrumento;
- dados predominantemente descritivos;
- preocupação com o processo maior que com o produto;
- o “significado” que as pessoas dão às coisas e à sua vida, são foco de atenção especial;
- análise de dados tende a seguir um processo indutivo.

c) Momento final: corresponde a um momento de coleta de dados efetivado ao término do ano letivo. Foram realizadas entrevistas com uma amostra de aproximadamente 20 % dos alunos envolvidos, distribuídos proporcionalmente entre 3<sup>as</sup>. e 8<sup>as</sup>. Séries, e também proporcionalmente em relação ao que, de acordo com os padrões comuns de avaliação, se costuma denominar de alunos “fortes, médios e fracos”. Foram também entrevistados ao menos um dos pais ou responsáveis de cada aluno, sendo que as entrevistas foram feitas nos respectivos domicílios, visando ampliar o leque das possíveis observações. Optou-se pelo tipo de “entrevista semi-estruturada”, visando não prolongar demais o tempo destinado a cada uma e manter as conversas em torno de um núcleo mais ou menos constante (relação de itens propostos no anexo 10), sem contudo, impedir os entrevistados de abordar temas espontâneos e de interesse para a pesquisa.

Assim sendo, foram entrevistados 40 alunos e seus pais ou responsáveis. Acrescentaram-se entrevistas com elementos da Direção do Colégio e com a professora que, nas 3<sup>as</sup>. S., dividia a responsabilidade pelas disciplinas (é de praxe que uma das professoras assuma a área de Ciências e a outra as de Comunicação e Estudos Sociais).

Estas entrevistas constituem a parte culminante da coleta de dados e sua importância é fundamental. Não apenas porque se tem a oportunidade de ouvir o pronunciamento dos próprios alunos, e fora de seu ambiente escolar, em sua casa, um ambiente que ele domina melhor, em que se sente mais à vontade, mas também porque envolve os pais que, como já foi visto, não participam ativamente da vida do Colégio: muitas vezes, se fazem presentes apenas para receber as cadernetas de notas, ou quando existe algum problema mais grave com o aluno. No conjunto, as observações e as entrevistas permitem que se aquilate a evolução, o desenvolvimento do estudante e possibilitam o acesso a informações sobre fatos anteriores ao período compreendido pela pesquisa: experiências significativas vividas na escola ou fora da mesma, tipo de aula a que estavam acostumados, percepção que têm da vida familiar e comunitária, etc., tendo-se com isso uma visão mais clara sobre a interrelação (ou não) da resolução de problemas na área de Ciências com este contexto.

No caso das entrevistas, da mesma forma, seguiram-se as recomendações da bibliografia já mencionada quanto à preparação, execução e análise (LÜDKE & ANDRÉ, 1986, p. 33-38).

#### 4.1.3 - As categorias de análise

Um dos pontos críticos da pesquisa consistia na definição de “como” avaliar a capacidade ou o comportamento dos alunos diante da questão **situação-problema**, sob vários pontos de vista: problematização, resolução, etc. Além disso, atendendo ao problema colocado, deveria ser possível verificar a ocorrência ou não de mudanças neste comportamento e, em caso positivo, as possíveis relações com o trabalho desenvolvido em sala de aula.

Uma dificuldade apareceu desde o início. Por uma série de injunções, um elemento seria difícil ou quase impossível de detectar: a **ação**, a atitude final, diante do problema. Principalmente em se tratando de situações do cotidiano, não seria fácil nem acompanhar a ação (quando efetivada), nem organizar instrumentos que permitissem chegar a este nível de avaliação. Então, considerou-se suficiente permanecer no nível das **propostas de ação**, manifestas principalmente nos relatórios e nas apresentações. Eventualmente, quando as observações ou as entrevistas ensejassem, acrescentar-se-iam as demais informações, para posterior análise.

Todas as considerações sobre a relação aluno/SP estão baseadas nas seguintes categorias de análise:

a) abrangência:

Trata-se de apurar o raio de alcance da visão dos estudantes a respeito de situações problemáticas. Quer dizer, considera-se como problema apenas o que diz respeito ao aluno, individualmente ou em sua comunidade, ou a noção de problema avança, atingindo outras instâncias, como a nação, por exemplo? Este dado é importante quando se tem em mente o quanto se discutem, atualmente, os conceitos de cidadania e de participação, na escola, nos meios de comunicação, nas Igrejas, etc. Esta categoria está muito ligada, portanto, à última, a da exequibilidade, uma vez que, normalmente, os problemas mais distantes até atingem as pessoas, afetivamente, por um certo tempo, porém, as ações que efetivamente são desencadeadas ou os movimentos nos quais se tem efetiva participação, nestes casos, são reduzidos.

Por outro lado, não há dúvida que as situações-problema mais próximas são as mais importantes, mais urgentes, para cada pessoa:

“Embora as perspectivas dos seres humanos variem no espaço e no tempo, todo interesse humano se localiza em algum ponto no gráfico espaço tempo. A maioria da população mundial preocupa-se com questões que afetam somente a família ou os amigos... Outros, olham mais à frente, ou têm uma visão mais ampla - uma cidade ou nação. Apenas muito poucas pessoas têm uma perspectiva global” (MEADOWS, 1985, p. 17).

Torna-se necessário, entretanto, que ela tenha um mínimo de percepção quanto a sua existência e importância. Doutra forma, jamais será possível estabelecer um elo entre os problemas imediatos e fatos aparentemente distantes, mas que determinam, positiva ou negativamente, esta situação. Certamente, este é um passo importante para o surgimento da “consciência”.

b) criticidade:

Diz respeito ao nível de percepção quanto às situações-problema existentes no meio. Com certeza, muitas situações, pela sua própria natureza, podem ser mais evidentes para um ou outro estudante, ou para estudantes de diferentes idades. Entretanto, há situações cuja presença poderia ser considerada marcante para todos, como, por exemplo, a morte de um ídolo da Fórmula - 1 ou uma vitória do Brasil no futebol. Neste sentido, é interessante retomar a questão colocada no questionário inicial: “Anoto abaixo, em ordem de importância ...”. Que tipo de situações aparecem no topo da lista? Quantas situações aparecem? Qual o tipo de consideração que é feita sobre a situação? São esquecidas ou ignoradas situações que, sabidamente, deveriam chamar a atenção do aluno, quer por sua relevância pessoal quer por sua repercussão social? São superestimadas situações que, por vários motivos, poderiam ser consideradas irrelevantes?

Uma mesma situação, sob este ponto de vista, pode estar em posição de pura não-percepção, até uma posição de presença altamente marcante, que atinja as raias de uma psicopatologia. Entre estes extremos, pode haver inúmeras posições intermediárias, determinadas em função de variáveis de caráter endógeno e exógeno, nem sempre explicitadas. Neste

caso, é preciso um trabalho adicional, por parte do pesquisador, para tentar ao menos levantar as principais e mais evidentes possibilidades, para então acompanhar o seu desenvolvimento. Não se pode esquecer que, quando os planos e propostas curriculares mencionam o objetivo de “tornar o aluno mais crítico” ou “formar um cidadão crítico”, esta dimensão de percepção das situações-problema, passo primordial do processo de solução de problemas, deveria ser levada em conta.

c) relação entre conceitos científicos / conceitos espontâneos (CC/CE):

Trata-se da relação vygotskyana entre conceitos científicos e conceitos espontâneos, segundo a qual aqueles se desenvolvem para baixo por meio destes, que por sua vez se desenvolvem para cima por meio daqueles. Não se trata aqui, portanto, de analisar capacidade de transferência. Trata-se, sim, por um lado, de verificar até que ponto um conceito espontâneo pode ser explicitado ou exposto (reconstruído num nível superior) através da utilização da linguagem científica, ou com o auxílio de conceitos científicos e, por outro, de verificar como um conceito científico pode ser “traduzido” (reinterpretado) a partir de noções construídas pela experiência diária. É uma relação de polêmica interpretação, da qual V. tem uma visão toda particular, como já foi visto.

De tudo o que já se viu, pode-se esperar uma considerável variação, em função, da idade, nesta categoria. Os estudantes de 3ª. S. possuem idade média de 9 anos, e os de 8ª. S., 14 anos. Tanto o nível de aprendizagem quanto o grau de desenvolvimento são diferentes. Não

esquecendo as variações possíveis neste caso (alunos com idade mais avançada, devido a repetências, ou idade abaixo da média, devido a entrada precoce na escola), pode-se dizer que os primeiros estão saindo da etapa dos pseudoconceitos, enquanto os segundos estão em plena fase de desenvolvimento dos conceitos propriamente ditos. Além disso, suas experiências de vida são diferentes: aos 14 anos, nosso aluno está na puberdade, iniciando sua adolescência, enquanto que aos 9 anos, se encontra ainda numa fase de comportamento marcadamente infantil. Entretanto, respeitando-se estas diferenças, pode-se também esperar que, mesmo nos alunos de 3<sup>a</sup>. S., os dois anos de escolarização, acrescidos da pré-escola, frequentada hoje pela maioria dos alunos, tenham podido deixar a sua marca na relação CC/CE. O período de alfabetização já está superado; os alunos já têm noções de operações básicas em alguns conjuntos numéricos e os primeiros passos no reconhecimento do meio físico e biológico estão sendo dados: estas aquisições marcam profundamente a vida das crianças porque abrem para elas perspectivas que nem sequer vislavravam até então.

Não há que se esquecer: em função das diferenças socioeconômicas, pode-se esperar variações significativas nas vivências dos estudantes, na família e nos grupos de relação. Destarte, os conceitos espontâneos tenderiam a ser mais pobres, qualitativamente e quantitativamente, em algumas áreas, com evidentes reflexos na relação CC/CE que começa a se esboçar na escola.

d) exequibilidade:

Já se mencionou a dificuldade de levar a SP até sua pretendida culminância, ou seja, a ação. Entretanto, sempre é possível verificar até que ponto os envolvidos, estão em condições de propor alternativas de solução, e até que ponto estas propostas têm “pé-no-chão”, não passam de meras fantasias ou não têm coerência com as etapas anteriores do processo. As soluções indicadas podem incluir a participação do aluno ou ser dirigidas a quem de direito, como poderes públicos de diversas esferas, iniciativa privada, etc., mas a análise deve contemplar a projeção de ações de possível implementação. Por exemplo: com relação ao problema “fome no mundo” interessam menos soluções globais, sobre as quais, aqui e agora, se tem pouco poder de influência, mas soluções locais, implementáveis, para resolver o problema no âmbito em que as ações podem efetivamente acontecer e ser controláveis (situação de alunos carentes, famílias em estado de “miséria absoluta”, trabalhos com a horta e a merenda escolar, etc.).

A exequibilidade representa aqui, dentre outros aspectos, o encaminhamento do redefinir-se o papel da escola, dentro do contexto social em que se encontra inserida. Já se tratou deste problema, anteriormente. Porém, há que se reafirmar que, para o acontecer deste reordenamento, não basta o discurso: são necessárias ações, num processo participativo que abranja todos os segmentos da comunidade escolar. Então, é o momento em que o estudante, dentro do que lhe compete, pode (e deve) exercitar uma postura crítica, de características bem específicas: a oportunidade de transação com o conhecimento historicamente construído e organizado, a nível de escola (observe-se o que Vygotsky apresenta, neste

sentido, como a tarefa peculiar desta Instituição, através do processo ensino-aprendizagem), deve ser o acontecimento que possibilite uma participação política solidamente embasada. Se a alienação é deletéria, também o é a participação inconsequente, que desacredita não apenas o indivíduo como a instituição da qual é oriundo. A competência na oferta, apresentação, discussão e, quando possível, implementação de soluções que se coadunem com as circunstâncias em que cada problema se manifesta, demonstra a possibilidade de que a Escola saia do marasmo em que se encontra e passe não somente a acompanhar, mas “trabalhar para”, oferecendo seus serviços, e participando criticamente da reconstrução social. Este último item, portanto, é o desdobramento final de todo um processo de tomada de consciência, a conscientização, em que a atividade de SP se insere não apenas como elemento desencadeador, mas também como ponto de referência para os procedimentos pertinentes.

#### 4.1.4 - Os critérios de avaliação

Para avaliar a situação dos estudantes, diante das categorias de análise escolhidas, determinaram-se graduações que permitissem acompanhar os comportamentos, os desempenhos dos mesmos, antes, durante e depois do desenvolvimento das atividades previstas. A combinação das graduações, num total de 126, permite inclusive que se façam observações de ordem quantitativa a respeito dos objetos de análise.

São as seguintes as graduações utilizadas:

a) para a abrangência:

- Pessoal: relação com o próprio corpo, saúde, conformação física
- Familiar: relação com os pais e irmãos e entre os pais, desemprego
- Escola: aproveitamento nos estudos, relacionamento com colegas e prof.
- Comunidade: aspectos do bairro, violência, festas, trânsito
- Município: problemas de Blumenau, enchentes, trânsito
- Estado: aspectos políticos, turismo, poluição do meio
- País: criminalidade, sucesso em esportes, economia, perspectivas políticas

b) para a criticidade:

- Alta: problemas relevantes individual e coletivamente
- Média: situações relevantes apenas sob um ou outro ponto de vista
- Baixa: situações vulgarmente definidas como “picuinhas”, ninharias

c) para a relação CC/CE:

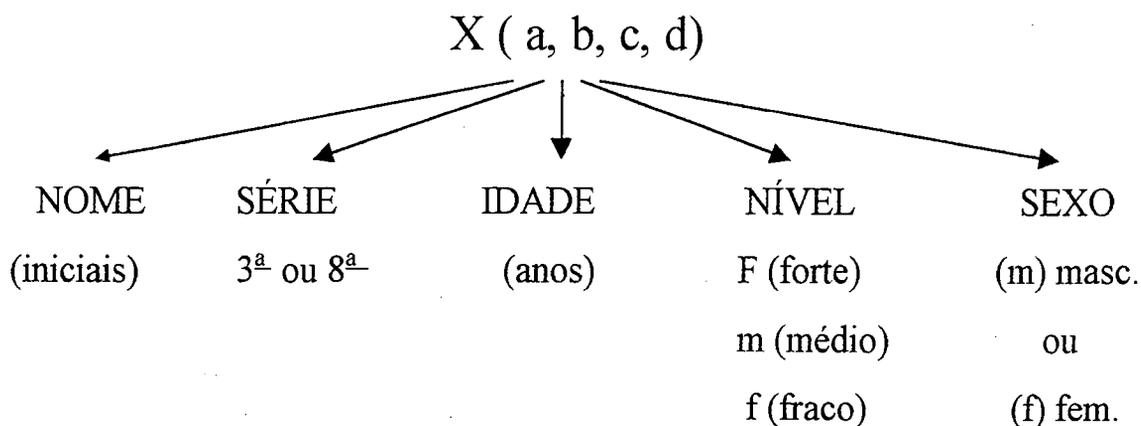
- Sim: uns e outros servem mutuamente como base para a explicitação
- Não: cada conceito aparece isolado, sem conexão com os da outra classe

d) para a exequibilidade:

- 1 (máx.): a solução é possível, dados os recursos e envolvimento político necessários, nas diferentes esferas de responsabilidade
- 2 (méd.): a solução somente seria exequível de forma excepcional
- 3 (mín.): a solução apresentada é inviável

## 4.1.5 - A diversidade dos projetos

Nas considerações que seguem, fica convencionado:



O trabalho através da metodologia de projetos configurou-se o mais indicado para estudar o desempenho de crianças e jovens não apenas em uma situação terminal, em termos de SP, mas em todo o trajeto que seria percorrido, desde a situação inicial levantada anteriormente. Foram escolhidas três formas diferentes de trabalho, cada uma com características que são descritas adiante. Esta diferenciação não visou apenas a facilidade de análise: a forma de mediação do professor também é diferenciada, na maneira de acontecer, na tipologia de recursos utilizados, na maior ou menor explicitação da “presença” que o professor manifesta junto à ação do aluno. Confirmada pelo diagnóstico inicial, a dificuldade de **problematização** aponta para a necessidade de se manter um adequado equilíbrio entre os diferentes fatores intervenientes no processo de construção da capacidade resolutiva, para que ele ocorra sem atropelos nem sobressaltos. Em cada caso, houve a preocupação de trabalhar, sempre que possível, com conteúdos

que pudessem ser explorados tanto pelos alunos de 3<sup>a</sup>. S. quanto pelos alunos de 8<sup>a</sup>. S., verificando até onde iria o aprofundamento dos mesmos, quer pela turma como um todo, quer no trabalho em grupo, quer em casos isolados. Também quando possível, foram envolvidas, integradamente, atividades de Ciências e de Matemática. Muitas atividades deviam ser, dadas as peculiaridades de cada projeto, realizadas fora do horário e do ambiente das aulas tradicionais, o que possibilitou a observação dos efeitos da mudança em variáveis bastante críticas, como frequência, diversos tipos de controle, uniforme, relação família/escola e comunidade/escola, integração inter e intra-grupos, manutenção de ambientes físicos, relação estudo/trabalho, etc. Dificilmente, outra metodologia teria fornecido tamanha riqueza de dados.

**a) Primeiro tipo de projetos\*:**

Foram projetos desenvolvidos em grupo, mas com a preocupação de extremo controle por parte do professor. Tanto assim, que:

- os grupos e respectivos componentes foram de escolha do professor;
- o conteúdo dos projetos foi determinado pelo professor, mas alguns itens do seu desenvolvimento ficaram a cargo dos alunos;
- todos os grupos executaram o mesmo projeto.

\* estão elencados TEMAS e não PROBLEMAS, uma vez que:

a) um mesmo tema pode estar relacionado a vários problemas (p. e., o estudo da função quadrática);

b) um mesmo problema pode estar relacionado a vários temas (p. e., as consequências das alterações na tensão superficial da água).

Nesta etapa, foram desenvolvidos os projetos:

- com 3<sup>a</sup>. S: estudo da relação entre área e perímetro de figuras geométricas regulares, através de recobrimento;
- com 3<sup>a</sup>. e 8<sup>a</sup>. S: estudo da relação entre comprimento e período de um pêndulo;

Ambos os projetos estão descritos nos anexos 11a. e 11b.

#### **b) Segundo tipo de projetos:**

Projetos em que já ocorria alguma diversificação, com algum grau de liberalização. Deste modo:

- os grupos e respectivos componentes foram de escolha dos próprios alunos;
- os conteúdos e o seu desenvolvimento foram de escolha do professor;
- cada grupo recebeu um trabalho diferente, distribuído através de sorteio.

Foram desenvolvidos os seguintes projetos, com as turmas de 3<sup>a</sup>. e 8<sup>a</sup>. S., conforme explicado anteriormente:

- estudo do teorema de Poiseuille
- estudo de fç. quadrática (esguicho de água, lançamento de projéteis - para este último, ver anexo 11c.)
- estudo da vazão de um curso d'água
- estudo da densidade (água, rochas, etc)
- ebulioscopia
- tensão superficial da água
- construção e uso de uma luneta
- construção e uso de um projetor de slides

- estudo da lei de Hooke
- cálculos a partir de reações químicas
- leis de crescimento e decrescimento (absorção de água, etc.)
- medidas de altura (por reflexão, com transferidor)
- medidas de distância com transferidor
- medidas de distância através do teorema de Tales
- balança p/ estudo de  $n^{\circ}$  inteiros
- modelos matemáticos (teias de aranha, crescimento de gavinhas)
- uso da calculadora eletrônica
- estudo do crescimento de rabanetes
- construção de maquetes em escala (residência, mapas de curvas de nível)
- ângulos em figuras geométricas
- construção e uso de um manômetro
- área de folhas de vegetais
- estudo de números fracionários
- propriedades de um jogo de baralho

### c) Terceiro tipo de projetos:

Nesta etapa, praticamente todos os itens foram determinados pelos alunos: composição dos grupos, horário de trabalho, forma de desenvolvimento dos projetos e, principalmente, **assuntos** a pesquisar. Agora, o objetivo era bem específico: verificar a capacidade de problematização de situações do cotidiano e a aplicação de métodos adequados para seu estudo, bem como a relação entre CC/CE neste processo.

Dado o interesse para a análise, segue a lista de todos os projetos desenvolvidos:

1. por alunos de 3<sup>a</sup>. S.:

- estudo de características de cachorros e gatos
- distância do chute da bola, no futebol
- estudo de alguns aspectos do Ribeirão Garcia
- diferenças entre abertura da pernas, no caminhar
- diferenças de comprimento e largura nas pernas de alguns animais
- estudo de motos
- distância do saque, no vôlei
- velocidade das bicicletas
- preferências musicais
- gastos mensais de luz elétrica
- cálcio nas cascas de ovos
- poluição da água
- medida do pulso (pulsção cardíaca)
- transporte público
- características das moradias
- preços de alimentos nos supermercados
- consumo de drogas (permitidas)
- consumo de drogas (ilegais)
- sexualidade (informação, práticas - ver anexo 11d.)
- saúde pessoal
- violência no bairro

- condições do ensino na escola
- direitos da criança e do adolescente
- relação entre pais e filhos
- relação entre a escola e os alunos
- consumo de água tratada
- a televisão (como meio de comunicação)
- os problemas do Bairro Garcia
- o lazer pessoal
- interesse por formas de lazer
- política local (cidade)
- política internacional
- poluição através de produtos de limpeza
- formação étnica da população (bairro)
- divisão política (municípios e regiões de SC)

2. por alunos de 8<sup>a</sup>. S.:

- medidas de roupas
- consumo de alimentos num bar
- música (notas e sons)
- carga horária (estudo, trabalho, lazer, etc. - ver anexo 11e.)
- estudo do leite
- produtos consumidos num mercado
- planejamento familiar
- ondas sonoras e cordas vocais
- impulso & saltos horizontal e vertical no vôlei

- estrutura de uma casa ideal
- variação de tempo e velocidades nos chutes (futebol)
- relação entre papéis (gramatura, peso, etc.)
- acidentes no trabalho
- velocidade média e idade
- quantidade de pedidos na Posthaus
- formas das nádegas (masc. e femininas)
- comparação entre teares
- cor dos olhos

## 4.2 – A criança e o jovem resolvendo problemas

### 4.2.1 - A efetiva resolução

Trata-se, num primeiro momento, de considerar a forma positiva da colocação. Em outras palavras, afirma-se que as crianças e os jovens, efetivamente, **resolvem** problemas. Quais as evidências que se tem a este respeito? Quais as decorrências desta afirmação? É preciso entender, antes de tudo, que esta “resolução” pode ser relacionada a dois aspectos diferenciados de “problemas”: a) problemas propostos (pelo mestre, pelo livro didático), e neste caso qualquer professor com experiência de classe pode oferecer uma resposta àquelas questões; b) problemas colocados, percebidos, diagnosticados pelo próprio aluno (com a mediação mais ou menos acentuada do professor), quando então a evidência não é tão imediata. Os itens referentes à problematização propriamente dita (isso é, a parte inicial, da percepção, levantamento e caracterização de problemas), bem

como o papel mediador do professor, são objeto de considerações posteriores, em especial, dada a sua importância; aqui, interessa a **resolução**, e no segundo aspecto mencionado.

Neste, a SP se manifesta de forma diferenciada em relação ao primeiro caso. Uma das suas características é a não-linearidade, quer dizer, não aparece uma sequência bem delineada, uma cadeia com elos bem definidos e de sentido único, o que permitiria determinar com precisão o início e o fim do processo de resolução. Ao contrário, tudo ocorre através de uma estrutura reticulada, com cruzamentos, idas e vindas, avanços e retrocessos, havendo várias direções e sentidos, às vezes conflitantes. Assim sendo, torna-se mais difícil determinar o ponto exato do processo em que, num determinado momento, o estudante ou o grupo, se encontra; vale dizer, também se torna mais difícil precisar o momento em que a resolução está concluída. Ao contrário do que acontece na fórmula tradicional, aqui a solução de um problema não é única, e o “certo” e o “errado” não são definidos de modo absoluto, com conotações axiológicas, mas são apenas questões relativas a um parâmetro que não é dado dogmaticamente, porém estabelecido de acordo com as necessidades, sujeito a revisões cada vez que as circunstâncias o exigem. Ora, isso implica em que se considere a resolução mais do ponto de vista da caminhada, ao invés de um ponto de chegada; mais como um processo gradual de desenvolvimento cognitivo, psicológico, afetivo, do que um produto passível de expressão unicamente através de uma equação matemática, uma lei, uma fórmula. Esta consideração é tanto mais verdadeira quanto mais se avança na resolução de problemas em que os aspectos científicos e os do cotidiano deixam de ser excludentes, onde a

relação entre ambos passa a ser de influência mútua e de complementariedade. O grupo de BF (8, 15, F, f), em seu relatório sobre a relação entre a capacidade de impulsão e os saltos horizontal e vertical no vôlei, esporte de sua preferência, escreve: *“Tivemos que terminar o trabalho neste ponto, porque chegou o fim do mês e estava na hora de entregar. Mas ficou muita coisa pendurada, que precisaria ser estudada com mais tempo. Tem muitas questões que daria para fazer um novo trabalho em cima de cada uma”*.

Assim, outra característica reside na definição do que a expressão “o problema está resolvido” significa para o professor e para os alunos. Nem sempre o significado é o mesmo, inclusive dentro de um mesmo grupo de alunos. Um dos motivos que podem ser apontados é a diversidade nas possibilidades de aprofundamento, não só entre as diferentes séries, mas também dentro de uma mesma série, e que, em última análise, pode até ser provocada por peculiaridades de caráter individual, cultura familiar, condição econômica, etc. Quando um grupo decide: *“pronto, não é mais necessário ou possível avançar, é a isso que queríamos chegar”*, não se pode ter certeza se esta mesma decisão seria tomada por outro grupo. Assim também, o professor: seu planejamento o leva a estimar uma média de alcance, a partir do qual o problema estaria resolvido, e nem sempre a média é atingida (a miúde, é ultrapassada!). A estimativa é baseada em experiências pregressas, em relatos de outros professores, inclusive comentários de professores anteriores, e a reação dos alunos diante de uma situação-problema, com uma certa tipologia de mediação e levando em consideração elementos como interesse específico, circunstâncias locais, etc., pode ser diversa da esperada.

Outro motivo está na própria natureza da resolução de problemas. Uma situação que desencadeie um processo de SP, quando contemplada após o processo, certamente o será com outros olhos, ou seja, a percepção que se tem da mesma é diferenciada: é possível vislumbrar outros enfoques, novos pontos de vista, alternativas de tratamento que, dantes, não eram imaginadas. Trata-se, então, de um típico processo de desenvolvimento em espiral cônica (tridimensional), uma vez que a volta à situação de origem não se faz no mesmo plano (fechando um ciclo), mas em um plano superior e de maior abrangência: o próprio contexto em que a situação inicial se inseria, agora parece mais amplo, mais complexo, com número e tipo de determinantes diferenciados. Pode-se falar, sem dúvida, dum aumento no nível de consciência sobre o fato. É a consubstanciação, num determinado “locus” do processo educacional, da Ciência vista como um saber historicamente em perpétua construção. Onde termina o processo? Quando é que o problema pode ser considerado resolvido? Quais os indícios que permitiriam dizê-lo? Se esta dificuldade se apresenta claramente para o professor ou outro observador que, de certa forma, está fora do processo, quanto mais para o aluno, que está dentro do mesmo, se sente envolvido por ele, e nem sempre está em condições de situar mais objetivamente o exato ponto em que se encontra.

Isso posto, é conveniente examinar alguns detalhes. Após efetuar uma série de medidas, e observar que a adição de detergente à água faz as gotas diminuírem de tamanho (porque diminui a tensão superficial), JCT (3,9,m,m) assim se expressa: *“Na televisão sempre mostram uns rios poluídos que estão com bastante espuma em cima da água; aqui, deu prá*

*gente ver como o detergente faz mal para a água e as plantas e os animais que vivem nela. Por isso, não se deve abusar do detergente, quando a gente lava a louça ou a roupa*". Desconsiderando a relação equivocada espuma-poluição/espuma-detergente, é possível perceber que ocorre uma relação entre o trabalho realizado e uma condição existente na natureza, a partir da qual podem ser tiradas conclusões. Nem sempre a relação é percebida com facilidade, porque nem sempre explicitada com clareza. Muitas vezes, é sutil e demanda a garimpagem de indicadores diversos, para que se manifeste de tal modo que sua expressão se coadune com os objetivos propostos. No caso acima, entretanto, a proporção inversa descoberta (quanto mais detergente, menor o tamanho da gota) **resolve** o problema colocado inicialmente: "*Será que o detergente faz mal para a água?*" , ou seja, interfere nas suas condições normais, quer dizer, altera para pior a sua tensão superficial (ressalve-se o outro aspecto da **resolução**, uma vez que, nem sempre, a ação do detergente pode ser considerada deletéria - lavar a louça seria bem mais difícil, sem ele - e este é um ponto crucial da discussão: desenvolver o conhecimento necessário para uma utilização que ultrapasse as radicalizações do senso comum e se ampare no equilíbrio racional entre o usufruto dos benefícios e a minimização dos malefícios). **Resolve** no sentido de que permite uma resposta à pergunta, baseada tanto na **prática**, exercitada através de um experimento, quanto na **teoria**, exercitada pela apropriação crítica do conhecimento já produzido sobre o assunto e disponível nas circunstâncias estabelecidas. **Resolve**, enquanto permite distinguir as diferentes possibilidades de atuação do detergente sobre a água, "fazendo mal" ou "fazendo bem" (quando da limpeza de roupas, por exemplo). **Resolve** enquanto expressa a coerência entre a teoria e a prática. **Resolve**, no

momento em que a resposta se eleva acima do senso comum, mas sem descartar a expectativa que cada aluno tem com relação à mesma (as imagens da TV ou os dissabores com, por exemplo, o gosto do detergente ou seu efeito ao respingar na vista): ao contrário, as conclusões tiradas do trabalho transformam suas sensações em legítimas “experiências de vida”, e a vivência anterior permite a apropriação da “experiência científica”, transformando-a em legítimo “conhecimento”, na melhor acepção vygotskiana do que aqui se chamou de “aproximação”. A **resolução** é tanto mais efetiva, porque leva a uma sugestão de ação: “*não se deve abusar do detergente*”. As informações obtidas durante a resolução, a respeito da importância da tensão superficial na natureza, justificam a conexão entre a experiência feita e o que acontece quando deste uso abusivo. Com certeza, a solução não está completa, porque a simples constatação de que “não se deve abusar” não indica o domínio sobre que providências, por parte de quem, de que maneira, etc., seriam necessárias para efetuar positivamente este “não-abuso”: este aspecto merece considerações posteriores.

Já EM (8, 16, m, f), depois de ter desenvolvido três baterias de testes com faixas diferenciadas de % de detergentes em água, escreve: “*Deu prá perceber direito que mesmo um pouquinho de detergente já faz um grande estrago. A gente às vezes nem nota, mas a água não está mais tão pura como deveria. Daí, a gente precisa seguir as instruções do fabricante, prá não ter prejuízo nem prejudicar a natureza.*” Novamente, percebe-se uma expressão de “questão respondida”: “*Deu prá perceber...*”, associada a outra denotativa de ação: “*... seguir as instruções ...*”. Com certeza, “*deu prá perceber*” é uma resolução pobre, ou pelo menos, expressa

de maneira pobre o resultado obtido. Na sequência do trabalho, o grupo de EM conseguiu aperfeiçoar esta forma de expressão, através de tabelas e gráficos demonstrativos de cada uma das faixas e respectivas alterações da água, ou seja, variação no tamanho da gotas. Só posteriormente, quando da preparação para a apresentação em Feira Interna, o grupo efetuou o cálculo da tensão superficial ( $t_s$ ) e respectiva variação ( $\Delta t_s$ ). Note-se: em qualquer momento o problema poderia ter sido dado como “resolvido”, bem como, em havendo oportunidade e recursos (principalmente ferramental matemático e estatístico), poder-se-ia ter dado continuidade ao processo de resolução. Assim também, nos diversos momentos, a solução pode ser considerada incompleta, uma vez que “seguir as instruções” não expressa claramente quem, de que forma, com que base crítica, em que circunstâncias se deveria fazê-lo; não fica claro, além disso, de quem seria o prejuízo e como o mesmo se manifestaria, na natureza: haveria ainda muitas possibilidades de avanço no processo resolutivo.

Os dois exemplos mencionados conduzem a um caminho que se revela importante para determinar o que é ter um problema efetivamente resolvido, bem como a formulação de um modelo mais abrangente para a SP: a resolução de um problema deve trazer consigo o componente **ação**. Executada ou, ao menos, proposta, deve ser uma decorrência natural da experimentação, do tratamento estatístico e matemático. Enquanto subsistir a pergunta: “*E daí?*” a tarefa da resolução não estará completa. Essa preocupação praticamente não existe na SP tradicional. Nem ao menos se discutem as consequências da resposta encontrada. Única, necessariamente exata, não abre perspectivas quanto ao

seu significado, nem dentro do contexto da disciplina a que pertence, nem se inserida no mundo físico e social do aluno. Insiste-se, entretanto, na importância deste componente, não apenas em termos do problema em si, mas em função das implicações que sua assunção acarreta para o currículo escolar como um todo, quando se chega até ao questionamento do próprio papel da escola na sociedade. Esta análise merece espaço em separado.

Voltando à questão inicial. A positividade da resposta também é atestada pelos professores. Ao contrário do que acontece tradicionalmente com as respostas dadas aos problemas resolvidos no estilo “siga o modelo” e outros descritos inicialmente, verifica-se que *“o estudante sempre tem algo a dizer sobre aquela atividade que está desenvolvendo. Ele sempre quer ir mais a fundo e se interessa - às vezes até de forma angustiada - por discutir e comunicar aos outros até onde chegou”*. Há dois aspectos que devem ser ressaltados: um, diz respeito à socialização dos resultados, que ocorre como um passo natural no processo da SP, e não como uma imposição do professor (isso quando a comunicação existe, na aula tradicional!). A preocupação com o “socializar” prevalece sobre a preocupação com o “acertar”. A própria natureza dos problemas levantados e a metodologia de resolução, via de regra, encaminham para a colaboração, dentro do trabalho em grupo. A construção de uma maquete, a construção e uso de uma balança, a medida do alcance de uma bolinha são exemplos de atividades cuja execução individual somente seria possível por pessoas treinadas, com ferramental especializado (o que não acontece com os estudantes). O trabalho feito em parceria torna-se sinônimo de cooperação, sem que, nem os grupos, nem os indivíduos, percam sua sensação de

autonomia; pelo contrário, desencadeia-se um processo em que o avanço na autonomização individual e grupal é fonte de alimentação mútua. “Ter algo a dizer” é muito mais do que comunicar a resposta a que se chegou: é a manifestação de uma vivência, de que algo está acontecendo, que algo está transformando a vida dos indivíduos e dos grupos e merece (precisa!) ser expresso em palavras. Neste ponto, vale a pena lembrar a questão da linguagem científica, que também merecerá destaque. Aqui, basta mencionar que o domínio da terminologia especializada propicia, além de uma comunicação mais fácil, concisa e eficiente, um aprofundamento no campo intelectual, projetando uma nova visão de mundo, mais crítica e transformadora. Em muitos casos, verifica-se nos chamados “conselhos de classe”, que alunos tidos como “ruins” em Língua Portuguesa, saem-se bem nos projetos e relatórios da área de Ciências, não pelo trânsito seguro em todos os meandros da língua materna (são comuns os erros de ortografia, gramática, etc.), mas sim, pelo domínio conceitual pertinente à área de Ciências e Matemática. Com certeza, pode-se supor que a conjugação dos domínios levaria à otimização dos resultados, porém o nível que se obtém, inúmeras vezes, apenas com o domínio de um campo, não pode ser ignorado.

Outro aspecto respeita à continuidade: o processo não termina com uma ou duas conclusões, as chamadas “respostas certas”; como já comentado, cada resultado abre perspectivas para novas investigações, novos problemas são levantados, numa sequência praticamente inesgotável, porque limitada apenas pela imaginação. Pode-se, pertinentemente, falar em “solução aberta de problemas” ou em “problemas de soluções divergentes”. Isso não significa, entretanto, um debruçar eterno sobre uma questão dada. O

tempo, a paciência, o investimento, enfim, os recursos dispendidos na mesma dependem cada vez mais do interesse e da conveniência de cada um, e cada vez menos da diretividade do professor que, neste procedimento complexo de “indicar pistas” , de discutir possibilidades, assume seu efetivo papel mediador, na perspectiva vygotskyana do termo. Essa é mais uma característica essencial do processo de autonomização. O que é possível perceber com nitidez é a conquista de horizontes cada vez mais amplos, acima e além daqueles determinados apenas pelo corpo e pela cultura “paroquial”, circunscrita ao “aqui e agora”. A categoria “abrangência” permite verificar estes avanços. Aqui, cabe salientar que a angústia mencionada anteriormente não se manifesta apenas quanto ao item “comunicação”: em alguns casos, coloca em cheque uma das características citadas com relação à população alvo - a acomodação, com respeito ao projeto de vida. Surgem, mesmo no decorrer dos trabalhos, questões relativas à continuidade dos mesmos, possibilidades de ampliação, estudos exigidos para tanto e, particularmente com alunos de 8<sup>a</sup>. S., a procura de informações sobre cursos de nível superior e pós-graduação, na área específica. A necessária busca de conteúdos que não estão incluídos nos programas “oficiais” ou nos livros didáticos disponíveis, o contato com profissionais e pesquisadores que atuam naquela área, ou mesmo a participação em eventos, mostram-se um caminho ainda pouco explorado para a citada ampliação de horizontes e apontam para uma das conclusões da pesquisa: **na relação entre a SP na área da Ciência escolar e a SP no cotidiano, a progressão no conteúdo muitas vezes cede lugar, em termos de importância, a esta descoberta de mundos diferentes daquele com que o aluno sempre manteve contato, e que desperta a vontade de conhecer e conquistar.**

No mesmo sentido, pode-se mencionar a opinião de elementos da equipe técnica da escola, que citam a auto-disciplina como uma conquista do aluno: *“a partir do momento que sabe que está descascando um “abacaxi” de verdade, ele faz isso com vontade e não precisa a gente ficar o tempo todo correndo atrás e xingando. Quando um aluno vê que o trabalho dá certo, dá resultado, ele mesmo se controla”*. E esta atitude parece tornar-se mais abrangente, ao envolver aspectos não diretamente ligados aos trabalhos de aula. Observa-se maior disponibilidade para colaboração nas atividades gerais da escola (ajeitar o som para uma sessão cultural, ajudar a carregar determinado material, consertar um objeto estragado): de modo geral, uma participação mais efetiva na resolução dos problemas da comunidade escolar, dentre outros fatores, devido à auto-confiança quanto à possibilidade de que esta participação possa ser profícua, e não desastrada. O mesmo acontece com as tarefas e as responsabilidades domésticas; a situação poderia ser assim configurada: *“se eu consigo fazer estas coisas tão difíceis na aula, então eu posso também me virar sozinho quando não tem ninguém em casa”*. NL (3,8,f,f).

Verifica-se que a afirmativa inicial deste item abre uma série de perspectivas em relação a outros aspectos da resolução de problemas. Afirmar-se que as crianças e os jovens possam resolver problemas levanta indagações sobre a natureza destes problemas, sobre a metodologia de resolução, sobre o nível da resolução, sobre as possibilidades de ação diante dos problemas, sobre a relação entre SP na área de Ciências e a SP relacionada com questões do dia-a-dia. Algumas considerações sobre estes aspectos são feitas a seguir.

#### 4.2.2 - A tipologia dos problemas resolvidos

Uma vez verificado que as crianças e os jovens tem condições de resolver problemas, e efetivamente o fazem, deve ser detalhado a que tipo de problemas se está referindo quando se faz esta afirmação. Não entra em consideração o tipo tradicional de problema, ao qual já foi feita referência. Trata-se, sim, de caracterizar os problemas resolvidos pelos alunos-alvo desta pesquisa, em suas diversas formulações.

Em primeiro lugar, conforme mencionado no item 4.1.5, são problemas relacionados com conteúdos científicos, totalmente determinados pelo professor, em conteúdo e metodologia de resolução. Por que este tipo de problema, inicialmente? Um dos motivos, sem dúvida, é a falta de experiência da maioria dos estudantes no uso da técnica de projetos, mormente na sua utilização para tal objetivo. Mesmo estudantes de 8<sup>a</sup>. S., revelam um desconhecimento quase que total a respeito. E não poderia ser diferente, frente ao tipo convencional de aula que normalmente lhes é apresentada, no modelo já descrito. A justificativa não se esgota, entretanto, nesta consideração: há que se acrescentar a necessidade da vivência de uma **disciplina de trabalho**, condição “*sine qua non*” para a realização de projetos, experimentos e outras atividades, tanto teóricas quanto práticas, e que não pode ser exercida apenas em função de imposição do professor (sob pena de tornar-se tão autoritária quanto a outra “disciplina”!), mas que deve ser assumida naquela condição a partir de uma decisão volitiva de cada estudante e de cada grupo. Há que se contrapor, concomitantemente, à ditadura de um único método, a necessidade de algum método, para que se

possa chegar a resultados cientificamente aceitos (isso é, convalidados pelos pares, sob determinadas circunstâncias). Esta disciplina, este método, suplanta o tatear ao acaso, o processo de tentativa-e-erro, comum ao procedimento de quem se defronta com um problema inusitado e tenta resolvê-lo sem uma “lógica” conforme às suas características. Este procedimento se manifesta, por exemplo (seguidamente até com pessoas adultas, também, aí incluindo os professores!), quando se dá um soco num aparelho eletrônico “enguiçado” para que o mesmo volte a funcionar, ou quando se tenta aleatoriamente descobrir porque um ferro elétrico não esquenta, sem obedecer a uma sequência lógica de testes, e com ferramental adequado.

Um exemplo típico acontece no trabalho com o pêndulo. A primeira hipótese da grande maioria dos estudantes é que o peso é uma variável básica na determinação do período, além de outras como volume do objeto que se utiliza na experiência, espessura do barbante, etc. Uma rápida verificação, mantendo-se constantes outras variáveis e reduzindo ao mínimo os efeitos do vento e outros intervenientes, leva à constatação de que o peso não tem interferência aparente. O problema fica, então reduzido a descobrir uma outra variável independente que determine o período. Nem sempre o caminho a seguir, até esta determinação e, posteriormente, à descoberta da existência de uma relação bem definida entre as duas variáveis, é um caminho fácil de se percorrer. Algumas virtudes devem ser exercitadas: paciência para repetir atividades, humildade para reconhecer os desacertos, aceitação de opiniões alheias às vezes conflitantes. Esta é a disciplina referida cima, que se impõe como uma necessidade para o processo resolutivo e não como um

capricho do professor e, por decorrência, dos cientistas. As influências que esta conquista manifesta no comportamento dos estudantes é declarada por pais, corpo técnico e professores: *“ele agora pensa antes de falar”, “eles não estão mais tão agitados”, “a gente até pode sair da sala que eles não fazem mais bagunça; antes eles viravam a sala de pernas para o ar”, “agora ela até gosta de fazer os temas, antes ela jogava a pasta num canto e só pegava no dia seguinte, quando eu xingava ela”*.

Um outro tipo de situação-problema acontece quando os estudantes recebem um determinado experimento como tarefa, mas já detém um certo nível de auto-determinação, quanto à metodologia, formação de grupos, horário de trabalho, etc. Ao mesmo tempo, o avanço no aprofundamento da questão e, conseqüentemente, a decisão sobre a conclusão (quer dizer, o momento em que o problema está resolvido), se torna algo, de forma gradual e cada vez mais incisiva, da alçada de cada aluno ou grupo de alunos envolvidos. Enfatiza-se: esta decisão se baseia em uma série de fatores, e acaba fugindo ao controle do professor. Muitas vezes, resta a este apenas a tarefa de apontar possibilidades para a continuidade ou de discutir com o grupo a validade científica da solução encontrada, o que é extremamente positivo. Neste tipo de encaminhamento, a socialização, tanto dos projetos quanto dos resultados, é de vital importância, uma vez que cada grupo trabalha problemas com características diferentes: nalguns, o trabalho de laboratório predomina, noutros são as atividades de campo, noutros o levantamento estatístico, noutros, a pesquisa bibliográfica. Então, esta troca de experiências é essencial para que os estudantes percebam que um mesmo conteúdo pode ser tratado com diversas metodologias e, por outro lado, uma mesma metodologia pode ser utilizada para resolver problemas de ordens

diversas. Em outras palavras, um determinado procedimento pode ser utilizado em circunstâncias diferentes, extrapolando o campo da Ciência e do processo ensino-aprendizagem, para alcançar aspectos de interesse no dia-a-dia dos estudantes. O assunto é polêmico, porém há evidências de que isso pode acontecer. É o caso de JLB (3, 9, F, m), cuja mãe confirma: *“ele está cuidando mais dos brinquedos; antes, quando dava um problema, ou ele quebrava de vez, ou jogava fora. Agora, ele tenta consertar. Quando eu perguntei prá ele, ele disse que tinha aprendido na escola a fazer experiências com material de sucata, e ele tinha gostado. Tava querendo adaptar um despertador quebrado num joguinho de montar. Nunca que eu ia imaginar uma coisa dessas!”*.

Quando se trata de resolver problemas, em situação de plena liberdade de ação, outras constatações podem ser feitas. Uma delas diz respeito à problematização, ao diagnóstico, que oferece um nível maior de dificuldade do que em relação aos problemas da área científica, nos mesmos moldes colocados por Vygotsky com relação aos conceitos. O que chama a atenção é que não são tantas assim as situações-problema tiradas do cotidiano, quanto seria de esperar. Trata-se, de acordo com as observações, menos da incapacidade de diagnosticar estas situações e mais do receio de lidar com elas. Há reconhecimento de que os recursos de conteúdo e de metodologia oferecidos pela Ciência podem objetivar as situações, explicitar aspectos negativos já experimentados com relação às mesmas, levantar aspectos desagradáveis e provocar a exposição a público, de particularidades consideradas inconvenientes, levam a que muitos estudantes simplesmente ignorem certas situações e optem por outras de caráter mais técnico ou científico, quer se trate de problemas pessoais, da escola, da família ou do

bairro. O trabalho referente ao estudo das nádegas, limitado a elaboração de um modelo matemático para sua curvatura, é um claro exemplo. Os elementos do grupo carregavam consigo problemas latentes de sexualidade mal resolvida, mas optaram por uma abordagem estereotipada e “asséptica”, não ousando enveredar por caminhos que os colocassem de maneira mais objetiva frente aos mesmos e evitando os prováveis conflitos que decorreriam desta atitude, junto aos pais e à comunidade escolar. Este é um caso típico, em que a aproximação conhecimento científico/conhecimento espontâneo seria salutar para a resolução, que acaba sendo preterida por motivos alheios ao próprio desenvolvimento curricular propriamente dito.

Num outro extremo, encontram-se problemas como o da distribuição do horário semanal de atividades, para estudantes que, além de seu período de aulas, também trabalham. Como fica o tempo para as tarefas “de casa”? Como encarar a questão do rendimento escolar? Qual o tempo que pode ser dispendido para cada atividade, e qual o tempo ideal para cada uma? Em particular, como fica a questão do lazer? A explicitação do problema e das variáveis intervenientes, tratadas com o rigor da matemática e com as possibilidades das outras áreas da Ciência, permite uma compreensão mais acurada da situação em que estes estudantes se encontram; permite que reflitam sobre as causas da mesma; leva ao questionamento sobre as responsabilidades das diversas instâncias de direito e até sobre os aspectos legais envolvidos; provoca a discussão sobre o papel da escola, da Ciência e do próprio estudante, frente ao problema. É o caso em que a resolução anda de braços dados com um aumento no nível de conscientização e de cidadania.

Confrontando as diferentes situações (e tendo presente que inúmeras outras poderiam ser arroladas, dentro ou fora desta linha de investigação), é possível perceber que a resposta à questão inicial pode envolver uma ampla gama de problemas, dentre aqueles de resolução exequível e aqueles de resolução apenas desejada. Não há dúvida, porém, que a SP na área da Ciência escolar, oferece a possibilidade e, portanto, deve assumir sua parcela de responsabilidade, na viabilização dos primeiros e no afastamento dos segundos da categoria de meros fantasmas. Nas palavras do pai de ST (3, 10, m, m): *“É pena que no meu tempo de aula não se fazia este tipo de trabalho. A gente teve de sofrer muito prá aprender algumas coisas, que prá eles agora fica bem mais fácil. Eu vejo pela minha filha, que estuda noutra turma, onde a professora não faz este tipo de trabalho que vocês estão fazendo. Ela fica toda chateada. O S., não, já tá bem mais desenvolvido. Quando voltou da Feira, então, parecia outra pessoa. E olha que eu não queria deixar ele ir, porque sempre foi meio bobinho”*.

Um aspecto que também deve ser mencionado, refere-se ao confronto entre o trabalho com problemas, realizado da forma proposta, e os problemas como tradicionalmente tratados. Professores e alunos são unânimes em afirmar a dificuldade, a quase impossibilidade de voltar a trabalhar daquela forma tradicional, depois da descoberta de outras alternativas. Inúmeras são as observações registradas sobre alunos que se dirigem ao professor do ano anterior, lamentando a falta de continuidade do trabalho, ao mesmo tempo em que dirigem críticas ao estado de coisas, retomado: monotonia, falta de desafio, disciplina pela disciplina, falta de oportunidade de manifestação, avaliação “bancária”, são algumas das mais comuns, dentre tantas outras. *“Pena que, agora que a gente já tinha se*

*acostumado a fazer os projetos, mudou a professora. Ela nem deixa usar calculadora! A aula tá cada dia mais chata. Aqueles trabalho era tão bom! A gente nem via, e a aula já tinha terminado. Agora, fica todo o mundo olhando no relógio prá ver se vai bater. Mas eu vou continuar o projeto que eu fiz no ano passado, porque vou entrar no Clube de Ciências. O pai não tá muito de acordo, mas eu acho que a mãe convence ele”. AR (3, 8, f, f).*

Com os professores acontece a mesma coisa. Todos concordam que a primeira experiência é difícil: *“Ano passado eu fiquei com muito medo. Teve uma hora em que eu pensei em parar tudo e voltar ao jeito de aula que eu dava antes. Mas depois encarei e agora não mudo mais. Até porque a gente acaba aprendendo com os alunos, sem contar que eles aprendem muito mais e ficam muito mais à vontade”. A maior surpresa acontece com os professores com muitos anos de experiência: “Eu nunca imaginava que dava prá dar aula de um jeito diferente que eu sempre dei. Mas depois que experimentei, acho que vou me aposentar fazendo isso”.*

Estão entre os pontos de destaque, segundo os professores:

- o empenho e a participação dos alunos
- o envolvimento até (e principalmente, às vezes), dos alunos mais “rebeldes”
- o desenvolvimento do espírito de colaboração e iniciativa
- a participação dos pais e familiares nos trabalhos
- o desenvolvimento do espírito crítico

- a necessidade de domínio de conteúdo por parte do professor, e a capacidade de buscar informações além das quatro paredes da sala de aula (capacidade esta extensiva aos alunos)
- os que conhecem Vygotsky, mencionam quase que imediatamente a facilidade de trabalho na ZDP (talvez pelo desconhecimento de todas as implicações do conceito)
- as dificuldades de implementação do modelo de trabalho com SP, principalmente devido à burocracia da escola, são amplamente compensadas pelos resultados.

#### 4.2.3 - Alguns condicionantes da resolução

Acompanhando o processo de resolução de problemas por parte dos estudantes, é possível perceber semelhanças e diferenças que podem ser relacionadas a uma série de fatores que intervêm neste processo. Em se tratando das diferenças, alguns fatores se ressaltam: idade, nível de escolarização, nível de “rendimento escolar”, gênero. Em cada um, podem ser destacados pontos de interesse.

O fator idade se revela de particular importância quando se analisa o processo de SP em alunos que estão defasados na escolarização: por exemplo, um aluno de 3<sup>a</sup>. Série com 14 anos (normalmente, deveria estar na 8<sup>a</sup>. S.). Ora, em determinados aspectos, o seu desenvolvimento pode ser considerado adiantado em relação ao de seus colegas, de modo particular, o desenvolvimento físico e as características sexuais secundárias. Entretanto, verificando-se o seu passado escolar, muitas vezes é possível verificar uma

série de percalços, como entrada tardia na escola e/ou sucessivas reprovações, o que, segundo certas interpretações, caracterizaria baixo nível de desenvolvimento intelectual. Qual é, via de regra, o comportamento deste tipo de aluno diante de uma situação-problema?

Veja-se um caso. PSF (3, 13, f, m) é considerado, ele mesmo, um “problema”: desatento, com episódios de indisciplina e “falta de educação” para com os professores, família desestruturada, indesejado na formação de grupos de trabalho, cobiçado pelas meninas mais velhas da turma (é considerado um pequeno “garanhão”). Na segunda etapa de projetos, seu grupo foi sorteado com o trabalho sobre a vazão de um curso d’água (além dele, compunham o grupo: outro menino, de 9 anos e considerado fraco, mais duas meninas, de 9 e 10 anos, consideradas médias). O resultado, se surpreendente para outros professores, não o foi para o pesquisador e a auxiliar de pesquisa (professora da turma): o aluno manifestou capacidade de liderança no planejamento e execução das atividades, pontualidade nos trabalhos extra-classe (chegava sempre mais cedo, inclusive), criatividade para efetuar as medidas em situações de dificuldade (águas profundas e corredeiras), além de ter uma excelente participação na apresentação dos resultados (a despeito do péssimo português). Um dos seus comentários é lapidar: *“Pena que a gente não tem mais aulas assim!”* Segundo outros observadores, seu comportamento teve alteração significativa já durante o desenvolvimento do trabalho, quer no aspecto sociabilidade, quer na atenção aos conteúdos “normais” de sala de aula. Reporte-se ao que se disse no final do item 4.2.1: o engajamento numa atividade que representa um desafio, colocado, porém, de forma a propiciar a

exteriorização de suas capacidades, num ambiente em que elas se tornam importantes para o grupo (ser o “mais capaz” numa determinada circunstância), contribui para o crescimento da auto-estima e da auto-confiança, levando, conseqüentemente, ao alcance de resultados que se revelam profícuos, e não mais uma experiência “desastrada”. Não se pode esquecer o aspecto básico fomentador deste processo: não há um crescimento “*per se*”, há um crescimento “com” e “por causa” da relação com o outro - lembre-se o sentido inter → intrapsicológico do mesmo. Com certeza, desta constatação, se não pode ser generalizada, pode-se dizer que se repete em outras turmas e com outros alunos nas mesmas circunstâncias.

A questão da variável “rendimento escolar” também é interessante. Já se mencionou a maneira linear como, comumente, se classificam os alunos, neste particular, nos conselhos de classe: fortes, médios e fracos. Ora, parece importante analisar quais os critérios a partir dos quais estes rótulos são impingidos aos estudantes. Evidentemente, o parâmetro mais imediato é a nota obtida em provas, exercícios e trabalhos. Tomando-se como regra geral a descrição já feita sobre o cotidiano das aulas, na área de Ciências, pode-se ter uma idéia sobre o pequeno alcance destes instrumentos para aquilatar o nível de desenvolvimento intelectual do aluno, **mesmo que limitado ao passado**, na visão vygotskiana. Se a aula é meramente expositiva, seguida de exercícios de “fixação” e de uma prova composta de X perguntas selecionadas entre nX, propostas anteriormente, infere-se que a boa memorização é a única capacidade de que o aluno deve efetivamente dispor (ressalvando-se a capacidade de colar sem ser surpreendido!). Com raras exceções, é sobre esta sequência que se faz a

classificação acima mencionada. Não se deve esquecer, entretanto, de um outro componente importante na nota final, que é o “comportamento” : em outras palavras, um aluno intelectualmente menos dotado, mas “comportado”, isto é, que não causa problemas disciplinares, não incomoda (mesmo que não participe ou demonstre entusiasmo pelas atividades propostas), sempre terá oportunidade de uma chance, de levar alguns “pontinhos a mais” , se comparado a outro que é agitado, critica, responde, deve ser frequentemente repreendido ou, até (maior culpa, ainda) deve ser enviado à Direção, para que esta tome as providências cabíveis: mesmo que o seu desempenho, diante do conteúdo assim apresentado, não seja dos mais medíocres, terá como punição o decréscimo dos mesmos “pontinhos”.

Ora, a situação se manifesta alterada significativamente num processo de solução de problemas, como aquele aqui proposto. A disciplina, a metodologia de trabalho, a distribuição do tempo, a atribuição de responsabilidades, acontecem de forma absolutamente diferentes. A pura memorização é relegada a um segundo plano, priorizando-se a criatividade, a iniciativa, a originalidade, a “paixão”, a capacidade de busca de informações, a seletividade de métodos alternativos, a abrangência do produto. Em aproximadamente 75 % da população estudada, até onde possível classificar os estudantes com os mesmos rótulos que aqueles usados tradicionalmente, porém baseando-se no modelo proposto, esta classificação não coincidia. Destarte, cabe distinguir os três tipos de grupos que se salientam como extremos, mesmo admitindo que, entre eles, possam ser intercaladas inúmeras variações intermediárias.

No primeiro tipo de grupo, reúnem-se alunos considerados “fortes” dentro dos parâmetros convencionais, na maioria dos casos, somente meninas; somente meninos, em menor número, e raros grupos mistos. São grupos que avançam razoavelmente bem nos aspectos teóricos do problema, porém, via de regra, tropeçam quando da realização de atividades práticas. Manifestam falta de iniciativa e de habilidades manuais necessárias. Em geral, tem melhor condição econômica e, conseqüentemente, melhor condições de estudo, em casa (computador, vídeo, enciclopédias, acesso a bibliotecas). Predomina o individualismo (cada um faz uma parte do trabalho) em detrimento da colaboração. Não é incomum que um elemento faça todo o trabalho, com a mínima participação dos colegas.

Num segundo tipo, reúnem-se alunos considerados “fracos”, em geral compostos só por meninos ou só por meninas, havendo também poucos grupos mistos. São grupos que não tem um bom domínio dos aspectos teóricos da situação em estudo, mas têm desempenho razoável nas atividades práticas: saem-se bem quando se trata de construir, medir, correr, desmontar, porém tem dificuldades no estabelecimento de relações mais sólidas e consistentes entre os resultados de cada atividade e os respectivos fundamentos teóricos. Muitas vezes, pertencem a famílias de menor condição econômica, sendo que alguns alunos participam na renda familiar através do seu trabalho, mormente na área de serviços. Não são incomuns manifestações de individualismo e de concorrência entre os componentes, além de discussões motivadas por assuntos alheios ao trabalho.

Os condicionantes desta distribuição são mais ou menos evidentes, bem como sua origem cultural e ideológica. Segundo suas próprias expressões, determinado tipo de tarefa “*é coisa de menino*” ou “*imagina se meu filho vai meter a mão nisso*” (em outras palavras, “isso é coisa de pobre”). Consciente ou inconscientemente, a escola reproduz e alimenta estes preconceitos, com procedimentos que vão desde a definição da grade curricular até os mecanismos de avaliação. Na comunidade escolar em estudo, destaca-se um terceiro tipo de grupo, que constitui a minoria, composto por elementos de ambos os sexos e de alunos classificados em mais de uma das categorias mencionadas: fortes, médios e fracos. Em geral, contam com uma liderança definida. Há uma nítida divisão de trabalho, mas os laços de colaboração são mais estreitos que nos outros casos. Em outras palavras: o grupo aproveita ao máximo as capacidades de cada um, sem maiores preconceitos quanto à importância maior ou menor do tipo de participação. No processo de solução de problemas, constituem os grupos que atingem os melhores resultados, isso é, apresentam a melhor **resolução**. Vale lembrar que este comportamento é mais nítido, acontece de maneira mais acentuada, quando os grupos são formados espontaneamente, sem a interferência do professor. Esta interferência, mesmo quando objetiva a formação de grupos com estas características, acaba sendo contraproducente. De qualquer maneira, a constituição ideal dos grupos é um problema a ser resolvido a médio e longo prazo, isso é, não é no decorrer de um ou dois anos letivos que se pode ter a pretensão de criar uma consciência generalizada sobre as vantagens do trabalho com tal tipo de grupo e com tal tipo de comportamento. Cabe ao professor, ao menos, discuti-lo com os alunos, fundamentando os argumentos naquilo que se observa no decorrer e ao final

do trabalho. De qualquer forma, **o último tipo de grupo citado, se apresenta como aquele em que o trabalho na ZDP acontece explicitamente: não só a interferência do mais capaz por princípio (o professor), mas a do mais capaz dos pares, cada um o “mais” em sua especialidade e naquela circunstância, contribui para o desenvolvimento individual de todos, bem acima do que se poderia esperar com o trabalho individual.** Ou seja, o problema tem a sua solução otimizada, em todas as suas etapas, em função desta contribuição. O reconhecimento das capacidades específicas e as vantagens da sua agregação ao trabalho comum, por parte dos alunos envolvidos, ultrapassa, muitas vezes, os resultados da avaliação do próprio professor. É o caso de sugerir que a escola invista mais nesta modalidade de trabalho (e de avaliação), para que todos os benefícios presentes nesta vertente teórica possam ser explorados no cotidiano escolar.

Veja-se agora o caso da influência da variável “nível de escolarização”. Associada à idade, ela se apresenta como uma das mais importantes para explicar as diferenças de comportamento na resolução de problemas entre as crianças e os jovens (neste caso, alunos de 3<sup>a</sup>. e 8<sup>a</sup>. S. de 1<sup>o</sup> G., respectivamente). Donde decorre esta importância? De acordo com o que Vygotsky propõe sobre o desenvolvimento dos conceitos, os alunos que, no Brasil, frequentam o Ensino Fundamental, em condições normais, estão num período típico de transição entre a fase dos pseudoconceitos e os conceitos propriamente ditos, conforme já mencionado. Ora, na fase dos pseudoconceitos, a semelhança com os conceitos é apenas fenotípica, sendo substancialmente distintos os mecanismos envolvidos. **Esta transitoriedade, esta distinção básica, também se manifesta na resolução de problemas.**

Não se está afirmando que o fenômeno é geral, tanto no sentido de que há estudantes de 3<sup>a</sup>. S. que já atingiram uma situação mais avançada no desenvolvimento de alguns conceitos e há estudantes de 8<sup>a</sup>. S. que ainda manifestam comportamentos próprios da fase pseudoconceitual, tanto no sentido de que a passagem de uma fase para outra não abarca, uniformemente, todo o espectro de “conteúdo científico” com que o aluno trabalha (quer dizer, ele pode estar pensando pseudoconceitualmente em uma certa área, e conceitualmente em outra, em função dos próprios elementos que determinam a passagem de uma à outra forma). Assim sendo, cabe destacar aqui alguns casos em que esta diferenciação se manifesta de maneira mais acentuada.

Para tanto, uma primeira providência é arrolar quais sejam as supostas semelhanças na SP, verificando em que termos elas podem ser expressas. Em seguida, cabe explicitar as diferenças, distinguindo aquelas que são meramente casuais (porque relacionadas com os domínios de conteúdo atingidos pelos protagonistas, como o ferramental estatístico e matemático, por exemplo) e aquelas que se referem à estrutura, ao tipo de **operações** envolvidas. O que se pretende, é estabelecer um paralelo entre o que Vygotsky caracteriza como pseudoconceito e como conceito propriamente dito, e a resolução de problemas. Ora, se no caso dos conceitos, as distinções se dão no nível genotípico, enquanto no nível fenotípico não se percebe diferenciação, pode-se esperar que, na resolução de problemas, dada a sua íntima relação com o desenvolvimento dos conceitos, esta distinção também aconteça, e no mesmo nível. Assim sendo, a questão primordial se situa em detectar, nos diversos procedimentos de resolução de problemas, a

existência de semelhanças (fenotípicas) e diferenças (genotípicas), estas caracterizadas pelos mesmos elementos que caracterizavam os pseudoconceitos e os conceitos propriamente ditos. Em última análise, há que se responder à interrogação: assim como existem pseudoconceitos e conceitos, existem pseudo-soluções e soluções de problemas?

A resposta a esta interrogação pressupõe uma análise:

- a) das semelhanças existentes na SP, entre alunos de 3<sup>a</sup>. e 8<sup>a</sup>. S., especialmente nos projetos que respeitam ao mesmo assunto e propõe mesma metodologia;
- b) das diferenças manifestadas, desde que intrínsecas ao processo de resolução e alheias a fatores devidos ao arsenal de ferramentas disponíveis para tanto (procedimentos estatísticos e matemáticos, em particular);
- c) de elementos complementares, disponíveis principalmente nos projetos da terceira etapa da intervenção, quando outros parâmetros, como tipo de assunto, metodologia de abordagem, resultados esperados, propostas de ação, podem ser avocados para iluminar aspectos menos esclarecidos nos dois itens anteriores.

Tome-se como primeiro exemplo o problema do peso específico. Ele pode ser expresso de diversas formas, porém de qualquer maneira, trata-se de determinar o peso ou o volume de um certo objeto, conhecendo-se um dos dois valores mais o peso específico do material que o forma. A questão se torna problemática, quando se trata, por exemplo, de um bloco de basalto ao lado de uma rodovia em construção ou de um bloco de granito que deve ser cortado, devido ao tamanho das referidas peças. A

atividade prevê o estabelecimento de uma relação entre peso e volume, com pedaços de material, de fácil manuseio, de tal forma que os resultados possam ser extrapolados para pedaços maiores, de difícil manuseio. Detalhes são dados no anexo 11f.

A primeira providência é a construção da balança, uma vez que, em determinado momento, já se usa o conceito de peso específico da água (existe equivalência numérica entre as respectivas unidades: 1 gf de água (peso) para 1 cm<sup>3</sup> (volume), etc.). Neste ponto, não são observadas diferenças, inclusive na percepção de que os intervalos entre as marcas de peso, na balança, vão diminuindo, e que a sensibilidade da balança muda, conforme o lugar do braço em que se pendura o copinho. A maior precisão obtida pelos alunos da 8<sup>a</sup>. S. se deve exclusivamente à maior habilidade manual dos mesmos.

O segundo passo consiste em efetuar medidas de peso (através da balança) e de volume (através de recipiente graduado, contendo água), de diversos pedaços de um certo material, com diferentes tamanhos. Neste momento é possível verificar que alguns grupos de 3<sup>a</sup>. S. não conseguem perceber imediatamente a proporcionalidade entre as variáveis, como: se aumenta o volume, deve aumentar o peso, uma, duas, cinco vezes, etc. Estes grupos aceitam sem discussão que, num caso, a relação entre as medidas possa ser 2 : 4, e logo em seguida, seja 10 : 5, o que caracterizaria um flagrante equívoco de medida num ou noutro caso, seja no peso, seja no volume. Apenas depois de várias medidas, a percepção fica mais clara. Estes grupos não conseguem estabelecer um vínculo entre o procedimento de

calibragem da balança, feita via peso específico da água, e a atividade atual, onde a proporcionalidade também deve vigir, por correlação, quanto mais supor uma causa, aventar uma hipótese sobre os “por quês” desta proporcionalidade e deste vínculo: é a falta de um dos principais requisitos para a caracterização do conceito, ou seja, a possibilidade de volta do mesmo, “finalmente apreendido e formulado a um nível abstrato, a novas situações concretas que devem ser vistas nesses mesmos termos abstratos”. (VYGOTSKY, 1991, p. 69). Nos grupos de 8<sup>a</sup>. S., isso não acontece: havendo apenas uma discrepância, os próprios alunos a percebem e refazem as medidas sob suspeição. Também acontece uma vinculação imediata com o peso específico da água, antes utilizado, com a questão do afundar ou boiar na água, em função do peso específico, etc.

Em seguida, há que se considerar, quando da confecção do gráfico representativo das medidas efetuadas, a questão dos limites; neste caso, em especial, o ponto de origem, ou seja  $(x, y) = (0, 0)$ . A idéia de que, diminuindo uma variável, a outra também diminui, não oferece dificuldades além das mencionadas. Porém, a “passagem ao limite”, quer dizer, imaginar o que ocorre quando uma delas se aproxima de zero e, mais ainda, imaginar a possibilidade de que um dos valores seja zero, de tal forma que, em termos matemáticos, o limite inferior do intervalo abrangido seja zero (intervalo aberto à esquerda), é mais problemático na 3<sup>a</sup>. S., principalmente com o 1<sup>o</sup> e 2<sup>o</sup> grupos mencionados anteriormente. Dificuldade semelhante se apresenta em outros projetos, quando os limites inferiores não são bem determinados: por exemplo, no caso da relação entre medidas de envergadura e altura. Todos sabem que deve existir um limite mínimo e um máximo, já que nenhum

ser humano nasce e morre com valores que os extrapolem - este é um ponto pacífico. Trabalhar, porém, num intervalo de números em que os limites tenham sido estabelecidos a partir de uma medida concreta (aliás, impossível, porque não se sabe quem o menor nascituro do mundo nem qual o maior representante da espécie *Homo sapiens* - nem o Guinness Book é confiável, neste momento), afigura-se mais difícil para os alunos de 3ª. S. As interrogações surgem principalmente no momento da confecção dos gráficos: começar de zero? Não, porque ninguém nasce com esta dimensão, nas variáveis em questão. Arbitrar um valor, ao acaso, menor que qualquer valor experimentado, inclusive para facilitar a divisão das coordenadas? Mas que valor deve ser este, que foge da experiência concreta e se situa no campo da imaginação?

Utilizando o ferramental estatístico e matemático disponível, é possível, com os alunos da 8ª. S., fazer uma estimativa visual da reta representativa da sequência das medidas efetuadas, como um modelo matemático para o fenômeno em estudo: na expressão  $y = a \cdot x$ , desde que se saiba o valor de  $x$  ou de  $y$ , é possível determinar um ou outro, sendo “a” o valor do peso específico calculado a partir dos dados experimentais, como uma média das razões peso/volume ou como tangente do ângulo formado pela reta representativa e o eixo das abcissas. Com os alunos da 3ª. S., a possibilidade de extrapolação para valores além daqueles dados experimentais, também existe, mas fica limitada ao manuseio do próprio gráfico, sem considerações de ordem algébrica (funções).

A análise do aspecto genotípico, entretanto, deve levar em consideração outros fatores. Os alunos de ambas as séries, afinal das contas, conseguem chegar à resposta solicitada: se os experimentos ficaram limitados a um intervalo  $(0, p)$  e se necessita saber o que acontece com um valor “ $n$ ” vezes maior, “ $n \cdot p$ ”, tanto um quanto outro processo fornece a resposta, independentemente do grau de precisão da mesma: o problema fica **resolvido**. As operações envolvidas, entretanto, são diferentes. O manuseio de uma função implica na idéia de uma regularidade formal, lógica, entre as variáveis, diferente da idéia de uma relação apenas factual, material, empírica, experimental. A diferença entre ambas é a consubstanciação da diferença entre conceito e pseudoconceito, entre solução e pseudo-solução. Para as crianças de 3<sup>a</sup>. S., “peso específico” é um início de unificação de impressões desordenadas sobre peso e volume. Para os alunos de 8<sup>a</sup>. S., “peso específico” permite isolar elementos, abstraí-los e examiná-los separadamente da totalidade da experiência concreta de que fazem parte, cf. (VYGOTSKY, 1991, p. 66). A diferença não está na expressão da relação (função), mas na própria possibilidade de elaboração desta idéia: o termo “peso específico” é compreendido pelos dois grupos de alunos (tanto é que há possibilidade de comunicação entre ambos), porém seu significado é diferente para eles (descrição X interpretação).

Veja-se um segundo exemplo, o caso da tensão superficial da água (anexo 11g.). O primeiro passo é constatar a existência de “algo” diferente na interface água/ar, o que pode ser feito sem maiores dificuldades (agulha ou gilete boiando sobre a lâmina d’água, a gilete, inclusive, suportando pequenos corpos colocados sobre a mesma). Também não oferece

dificuldade o estabelecimento de uma relação entre a tensão superficial e o tamanho de uma gota de água, quando se usam conta-gotas de idênticos diâmetros - a possibilidade de trabalho com a fórmula da  $t_s$ , com alunos da 8ª. S., é circunstancial. Assim também, quando da verificação de que a adição de algum elemento tensoativo à água modifica aquele “algo” existente na interface e, conseqüentemente, modifica o tamanho e o peso das gotas.

Reporte-se agora ao problema inicial, ou seja, verificar se existe uma relação entre soluções com % diferenciadas de detergente (elemento tensoativo) na água, e a variação da  $t_s$ . Com alguns grupos de 3ª. S., acontece o mesmo fato verificado no exemplo anterior: não é evidente para os mesmos que, se “x” gotas de detergente possuem um efeito “y” no tamanho de uma gota e, portanto, um efeito “z” na tensão superficial, e um acréscimo de gotas causa uma determinada variação em “y” e em “z”, um segundo acréscimo não pode causar efeito contrário. O fato é mais complicado ainda, dada a inversão que se verifica, neste exemplo, na relação: quanto maior “x”, menores serão “y” e “z”.

Por outro lado, há um elemento facilitador: neste exemplo, os limites inferior e superior são bem definidos. Dadas certas condições ambientais (calor e temperatura, dentre outros), a tensão superficial da água pura e do detergente puro (100 %), ficam bem determinados, podendo, inclusive, ser obtidos na literatura especializada. Onde estão, assim, as diferenças esperadas, entre os estudantes das séries consideradas?

As diferenças aparecem, particularmente, quando se trabalha, de forma comparativa, com diversos tipos de detergente. De novo, a afirmativa é mais incisiva em relação aos grupos indicados anteriormente: se a mesma % de detergente na água, provoca maior ou menor variação no tamanho de uma gota e a conseqüente maior ou menor  $t_s$  da água, o problema, de certa forma, está resolvido - este detergente é mais fraco ou mais forte do que o outro. Não se conseguem, porém hipóteses adequadas sobre o comportamento das gotas (e da  $t_s$ ), válidas para todo o espectro das porcentagens. Não é o caso dos alunos da 8<sup>a</sup>. S. Neste caso, em sua maioria, conseguem prever, a partir dos resultados obtidos com a primeira solução água/detergente B, o que vai acontecer com todas as demais soluções (de porcentagens diferentes), em relação ao que ocorria com a mistura água/detergente A, por exemplo.

Pode-se considerar que, para os primeiros a resolução do problema permanece no nível das individualidades, das relações empíricas. Cada resultado é um resultado, e a solução deriva do peso (influência) que um maior número de respostas num sentido exerce sobre o peso do número de respostas obtidas noutra sentido. Ou seja, o que acontece mais vezes determina o que deve ser o trajeto até a solução: se  $x_1 > x_2$  e, portanto,  $z_1 < z_2$ , ocorrer mais vezes, então é este o fator determinante da resposta. Para os segundos, estabelece-se uma relação lógica entre as variações de “x” e de “z”, e a lógica desta relação é que permite fazer a comparação entre os diversos detergentes. Há mesmo casos em que os alunos estabelecem uma relação equivocada entre as variáveis (achando que “x” e “z” são inversamente proporcionais: se  $f(x) = z$  então  $f(2x) = z/2$ , o que não é

verdade), mas respondem às questões colocadas, baseando-se nesta supostamente verdadeira relação. Novamente: em ambas as turmas, os estudantes chegam a uma resposta adequada, quer dizer, resolvem o problema. As operações que utilizam, entretanto, são diferentes. Não se trata de lidar de forma diversa com o conceito de função, já que a idéia de regularidade também pode existir, até na 3<sup>a</sup>. S. Repita-se: a questão não está no maior domínio da álgebra, por parte dos estudantes da 8<sup>a</sup>. S.; a diferença está na impossibilidade de lidar com esta idéia, usando-a como uma “teoria” que possa ser utilizada concretamente em situações diversificadas. Segundo Vygotsky:

“... o conceito desenvolvido pressupõe algo além da unificação. Para formar este conceito também é necessário *abstrair, isolar* elementos, e examinar os elementos abstratos separadamente da totalidade da experiência concreta de que fazem parte. Na verdadeira formação de conceitos, é igualmente importante unir e separar: a síntese deve combinar-se com a análise.” (VYGOTSKY, 1991, p. 66).

Além disso, “um conceito só aparece quando os traços abstraídos são sintetizados novamente, e a síntese abstrata daí resultante torna-se o principal instrumento do pensamento” (VYGOTSKY, 1991, p. 68).

Para colocar à prova estas primeiras conclusões, resolveu-se ampliar a experiência. Verificava-se que as maiores alterações de  $t_s$  ocorriam nas soluções onde a concentração de detergente era menor. Então, dividiu-se o conjunto de 0 a 100 % em um subconjunto de 0 a 10 % e este, novamente, de 0 a 2 %, cada um com 10 divisões, onde as alterações são mais visíveis. Os resultados das observações foram semelhantes. Diversos grupos de 3<sup>a</sup>. S. entrecruzaram dados dos diversos tipos de detergente,

mesmo sob a evidência, cada vez mais forte, do efeito da adição de detergente, em cada caso. Isso não aconteceu na 8<sup>a</sup>. S., com nenhum grupo.

Percebe-se, portanto, que na resolução de problemas também acontece uma semelhança fenotípica entre as respostas dadas por estudantes de 3<sup>a</sup>. e de 8<sup>a</sup>. S., tanto é que (repetindo), eles se comunicam e se entendem entre si quanto aos procedimentos e quanto às respostas. Há uma diferença genotípica, que se refere às operações mentais utilizadas para chegar ao resultado: **há uma solução e uma pseudo-solução do problema.** Esta diferença se manifestou, mais ou menos explicitamente, com maior ou menor ênfase ou com alguma variação nos grupos envolvidos, em todos os trabalhos que demandavam algum tipo de relação entre variáveis, tais como o lançamento de projéteis, as medidas de distância e altura, a absorção de água, etc. Manifestou-se também naqueles projetos em que, de qualquer forma, não existe uma “lei” definindo aquela relação, apenas uma “tendência” mais ou menos evidente, como na relação entre Pressão Máxima de Expiração e outras variáveis como peso, perímetro torácico, idade, etc. Isso elimina a possibilidade de que o tratamento algébrico e estatístico mais sofisticado possa estar interferindo na formulação das respostas.

Finalmente, há que se considerar a diferença entre os gêneros. Existe um estereótipo mais ou menos estabelecido socialmente, de que meninos se dão melhor em atividades práticas e meninas em atividades teóricas, e muitas “confirmações” só podem ser aceitas porque justificadas pelo estereótipo estabelecido. As generalizações, neste campo, são sempre perigosas. O “não sentir-se capaz” para a execução de uma tarefa pode ser o

fruto de uma educação toda voltada para o condicionamento nesta direção: quando um pai diz, como já citado, “*isso é coisa de menino*”, com certeza não está dando incentivo a que sua filha execute determinada tarefa, nem que se sinta em condições de fazê-lo. Por outro lado, a aula tradicional favorece o melhor desempenho das meninas, na medida em que, ainda mais direcionadas à submissão, enquanto os meninos o são para a independência (vide caráter conservador da comunidade, descrito no Contexto de Estudo), incentiva o cumprimento das determinações superiores, o tema bem feito, o capricho no material escolar e outros requisitos semelhantes que caracterizam o “bom aluno”, o qual, conseqüentemente, alcança a melhor nota. O menino é chamado, comumente, para colaborar em tarefas que exigem força, “não ter medo”, “mexer com eletricidade”, coletar material no cimo das árvores ou tratar de animais “nojentos” (expressão inclusive usada por professores, em aulas de Ciências!). As meninas são requisitadas para fazer cartazes, maquetes, cartões, apresentações artísticas onde se saliente a dança, a voz e outras formas de expressão corporal. Sem dúvida, sempre existem as exceções.

Este é um quadro que, no desenrolar das tarefas descritas para a solução de problemas, pertinentes a esta pesquisa, gradativamente, mas com muita ênfase, vai se modificando. Os papéis determinados pelo gênero deixam de ser tão explícitos assim. Os melhores trabalhos, quer dizer, aqueles em que a solução de problemas apresentou os melhores resultados, foram realizados por grupos liderados por meninas, e o êxito deve ser computado tanto aos aspectos teóricos quanto aos aspectos práticos em que exerceram sua liderança. Numa situação inversa, meninos que não se

manifestavam positivamente (de acordo com os parâmetros tradicionais), em nenhuma atividade, despontaram com manifestações de iniciativa, criatividade, participação e liderança, quando colocados diante de situações em que exigidos para tanto. Esta situação fica mais evidente com os adolescentes e jovens, na medida em que começam a elaborar, mesmo que timidamente, seus projetos de vida, a partir das primeiras experiências de trabalho, sexo, conflitos familiares ou escolares, etc.

Por outro lado, deve ser evidenciado, novamente, o que foi referido quanto aos tipos de grupos formados pelos alunos: se o terceiro tipo é mais difícil de se formar com os alunos de 3<sup>a</sup>. S., já se torna mais corriqueiro na 8<sup>a</sup>. S., quando, aos poucos, os estudantes percebem a vantagem de associar as “mais capacidades” de cada um, para um melhor desempenho do grupo como um todo (além, é claro, das vantagens que este tipo de grupo oferece para encontros extra-classe, conversas mais particulares, etc., que sempre são bem-vindas!). As capacidades específicas de cada participante, como indivíduo e como representante de determinado gênero (mesmo que cunhadas sob uma dominância cultural bem determinada), acabam se tornando fatores importantes para a determinação dos resultados obtidos em cada atividade. Isso vale para todas as etapas do trabalho, desde a problematização, até o planejamento das atividades finais.

Voltar-se-á a mencionar o assunto. Ressalta-se, agora, que na escolha dos temas, quando dos projetos do terceiro tipo, fica evidente a predominância daqueles que atendem os interesses da maioria (em termos de gênero) que constitui o grupo. Isso vale também para a forma de

desenvolvimento do trabalho, ou seja, a metodologia, e a sugestão de ações (a realizar ou somente propostas), diante dos resultados obtidos. Vale salientar: a capacidade de aprofundar o tema, de descobrir enfoques diferenciados, de propor soluções radicais (exequíveis ou utópicas), não é privilégio de algum tipo especial de estudante, seja qual for a sua idade, série ou gênero. São comuns expressões do tipo: *“Quem diria, esta menina nunca fez nada, e agora está aí, é quem mais trabalha no grupo. Será o quê que deu nela?”* ou então: *“Gozado, ele parecia o mais quietinho da turma e agora não pára mais de falar nesse trabalho. Já está até dando umas namoradinhas com a menina que está no grupo, com ele!”*

Atente-se que esta questão das diferenças na resolução de problemas, não pode ser analisada linearmente. Idade, sexo, grau de escolarização, origem étnica, nível sócio-econômico, são apenas alguns dos fatores que devem ser alinhavados, de tal modo que se possa traçar todo o complexo de interações que as determinam, ou que reforçam semelhanças, ou que demarcam todo o universo de possibilidades entre semelhanças e diferenças extremas. Assim também, verifica-se que o processo é dinâmico, quer dizer elas podem modificar-se, reforçando-se ou diluindo-se à medida que os trabalhos se desenvolvem, que passa a idade, que as séries se sucedem... Não resta dúvida que a resolução de um problema, em última instância, é uma questão ao mesmo tempo **particular**, porque relacionada às peculiaridades do próprio problema e das pessoas ou grupo nele envolvidas, e ao mesmo tempo **social**, porque a gênese do problema, seu equacionamento e as ações que devem ser desenvolvidas para sua solução, estão relacionadas com o meio no qual ele se manifesta, e suas idiossincrasias.

#### 4.2.4 - A questão da problematização

A capacidade de problematizar, isto é, perceber situações-problema e posicionar-se diante das mesmas, em nível acima daquele ditado pelo senso comum, pode ser aquilatada, neste trabalho, através dos instrumentos aplicados inicialmente; pelo acompanhamento dos alunos no decorrer das atividades, e pelos relatórios dos projetos ao final de cada ano letivo (sobre a análise documental, ver LÜDCKE & ANDRÉ, 1986, p. 38-44). Esta avaliação não envolve, como já foi dito, uma simples comparação “antes-depois”, mas respeita a um enfoque genético que permite se possa lançar uma luz sobre o nascimento e o desenvolvimento dos fatores que contribuem para cada resultado. Nestes termos, é conveniente aprofundar-se um pouco sobre a situação encontrada antes da intervenção.

O questionário inicial e o jogo, trazem à luz alguns dados de amplo interesse. A tabela abaixo apresenta a percentagem de cada um dos itens determinados pelas categorias de análise, com valores calculados sobre o total de respostas (e não sobre o total de alunos sob investigação). Para facilitar a comparação entre os resultados concernentes à 3<sup>a</sup> e 8<sup>a</sup> S., alguns dos mesmos estão resumidos abaixo:

Tabela 2

Comparação percentual de respostas para os instrumentos iniciais de coleta de dados sobre a capacidade de problematização

	3ª. S.	8ª. S.	TOTAL
<b>a) ABRANGÊNCIA</b>			
PESSOAL (PE)	24,99	9,11	34,1
FAMILIAR (FA)	14,27	7,27	21,54
ESCOLA (EC)	4,28	3,99	8,27
COMUNIDADE (CO)	4,9	8,82	13,72
MUNICÍPIO (MU)	3,36	0,10	3,46
ESTADO (ES)	2,44	2,25	4,69
PAÍS (PA)	3,05	7,37	10,42
MUNDO (MD)*	0,00	2,54	2,54
<b>b) CRITICIDADE</b>			
ALTA	2,1	19,13	21,23
MÉDIA	18,72	15,46	34,18
BAIXA	36,47	6,86	43,33
<b>c) RELAÇÃO CC/CE</b>			
SIM	3,53	1,51	5,04
NÃO	53,76	39,94	93,70
<b>d) EXEQUIBILIDADE</b>			
1	23,59	24,92	48,50
2	7,75	9,50	17,25
3	25,95	7,03	32,98

\*incluído em função do aparecimento em alguns questionários e jogos

Alguns pontos devem ser destacados:

- chama a atenção a alta % para a exequibilidade máxima; atente-se, porém, para o fato de que os dados que mais contribuem para tal valor derivam de respostas “não” para a relação CC/CE. De maneira geral, isso significa que, com referência aos problemas do cotidiano, os alunos encontram maior facilidade em apontar soluções, mesmo que a criticidade não seja alta.
- na maioria dos problemas tratados, não se utiliza a relação CC/CE para sua explicitação. Em outras palavras: como a maior parte dos problemas envolve fatos do cotidiano, o ferramental científico e matemático já trabalhado na escola acaba parecendo desnecessário (num momento inicial), para tratar sobre os mesmos.
- aparentemente, não há muita diferença (quantitativamente) entre as respostas das duas séries consideradas - digamos assim, a prolixidade seria mais ou menos semelhante. Ledo engano: os alunos de 3<sup>a</sup> S. limitam-se a pontuação dos problemas (sem que se entre no seu mérito); os de 8<sup>a</sup> agregam à descrição toda a carga de elementos circunstanciais envolvidos, e que, posteriormente, estarão agregados à sua fórmula de resolução. Evidencia-se, aqui, a distinção entre pseudo- e efetiva resolução de problemas, enquanto pré-disposição quanto ao que um “problema” realmente seja significante para a vida de cada sujeito.

- dentre os espaços mais vazios da grade apresentada, salienta-se a criticidade: **alta** e a relação CC/CE: **sim**, para ambas as séries em estudo; parece que a escola, tratando “solução de problemas” da forma tradicional, não promove maiores progressos neste sentido.
- os interesses dos alunos de 8<sup>a</sup> S. estão mais diluídos ( aparecem inclusive mais referências ao Brasil e ao mundo); os alunos de 3<sup>a</sup> S. se limitam mais a assuntos pessoais ou de seu entorno próximo; este avanço pode ser relacionado ao que dizem MEADOWS et al. (1985, p. 116);
- predomina a inexistência da relação CC/CE, para ambas as séries estudadas - pode-se pensar: a escola tradicional está fazendo algo a este respeito?
- uma das diferenças mais salientes é a concentração de alta criticidade (19,13 %) para 8<sup>a</sup> S., mesmo que incluídos no item “não” para a relação CC/CE - a concentração para a 3<sup>a</sup> S. é em baixa criticidade (36,47 %).

A partir destas observações, é possível fazer o acompanhamento da progressão dos diferentes grupos, em sua trajetória pelos três tipos de projetos executados. Como é seu comportamento? Ocorrem variações significativas, sob a ótica de algumas destas categorias? Em caso positivo, quais são e como se manifestam? Em caso negativo, como explicar a não-ocorrência?

#### 4.2.5 - Análise de alguns projetos:

##### 4.2.5.1 - estudo do movimento de um pêndulo (anexo 11b.).

O estudo do movimento de um pêndulo tem particular interesse para este trabalho, na medida em que:

- é de fácil execução, não exigindo recursos que não estejam à disposição de qualquer professor, em qualquer escola de rede pública;
- os resultados obtidos através da atividade prática dificilmente se afastam daqueles esperados teoricamente, ou seja, dificilmente aparecem “surpresas” cujas causas o professor tenha dificuldade de discutir com os alunos;
- presta-se muito bem para a análise do processo de resolução de problemas, por parte dos alunos, independentemente das variáveis que possam intervir no processo.

Coloca-se como problema a relação entre comprimento e período. Se, por um lado, a maioria responde positivamente (sim, existe uma relação), ocorre uma grande variedade de respostas quanto à justificativa para o fato. A principal diz respeito ao peso colocado na extremidade do barbante. Esta questão pode ser dirimida dividindo os grupos em dois conjuntos, cada um trabalhando com pêndulos de mesmo comprimento, porém com pesos diferentes. Verificar-se-á que o peso não intervém significativamente. A partir disso, pode-se partir para a atividade propriamente dita, ou seja, cada grupo realiza a atividade com barbante de comprimento diferente, mantendo

constante a amplitude que, como descrito, deve ser pequena em relação ao comprimento. Os resultados são repassados aos demais alunos (via lousa ou transparência), e devidamente graficados. O que depreendem os alunos, deste gráfico?

- o comprimento influencia no período, ou seja,  $\text{Período} = f(\text{comprimento})$ ;
- quanto maior o comprimento, maior o período;
- a relação comprimento/período não é direta (linear), quer dizer, dobrando o comprimento não dobra o período, e assim por diante;
- a relação, entretanto, segue uma sequência, “tem uma lógica”, que pode ser descrita, percebida grafica ou analiticamente, conforme a turma;
- na 8<sup>a</sup>. S., é possível avançar com o raciocínio: se o gráfico representativo não é do tipo  $y = k$  (função constante, polinômio de grau zero), nem do tipo  $y = k \cdot x$  (função linear, polinômio de grau 1), mas se situa **entre** os gráficos respectivos, ele deve representar uma função de grau intermediário, e o “chute” mais imediato é que seja um polinômio de grau 0,5, ou seja, algo elevado ao expoente 1/2, ou seja, algo a ver com raiz quadrada (como se configura, pela fórmula dada pela Física);
- de qualquer forma, quer através da fórmula, quer através do gráfico, é possível fazer extrapolações para comprimentos maiores (no projeto, foram feitas extrapolações para até 8 m, executando as devidas verificações posteriores - valores experimentais).

Qual a conclusão a que se chega? Em outras palavras: “e daí?” Chega-se à conclusão, por exemplo, do por quê ser móvel, e não fixo, o peso existente no pêndulo dos antigos relógios: mude-se a posição do peso

nele afixado, mudar-se-á o comprimento, mudar-se-á seu período e ele (o relógio), vai “andar” mais depressa ou mais devagar. Vale o mesmo para o metrônomo, que marca o compasso de uma música.

Está resolvido o problema: sabe-se que a relação existe, e se sabe qual sua natureza (ressalvando-se com este “sabe-se” tudo o que se viu até agora sobre as diferenças na resolução). Resta discutir uma questão: a fórmula física, ou seu modelo matemático, não é deduzida pelo aluno, mas é “dada” pelo professor. Ora, a relação entre as variáveis é flagrante: não houve nenhum caso em que os alunos apresentassem como resultado uma relação inversa, por exemplo. A marcação do ponto de origem, não experimental, mas imaginado, também não apresentou problemas: *“Ora, se não tem barbante, não tem pêndulo”*. (ASJ, 3, 9, f, f). A utilização dos dados experimentais para realizar a extrapolação levou a resultados aceitáveis, quer estatisticamente, quer pela própria percepção dos alunos: *“Deu um pouquinho a menos, professor. Mas também, se a F. (colega de grupo) tivesse caprichado mais antes, o gráfico ia sair melhor e a gente não tinha errado tanto.”* (TR, 3, 9, m, m). Usando uma concepção vygotskyana, pode-se pensar, novamente, em uma aproximação entre o científico e o não-científico: a fórmula dada, extraída de um conjunto de conhecimentos sistematizados como “Ciência”, reveladora de uma regularidade mais geral que não apenas aquela sugerida pela experiência, torna-se mais concreta, mais acessível, mais próxima (com ou sem a presença do processo matemático que a originou), ilumina os passos e os resultados da experiência, mesmo quando lida equivocadamente (*ah!, então é por isso!* - a fórmula tida como a causa do fenômeno), ao mesmo tempo em que os resultados

experimentais, permitem trabalhar com uma fórmula cuja apropriação não é gratuita, uma fórmula que simplesmente, no momento, ultrapassa os limites das possibilidades de compreensão do aluno quanto à sua dedução, por exemplo, limites que já foram alcançados e ultrapassados por outros “mais capazes”, em determinadas circunstâncias. No caso de um aluno de 3<sup>a</sup>. S., iniciante nos processos de apropriação da formalidade algébrica, ela (a álgebra) se revela, muito particularmente, uma maneira de ver desvelado um “modo de ver o mundo” até então desconhecido, e que se revela um instrumento poderoso, de maior força que aquele com os quais até agora tem lidado, porque o livra das contingências do momento e do local, e lhe permite chegar à desejada generalização, mesmo quando não saiba exatamente o que é um “ $\pi$ ” ou não consiga perceber com clareza as propriedades de uma “ $\sqrt{\quad}$ ”.

**Mudar a posição do elemento que determina o período de um movimento oscilatório não é mais uma operação automática, cujo resultado acontece magicamente, mas uma ação consciente, da qual se sabem as causas e consequências.**

#### 4.2.5.2 - O lançamento de bolinhas (projeto no anexo 11c.)

Além de se tratar de um projeto do segundo bloco (em que os alunos já têm um certo nível de possibilidades de escolha, em relação ao próprio trabalho), o lançamento de bolinhas merece uma consideração especial: é um projeto em que, por parte de um dos componentes do grupo de 8<sup>a</sup>, apareceram, de forma mais evidente, alguns dos aspectos que estavam sob observação, diante dos objetivos da pesquisa. O problema em questão é

relativamente simples. Assim como quando uma criança chuta uma bola; quando um menino vai urinar ou quando se usa uma mangueira para regar um jardim, faz parte dos conhecimentos prévios dos alunos que, quando se joga uma bolinha de gude, por exemplo, a sua trajetória tem algumas características peculiares e comuns. Com certeza, não é uma linha reta, mas uma curva. Com um pouquinho de esforço, verifica-se que também não é uma trajetória circular. Uma consulta aos livros didáticos sugere que seja uma curva chamada parábola, representada analiticamente por uma função de 2º Grau. O problema constitui-se, portanto, em verificar a hipótese de que realmente o seja, com os recursos matemáticos à disposição, respectivamente, na 3ª e na 8ª Série.

Dispondo dos apetrechos indicados no projeto, e após repetir diversas vezes os lançamentos, sob diversas condições, fazendo a origem das coordenadas coincidir com a base do local de lançamento, os grupos da 8ª S. conseguem fazer algumas considerações:

- de acordo com o livro-texto, nestas condições a função fica, na forma incompleta, do tipo:  $y = a.x^2 + c$ ;
- mantendo constante a altura, pode-se afirmar que, quanto maior a velocidade inicial (obtida variando o ângulo ou a distância de lançamento), maior será o valor do coeficiente “a”. ECF (8, 14, F, f) extrapola o raciocínio: *“este valor tende a zero (seria zero no caso da velocidade inicial ser tão grande que a componente  $f_y$  - a força da gravidade - se tornasse insignificante, praticamente zero; a trajetória da bolinha seria uma linha horizontal,  $y = c$ , porque “a” seria zero)”*.

- a mesma aluna continua: *“dá para imaginar que, se no momento do lançamento, algum corpo com atração gravitacional maior do que a da Terra, passasse sobre o local da experiência, a bolinha iria “cair” para cima, e então ia mudar a concavidade da parábola, logo o valor do “a” seria positivo - teria passado de negativo para zero e daí para positivo”*;
- a “prova”, quer dizer, a “verificação empírica” de que a trajetória é a parábola que se calcula através dos pontos  $(0, h)$  e  $(x_0, 0)$ , pode ser feita de várias maneiras. Uma delas, é aquela mencionada no projeto: cortar a trajetória da bolinha em um determinado lugar, medir os respectivos  $x_1$  e  $y_1$ , e conferir se “batem” com o que daria, substituindo um ou outro na função calculada. ECF, porém, inventa outras maneiras: *“não seria possível deslocar a base de lançamento ou mesmo o chão, aproximando-os ou afastando-os? Acho que ia mudar o coeficiente “c”, mas, os resultados iam “bater”, quer dizer, iam coincidir os resultados teóricos com a prática, na hora de substituir os “x” e os “y” em cada caso”*. Isso efetivamente foi feito por um grupo (a base foi aproximada do chão, verificando-se a validade da hipótese aventada).

Este parece ser um exemplo em que o conceito de função de segundo grau efetivamente existe, e na melhor acepção vygotskyana: ele serve para resolver um problema. A função, inicialmente dada na sua forma completa, foi passada para sua forma incompleta, devido às conveniências de sua utilização na prática (tomando-se o caso da função completa - os eixos passando por um lugar qualquer - necessitar-se-ia de três pontos para o cálculo dos coeficientes e, para tanto, seria necessário resolver um sistema de três equações e três incógnitas). Isso posto, ultrapassou-se a sugestão de apenas cortar a trajetória - obtendo-se um par  $(x_1, y_1)$  qualquer para a

verificação -, mas mostrando que se tinha consciência do papel relativo da posição dos eixos e da relação dos coeficientes com os mesmos. *“Ora, tá na cara que, no fim, tem que dar certo: afinal, a bolinha não muda de trajetória só porque eu mudo o lugar dos eixos, né?”*

Cabe acrescentar uma observação: esta mesma aluna participava do Clube de Ciências. Após uma série de atividades relacionadas ao mesmo - saídas a campo, exposições, monitorias, etc. (incluindo mostras do projeto acima comentado), manifestou o desejo de não mais participar do mesmo. Indagada pela Direção, comentou: *“Meus pais estão dizendo que eu estou mudando muito meu comportamento. Sempre fui considerada boazinha, mas, depois que comecei a fazer estes trabalhos, eles dizem que eu não sou mais a mesma, não fico mais de boca fechada com tudo o que eles falam, e eles não estão gostando disso. Eu não quero brigar com eles, e por isso acho melhor sair”*. Depois das ponderações de diversos componentes da Direção e Serviço Educacional da Escola, voltou atrás, continuou seus projetos, num nível surpreendente para a idade e a série, apesar das restrições dos pais, demonstrando progressiva independência nas atitudes e nas decisões relativas à sua vida pessoal. Ela mesma afirma: *“comecei a ver o mundo com outros olhos”*.

No caso dos alunos da 3<sup>a</sup>. S. certamente não se poderia esperar uma análise algébrica do fenômeno. Entretanto, verifica-se que eles excluem facilmente os tipos de trajetória inadequados, como citado acima, e fazem interpolações e extrapolações com respeito à trajetória correta simplesmente com base em desenhos reproduzidos, em escala, no papel milimetrado. São comuns expressões como a de PN (3, 8, f, m): *“Se até aqui*

*a bolinha caiu de um jeito, não pode que ela vai mudar daqui prá adiante, né?”* Atente-se que esta convicção é fruto de seus conceitos espontâneos. Este aluno não sabe ainda o que é uma lei científica, não entende de regularidades e de modelos matemáticos. Entretanto, seu bom senso lhe diz: sempre que vê uma coisa cair, e nada atrapalha a queda, ela segue uma trajetória “natural”; então, também é “natural” que a bolinha, uma vez tendo iniciada sua queda com uma trajetória daquele estilo, continue daquela forma até chegar ao solo, e isso lhe permite traçá-la sobre o papel, de forma aproximada, e fazer as previsões requeridas pelo problema.

Os alunos de 3a. S., de forma muito intuitiva, mas muito esperta, fazem correlações com trajetórias parabólicas que são de seu conhecimento. Os meninos, em particular, associam as condições necessárias para mudar a velocidade inicial da bolinha, e portanto, o seu alcance, com as condições que fazem com que ao urinar, mude também o alcance do jato: em especial, mencionam o grau de repleção da bexiga, e a posição em que seguram o pênis. Quem pratica esportes, como o vôlei, basquete, futebol, tênis de mesa, etc., associa com o jeito de sacar, o modo e a força do chute, o jeito de segurar a raquete e outros “macetes” próprios de cada esporte, em função dos quais eles também conseguem fazer previsões sobre a trajetória e o alcance da bola. Afinal, chutar uma bola por sobre uma barreira, fazer com que descreva determinada trajetória, ocorrendo um gol por todos comemorado, exige do executor uma série de conhecimentos, treino, intuição, etc., que fazem a diferença entre um jogador comum e um craque.

Fica cada vez mais evidente a pertinência da idéia de “aproximação”, também entre a resolução de problemas, nas duas situações colocadas: na Ciência escolar e no cotidiano. A descrição dos problemas do terceiro tipo, trabalhados pelos alunos, esclarece mais esta aproximação.

#### 4.2.5.3 - Estudo sobre a sexualidade (projeto no anexo 11d.)

Este trabalho, desenvolvidos pelos alunos ASP (3, 10, F, m), RT (3, 11, m, m), RLH (3, 9, f, f) e GVPM (3, 9, f, m), objetivava fazer um levantamento sobre alguns problemas considerados importantes pelos alunos do CEPJM, e quais os recursos considerados mais indicados, na opinião dos mesmos, para resolver as dúvidas a respeito. Para tanto, foi elaborada uma tabela, contendo já mencionados alguns itens (e lugar para “outros”), bem como espaço para a menção dos recursos (pessoas, livros, vídeos, etc) e a numeração de 1 (maior necessidade) a 5 (menor necessidade de informação). A tabela foi elaborada pelos próprios alunos, aperfeiçoada pela professora e testada com os colegas de turma.

Primeiramente, é interessante analisar algumas observações feitas pelos componentes do grupo, durante a aplicação do instrumento de coleta de dados. Para RT, *“não sei porque os cara acham tão difícil responder; a gente tem que explicar duas ou três vezes e ainda tem alguns que não entendem”*. Ele mesmo, em seguida, arrisca uma explicação: *“Tá certo que a gente já fez alguns trabalhos e já tem alguma experiência, mas também não é tão difícil assim”*. Ou seja, a experiência pretérita, por

menor que seja, fornece elementos que permitem construir instrumentos de estudo do meio, aplicá-los e analisar o resultado, com maior eficiência do que aqueles que não tinham esta experiência. Isso é corroborado por ASP, quando afirma: : *“ainda bem que a gente já tinha treinado antes, se não ia passar vergonha na frente dos colegas, ainda mais de noite”* (a tabela também foi aplicada a alunos da 1ª S. do 2º G., no turno noturno).

As surpresas do grupo, entretanto, não terminaram por aí. Continuaram em relação ao conteúdo dos itens abordados. Não há dúvida: no momento em que optaram por este tipo de assunto, foram obrigados a fazer um levantamento prévio dos itens de interesse, e isso envolveu consultas bibliográficas, entrevistas com especialistas, conversas com professores, etc. Daí, a sua estranheza com relação ao desconhecimento, por parte de colegas mais velhos, sobre o que fossem, por exemplo, “formas não convencionais de sexo”. Os componentes do grupo reconhecem que, para eles, os primeiros passos para o desenvolvimento do trabalho também não foram fáceis, quer seja entre eles (inibição, falta de informação), quer seja em relação a outras pessoas (pais, irmãos e até professores têm certo preconceito quanto a que alunos desta idade e desta série estejam realizando este tipo de pesquisa - dificuldade já mencionada anteriormente).

Na mesma linha de pensamento, o grupo surpreendeu-se com um dos resultados: se por um lado, o item que mais preocupa os colegas consultados seja : como se pega AIDS, esta preocupação parece que induz ao esquecimento da existência e outras doenças sexualmente transmissíveis, em relação às quais (segundo suas consultas), também deveria haver uma série de

cuidados - este item, porém, foi o que menos pontuação obteve. Do mesmo modo, quem mais teria condições de informar sobre sexo seriam os amigos (com os problemas que também já foram comentados anteriormente). Para os professores, fica o alerta: estão dentre os últimos colocados.

Finalmente, verifica-se neste trabalho o delineamento de um aspecto fundamental na aproximação entre a problemática da Ciência escolar e a problemática do cotidiano: mais do que o conteúdo científico propriamente dito, um aspecto que prevalece parece ser a questão do método de abordagem dos problemas. Talvez, numa 3ª S., não se tenha tanto a explorar, num trabalho do tipo levantamento, a não ser o conteúdos dos itens, tabelas, gráficos, etc. Porém, o próprio relatório dos alunos (oral e escrito) garante que o que mais “ficou” do trabalho foi o “jeito de fazer”: *“eu nem imaginava que, só com uma folha de papel onde os caras fazem umas cruzinhas, dava prá gente aprender tanta coisa; pena que já estamos no fim do ano, se não, dava prá repetir e pesquisar mais coisas!”* (GVPH). É importante repetir: neste último tipo de projeto, a intervenção da professora foi mínima, apenas o necessário para garantir a continuidade das ações. Então, o que foi feito, como foi feito, os conteúdos prévios utilizados, representam o que realmente fica disponível, ao estudante, para que ele possa desencadear o processo, quando diante de uma situação-problema por ele proposta, conforme as suas necessidades. Ressalte-se também as mudanças de comportamento: dois componentes do grupo, em particular, eram considerados “malandros” em termos de atitudes referentes a sexo. Diversas pessoas da Direção e da Orientação Educacional mencionaram uma mudança positiva, de mais seriedade, menos “brincadeiras”, já durante o

desenvolvimento do trabalho e, principalmente, quando de sua apresentação em público (sala de aula, Mostra Escolar). Não há dúvida que discutir com colegas de outra idade e sexo, com pais e professores, os resultados de um levantamento em que entra o item “como usar a camisinha”, comentando as falhas detectadas, as formas corretas, a necessidade de orientação, o papel da família e da escola em relação ao assunto, provocou nestes estudantes uma significativa alteração em sua visão de mundo, num pequeno espaço de tempo.

#### 4.2.5.4 - Carga horária (projeto no anexo 11e.)

Esta pesquisa foi provocada por um fato muito comum entre os estudantes, ou seja, a conjugação de estudo e trabalho. Neste caso, um dos componentes do grupo, VRM (8,16, m, m), estudava pela manhã e trabalhava à tarde e à noite. A preocupação, portanto gira em torno do tempo disponível para estudo extra-classe, descanso, lazer, alimentação, etc. Ao mesmo tempo, como há pessoas que trabalham em “turnos” diferentes, veio à tona a questão: a distribuição do tempo para quem trabalha no 1º ou no 2º turno é a mesma? No que isso afeta suas vidas?

Um primeiro aspecto positivo é que o trabalho demandou, inicialmente, uma revisão bibliográfica concernente a aspectos geralmente desconhecidos, não só pelos estudantes, mas pelos trabalhadores em geral: quais são as determinações do Estatuto da Criança e do Adolescente para o menor que trabalha? Quais as recomendações, por exemplo, da OIT, para uma boa distribuição do horário das atividades do trabalhador? Existem

diferenças relevantes entre carga horária, remuneração, etc., entre os gêneros? Qual o papel exercido pelos sindicatos das diversas categorias? Quem é responsável pela fiscalização quanto ao respeito das determinações legais pertinentes?

Chega-se, quiçá, ao ponto desejado: era este o objetivo esperado? Os conhecimentos científicos propiciados pela escola, via intermediação do professor, conseguem tornar-se ferramentas de releitura crítica do mundo, no caso, do mundo do trabalho. Não se pode negar que estes estudantes tivessem um conhecimento anterior, “não-científico”, a respeito da situação do estudante-trabalhador. Mais: esta percepção existe também no que tange à sobrecarga de trabalho da mulher, por exemplo, principalmente quando seu emprego é do “2º turno”: *“é claro que minha mãe trabalha mais; meu pai não faz p... nenhuma em casa e ainda fica “enxendo o saco”. Quem tem que dar conta de tudo é minha mãe”* (ETA, 8, 15, f, f). A leitura que têm agora, porém, é qualitativa e quantitativamente diferente. Forma-se uma consciência legítima sobre o problema, e a consideração quantitativa do problema é uma das chaves não só para a formação desta consciência, mas também para o exercício da voluntariedade, ou seja, para a ação, com respeito ao mesmo.

O levantamento do grupo coloca em evidência alguns pontos importantes (por eles mesmo destacados): muitas das pessoas amostradas estiveram na situação de estudante-trabalhador, e desistiram de estudar, quer dizer, fizeram uma opção pelo emprego, em função da dificuldade de conciliar as duas atividades. Ora, para os “pesquisadores”,

ficam claras as AÇÕES que eles têm diante de si, como possibilidade: também optar pela desistência do estudo, considerando a dificuldade da conciliação; tentar alguma outra possibilidade de emprego, em que o manejo da carga horária semanal possa ser otimizada; ou, o que interessa primordialmente para esta tese, em termos de resultado, dentro do planejamento inicial: a pesquisa de formas alternativas de desenvolvimento curricular que possam apontar para possibilidades diferenciadas de conciliação. Mais: formas de desenvolvimento curricular em que a própria participação precoce no mercado de trabalho, como arrimo de família, ou por opção de independência, etc., possa ser utilizada como recurso, como ferramenta (no sentido vygotskyano) para o desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem. MW (8, 15, m, m) expressa esta idéia com precisão: *“pôxa, eu já não tenho tempo prá fazer os temas, e ainda os professores vêm com uns troço que eu nem sei prá que é que eu vou fazer; por que é que não dá prá eu fazer alguma coisa em cima do que eu faço lá na firma, que nem esse trabalho? Eu acho que a gente ia aprender muito mais, e ia ter mais tempo prá gastar noutras coisas”*.

Depara-se, assim, novamente, com uma questão básica para o desenvolvimento do currículo escolar: existe um “conteúdo” do qual se deve dar conta; existe a realidade do aluno que não deve ser relegada, ao contrário, deve-se partir da mesma para trabalhar os conteúdos; e existe um (suposto) conflito entre o que é científico e não-científico, que dificulta, que emperra, uma aproximação entre os dois elementos conflitantes. Mais uma vez, a posição de Vygotsky (em termos de conceitos), pode indicar para pistas que resolvam a questão no caso da SP:

“Quando falamos da evolução dos conceitos científicos ou dos espontâneos, nos referimos ao desenvolvimento de um processo único de formação dos conceitos, que se realiza em diferentes circunstâncias internas e externas, mas que é singular enquanto à sua natureza, e não resulta da luta, do conflito entre duas formas de pensamento que se excluem uma à outra, desde o mesmo começo... Não fluem por canais isolados, mas se encontram imersos em um processo de contínua interação, que deverá ter o resultado inevitável de que as generalizações de estrutura superior, próprias dos conceitos científicos, produzam mudanças estruturais nos conceitos espontâneos”.(VYGOTSKY, 1993, Vol. II, p. 194, trad. do autor).

Por transposição: a resolução de problemas na Ciência escolar (pêndulo, ..., ... - para este grupo) , faz parte de um todo, de um único processo: **resolução de problemas** , etc. Há momentos em que as barreiras conceituais que diferenciam ambos, se tornam tão tênues, tão imprecisas, que a idéia da aproximação contínua, gradativa, progressiva, se afirma vigorosamente: a contrariedade de sentidos em que se desenvolvem não impede que, mesmo sendo manifesta a sua não-identidade teórica, se apresentem de tal maneira próximos que possam, eventualmente, ser confundidos, na prática.

Aonde leva este processo? A resposta é crucial, mas difícil. Os estudantes envolvidos aceitarão qualquer jornada de trabalho? Aceitarão qualquer tipo de aula, que lhes cerceie condições otimizadas de aprendizagem? Aceitarão condições de relacionamento familiar em que sua situação peculiar seja respeitada? E, mais ainda, a médio prazo, formarão famílias cujos princípios rejeitem formas explícitas ou subreptícias de desagregação, por esta via, e se proponham a lutar pela sua transformação? Em termos de pesquisa, não há como responder, há como supor: na impossibilidade de ação imediata, os alunos, ao menos têm conseguido, nos

seus projetos, elocubrar propostas de ação que se manifestam, às vezes mais, às vezes menos, como indícios de efetiva SOLUÇÃO. Este grupo, por exemplo, aposta em três possibilidades:

- *“mudar o tipo de aula; não é que a gente esteja a fim de estudar menos, mas tem que ter um jeito de deixar de lado as “baboseiras” e dar mais atenção para aquilo que tem mais interesse prá gente”;*
- *“se nós temos que trabalhar para ajudar em casa, então os pais não deviam ficar tratando a gente como criança; voltar prá casa quase meia-noite, depois do trabalho, pode, mas ficar um pouco mais tarde, no fim de semana, aí já tem bronca, não dá!”*
- *“eu sou cobrador de ônibus; porque que o cara, quando vai distribuir os horários, não me dá um horário que eu não precise sair sempre mais cedo da aula? Pô, ele faz isso com outros cobradores; aí eu não tava sempre me ferrando”.*

## 5. MODELO CONCEITUAL PARA A SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Verifica-se, através do que se tratou até o momento, que o referencial teórico vygotskyano pertinente ao assunto, trata de uma série de elementos que, segundo a ótica aqui considerada, estão presentes na SP: auxílio externo, nível de desenvolvimento, papel dos conceitos, etc. Suas indicações, porém, sobre como operacionalizar estes aspectos teóricos, são bastante vagas ou genéricas, a não ser em situações experimentais bem delimitadas, o que não atende aos propósitos de um estudo com estudantes, nas circunstâncias aqui consideradas. Então, a partir destas indicações, com base naqueles elementos mencionados e nos resultados já obtidos, faz-se mister construir um modelo de SP que seja capaz de orientar programas inovadores na área de Ciências, que ultrapasse as limitações de uma simples alteração metodológica e possa colocar-se como uma verdadeira concepção alternativa de ensino.

Este modelo prevê uma ampliação do próprio conceito de situação-problema, de modo que a SP possa ser dividida em três etapas, denominadas respectivamente: **diagnóstico, equacionamento e ação**. Atente-se para a identificação básica existente com o tripé: objeto - mediador - sujeito, da teoria vygotskyana, o que ajuda na compreensão do modelo. O significado de cada etapa passa a ser explicitado a seguir.

### A) diagnóstico:

Nesta etapa, o aluno “mergulha” para um contato com a realidade que o cerca e a situação a ser problematizada. Ao final desta etapa, deverá estar claro qual é o problema a ser investigado. A questão, a pergunta que o define, deve estar formulada de tal forma, que enseje o desenvolvimento das etapas posteriores. Se, num primeiro momento, o professor pode propor ou apresentar estas situações, ao final, sempre cabe ao aluno a tarefa de flagrar a problemática existente no seu meio (aqui entendido em sentido lato, incluindo a sua pessoa, seu grupo social, os elementos físicos que o cercam, etc.). Em qualquer caso, é preciso passar do desconhecimento ou da indiferença, para a percepção e início de conscientização sobre cada questão. Além disso, a responsabilidade pela coleta dos dados que possibilitam este avanço, também é, gradativamente, transferida para o aluno. Em outras palavras: passa-se da situação em que se diz “a partir dos seguintes dados... resolva”, para outra em que se diz “a partir dos dados coletados... proponha”. As interações ocorrentes nesta fase têm como finalidade que a SP, como um todo, passe de uma concepção impositiva, baseada em objetivos pré-determinados, para um processo participativo, baseado em objetivos coletivamente discutidos, ensejando o exercício da reflexão crítica por parte de todos os envolvidos.

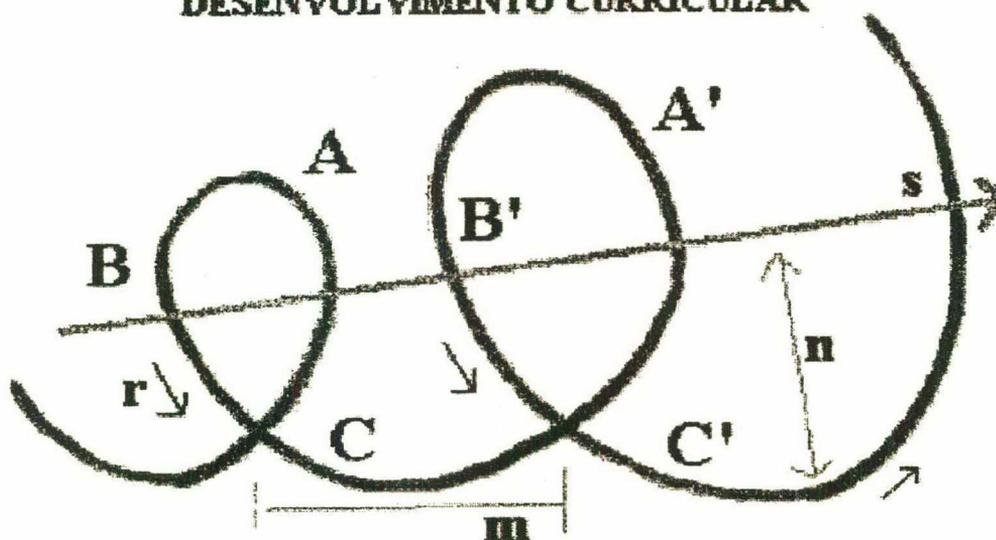
## B) equacionamento:

Nenhum problema se constitui em novidade absoluta, ou aparece por um passe de mágica. Então, é possível acreditar que, em diferentes tempos históricos e espaços geográficos, outras pessoas (talvez mais capazes e mais experientes), já se tenham debruçado sobre o mesmo problema (ou situação semelhante) e oferecido sua contribuição. Portanto, é a hora de entrar em contato com o conhecimento historicamente construído e acumulado, para verificar até que ponto e de que forma este conhecimento pode contribuir para equacionar (colocar nos devidos termos) o problema em pauta. Por outro lado, é preciso estudar quais as características que o tornam único, uma vez que acontece aqui e agora.

Devem ser colocados à disposição do aluno todos os recursos possíveis para elucidar as questões levantadas anteriormente, para que não se permaneça apenas no nível da descrição, mas se atinjam outros níveis de análise: “porque”, “quais as causas”, “que outras possibilidades teríamos”, são perguntas que devem ser respondidas. Isso deve ser feito através do trabalho com a biblioteca, palestras, vídeos, informática, laboratórios e outros recursos. Agora, se faz necessário o uso de metodologias adequadas para o acesso ao conhecimento científico; é nesta hora que entra o papel de um livro-texto bem estruturado, com informações precisas, bem apresentadas e propostas de trabalho bem definidas. Nesta etapa, o papel do professor, como mediador, é de suma importância: a orientação, a interação, a indicação de pistas e alternativas, provocam a abertura de novos horizontes a respeito do problema. Caso isso não aconteça, a fase anterior corre o risco de ficar estéril e amarrada a questões “paroquiais”, sem chance de

aprofundamento e aplicação. Espera-se que não só o professor, mas todos os elementos da comunidade escolar, dentro de sua especialidade, tenham uma visão mais globalizada dos temas trazidos à baila; neste caso, vislumbra-se a possibilidade de um desenvolvimento curricular em espiral cônica, em que os sucessivos retornos ao fato gerador, não se dão num plano, mas no espaço, são cada vez mais amplos e aprofundados, permitindo a abordagem de tópicos que permitam atingir, em última instância, a discussão dos grandes temas universais.

### ESQUEMA 1 DESENVOLVIMENTO CURRICULAR



onde:

s = eixo orientador (fundamentos filosóficos, pedagógicos, etc.)

r = sentido da sequência das três etapas da SP

m = amplitude do avanço em aprofundamento

n = amplitude do avanço em abrangência

A, B, C = uma série das etapas da SP

A', B', C' = série subsequente da SP

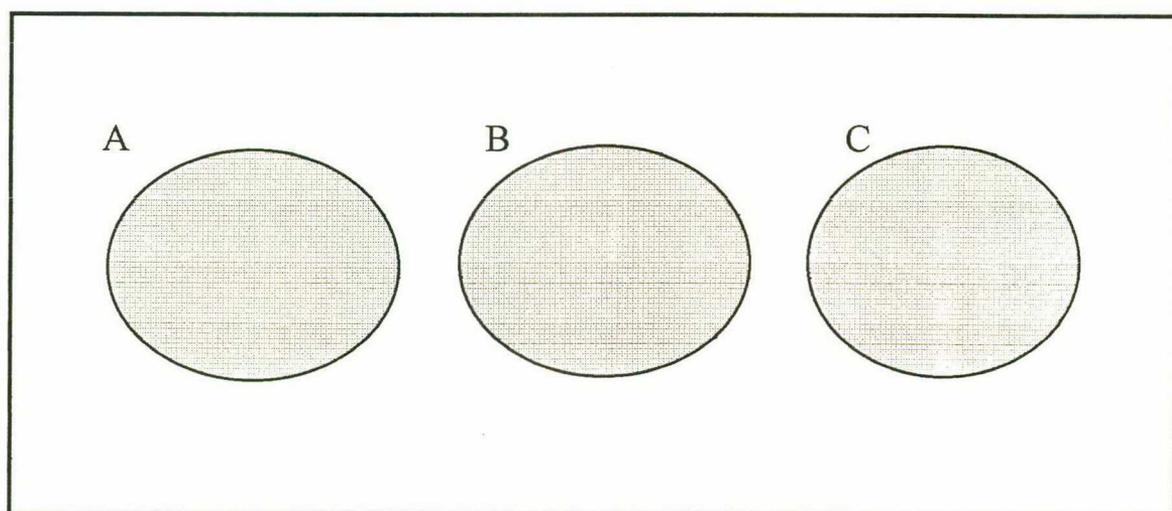
## C) ação:

De posse de todos os elementos disponíveis, chega-se, nesta etapa, à resolução propriamente dita. Noutros termos: é a hora de avaliar todo o trabalho desenvolvido até agora, verificar todas as possíveis respostas encontradas, as alternativas que foram surgindo durante o processo e perguntar: **o que pode (deve) ser feito com isso?** É um momento crucial, em que, com certeza, há dois elementos a considerar. Em primeiro lugar, as relações colocadas por Vygotsky entre conceitos científicos e não-científicos, as situações experimentais e da vida real. Resolver um problema significa simplesmente chegar a um “como queríamos demonstrar - c.q.d.”? Até que ponto esta solução possui um significado que permita ao aluno um maior controle, uma maior consciência, com respeito aos conceitos e aos problemas trabalhados?

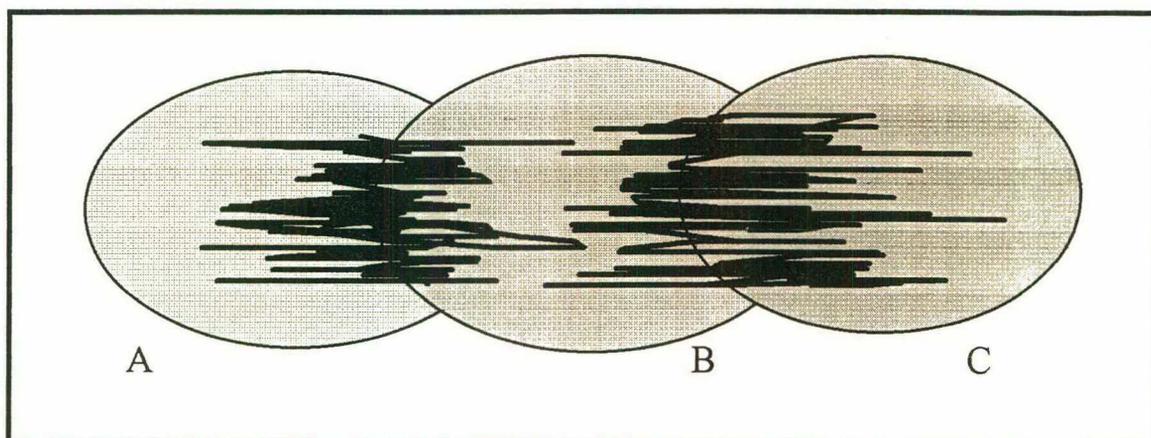
Em segundo lugar, em termos de sistema escolar, a ação (no sentido aqui considerado) é, hoje, severamente restrita. Por exemplo, resolver um problema de Química pode ser resultado da mera execução mecânica de uma receita, em laboratório, e a verificação da concordância dos resultados com o que se esperava através da teoria. Há pouco espaço para soluções “em aberto”, para a proposição de novas receitas ou para a análise das implicações deste problema no meio ambiente, nos aspectos sociais e econômicos, e o papel da Escola diante do fato. Entretanto, somente a partir daí seria possível pensar em uma ligação mais efetiva entre a escola e a comunidade, deixando aquela de se constituir num “elefante branco”, um mero depósito de alunos, e mostrar as suas reais possibilidades num processo de reconstrução social. E é preciso pensar em formas de ação menos tímidas

que as tradicionais - como as Feiras, pequenos jornais, passeatas, etc. - (sem que se queira diminuir o mérito destas alternativas), e partir para formas mais incisivas de atuação, que podem (e devem) incluir cursos para a comunidade, serviços, centros de informação, etc., num constante estabelecimento de pontes de contato com os demais segmentos sociais: Igrejas, postos de serviço, sistemas de saúde e outros. Pode-se tomar como exemplo deste hiato entre escola e comunidade, tudo o que hoje (setembro de 1997), diz respeito ao El Niño: supostamente, a escola deveria ser (e em particular, na área de Ciências), um dos depositários e focos de discussão e disseminação de informações a respeito, bem como das providências a tomar quando da chegada de suas consequências até nós. Quais as escolas que estariam em condições de assumir este papel?

Certamente, as três etapas consideradas não são disjuntas, como representa o gráfico abaixo:

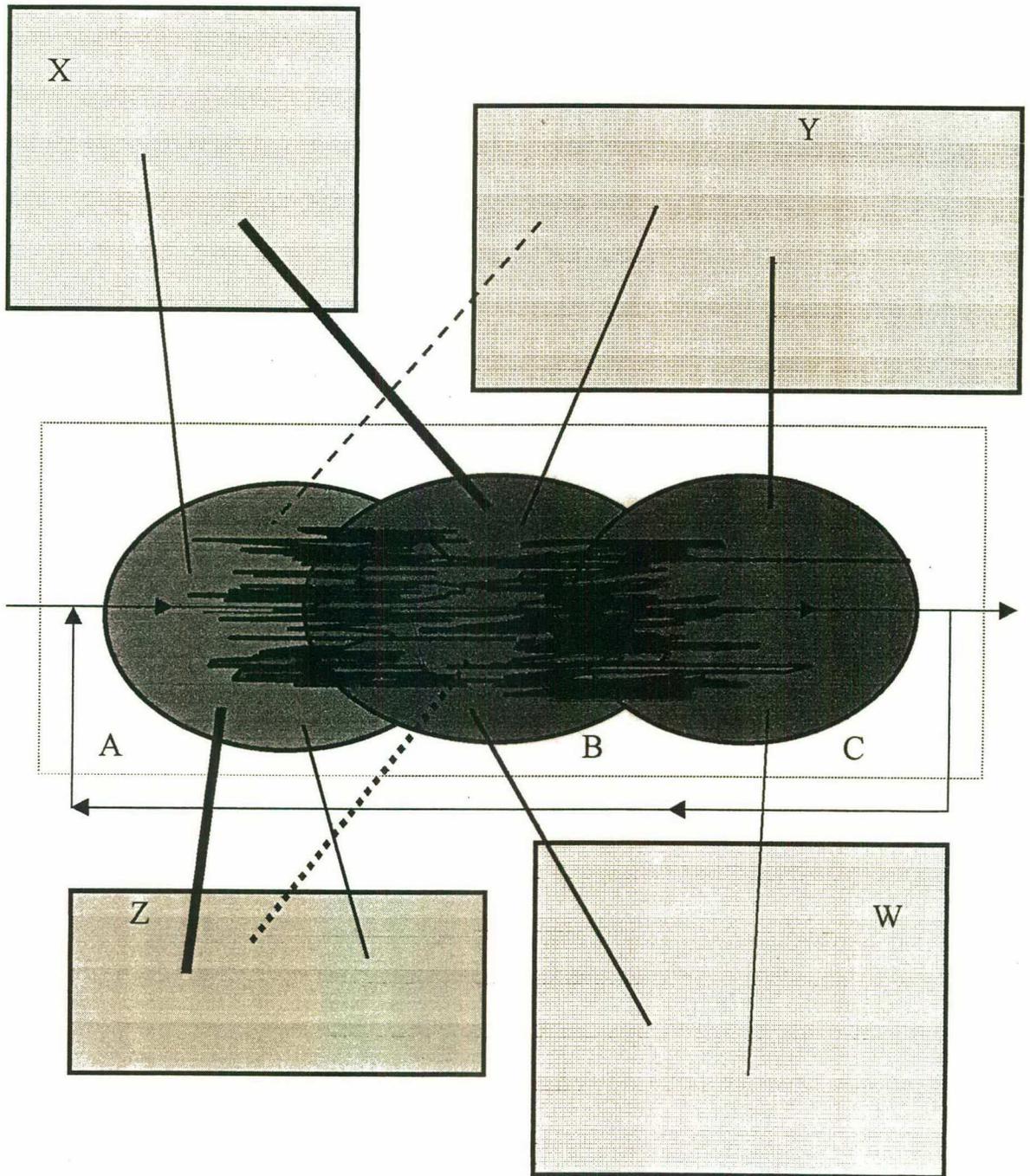


mas apresentam interseções dinâmicas, dialéticas, compondo uma totalidade:



cuja intensidade é determinada por uma série de fatores, dentre os quais a própria natureza do problema, o grau de envolvimento institucional da Escola e a faixa etária de quem aborda o problema (uma vez que, para Vygotsky, mesmo que a criança tenha condições de compreender e visualizar o objetivo da problemática em questão, “as formas de pensamento que ela utiliza ao lidar com estas tarefas diferem profundamente das do adulto...” (VYGOTSKY, 1991, p. 48). Entretanto, o modelo permite estudar com maior riqueza de detalhes os diversos elementos colocados por Vygotsky como interferentes na SP, como parâmetro para a avaliação da Zona de Desenvolvimento Proximal. No esquema a seguir, fica mais evidente a participação dos diferentes elementos deste modelo, salientando-se, novamente, a necessidade de integração interdisciplinar e a quebra da linearidade dos programas.

ESQUEMA 2  
O MODELO PROPOSTO PARA A SOLUÇÃO DE PROBLEMAS



onde:

X, Y, ... = os diversos componentes curriculares

A, B e C = os três momentos do modelo proposto

———— = relações entre o processo de SP e os diversos componentes curriculares (a intensidade da linha indica a intensidade da relação; o ponto de saída indica qual o conteúdo envolvido e o ponto de chegada, a circunstância em que foi utilizado)

→ → = indica o processo de avanço e retorno (feedback)

□ = delimitação entre os campos interior e exterior ao universo escolar, seletivamente permeável

De acordo com este modelo, a situação-problema é um estímulo, que pode provocar uma série de respostas no sujeito, ou seja, o estudante, no caso: indiferença, fuga, pânico, deleite. Muitas vezes, a resposta é inconsciente, e a pessoa age impulsivamente, esperando consequências imediatas, não tendo uma idéia exata dos possíveis resultados desta ação. O diagnóstico pretende constituir-se numa, ou encaminhar para, formas menos “naturais” de enfrentamento. Reconhecer que certa situação não é única; que acontece devido a uma série de fatores determinantes; que alguns destes determinantes podem já ter ocorrido em outro espaço e tempo e que, portanto, o problema pode, concomitantemente, ser considerado novo (pelo que tem de diferente) e velho (pelo que apresenta de “*déja vú*”), parece ser um passo imprescindível a ser dado. Há que aliar-se a experiência de quem já passou por situação semelhante, à perspicácia necessária à descoberta dos diferenciais. A curiosidade e a paixão, aliam-se ao metódico e ao sistemático, para gerar esta forma nova, “cultural”, de reconhecimento da realidade.

O esquema utilizado para mostrar graficamente o modelo, esclarece que os fatores mencionados, que levam à existência e à gradação de cada situação-problema, não são encontrados somente no interior da mesma ou no seu entorno: no caso de uma pessoa, apenas na sua carga genética, ou no caso de um estabelecimento de ensino, apenas no seu currículo, por exemplo. A complexa rede de inter-influências que resultam no surgimento de certa situação, ou que levam a que seja considerada como problemática por um grupo e por outro não, estabelece-se entre constituintes de origem endógena e exógena, sob pena de se obter, ao término, apenas uma solução parcial, geralmente frustrante, porque não permite avanços significativos.

Deve ser enfatizada a riqueza de possibilidades que a área de Ciências oferece para essa releitura. Tome-se, como exemplo, a representação gráfica de um fenômeno físico ou social qualquer. Ela pode ser realizada de diversas formas, desde a ordenação de simples figuras até a utilização dos eixos cartesianos, digamos. Em qualquer caso, uma vez estabelecida uma representação, pode-se trabalhar com a mesma, fazendo interpolações, extrapolações, inferências de diversas ordens, reagrupamentos de componentes, etc. supondo, sempre, que os resultados destas operações traduzam possibilidades de mudanças ou reordenamentos no fenômeno em estudo. A relatividade da posição dos eixos  $x$  e  $y$ , diante da constância de um certo coeficiente, mantidas as demais condições, permite que se possa alterar controladamente uma ou mais destas condições e verificar quais os efeitos da(s) alteração(ões), teoricamente. Verificar se o fenômeno se comporta semelhantemente (e analisar os elementos que implicam numa resposta positiva ou negativa), torna-se o esteio desta forma nova de posicionamento diante da situação-problema. A curiosidade, o pavor ou o embevecimento

primitivos ganham um significado novo, manifesta-se a exigência de uma nova atitude, uma nova “Verhalten”, que demanda o equacionamento e a ação.

Agora, evidencia-se o papel da mediação. Há que haver um fio de costura e um “costureiro”, para ligar as duas bordas de um tecido, conforme a imagem colocada inicialmente, neste trabalho. Ganha destaque o papel mediador do professor: acima de tudo, supondo-se detentor de um conhecimento cientificamente elaborado e estruturado, deve estar em condições de fornecer pistas, indicar rumos, promover atividades que propiciem a formação dos conceitos necessários para a solução de problemas apresentados. A forma e a metodologia, as manifestações qualitativas e quantitativas através das quais esta mediação deve ser exercida são extremamente variáveis, em função da idade, gênero, meio cultural, idade, nível de ensino, em que o professor está atuando: é preciso sensibilidade para que o exercício da mediação seja profícuo. Ganham destaque também os instrumentos mediadores, os recursos necessários ao processo ensino-aprendizagem, sem os quais a mediação social não acontece com o alcance desejado. Trata-se, não apenas dos chamados materiais didáticos, mas também dos recursos necessários para a interiorização, para a re-elaboração pessoal dos conhecimentos científicos, necessária para a transformação de todo o sistema conceitual. Ganha destaque, ainda, a linguagem científica. O pensamento não se expressa simplesmente através das palavras, mas existe através das mesmas. Ao utilizar conscientemente termos científicos no processo de elaboração de hipóteses, determinação de procedimentos, desenho de planos de ação, o estudante está dando existência ao pensamento científico. A trajetória entre o uso da expressão “mijar” para o uso da expressão “urinar” reflete a trajetória entre a simples descrição de um ato

físico ( que satisfaz a uma necessidade primária de excreção de dejetos) , para a expressão concisa do universo fisiológico, bioquímico, psicológico, que o ato carrega consigo. A linguagem matemática, em particular, que permite o estabelecimento de modelos, fórmulas e algoritmos que detém o poder de expressar aspectos significativos da realidade física e social manifestamente problemática, adquire uma importância cada vez maior no caminho rumo à resolução. O uso desta linguagem permite pensar na multiplicidade de formas de expressar (ou omitir, ou distorcer) a realidade, e encaminha para os aspectos éticos, morais, políticos, ideológicos, envolvidos na resolução. Um resultado é um “bom resultado”, ou simplesmente, é “um” resultado, para quem, em que circunstâncias, com base em que premissas? Na verdade, conjugando-se aqui, todos os aspectos destacados, está-se diante do conceito de “Mittler-Reiz” em toda a sua extensão.

Os conceitos de mediação e atividade estão intimamente relacionados, como visto anteriormente. Assim, o terceiro momento do modelo aparece como sequência lógica, no processo que efetiva uma **resolução**. As formas através das quais a ação pode ser exercida são variadas, graças às variáveis já mencionadas para o exercício da mediação. O que deve ser destacado é o componente político deste momento. Diante das opções que diversos elementos envolvidos no processo, têm à sua disposição para o encaminhamento da ação, a escolha de uma delas, especificamente, não é neutra nem fruto do acaso. A própria omissão, a não-ação, é uma possibilidade, resultado das considerações feitas sobre o quê fazer com os pontos equacionados. Não se trata do agir como “preparação para a vida”, na suposição de que os acontecimentos no âmbito escolar constituem um mundo à parte, desvinculado da vida “lá fora”. O modelo rechaça esta visão. Trata-se,

sim, de contemplar o fenômeno educativo como uma totalidade, em função do que, qualquer ato na vida escolar é influenciado e tem influências no processo de transformação social, tanto através dos mecanismos possíveis hoje e desejáveis para amanhã, quanto através daqueles que as utopias indicam para um futuro mais distante. A escola passa a situar-se dentro de um contexto social vivo, dentro do qual ela pode desempenhar papéis diferenciados (conservação ou transformação), cuja opção também é política.

Por fim, há que deixar-se claro que os três momentos não acontecem isoladamente, como conjuntos distintos. Não são idênticos, porque têm características e especificidades, mas constituem uma unidade indissolúvel: o processo da resolução de problemas. Deste ponto de vista, trabalhar apenas um deles, ou enfatizá-lo, relegando os demais a segundo plano, implica em repetir os equívocos do ensino tradicional, na certeza de ver repetidas, também, suas consequências. A característica fundamental do modelo é a dinamicidade, que transparece na interação entre os momentos e entre momentos paralelos, mas situados em níveis diferentes na espiral de avanço das sucessivas resoluções. Daí também a exigência de níveis cada vez mais amplos de integração interdisciplinar e de abandono a programas lineares, sem o que se torna difícil a busca dos elementos necessários à resolução, em cada disciplina ou em cada campo de uma disciplina, quando exigido pelo desenvolvimento do processo resolutivo.

## 6. DO ACADÊMICO AO DIA-A-DIA ESCOLAR

Este trabalho perseguiu, desde o início, uma meta muito clara e definida: trazer para a sala de aula, ensejando mudanças positivas no sentido da transformação social, as conquistas obtidas através da investigação teórica e prática. Sem esta ligação forte com a base de trabalho, os estudantes do Ensino Fundamental da escola pública, revelar-se-ia, portanto, despojada de significado efetivo. Então, torna-se imprescindível descrever, agora, os pontos que servem como fundamento para a proposta de operacionalização que se estabelece, a partir do modelo conceitual descrito.

Afirma-se que as crianças efetivamente resolvem problemas, dentro do universo conceitual a elas acessível (conceito ou pseudo-conceito → solução ou pseudo-solução). Não há dúvida, entretanto, de que, qualquer que seja a forma, esta solução preenche as condições psicológicas, cognitivas, afetivas, etc., que caracterizam uma solução. Esta não é só uma tarefa dos adultos. Quer na atividade escolar, quer nas tarefas do dia-a-dia, diante de uma situação-problema, o aluno é capaz de reagir de forma a adquirir uma percepção melhor sobre a mesma, selecionar e utilizar conhecimentos científicos para encaminhar a solução e, ao menos, posicionar-se quanto às possibilidades de ação, quando, mais difícil, efetivamente, agir sobre o fenômeno em si. Cabe a escola conscientizar-se deste potencial e

orientar as suas ações no sentido de incentivar e apoiar logisticamente, para que estas SPs, nas suas diversas modalidades, possam acontecer, e de modo cada vez mais otimizado.

Mas as crianças e os jovens resolvem com maior prazer e eficiência, problemas por elas mesmo identificados e explicitados. As diferenças encontradas na resolução de problemas científicos e do cotidiano reproduzem as diferenças mencionadas por Vygotsky na questão dos conceitos científicos e cotidianos. Isso era de se esperar, dada a estreita ligação entre conceitos e problemas, na sua teoria. É interessante observar as diferenças na SP, quando da ocorrência de variáveis como tipo de grupo formado, grau de escolarização, idade, gênero, dentre outras, que detém uma considerável influência sobre o comportamento das crianças, nesta questão. Há que ressaltar-se a noção da “eficiência” acima mencionada: não se trata de obter resultados corretos, nos termos tradicionalmente considerados na escola - “a resposta está numericamente de acordo com o esperado”, “as raízes da equação são exatamente estes  $x_1$  e este  $x_2$ ”. Não: **trata-se de uma forma de expressão que aponta para um aumento da consciência e do controle sobre o processo de resolução, mesmo que, eventualmente, os resultados numéricos possam estar incorretos.**

Constata-se, também, que as crianças têm dificuldades em identificar situações-problema, no seu cotidiano. Por um lado, este fato pode ser explicado quando relacionado com a solução de problemas na área da Ciência escolar (os problemas bem definidos, bem estruturados, com metodologia de resolução previamente determinada, oferecem maior facilidade de identificação e resolução), porém o fator preponderante parece

ser a falta de efetivo exercício da habilidade de problematizar. Diante de um meio ambiente tão rico quanto o nosso, mas tão cheio de dilemas quanto à sua conservação; diante de uma sociedade tão dinâmica e ao mesmo tempo tão massacrada diante das desigualdades econômicas e sócio-culturais; diante do progresso vertiginoso da Ciência e da Tecnologia, que fazem prever um mundo prenhe de possibilidades fantásticas para o desenvolvimento da capacidade humana, a Escola, como instituição, limita a criança à reprodução de fórmulas prontas, retrógradas, visivelmente desafinadas com este progresso: cria-se quase que como uma muralha (não só física: muros, arames, trancas), que, a pretexto de proteger os estudantes dos perigos do mundo exterior, obnubresce-lhes a visão crítica sobre os problemas que deve ter sobre este mundo, sua forma de inserção no mesmo, suas possibilidades, suas limitações, suas responsabilidades. Esta é uma das tarefas (urgentes) que se apresenta ao professor que desenvolve seu trabalho com base numa proposta de SP como aqui defendida.

Não se pretende, devido às limitações próprias desta tese, entrar da questão da transferência, entre um certo conhecimento escolar específico (como as Ciências), e outras áreas, em especial, as relações com o comportamento no dia-a-dia, tema, aliás, bastante polêmico, e com excelentes pesquisas já desenvolvidas, defendendo as diversas posições. O que se pode perceber, como resultado do nosso trabalho, é uma **efetiva mudança, em diversos aspectos do comportamento das crianças e dos jovens**, já durante o desenvolvimento do trabalho. Esta não é só uma percepção nossa (talvez até suspeita, como autor do mesmo), porém manifestada pela Direção da escola, pela equipe de Orientação, pelos demais professores e, em particular, pelos pais, através de depoimentos que relacionam estas mudanças diretamente ao

trabalho em SP. Houve esta preocupação: a cada testemunho de mudança, que fosse explicitada em que termos poderia ser descrita e qual(is) a(s) causa(s) que poderiam tê-la desencadeado. **Verifica-se que a resolução de problemas, nos moldes aqui pesquisados, interfere no comportamento dos jovens e das crianças, e de modo particular, na forma como os mesmos se posicionam diante dos problemas do seu cotidiano.** Do ponto de vista quantitativo, algumas mudanças também ficam bem evidentes, como é o caso do aumento no índice de frequência (especialmente por parte de alunos tradicionalmente “gazeadores”) e na diminuição no índice de reprovações (reduzido quase a zero, incluindo alunos considerados “perdidos” no início do ano).

A análise dos relatórios dos projetos desenvolvidos totalmente sob sua responsabilidade, permite afirmar que as crianças, gradualmente, vão adquirindo condições de refletir, de pensar sobre os seus problemas, de forma mais crítica e com base em argumentos mais científicos, do que se faz comumente nas rodas de bar ou nas conversas de “comadres” (senso comum). Projetos que envolvem problemas pessoais (doenças, sexualidade), de família (desentendimentos entre os pais), escolares (drogas), do bairro (violência), etc., mostram que, em se lhes dando condições, **através de uma mediação adequada**, as crianças têm condições de trabalhar a solução de problemas de modo a empenhar-se num processo de autonomização intimamente associado ao da vivência da cidadania, que lhes permite aliar a paixão, o ímpeto, a tesão, a vontade, à racionalidade, ao senso crítico, à competência, que o saber científico lhes pode oferecer.

O papel do professor se revela de extrema importância. Exercendo sua mediação na forma como foi aqui explicitada, verifica-se que, não “a despeito”, mas “devido a” introdução na escola das modernas tecnologias, tendo em mãos estas e outras ferramentas de trabalho docente, pode conseguir otimizar o efeito de sua atuação junto às crianças. A aproximação entre os conceitos científicos e os do cotidiano, a aproximação entre objeto a ser conhecido e sujeito cognescente, não é uma tarefa que sucede apenas em função do desenvolvimento biológico: alguém deve intermediar este processo. A resolução de problemas o mostra meridianamente (vide ZDP): um problema que pode permanecer irresolvido, ou ter uma resolução inadequada, pode ter uma resolução exitosa, com a mediação do mais capaz. A criança não quer receitas ou soluções milagrosas, que embotem sua capacidade de resolução, mas precisa de orientação para que seu avanço seja perceptível e prazeroso. Isso requer uma mudança radical em relação ao papel hoje desempenhado pelos professores, em sua maioria. O papel de mero transmissor de um conhecimento estático, sacralizado, imutável, “dado”, é incompatível com esta nova visão, em particular na área de Ciências. Não há mais lugar para o tradicional professor transmissor que, detentor de um conhecimento pronto e acabado, se preocupa em repassá-lo, através de exercícios, exposições, tarefas e, posteriormente, cobra este conhecimento dos estudantes através de testes e provas. No papel de mediador, a Ciência é vista como uma produção humana, e o docente se preocupa em organizar ações que possibilitem ao estudante a apropriação deste conhecimento: o aluno é o sujeito da aprendizagem. Assim como as tentativas de ensinar um conceito são estéreis, as tentativas de ensinar resolução de problemas também o são. Entretanto, nesta nova conduta pedagógica, o docente saberá equilibrar criteriosamente as diferentes

abordagens indutivas e dedutivas, sistemáticas e assistemáticas, formais e informais, que podem levar a resoluções satisfatórias.

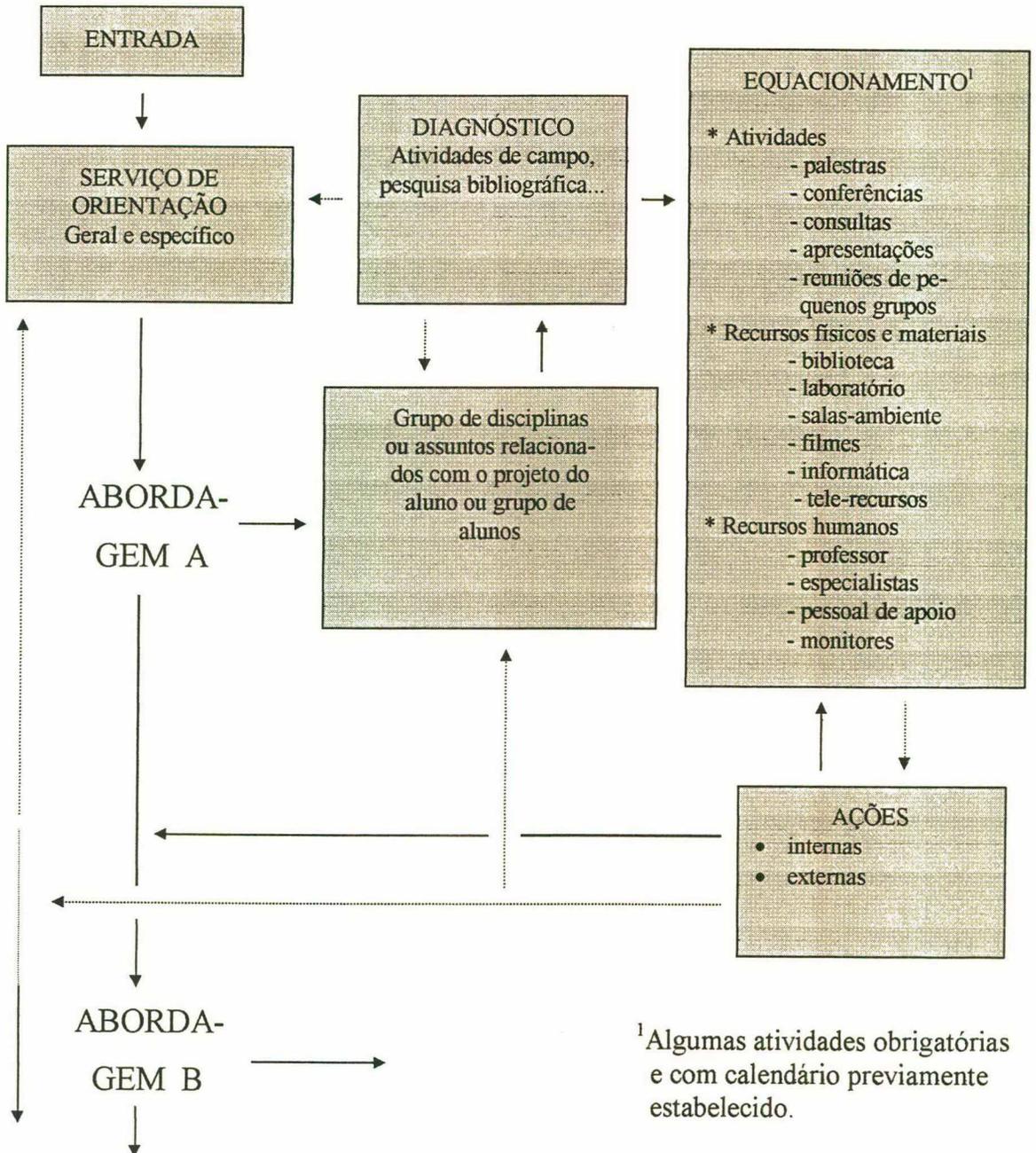
O domínio da linguagem científica e dos conceitos científicos também se mostra primordial para a otimização da SP, além do papel exercido pelo professor. Permitirá à criança aproximar a “fala” do “falar”, e o maior domínio da linguagem está diretamente associado ao maior desenvolvimento do pensamento. Neste particular, é importante repensar o papel do livro didático, atualmente mal elaborado (inclusive com graves imprecisões de conteúdo científico) e mal utilizado. Cabe ressaltar a quase total ausência de um enfoque histórico, que permita uma visão mais dinâmica da Ciência, mais dialética, menos racionalista, menos simplesmente empirista. Não se trata de eliminá-lo, mas torná-lo menos exclusivo; quer-se que seja uma ferramenta a mais, e cada vez mais eficiente, integrada, ágil, realmente portadora de conteúdo - aqui entendido como a Ciência estruturada de maneira adequada e conveniente para favorecer o processo resolutivo.

Finalmente, há que repensar-se no desenvolvimento curricular como um todo, de tal forma que as questões aqui levantadas possam ser contempladas, dando-se mais ênfase para as questões básicas (como a transação com o conhecimento), e relegadas para segundo plano aquelas que, afinal, estão mais para o aspecto burocrático-administrativo da educação: horário, frequência, disciplina, provas...

Ora, o modelo apresentado, pelo fato de ser conceitual, não oferece maiores indicações sobre a forma como deveria ser implementado, isto é, colocado efetivamente em ação. Assim também, seria difícil imaginar a

sua execução na escola, como ela se apresenta hoje, com sua sistemática de funcionamento, burocracia, elementos de controle, etc. Mesmo com a abertura propiciada pela nova Lei de Diretrizes e Bases, muitos entraves reais continuam a existir. Há que repensar-se, então, no desenvolvimento curricular como um todo, de tal forma que as questões aqui levantadas possam ser contempladas: seja dada mais ênfase para as questões básicas acima mencionadas, e relegadas para segundo plano aquelas mais ligadas ao aspecto burocrático-administrativo do que para o pedagógico. É preciso explicitar um **modelo operacional** que permita a implantação do **modelo conceitual** em qualquer circunstância - em uma só turma, com uma só disciplina ou em várias, numa série, num turno, na Instituição inteira ou numa rede toda. Somente desta forma é possível justificar sua proposição, sob pena de se voltar às alegações mencionadas no início, quanto às excelentes propostas de mudança e melhoria no ensino, que já surgiram na história da educação brasileira, e que não vingaram em função das características altamente singulares que permitiram o seu êxito, nos projetos-piloto (verbos, pessoal treinado, acompanhamento, etc.), mas que dificilmente poderiam ser reproduzidas na macro-estrutura.

A situação experimentada no desenvolvimento desta pesquisa, em particular quando da execução dos projetos do terceiro tipo, mesmo não atingindo o cumprimento das exigências todas para se constituir no ideal para a operacionalização do modelo proposto, quaisquer que sejam as circunstâncias presentes, leva à proposição da seguinte forma de desenvolvimento (dentro de um novo conceito de AULA, como já mencionado):



Para evitar o desenvolvimento do curso na tradicional forma linear, propõe-se uma alternativa que, além de permitir avançar qualitativamente no tratamento do conteúdo, possibilita a cada participante um aprofundamento mais consentâneo com seus interesses pessoais ou de grupo, sem que perca de vista o contexto mais geral em que ele se encontra inserido.

Antes de iniciar um período letivo (não necessariamente aquele estabelecido legalmente), o esquema é apresentado ao estudante (junto com seus pais ou responsáveis, quando é o caso), mesmo que ele já tenha participado do mesmo em outras oportunidades, uma vez que a percepção que dele tem, amplia-se e se aprofunda, gradativamente. Em seguida, passa por um serviço de orientação duplamente direcionado: por um lado, uma orientação geral, definindo os rumos do projeto de estudo, por outro, uma orientação específica, para determinar conteúdos, métodos particulares de investigação, etc. Definida uma certa abordagem para um problema, a ser trabalhado individualmente ou em grupos de interesses afins, parte-se para as atividades de campo\* de acordo com o projeto estabelecido anteriormente.

\* Atividades de campo são entendidas aqui como todas as atividades relacionadas com um determinado projeto, e que extrapolem o cotidiano das “aulas” desenvolvidas em sala: pesquisas bibliográficas, trabalhos de laboratório, entrevistas, “viagens” via computador, saídas em campo propriamente ditas, etc., conforme as necessidades detectadas anteriormente ou que se manifestam no decorrer do projeto.

Especificamente, o processo de apropriação dos conteúdos tem também, por sua vez, dois direcionamentos. Por um lado, as atividades das quais participa o grupo como um todo, uma vez que, considerados os objetivos da disciplina, grupo de disciplinas ou da própria escola como um todo, esteja pressuposto que um determinado número de conteúdos seja imprescindível para todos os participantes, num determinado âmbito de abrangência, qualquer que seja o projeto específico. Estas reuniões devem obedecer a um calendário previamente acertado, e discutido entre alunos e professor, uma vez que, supõe-se, este tenha uma visão mais ampla dos problemas que serão enfrentados por aqueles e possa estabelecer, em princípio, ao menos, em que momentos seria interessante conjugar esforços comuns para a sua resolução. Por outro, o aluno contará com a presença e atenção do(s) respectivo(s) professor(es), durante um certo número de horas, para dirimir dúvidas, reordenar objetivos, analisar trabalhos escritos, etc., relacionados com os projetos individuais ou grupais.

Sempre, num determinado momento, os resultados de cada projeto devem ser socializados. Isto quer dizer, há que se abrir espaços, **que podem ser inclusive não-tradicionais** (neste tipo de curso), **como a apresentação em eventos reconhecidos pela comunidade acadêmica** (e aceita como execução de carga-horária legalmente exigida), para que os alunos se exponham e se submetam à melhor crítica que existe: aquela que não está limitada à sala de aula, mas se manifesta aberta aos pares, à comunidade escolar e regional, e dos quais se pode obter o retorno adequado. Em qualquer etapa do processo, deve haver possibilidade de retorno ao serviço de orientação inicial, visando corrigir os rumos do trabalho, quando os objetivos não estiverem sendo alcançados ou o estiverem de forma insuficiente.

Algumas vantagens podem ser apontadas neste tipo de desenvolvimento curricular:

- permite a otimização no aproveitamento de recursos humanos, isto é, com menor número de docentes e/ou sua utilização em menor tempo, é possível atingir um maior número de alunos, sem que se passe para segundo plano a qualidade do ensino ministrado; ao mesmo tempo, os professores se colocam, no processo, como outros tantos pesquisadores, o que lhes permite aprofundamento nos conteúdos e busca de novos ângulos de abordagem, enfoques diferenciados;
- os recursos oferecidos ao estudante ficam à sua disposição também de maneira otimizada, uma vez que ele fará uso dos mesmos na medida das suas necessidades, no período de tempo em que isso lhe for mais conveniente e da maneira que melhor atender aos seus interesses;
- o esquema favorece a integração interdisciplinar, já que será possível pensar-se na presença, concomitante, de vários profissionais docentes a disposição do estudante;
- estimula-se a responsabilidade e o senso de independência do estudante, ao se diminuir gradativamente o nível de dependência professor-aluno hoje existente, ao mesmo tempo em que se exigem resultados e se impede o espontaneísmo puro e simples;

- propicia-se o envolvimento do estudante em projetos de maior envergadura, de interesse para a comunidade em que atua, transformando a escola em centro catalizador de mudanças; pode-se entender como uma continuidade natural da ação pretendida para cada projeto realmente resolvido, na verdade a passagem para um nível “macro” na espiral do desenvolvimento das contínuas resoluções;
- possibilita-se que o processo ensino-aprendizagem aconteça, efetivamente, valorizando as experiências pregressas do estudante, ao mesmo tempo que lhe abre novas perspectivas de valorização, no momento atual e para o futuro.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### 7.1 - Bibliografia citada

ARRUDA, Sérgio M. & VILLANI, Alberto (1994). Mudança conceitual no Ensino de Ciências. in: Caderno Catarinense de Ensino de Física. Vol. 11, nº 2, ago. 94. Fpolis: UFSC.

ANDRADE, E. N. da C. & HUXLEY, Julian. (1962) Iniciação à Ciência 1º vol. Trad.: José Reis. Brasília (?) : INEP. 2ª. ed.

BARBOSA, Rui Madsen. (1985) Matemática: magistério 1. SP : Atual

BUCCHI, Paulo. (1992) Matemática vol. único. SP : Moderna.

D'AMBRÓSIO, Betariz S. (1994) Como ensinar Matemática Hoje? in: Temas & Debates - A Matemática Hoje. Ano VII, nº 1 e 2. Maringá : SBEM. 2ª. ed.

DAMM, Regina Flemming. (1996) diversos textos avulsos. Fpolis : UFSC.

- DANTE, Luiz Roberto. (1989) Didática da Resolução de Problemas em Matemática. SP : Ática.
- DIENES, Zoltan P. (1970) Aprendizado Moderno da Matemática. trad. de Jorge E. Fortes. RJ : Zahar.
- ESCUADERO, Consuelo (1995) Resolución de Problemas en Física: herramienta para reorganizar significados. in: Caderno Catarinense de Ensino de Física. Vol. 12, nº 2, ago. 95. Fpolis: UFSC
- GIL, Daniel et al. (1992) Questionando a Didática da Resolução de Problemas: elaboração de um modelo alternativo. in: Caderno Catarinense de Ensino de Física. vol. 9, nº 1. Fpolis. : UFSC.
- HENDERSON, Ronald W. (1986). Self-Regulated Learning: Implications for the Design of Instructional Media. in: Contemporary Educational Psychology. vol. 11.
- HENNING, Georg J. (1986) Metodologia do Ensino de Ciências. PA : Mercado Aberto.
- JONES, Graham A. & THORNTON, Carol A. (1993). Vygotski Revisited: Nurturing Young Children's Understanding of Number. in: Focus on Learning Problems in Mathematics. vol. 15, nº 2 & 3. Spring & Summer
- KOZULIN, Alex (1990). La psicología de Vygotski - Biografía de unas ideas. trad.: Juan C. G. Crespo. Madrid: Alianza Ed.

- KRAPAS-TEIXEIRA, Sonia & PACCA, Jesuína L. A. (1994) O peso medido pela balança: ruptura e continuidade na construção do conceito. in: Caderno Catarinense de Ensino de Física. vol. 11, nº 3, dez. 94. Fpolis: UFSC.
- LELLIS, Marcelo & IMENES, Luiz M. P. (1994) O ensino de Matemática e a formação do cidadão. in: Temas & Debates - Educação Matemática: Fundamentos filosóficos e desafios sociais. Ano VII, nº 5. Blu : SBEM
- LIMA, Elon Lages. (1984) Livros - Comentário por Elon Lages Lima. in : Revista do Professor de Matemática. nº 5, 2º sem. SP : SBM.
- LOPES, Antônio José. (1994) Resolução de Problemas: observações a partir do desempenho de alunos. in: A Educação Matemática em Revista - Séries Iniciais Ano II, nº 3, 2º sem. Blumenau : SBEM
- LOPES, Maria Laura M. L. (1984) Herbert Fremont: o ensino da Matemática através de suas aplicações. in: Revista do Professor de Matemática nº 5, 2º sem. SP : SBM
- MAROTE, D'Olim. (1989) Matemática 1º Grau, vol 3. SP : Ática.
- MAYER, Richard E. (1981) Cognição e Aprendizagem Humana. Trad.: Luiz R. S. S. Malta. SP : Cultrix.
- MEADOWS, D. et al. (1972). Limites do crescimento. SP : Perspectiva.

- MEIRA, Luciano. (1993) O “Mundo-Real” e o Dia-a-dia no ensino de Matemática. in: A Educação Matemática em revista - Etnomatemática. Ano 1, nº 1, 2º sem. Blumenau : SBEM
- MEDAWAR, Peter B. (1982) Conselho a um jovem cientista Trad.: Osiris B. Pinto. Brasília : UNB.
- MORAES, Roque & RAMOS, Maurivan G. (1988) Construindo o conhecimento: uma abordagem para o ensino de Ciências. PA : Sagra
- OMOTE, Noriyasu. (1982) Física: 2º Grau SP : Moderna. 3ª. ed.
- PEREZ, Geraldo. (1995) Competência e compromisso na formação do professor de Matemática. in: Temas & Debates - Formação de Professores de Matemática . Ano VIII, nº 7. Blu : SBEM
- POLYA, G. ( 1978) A arte de resolver problemas. Trad.: Heitor L. de Araújo. RJ : Interciência.
- RISSOM, Ingrid. (1985). Der Begriff des Zeichens in den Arbeiten Lev Semenovic Vygotskijs - Die kulturhistorische Konzeption des Zusammenhangs von Spracherwerb und kognitiver Entwicklung. Göppingen: Kümmerle Verlag.
- RIVIÈRE, A. (1985). La psicología de Vygotsky. Madrid : Visor

SIDES, Vargas & CURTO, Aparecida. (1991) Descobrimo e Construindo a Matemática. 1a. à 4a. S. BH : Lê.

SCHMITTAU, Jean.(1993). Vygotskian Scientific Concepts: Implications for Mathematics Education. in: Focus on Learning Problems in Mathematics. vol. 15, n° 2 & 3. Spring & Summer Ed.

VAN DER VEER, René. (1994). The Concept of Development and the Development of Concepts. Education and Development in Vygotsky's Thinking. in: European Journal of Psychology of Education.vol.IX .n°4, 293-300.

VIDAL, Florence. ( 1973) Problem Solving - Metodologia geral da criatividade. SP : Bestseller

VYGOTSKY, L. S. (1991) Pensamento e Linguagem. SP : M. Fontes. 3<sup>a</sup>.ed.

\_\_\_\_\_. (1991b) Pensamiento y Lenguaje. in: Obras escogidas vol II. Madrid : CP del MEC & Visor D.

\_\_\_\_\_. (1991c) A Formação Social da Mente. SP: M. Fontes. 4<sup>a</sup>. ed.

\_\_\_\_\_. (1992) Geschichte der höheren psychischen Funktionen. trad.: Regine Kämper. Münster; Hamburg : Lit.

WATTS, Mike. (1991). The Science of Problem-Solving - A Practical Guide for Science Teachers London : Cassell/Heinemann

WERTSCH, James V. (1988). Vygotsky y la formacion social de la mente.  
Barc./BA/México : Paidós

ZEULI, John P. (1986) The Use of the Zone of Proximal Development in  
Everyday and School Contexts: A Vygotskian Critique. in: Annual  
Meeting of the American Educational Research Association. 70th, San  
Francisco, CA, April 16-20.

## 7.2 – Bibliografia consultada

DAVIS, Claudia et all. (1989). Papel e valor das interações sociais em sala  
de aula. in: Cad. de Pesq. n. 71, p. 49-54. SP:FCC.

DELIZOICOV, Demétrio & ANGOTTI, José A. (1994) Metodologia do  
Ensino de Ciências. SP : Cortez. 2<sup>a</sup>. ed.

diversos. (1985) Aprendizagem: perspectivas teóricas. PA : Ed. UFRGS.

CAMPOS, T. (org.) (1994). Em Aberto. Tendências na Educação  
Matemática. nº 62. Brasília : INEP

MONTOYA, Adrián O. D. (1995) Sobre as raízes do pensamento e da  
linguagem: Vygotsky e Piaget. in: Cad. de Pesq. n. 92, p. 26-37. SP:FCC

OLIVEIRA, Marta K. (1992). Vygotsky: alguns equívocos na interpretação  
de seu pensamento. in: Cadernos de Pesquisa. n. 81, p. 67-74. SP: FCC

- REGO, Teresa C. (1995) Vygotsky - Uma perspectiva histórico-cultural da educação. Petrópolis: Vozes.
- REVISTA DA SBEM. (1994) A Educação Matemática em Revista - O ensino da Matemática no 1º Grau. Ano I, nº 2. Blumenau : SBEM
- RIVIÉRE, Angel (1985). La psicología de Vygotski. Madrid : Visor
- VAN DER VEER, René & VALSINER, Jaan (1996). Vygotsky - uma síntese. SP : Ed. Loyola.
- VYGOTSKY, L. S. (1996). Estudos sobre a história do comportamento: símios, homem primitivo e criança. PA : Artes Médicas.
- \_\_\_\_\_. (1991) Obras escogidas vol. I e II. Madrid : CP del MEC & Visor D.
- \_\_\_\_\_.(1996). Teoria e método em Psicologia. SP : Martins Fontes.
- ZANELLA, Andréa V. (1992) “Zona de Desenvolvimento Proximal” - Análise Teórica de um conceito em Situações Variadas. (dissertação) SP: PUC.

ANEXO 01  
LISTA DE PROBLEMAS ABSURDOS<sup>1</sup>

- 1) 500 homens fazem uma represa em 365 dias. Quantos homens são necessários para construí-la em um dia?
- 2) João toma 1 litro de suco de laranja em 2 minutos. Quantos litros João pode beber em 1 hora?
- 3) Numa corrida, um carro anda a 210 km/h. Em quanto tempo esse carro faz a volta ao mundo?
- 4) Um jogador faz 3 gols em 30 minutos. Quantos gols este jogador faz em 90 minutos?
- 5) Dez homens levam 20 minutos para executar uma música. Em quanto tempo uma orquestra de 40 homens executará a mesma música?
- 6) Se Henrique VIII teve 6 esposas, quantas esposas teve Henrique II?
- 7) Se o diâmetro de uma moeda de 10 centavos é de 2 cm, qual o diâmetro de uma moeda de 50 centavos?
- 8) Jorge, que tem 5 anos, mede 80 cm. Qual será sua altura quando tiver 20 anos?
- 9) Em 3 minutos cozinha-se um ovo. Quanto tempo é necessário para cozinhar 10 ovos?

<sup>1</sup>lista entregue pela SED/SC aos docentes dos cursos de capacitação em Matemática - 97, para discussão e reflexão com os professores capacitandos (problemas extraídos de livros-texto usuais)

ANEXO 02a.  
INSTRUMENTO DE DIAGNÓSTICO

CÓDIGO DO ALUNO: \_\_\_\_\_

Estamos solicitando que você escreva, nesta folha, algumas situações que podem ser um problema, ou em que você possa ter alguma dúvida, relacionadas com os diversos itens abaixo. Por exemplo, no item PESSOAL, se fosse o caso, você poderia escrever: tenho cárie nos dentes (afinal, este problema tem diversas causas e pode ser solucionado). No item MINHA REGIÃO ou MINHA COMUNIDADE, você poderia escrever: a água está poluída (pode não estar havendo tratamento adequado, e como vamos combater esta situação?). Escreva pelo menos uma pergunta em cada item mas, se quiser, pode escrever mais do que uma. Não se preocupe só com a nota, portanto, não tenha medo de errar; suas respostas vão servir para planejar as atividades seguintes. Não peça a opinião dos colegas: queremos saber as suas próprias questões ( só você poderá identificar seu código, portanto, seja mais sincero possível).

Itens:

1. Pessoal	
2. Familiar	
3. Escolar	
4. Comunitário	
5. Municipal	
6. Estadual (SC)	
7. Nacional (BR)	



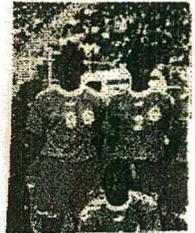
ANEXO 03  
 JOGO DA "CORRIDA"



TEM MUITA  
 VIOLÊNCIA NA TV  
 - NÃO JOGA 2 X



GANHEI UM CARRO  
 NOVO! QUE BOM!  
 JOGA 2 X



CHEGADA

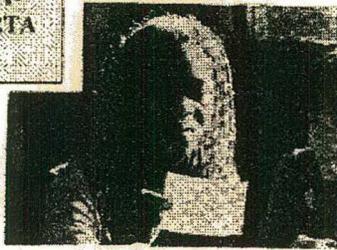


O MELHOR  
 AMIGO DO  
 HOMEM -  
 AVANÇA 1

OS TIGRES  
 ESTÃO MOR-  
 RENDO  
 PERDE 1 X



QUE BOM. GA-  
 NHEI UMA CARTA  
 - AVANÇA 5



CIGARRO FAZ  
 MAL PARA A  
 SAÚDE - VOL-  
 TA 6 CASAS

SAUDADES  
 DE CAZUZA  
 - VOLTA 3



GANHEI UM DISCO DO  
 CHICO - AVANÇA 5



MEU  
 TIME  
 GANHOU  
 - VAI 3



DEU BRIGA  
 NO JOGO -  
 VOLTA 3

SAÍDA

ANEXO 04  
QUESTIONÁRIO SOBRE ATIVIDADES REALIZADAS

Escola: \_\_\_\_\_

Nome do aluno: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_

Participou de atividades com projetos?

não

sim                     a nível de escola

fora da Escola; onde? \_\_\_\_\_

Título do projeto: \_\_\_\_\_

Gostaria de participar deste tipo de atividades no próximo ano?

não

sim      Por que? \_\_\_\_\_

---

Qual o tipo de assunto que você gostaria de investigar? Por que?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Data: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura

ANEXO 5a.  
QUESTIONÁRIO EXTENSIVO - ALUNOS

NOME: \_\_\_\_\_

TÍTULO DO TRABALHO: \_\_\_\_\_

ESCOLA: \_\_\_\_\_

Você desenvolveu, neste ano letivo, um (ou mais) trabalhos na área de Ciências ou Matemática. Marque um X entre 1 e 5, conforme a importância que você dá para as questões abaixo:

	Pouca importância		Muita importância		
	1	2	3	4	5
1. O trabalho tem relação com o seu cotidiano, com o seu dia-a-dia	( )	( )	( )	( )	( )
2. Envolve outras pessoas, além de você (família, escola, etc.)	( )	( )	( )	( )	( )
3. Grau de importância que você dá ao trabalho que você desenvolveu, como forma de resolver problemas da comunidade, município, etc.	( )	( )	( )	( )	( )
4. Continuação do trabalho, pensando em sua ampliação para o próximo ano.	( )	( )	( )	( )	( )
5. Importância dos <u>conteúdos</u> desenvolvidos nos trabalhos, para os problemas que encontra no dia-a-dia.	( )	( )	( )	( )	( )

Pensando na possível continuidade dos trabalhos, qual a situação-problema que você acha que poderia acrescentar ao mesmo, para que ele pudesse ter maior utilidade no futuro: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

---

ANEXO 5b.  
QUESTIONÁRIO EXTENSIVO - PROFESSORES

NOME: \_\_\_\_\_

TÍTULO DO(S) TRABALHO(S) ORIENTADO(S):

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

ESCOLA: \_\_\_\_\_

Você desenvolveu, neste ano letivo, com os seus alunos, um ou mais trabalhos na área de Ciências ou Matemática. Marque com um X, entre 1 a 5, conforme a importância que você dá para as questões abaixo:

	Pouca importância		Muita importância		
	1	2	3	4	5
1. Os trabalhos têm relação com o dia-a-dia dos alunos	( )	( )	( )	( )	( )
2. Envolvem outras pessoas da comunidade (pais, etc.)	( )	( )	( )	( )	( )
3. Grau de importância que você dá a estas atividades, como forma de desenvolver os problemas da comunidade, do município, etc.	( )	( )	( )	( )	( )
4. Continuação dos trabalhos no próximo ano, pensando na sua ampliação e aprimoramento	( )	( )	( )	( )	( )
5. Importância dos conteúdos desenvolvidos	( )	( )	( )	( )	( )
6. Importância da metodologia utilizada (projetos, etc.)	( )	( )	( )	( )	( )

7. Pensando na continuidade dos trabalhos, qual ou quais as situações-problema que poderiam ser trabalhadas, para que os mesmos pudessem ser aprimorados?

---

---

---

---

---

8. Que outras situações-problema existem na comunidade escolar e seu entorno, que você acredita ser possível (e deveriam ser) exploradas em trabalhos de pesquisa, na escola, na área de Ciências e Matemática?

---

---

---

---

---

---

---

---

---

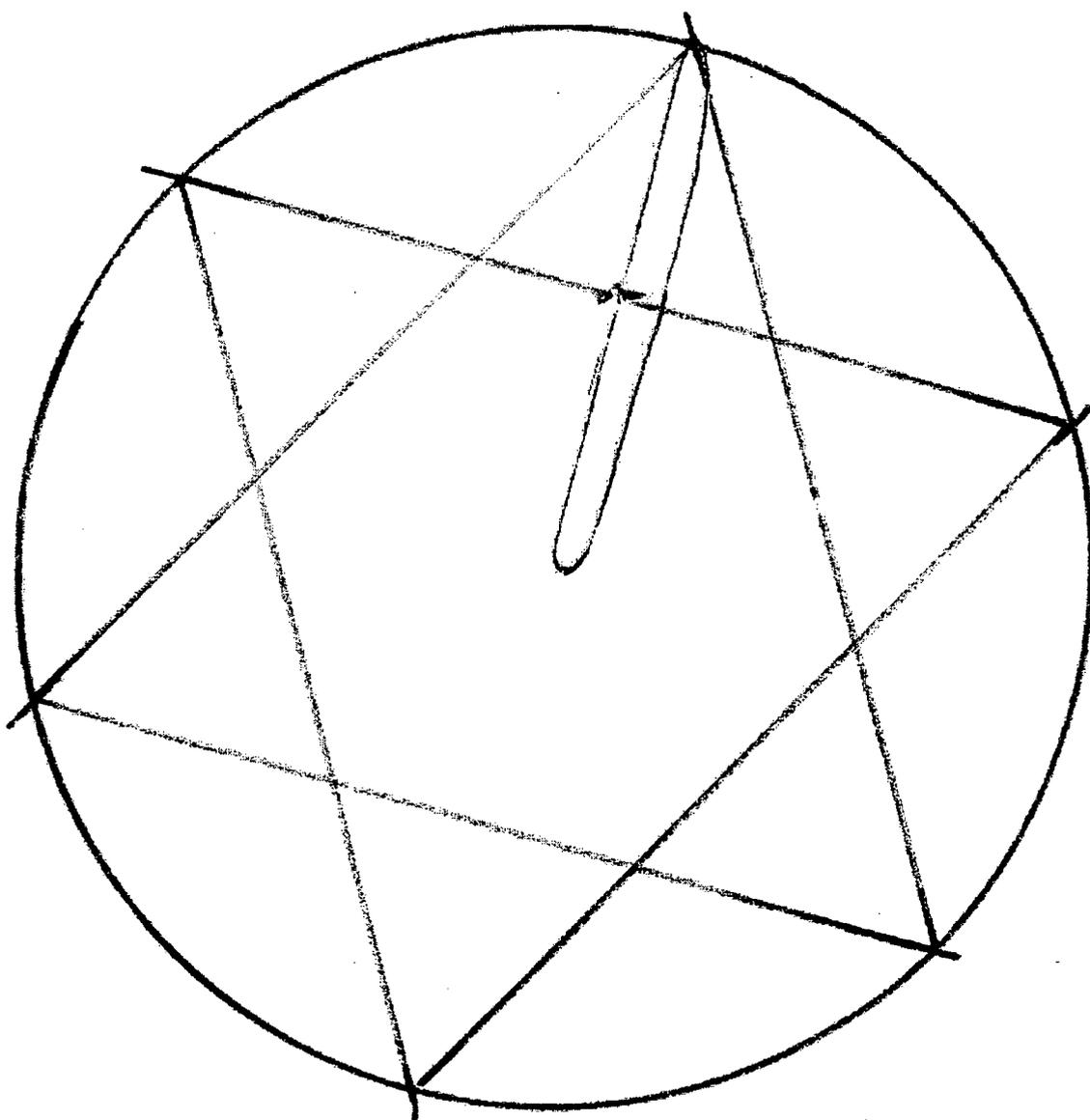
---

## ANEXO 06

### DESENHO DE HEXÁGONO E ESTRELA

Nome: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

- junte as pontas da linha com um nó;
- usando a linha, faça uma circunferência sobre a folha de papel;
- divida a circunferência em 6 partes iguais;
- usando a divisão feita, ao invés de um hexágono, desenhe uma estrela, para depois colorir:



ANEXO 7  
QUESTIONÁRIO SOBRE PROGRAMA DE VÍDEO

Nome: \_\_\_\_\_ Série: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

• Data em que você assistiu o programa GLOBO RURAL: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_

• Cite 3 criações mencionadas no programa, e uma observação sobre cada uma:

1. \_\_\_\_\_:

2. \_\_\_\_\_:

3. \_\_\_\_\_:

• Cite 3 culturas mencionadas no programa:

1. \_\_\_\_\_:

2. \_\_\_\_\_:

3. \_\_\_\_\_:

• Na sua opinião, qual a melhor parte do programa que você assistiu:

\_\_\_\_\_

Justifique: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

No verso, faça um desenho referente a esta parte.

## ANEXO 08

### CURSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

#### 1. Introdução

A profissionalização é considerada, atualmente, uma das alternativas que se oferecem diante das perspectivas cada vez mais difíceis de alcance e de sucesso no emprego e, de maneira mais abrangente, no que se refere à questão do **trabalho**, nas mais diferentes áreas da atividade humana. Entende-se aqui, como **profissionalização**, a capacidade de associar o conhecimento técnico e científico específico para uma determinada área da atividade humana, com a visão geral do contexto em que esta se insere. O binômio especialização-conhecimentos gerais assume, assim, conotações diferentes das que se apresentavam até hoje, principalmente em função da crescente invasão da informática e da automação em campos onde, até há pouco tempo, ela nem seria imaginada, tanto em profundidade quanto em abrangência.

Dentro deste contexto, porque pensar-se em um curso profissionalizante com características alternativas, se tantos são oferecidos, quer por organizações conceituadas e reconhecidas a nível nacional, quer por empresas interessadas apenas em faturar economicamente, mesmo quando não oferecem as mínimas condições de atender aos objetivos a que se propõem? Há que lembrar-se que a profissionalização, nos termos dantes definidos, em qualquer dimensão, exige um lastro de conhecimentos específicos ou paralelos que, em muitos casos e por diversos motivos, não estão disponíveis para o participante. Poder-se-ia citar, como exemplo, tópicos de Matemática, cujo manuseio fica fora do alcance dos alunos num certo nível de escolarização, ou mesmo dos adultos que, tendo uma certa prática na atividade, estão há tempo fora da escola e teriam dificuldade em acompanhar um curso profissionalizante considerado nos termos tradicionais. Os pseudo “profissionais”, com os quais as pessoas se defrontam cotidianamente, e cuja “eficiência” sentem tanto na conta que apresentam, quanto nos resultados relativos aos serviços que prestam, estão aí para comprovar esta assertiva. Nestes casos, a profissionalização oferecida, nos termos deste projeto, pode ser uma alternativa interessante tanto para quem oferece quanto para quem usufrui do serviço.

Outra questão que deve ser levantada diz respeito à relação entre esta modalidade de ensino e aquele dito “ensino regular”. Em termos de Ensino Fundamental, a primeira jamais deverá substituir o segundo, se se quiser manter uma estrutura educacional que promova a formação integral do Homem. Entretanto, a existência de casos (e muitos, às vezes), de alunos que apresentam habilidades específicas bastante evidenciadas em determinadas áreas e para as quais existe uma certa dificuldade de aproveitamento no ensino regular, bem como alunos que têm adaptabilidade mais complicada, até por questões de defasagem etária, por exemplo, torna esta proposta de ensino profissionalizante uma alternativa de efetivar a mencionada formação, que merece ser apreciada.

Nestes termos, há que se colocar uma “marca registrada” nesta proposta de profissionalização: a aproximação entre o cotidiano, o que faz parte das preocupações e das necessidades do dia-a-dia dos interessados, e a competência científico-tecnológica. Não se trata de oferecer um pacote pronto, vulgarmente chamado de “cursinho Walita”, mas de oferecer situações que propiciem a discussão sobre aspectos básicos para a construção da cidadania do estudante, do aluno de primeiro ou segundo grau, ou de quem possua escolaridade equivalente e que atua na comunidade, muitas vezes, de forma empírica e com base em informações transmitidas informalmente, talvez consideradas até, patrimônio familiar. O objetivo não é provocar o abandono ou o desprezo por estas informações; pelo contrário, trata-se de oferecer a esta população, uma oportunidade de redimensionar as suas vivências, o seu “modus operandi” tradicional que, pela falta de sistematização, de discussão, de confrontação, às vezes é carregado inconscientemente pelo próprio ator, em **conhecimento**; transformar em “know-how” algo, para muitos, ainda significa apenas o exercício de uma habilidade adquirida circunstancialmente ou a execução mecânica de tradições repassadas sem critérios de criticidade quanto a recursos, meios, matérias-primas, equipamentos, sintonia com o meio cultural, perspectivas de desenvolvimento econômico, etc.

## 2. Objetivo

Oferecer possibilidade de profissionalização na área de Iniciação Científica a estudantes de 2º e 1º Grau, ou pessoas já afastadas do ensino regular, mas com escolaridade compatível, particularmente em locais de contextos socio-econômicos em que:

- os cursos regulares apresentem dificuldades no que diz respeito à sua abrangência (conteúdos limitados a programas lineares e sem possibilidades de expansão);
- haja necessidade, no mercado de trabalho, de pessoas com um mínimo de conhecimentos específicos não oferecidos pela escola, através de seus cursos regulares ou supletivos;
- haja dificuldade de acesso a cursos profissionalizantes oferecidos pelas agências que habitualmente atuam neste setor.

## 3. Justificativa

- Os cursos atualmente oferecidos servem áreas de abrangência qualitativa e quantitativamente privilegiadas; em outras palavras, cursos do tipo que são oferecidos por instituições consagradas, como SENAI e SENAC, exigem um aporte de recursos físicos, humanos, etc., nem sempre compatíveis com as exigências de mercado de uma determinada comunidade: forma-se um número X de profissionais em uma certa linha, sobrecarrega-se a oferta de mão-de-obra na mesma, o curso deixa de ser atrativo e todo o investimento passa a ficar ocioso. Têm-se exemplos deste fato em diversos setores, em particular na área industrial e de serviços;
- a profissionalização, nos diversos níveis em que pode ocorrer, propicia ao cursista a fixação no local de origem, evitando a migração; principalmente para as camadas jovens da população, a falta de perspectivas de uma atividade profissional que lhes permita caminhar rumo a execução de seus projetos de vida, faz com que acabem se deslocando a centros maiores, na esperança de viabilizar estas expectativas. Ora, a falta de maior conhecimento profissional em determinada área acaba marginalizando estes cidadãos, com as conseqüências conhecidas, quando um mínimo de

conhecimento em áreas consideradas essenciais poderia oferecer-lhes alternativas melhores nos grandes centros, sim, mas principalmente, **poderiam assegurar-lhes a concretização daquelas expectativas nas suas comunidades de origem;**

- a alternativa de profissionalização que aqui se propõe visa oferecer também uma melhor variabilidade na escolha de cursos, uma vez que se constata, por parte dos jovens, uma saturação quanto à frequência a cursos direcionados para algumas modalidades, mas que acabam sendo frequentados pela absoluta falta de outras alternativas mais atraentes ou mais compensadoras, economicamente;
- a manutenção do jovem ocupado com este tipo de atividade, pode contribuir com as outras formas já conhecidas, não só para mantê-lo afastado de comportamentos prejudiciais a ele mesmo e ao seu convívio social, mas, principalmente, dar-lhe uma visão mais objetiva sobre os problemas deles decorrentes; trata-se, em outras palavras, de uma atividade multiplamente útil para os elementos envolvidos;
- finalmente, mas nem por isso com menor importância, porque um curso de Iniciação Científica? Um dos motivos é contar-se com fácil disponibilidade de material e recursos humanos com experiência nesta área. Porém, de maneira muito particular, o motivo é o de **colocar a área científica, enquanto formação básica, como opção de profissionalização, em condições de competitividade frente a outros que proliferam em nossas cidades, mas que parecem ignorar as potencialidades e capacidades de aprendizagem de nossa juventude, principalmente na população de baixa renda. Os fatos demonstram: inúmeras mentes que poderiam, no futuro, contribuir substancialmente para o desenvolvimento nacional, ficam sufocadas pelo caldo de incompetências instalado em nossas instituições e não encontram oportunidade para manifestar sua criatividade. Em todo o caso, acredita-se que a associação do conhecimento científico com a habilidade técnica (baseada numa fundamentação teórica consistente, como a de Vygotsky), é uma alternativa para a criação de mecanismos que viabilizem o surgimento destas oportunidades, já aos adolescentes, a nível de 1º Grau.**

Com as devidas mudanças na assunção da responsabilidade pelos recursos necessários, outros cursos podem ser sugeridos, como por exemplo: instalações gerais, recursos culinários, noções de marcenaria, consertos elétricos e pintura (cujo programa é apresentado em anexo - incluindo NC e PE, parte teórica e prática). Dentro da mesma linha, poderiam ser montados cursos do tipo: fotografia, construção civil, mecânica de automóveis, eletricidade de automóveis, agricultura alternativa e iniciação à informática, dentre outras sugestões.

#### 4. Forma de desenvolvimento

- clientela: estudantes em geral, mas principalmente de escolas públicas (considerando-se o maior número de entraves que encontram para ter oportunidade de acesso à profissionalização), que freqüentem o ensino de 1º e 2º Grau, ou outros interessados, que possuam escolaridade condizente com as exigências do curso;
- local: escola pública ou outro órgão, empresa, instituto, etc., com interesse em sediar o projeto, pelo prazo estabelecido e atendendo às exigências de ordem administrativa e pedagógica legais inerentes a este tipo de atividade educacional;
- o curso é oferecido de forma ambulante, isto é, sem ter uma estrutura física fixa, atendendo às necessidades de cada região, a partir de levantamentos preliminares, e sem esgotar as capacidades do mercado de trabalho; quando terminado o período do mesmo, equipamentos, recursos humanos, materiais, infra-estrutura burocrática, etc., são transferidos para outro local (município, comunidade, etc.), onde haja interessados no seu desenvolvimento;
- composição do curso:
  - a) Núcleo Comum (NC)
  - b) Parte Específica (PE), subdividida em: Parte teórica e Parte Prática
  - c) Estágio
- nº de alunos por turma: 45 alunos no NC e 15 na PE, exatamente para atender aos requisitos explicitados anteriormente, e relativos ao mercado de trabalho e à transferibilidade do material;

- carga horária: mínimo de 280 horas/aula, assim distribuídas:
  - 80 horas: teoria
  - 120 horas: prática
  - 80 horas: estágio supervisionado, a ser realizado em firmas, empresas, etc., que desenvolvam atividades relacionadas com os conteúdos do curso;
  
- docentes:
  - especialistas na área em questão, preferencialmente professores com habilitação na(s) disciplina(s) envolvida(s) em cada curso
  - práticos ou técnicos especialmente contratados para este fim, e que tenham reconhecida experiência no ramo; em determinados momentos devem ser acompanhados pelos docentes habilitados, para garantir a qualidade didática do trabalho.
  
- possibilidades de distribuição da carga horária:
  - regime regular: durante o período de ocorrência normal de um ano letivo, incluindo o estágio, para o qual cada aluno deverá encontrar um horário que concilie funcionamento da empresa, etc., com possibilidade de visita de avaliação por parte dos docentes;
  - regime concentrado em finais de semana;
  - regime concentrado em período de férias;
  - outras alternativas, a combinar com os interessados
  
- material didático: além do material regularmente previsto para este curso, prevê-se como procedimento normal a participação dos estudantes na sua elaboração, em alguns momentos dos mesmos; esta participação não tem como objetivo fundamental o barateamento do curso, mas sim, **a aquisição de conteúdos durante esta fase: pressupõe-se que participar do processo de elaboração do material constitui-se numa etapa importante da produção do conhecimento.**
  
- o estágio consta da participação em atividades relacionadas com os conteúdos estudados, em empresas ou instituições onde as mesmas sejam desenvolvidas, além de visitas ou saídas em campo, para a complementação dos estudos; o aluno pode iniciá-lo quando completa 70% da restante carga horária ou 50 % em casos especiais, como experiência pretérita na área.

## 5. Aspectos didáticos

Para evitar o desenvolvimento do curso na tradicional forma linear, que inclui exposições pelo professor da disciplina, leituras e seminários, ocasionalmente alguma atividade em grupo e tarefas destinadas à avaliação, propõe-se uma alternativa que, além de permitir avançar-se qualitativamente no tratamento do conteúdo, possibilita a cada participante um aprofundamento mais consentâneo com seus interesses pessoais, sem que perca de vista o contexto mais geral em que ele se encontra inserido.

Todo o esquema está baseado na disciplina do NC (Núcleo Comum, porque pode ser aproveitado para eventuais outros cursos dentro da mesma filosofia) referente ao desenvolvimento de projetos. No seu decurso, o estudante passa por um serviço de orientação duplamente direcionado: por um lado, uma orientação geral, definindo os rumos do projeto de estudo, por outro, uma orientação específica, para determinar conteúdos, métodos particulares de estudo, etc. Definida uma certa abordagem para um problema, a ser trabalhado individualmente ou em grupos de interesses afins, parte-se para as **atividades de campo** de acordo com o projeto estabelecido anteriormente, entendidas aqui como todas as atividades relacionadas com um determinado projeto, e que extrapolem o cotidiano das “aulas” desenvolvidas em sala: pesquisas bibliográficas, trabalhos de laboratório, entrevistas, “viagens” via computador, saídas em campo propriamente ditas, etc., conforme as necessidades detectadas anteriormente ou que se manifestam no decorrer do projeto.

As disciplinas específicas da Iniciação Científica têm também, por sua vez, dois direcionamentos. Por um lado, as atividades das quais participa o grupo como um todo, uma vez que, considerados os objetivos do curso, esteja pressuposto que um determinado número de conteúdos seja imprescindível para todos os participantes, naquela área, qualquer que seja o projeto específico. Estas reuniões devem obedecer a um calendário previamente acertado, e discutido entre alunos e professor, uma vez que, supõe-se, este tenha uma visão mais ampla dos problemas que serão enfrentados por aqueles e possa estabelecer, em princípio, ao menos, em que momentos seria interessante conjugar esforços comuns para a sua resolução. Por outro, o aluno contará com a presença e atenção do respectivo professor, durante um certo número de horas, para dirimir dúvidas, reordenar objetivos, analisar trabalhos escritos, etc., relacionados com os projetos individuais ou grupais.

Sempre, num terceiro momento, os resultados de cada projeto devem ser socializados. Isto quer dizer, há que se abrir espaços, **que podem ser inclusive não-tradicionais** (neste tipo de curso), **como a apresentação em eventos reconhecidos pela comunidade acadêmica** (e aceita como execução de carga-horária pela coordenação do curso), para que os alunos se exponham e se submetam à melhor crítica que existe: aquela que não está limitada à sala de aula, mas se manifesta aberta aos pares, e dos quais se pode obter o retorno adequado.

Em qualquer etapa do processo, deve haver possibilidade de retorno ao serviço de orientação inicial, visando corrigir os rumos do trabalho, quando os objetivos não estiverem sendo alcançados ou o estiverem de forma insuficiente.

Algumas vantagens podem ser apontadas neste tipo de desenvolvimento curricular:

- permite a otimização no aproveitamento de recursos humanos, isto é, com menor número de docentes e/ou sua utilização em menor tempo, é possível atingir um maior número de alunos, sem que se passe para segundo plano a qualidade do ensino ministrado;
- os recursos oferecidos ao estudante ficam à sua disposição também de maneira otimizada, uma vez que ele fará uso dos mesmos na medida das suas necessidades, no período de tempo em que isso lhe for mais conveniente e da maneira que melhor atender aos seus interesses;
- o esquema favorece a integração interdisciplinar, já que será possível pensar-se na presença, concomitantemente, de vários profissionais docentes a disposição do estudante;
- estimula-se a responsabilidade e o senso de independência do estudante, ao se diminuir o nível de dependência professor-aluno hoje existente, ao mesmo tempo em que se exigem resultados e se impede o espontaneísmo puro e simples;

- propicia-se o envolvimento do estudante em projetos de maior envergadura, de interesse para a comunidade em que atua, transformando o curso em centro catalizador de mudanças;
- possibilita-se que o processo ensino-aprendizagem aconteça, efetivamente, valorizando as experiências pregressas do estudante, ao mesmo tempo que lhe abre novas perspectivas de valorização pessoal e profissional.

## 6. Recursos necessários

- espaço físico - 2 espaços na escola ou entidade interessada, sendo um p/ aulas teóricas e outro para aulas práticas; em casos excepcionais, podem-se conjugar os dois espaços;
- humanos:
  - 1 ou mais professores habilitados, com experiência na área (40 h), disponível(is) exclusivamente para o projeto (esta carga horária é necessariamente preenchida considerando o tempo despendido no preparo de material para a seqüência de cada curso e a possibilidade de se trabalhar com turmas diversas, em diferentes locais);
  - técnicos e práticos locais, horistas, contratados pela instituição interessada, conforme a necessidade de cada curso e de cada etapa do curso;
  - secretário (p/ serviços burocrático-administrativos), contratado por tempo integral, também pela instituição interessada;
- material permanente e equipamentos: conforme o curso, fica a cargo do proponente; nos outros casos, podem ser estudada uma forma de parceria entre a instituição interessada e Secretarias de Educação Estadual ou Municipais, bem como órgãos que já atuam na área;
- consumo: a cargo dos interessados (alunos dos cursos oferecidos)
- demais recursos: envolvendo transporte de material, alojamento de docentes, refeições, etc.: a cargo da instituição interessada.

Observação:

a responsabilidade pelos itens acima enumerados, pode ser modificada em função de circunstâncias particulares como, por exemplo: o curso de Iniciação Científica ocorrer numa escola que já possua um pequeno laboratório, às vezes com baixo nível de utilização, e que se disponha a ceder suas instalações para a execução do curso; ou que aconteça num município de reduzida área territorial ou densidade populacional que já conte com uma pequena oficina e que possa ser utilizada pelos cursistas.

## 7. Questões curriculares

- frequência: para receber certificado, o cursista deverá ter frequência de 90 % no mínimo
- aproveitamento: média 8,0 no mínimo (num total de zero a 10,0)
- forma de avaliação:
  - testes teóricos
  - testes práticos
  - relatórios de atividades
  - relatórios de estágio: 1. do aluno estagiário  
2. do docente-supervisor  
3. de pessoa habilitada da empresa
- certificado: reconhecido pela Secretaria Estadual de Educação, para quem preencher os requisitos mínimos e demais exigências legais para este tipo de curso
- haverá integração vertical e horizontal dos conteúdos, isso é, da parte prática e teórica entre si e dentro de cada uma, impedindo a fragmentação do conhecimento

Observações:

- os cursos, considerando os objetivos do projeto, bem como as especificidades de cada situação em que serão realizados (por exemplo: meninos de rua, alunos que já trabalham, adultos com baixa escolarização mas já engajados no

mercado de trabalho, etc), **deverão estabelecer um equilíbrio entre a flexibilidade que atenda a cada situação e a rigidez que garanta a seriedade de sua execução bem como o sucesso nos seus resultados, sem transigir no cumprimento dos dispositivos legais, mas aplicando-os de forma a que todos os interessados tenham condições de acesso e êxito nos mesmos;**

- por outro lado, quando se tratar de cursistas menores ou adolescentes, dar-se-á particular atenção ao cumprimento das disposições do respectivo Estatuto, principalmente no que diz respeito à situação do APRENDIZ;
- sugere-se para a instituição que banca o curso, a contratação de seguro em grupo, que atenda aos alunos enquanto durar o mesmo.

## ANEXO

### 1. NÚCLEO COMUM

- \* Princípios gerais de funcionamento de máquinas e ferramentas
- \* Noções de Estatística Descritiva e Inferencial
- \* Uso de calculadora eletrônica
- \* Noções de informática
- \* Relações humanas no trabalho
- \* Ecologia e meio ambiente
- \* Cooperativização
- \* Segurança no trabalho

Observações:

- os conteúdos desenvolvidos envolvem apenas noções de cada conteúdo, porque muitos são, de uma forma ou outra, abordados na escola regular, com a diferença que, aqui, estão voltados para a fundamentação da parte específica dos próprios cursos;
- nos casos em que for possível e conveniente, incentiva-se a cooperativização dos futuros profissionais, de modo que possam otimizar os resultados da prestação de seus serviços, ou orientá-los para a busca de informações, junto aos órgãos específicos, com a finalidade de formar micro-empresas, na área.

## **2. PARTE ESPECÍFICA**

### **a) Parte teórica**

- Noções de Química: análise, funções orgânicas e inorgânicas, reações, soluções, eletroquímica, Química descritiva
- Noções de Física: Mecânica (ênfase para Hidrostática e Hidrodinâmica), temperatura, mudanças de estado, eletrodinâmica e eletromagnetismo
- Biologia: noções de citologia, reprodução, genética e taxonomia
- Ecologia: fatores ecológicos, dinâmica das populações, biocenoses e ecossistemas, ecologia aplicada
- Noções de Fisiologia Comparada
- Rochas, minerais, solos: classificação, aproveitamento
- Matemática básica: funções

### **b) Parte prática**

- Análise de água: O<sub>2</sub> dissolvido, MO, dureza, pH, etc.
- Elaboração de insetários, herbários e coleções similares, aparelhos para análise de clima, modelos e simulações
- Estudo de ecossistemas específicos
- Utilização de material alternativo para o trabalho na área científica
- Leitura e interpretação de mapas, confecção de maquetes, etc.
- Noções de primeiros socorros

### **c) Estágio**

ANEXO 09  
FICHA MÚLTIPLA DE ANOTAÇÕES

Nº \_\_\_\_\_

Responsável pela observação: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

Responsável pela anotação: \_\_\_\_\_

Tipo:

- (1) observação sobre projetos, por pesquisador, monitor ou professor ( )
- (2) observação eventual, por qualquer elemento da escola ( )
- (3) observações de professores, em atividades rotineiras de sala-de-aula ( )
- (4) conversas informais com aluno, na sala de aula ou fora da mesma ( )
- (5) observação decorrente de relatório, vídeo ou áudio ( )
- (6) outro caso ( )

Circunstância:

---

---

Tópicos mais importantes:

---

---

---

---

---

Participantes: ( ) observação individual  
( ) observação compartilhada por \_\_\_\_\_

Ass. relator

ANEXO 10  
ITENS DA ENTREVISTA SEMI-ESTRUTURADA

1. Identificação do responsável pela informações
2. Qual o tipo de conversa mais habitual, do aluno
3. Mudanças de comportamento e formas como isso se manifestava
4. Continuidade dos trabalhos
5. Continuidade dos estudos
6. Mudanças em termos de projeto de vida, decorrentes dos trabalhos
7. Pontos positivos e negativos do tipo de trabalho desenvolvido
8. Evolução na integração social quando da execução das tarefas (solicitação de ajuda, cooperação, trabalho em grupo, etc.)
9. O aluno manifesta criatividade, interesse, capacidade, para vislumbrar formas de continuação e ampliação do trabalho?
10. Comportamento em sala de aula
11. Manifestação de gosto (ou não) pelo desenvolvimento dos projetos
12. Tipos de leitura, programas de TV, etc.: estão relacionadas com os trabalhos?
13. Formas de lazer preferidas
14. Elação do aluno em relação à participar das aulas, em especial quando vai desenvolver os projetos

Obs.: tanto a sequência, quanto a forma de conduzir a entrevista, a inserção de tópicos diferenciados, etc., estão condicionados a PESSOA QUE ESTÁ SENDO ENTREVISTADA e às CIRCUNSTÂNCIAS em que a entrevista está ocorrendo.

## ANEXO 11a. RELAÇÕES GEOMÉTRICAS

O objetivo deste trabalho é ampliar o que tradicionalmente se faz de atividade com medidas de perímetro e área de figuras geométricas, bem como área total e volume de sólidos. Pode ser desenvolvido em qualquer série do Ensino Médio ou Fundamental: as medidas podem feitas mais empírica ou mais analiticamente, ou seja, com a utilização de papel milimetrado, barbante, proveta, etc., ou com a utilização de fórmulas, calculadora, etc.

### 1) relação entre perímetro e área de figuras geométricas regulares

Pode-se seguir a seguinte sequência:

- escolher ou traçar um círculo qualquer;
- medir ou calcular o seu perímetro e sua área;
- desenhar outros polígonos regulares (normalmente são suficientes o triângulo equilátero, o quadrado, o hexágono e o octágono), **de mesmo perímetro**, descobrindo o tamanho do respectivo lado com o auxílio de barbante ou calculando-o com o auxílio da fórmula:

$$P = n \cdot l$$

**P** = perímetro  
**n** = número de lados  
**l** = medida do lado

- estimar a área de cada polígono através da contagem com unidade-padrão, como papel milimetrado, ou calculá-la com o uso da fórmula:

$$A = \frac{1}{4} \cdot n \cdot l^2 \cdot \cotg \frac{180^\circ}{n}$$

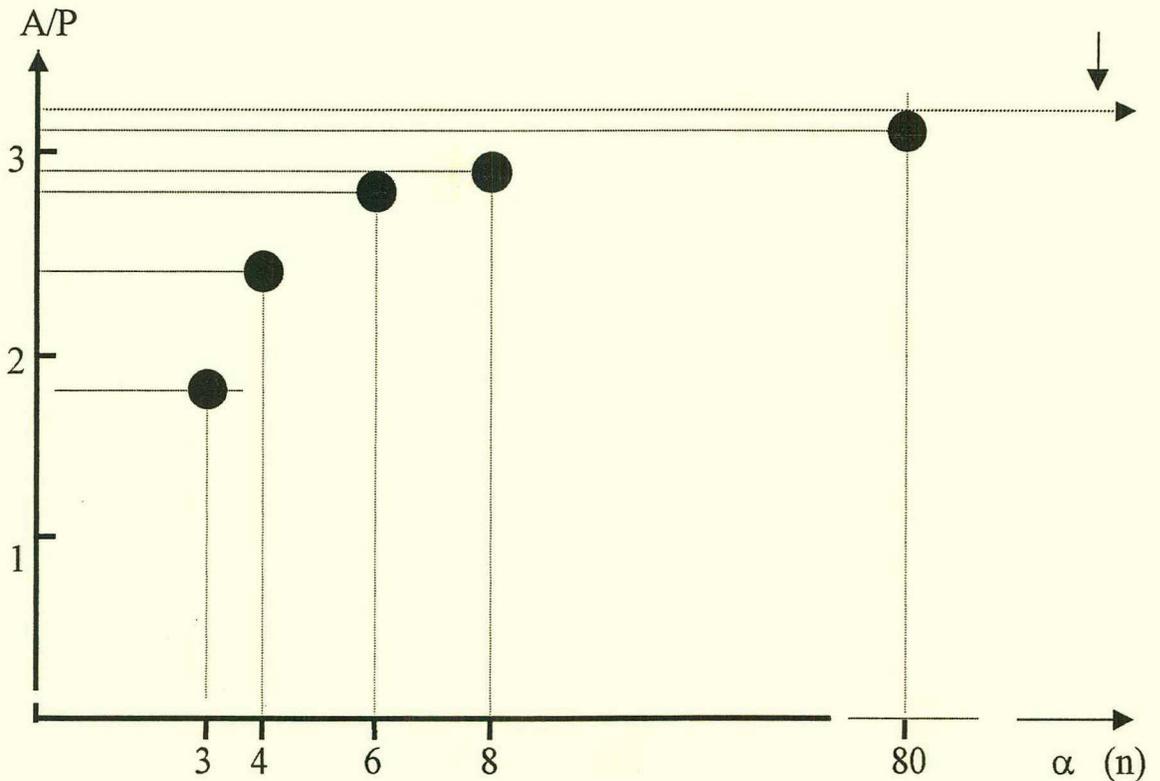
- calcular a relação entre A e P em cada caso, inclusive no círculo;
- analisar o que acontece com esta relação, à medida que aumenta o número de lados; para facilitar a análise, pode-se fazer o gráfico correspondente;
- discutir as implicações práticas desta constatação, através de questões como:
  - \* porque a maioria das latas de tinta, por exemplo, ou recipientes para bebidas, têm a base circular?
  - \* dentre os polígonos regulares que recobrem uma superfície, qual aquele em que a relação A/P é a melhor?
- onde se encontra um exemplo claro deste caso, na natureza?

Uma sugestão interessante é fazer o trabalho, uma vez, com figuras pequenas, em sala de aula, e outra vez, com figuras grandes, no pátio da Escola, de tal forma que no primeiro caso os alunos sejam maiores que as figuras e, no segundo, as figuras sejam maiores que os alunos.

A título de ilustração, mostram-se abaixo os resultados obtidos com um círculo inicial de raio = 6,2 cm (transferidor comum de plástico, de 360°):

Nº de lados	Medida do lado (l) (cm)	Perímetro (P) (cm)	Área (A) (cm <sup>2</sup> )	Relação A/P
3	12,98	38,95	72,95	1,87
4	9,73	38,95	94,81	2,43
6	6,49	38,95	109,48	2,81
8	4,86	38,95	114,45	2,93
.....				
80	0,48	38,95	120,66	3,01
.....				
$\alpha$	$l \rightarrow 0$	38,95	120,76	3,1

Graficamente, teríamos:



Obs.: o valor  $p/80$  lados foi colocado apenas para facilitar a análise; os pontos não são interligados, pois “n” é variável discreta; a linha assinalada com  $\downarrow$  indica a assíntota correspondente ao valor de A/P para o círculo.

## 2) relação entre Área Total e Volume de poliedros regulares

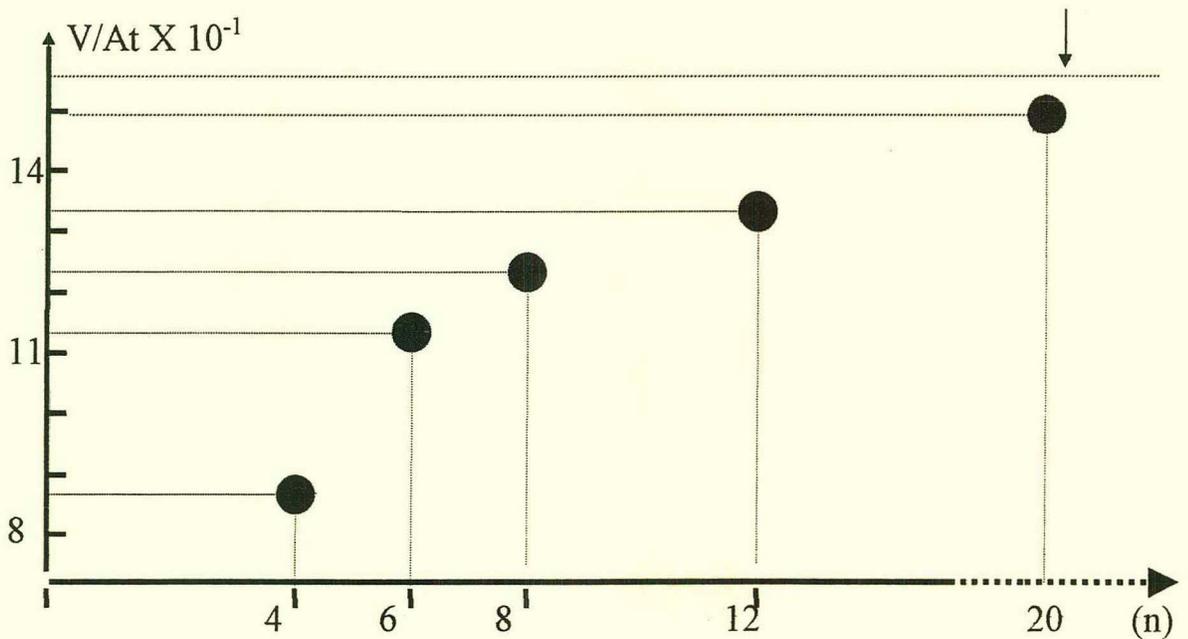
Pode-se seguir uma sequência semelhante:

- escolher uma esfera qualquer;
- calcular sua área total e seu volume (ou fazê-lo experimentalmente);
- construir os outros poliedros regulares, a partir de sua estrutura planificada, **mantendo sempre a mesma área total**;
- estimar experimentalmente (ou analiticamente) o volume de cada poliedro;
- calcular a relação Volume / Área total de todos eles, inclusive da esfera;
- analisar o que acontece com a relação, à medida que aumenta o número de faces.

Numa experiência com uma esfera inicial de raio = 4,75 cm, obtiveram-se os seguintes dados:

Nº de faces	Aresta ou raio (cm)	VOLUME (cm <sup>3</sup> )	Área total (cm <sup>2</sup> )	Relação V / Área total
4	12,8	247,1	283,5	0,87
6	6,9	324,8	283,5	1,15
8	9,0	343,6	283,5	1,22
12	3,7	376,7	283,5	1,33
20	5,7	425,0	283,5	1,49
.....				
$\alpha$	4,75	448,9	283,5	1,58

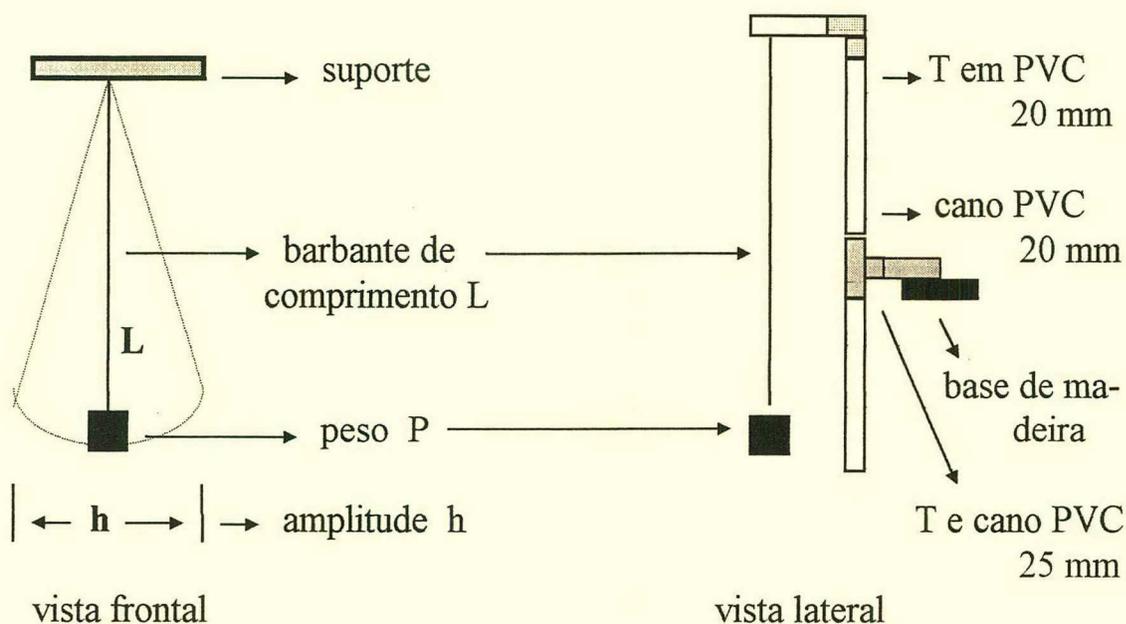
Graficamente, teríamos:



Obs.: a variável é discreta; a ↓ indica a assíntota indicativa de V/At para a esfera.

## ANEXO 11b. ESTUDO DO MOVIMENTO DE UM PÊNDBULO

Um dos assuntos levantados em nossas investigações sobre fenômenos científicos relacionados com acontecimentos do dia-a-dia, é o movimento pendular. É associado, à miúdo, com o tique-taque dos relógios, principalmente quando encontramos, em nossa casa ou na de conhecidos, aqueles modelos mais antigos em que o pêndulo, mais ou menos longo, é facilmente visualizado. Para seu estudo, pode-se utilizar, simplesmente, um barbante com um peso qualquer amarrado em uma das extremidades, ou sofisticar um pouco o procedimento, conforme descrito abaixo:



### Observações e sugestões:

- a amplitude deve ser pequena em relação ao comprimento do barbante, e preferencialmente fixa; daí, poder-se considerar o arco  $\cong$  a reta  $h$ ;
- uma primeira dúvida é quanto à interferência do tipo de barbante e do peso, com relação aos resultados, o que pode ser dirimido com a realização de algumas medidas, mudando estas variáveis, para verificar sua não-interveniência, salvo outros fatores como vento, etc.;

- é conveniente fazer medidas com variação regular de “L” , representar graficamente, verificar a não-linearidade do fenômeno, e fazer hipóteses, “chutar”, o que acontece com valores maiores, como altura do 2º andar da escola, uma árvore, torre da igreja, etc.; em seguida, fazer a experiência para conferir!

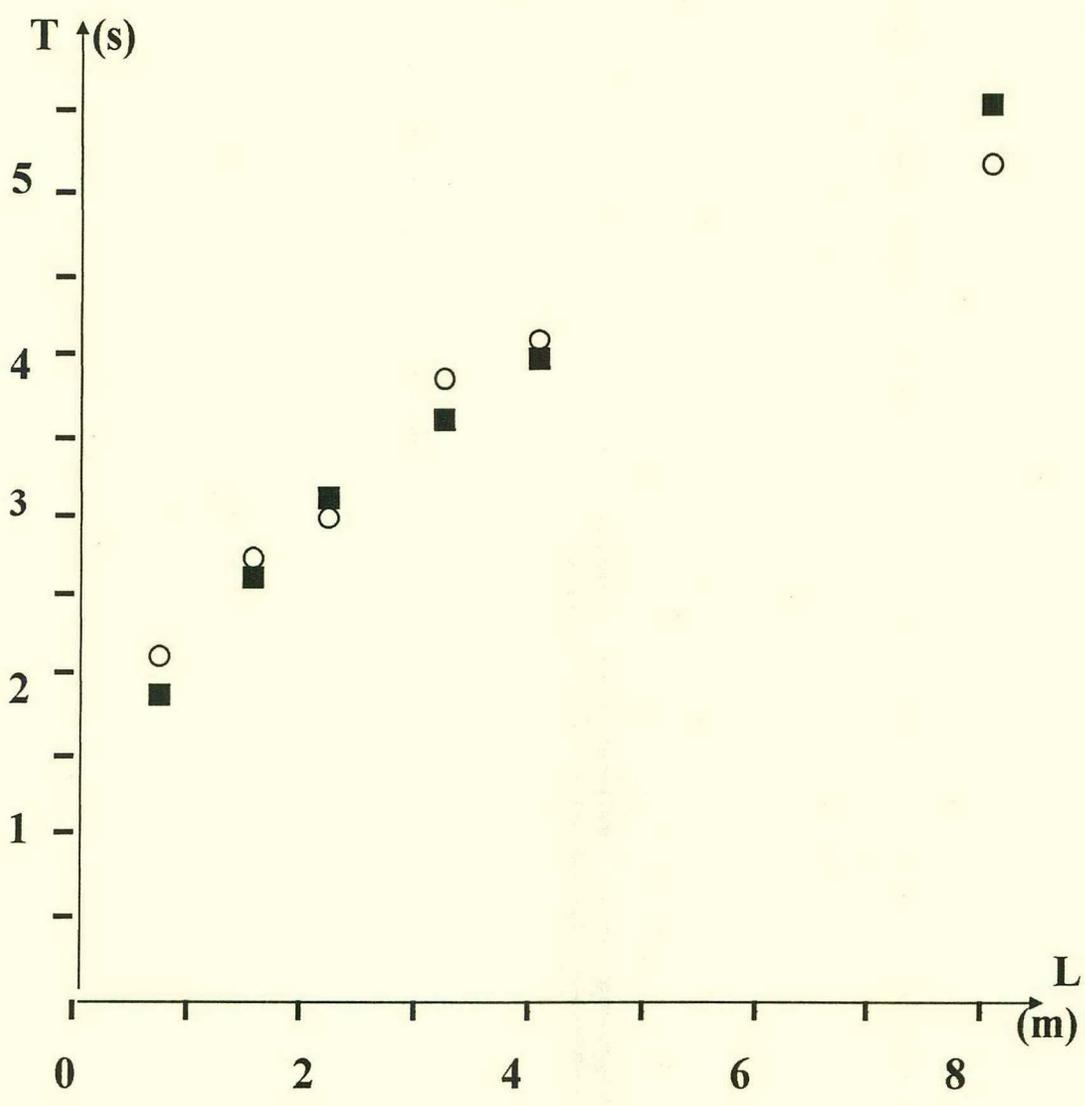
Nas condições dadas, a fórmula para o período é dada por:

$$T = 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{L / g} \quad \text{sendo } g = 9,8 \text{ m/s} \rightarrow T \cong 2 \cdot \sqrt{L}$$

Numa dada experiência, considerando  $h = 30 \text{ cm}$  e marcando as oscilações durante 60 s, obtiveram-se os resultados mostrados pelo gráfico abaixo; a partir deste estudo, podem ser discutidos:

- quais as possíveis causas das discrepâncias entre os valores teóricos e aqueles obtidos através da prática?
- em que máquinas, equipamentos, procedimentos industriais, econômicos, políticos, etc., o movimento pendular pode ser encontrado?
- historicamente, em que circunstâncias o estudo do pêndulo foi importante? quais os cientistas envolvidos? o que descobriram com seus estudos? quais as consequências de suas descobertas?
- o que tem o Movimento Circular a ver com o pêndulo? o que significa o “amortecimento” de ondas? onde pode ser encontrado, e quais os fatores que o determinam?
- a previsão de acontecimentos, na área da astronomia, pode ser associada às características do movimento pendular? por que?

### Comprimento x Período



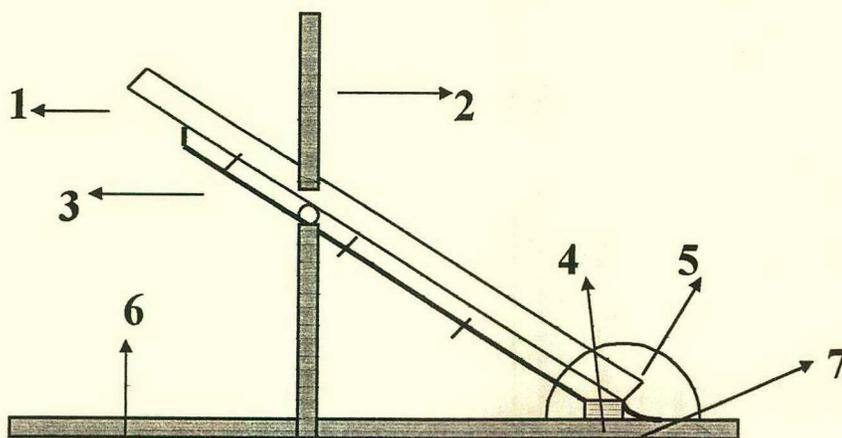
■ valores teóricos

○ valores experimentais

**ANEXO 11c**  
**ESTUDOS DA FUNÇÃO QUADRÁTICA**  
**LANÇAMENTO DE BOLINHAS**

Fenômenos que se desenvolvem através de trajetórias parabólicas e, portanto, representáveis através de funções quadráticas ou de 2º Grau, são facilmente identificados, no nosso cotidiano. Em diversos esportes, como futebol, vôlei, basquete e tênis-de-mesa, por exemplo, a bola descreve tal trajetória; um jato d'água usado para regar as plantas tem o mesmo comportamento; os meninos, ao urinar, devem controlar o jato para acertar no mictório, dentre outros, podem ser apontados. O que interessa, aqui, é trabalhar com recursos simples através dos quais se possa verificar quais as variáveis que intervêm nestes casos e como podem ser estudadas matematicamente.

O lançamento controlado de bolinhas, de forma a permitir o estudo de sua trajetória, velocidade e aceleração, função quadrática, lançamento de projéteis, plano inclinado, dentre outros tópicos, pode ser realizado usando o equipamento abaixo esquematizado ou alternativas que são discutidas adiante:



onde:

1. cano de PVC, com entalhes distribuídos regularmente, nos quais pode ser inserida uma palheta, de maneira que se possa modificar o ponto de lançamento da bolinha;
2. haste de madeira, com parafuso regulável, para ajustar o ângulo de lançamento;
3. base de madeira, móvel;
4. dobradiça presa entre (6) e (3), permitindo o movimento desta última;
5. transferidor fixo em (6) e centrado no eixo da dobradiça (4);
6. base de madeira, fixa;
7. tira de PVC, plástico ou similar, que facilita a mudança de direção da bolinha do plano inclinado para a horizontal, diminuindo a perda de energia.

#### Procedimento:

- colocar o conjunto sobre um suporte (mesa, carteira, etc.);
- determinada a posição e o ângulo, solta-se uma bolinha de gude ou metálica, inicialmente pela extremidade superior do cano;
- observa-se o lugar aproximado onde a bolinha toca o chão, e ali coloca-se uma folha branca com papel carbono;
- fazem-se vários lançamentos, para obter a posição média de alcance;
- determina-se um sistema referencial adequado, para estudar o fenômeno (por exemplo: o ponto de onde a bolinha sai do aparelho como ponto máximo, e onde toca o chão, como uma das raízes da equação de 2º Grau);
- para cortar a trajetória e verificar a correção dos resultados, pode-se usar uma cadeira ou mesa mais baixa, adequadamente situada.

Para maior clareza, veja-se a seguir o resultado de uma situação experimental. A análise é feita considerando-se desprezível a resistência do ar, a perda de energia com o impacto da bolinha sobre a base horizontal, o atrito da bolinha com o cano de PVC e outras variáveis intervenientes.

Têm-se os seguintes dados:

$$s = 102 \text{ cm}$$

$$\phi = 40^\circ$$

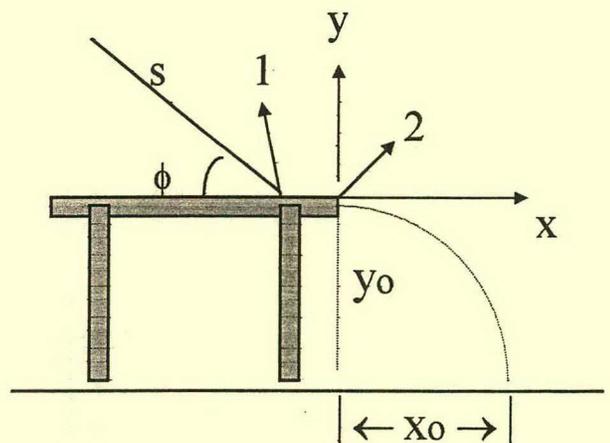
$$y_0 = -77 \text{ cm}$$

$$g = 980 \text{ cm/s}^2$$

$$X_0 = 108 \text{ cm}$$

pto. 1 = fim do plano inclinado

pto. 2 = origem do sistema (x,y)  
ou P (0,0)

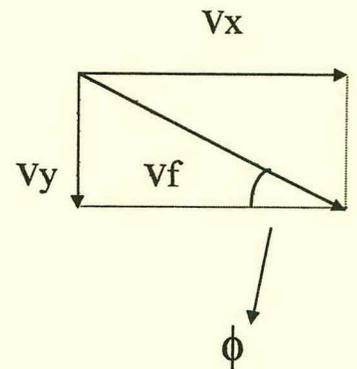


Neste caso, a velocidade final da bolinha, após rolar pelo plano inclinado, é dada por

$$V_f = \sqrt{2 \cdot s \cdot g \cdot \text{sen } \phi}$$

Logo, tem-se  $V_f = 358,4 \text{ cm/s}$ , a partir dos dados antes apresentados. Faça-se a decomposição de  $V_f$  em suas componentes vertical e horizontal,  $V_y$  e  $V_x$ ,

respectivamente. Para a sequência da análise, interessa o valor de  $V_x$ . Considerando-se nula a variação de velocidade entre os pontos 1 e 2, isto é, velocidade constante, tem-se a velocidade inicial de queda ( $V_0$ ) igual à componente  $V_x$  da velocidade final no plano inclinado, ou seja,  $V_0 = V_x$ .



Assim sendo,  $V_0 = V_f \cdot \cos \phi$  ou seja:  $V_0 = 274,5 \text{ cm/s}$ .

Então, a distância  $X_0$  que a bolinha alcança, ao final de sua trajetória deve ser:

$$X_0 = v_0 \cdot \sqrt{-2 \cdot y_0 / g} \quad (1)$$

Como  $y_0 = -77 \text{ cm}$ , tem-se um resultado teórico de  $X_0 = 108,8 \text{ cm}$ . Experimentalmente, numa média de 3 lançamentos, obteve-se  $X_0 = 108 \text{ cm}$ , um valor razoável se considerarmos as variáveis intervenientes enunciadas anteriormente.

Aceitando a hipótese inicial de que a trajetória da bolinha é parabólica, e isolando  $y_0$  na fórmula (1), tem-se

$$y_0 = -g / (2 \cdot v_0^2) \cdot X_0^2$$

uma expressão genericamente de 2º Grau. Como para um determinado ângulo,  $V_0$  é constante, o fator  $-g / (2 \cdot V_0^2)$  também é constante, ou seja, para cada ponto,  $y = a \cdot x^2$ . Para a experiência em questão, substituindo  $x$  e  $y$  pelos valores  $X_0$  e  $Y_0$  dados, tem-se um valor de  $a = -0,006601$ . O valor teórico, dado pela fórmula (1), seria  $a = -0,00650$ .

#### Outras sugestões:

- o estudo deve incluir a introdução de variáveis, tais como:
  - ângulo de inclinação (o que acontece quando o mesmo chega a valores extremos como  $0^\circ$  e  $90^\circ$ , e como isso seria expresso matematicamente);
  - tamanho do plano inclinado ( $s$ ): para isso, foram feitos os entalhes no cano de PVC, onde se pode introduzir uma palheta, para ajustar o ponto de lançamento da bolinha (o que aconteceria se  $s \rightarrow \infty$ , e portanto também  $v_f \rightarrow \infty$ );
  - altura do lançamento ( $y_0$ ).

Obs.: é interessante representar graficamente todas as possíveis relações entre as variáveis:  $\Delta s \times y_0$ ,  $\phi \times y_0$ , etc.

As seguintes questões foram discutidas pelos alunos que desenvolveram este trabalho:

- qual seria o significado de um coeficiente “a” positivo?
- como diminuir os “erros” (diferenças entre os valores teóricos e práticos)? é possível reduzi-los a zero? porque?
- se usar canos de PVC de maiores dimensões, colocados em local estratégico (1º, 2º.. andar da escola) e comparadas as semelhanças e diferenças nos resultados do lançamento das bolinhas, o que pode acontecer?
- em que fenômenos reais pode-se observar comportamentos semelhante?

## ANEXO 11d. ESTUDO SOBRE A SEXUALIDADE

O assunto “sexo” sempre desperta curiosidade e atenção, e isso é tanto mais válido quando se trata de pessoas na puberdade e na adolescência. Dentre outras, vale destacar duas observações que podem ser feitas em relação ao mesmo. Uma, é de que os meios de comunicação, principalmente a TV e o cinema, o exploram bastante, com ou sem critérios bem definidos com relação aos inúmeros enfoques que podem ser dados, o que resulta numa verdadeira (e às vezes indiscriminada) “avalanche” de imagens e textos sobre relações sexuais; doenças ligadas ao sexo; homo e heterossexualismo; sexualidade e casamento; sexo, contracepção, aborto, gravidez; vingindade, orgasmo, pornografia, etc. Outra, é que, apesar disso, o sexo, sob muitos aspectos e em muitos meios, ainda continua sendo um “tabu”; daí, a raridade das conversas francas e abertas sobre o assunto, quer em casa, quer na escola (principalmente em sociedades mais conservadoras), a ignorância sobre fatos básicos da vida sexual, o aprendizado em condições de clandestinidade. Os noticiários e os programas de reportagens continuam a mostrar os abusos, a gravidez das adolescentes, a prostituição infantil, as crianças indesejadas jogadas fora.

As ações possíveis, no universo escolar, sejam quais forem e em que número forem, demandam uma série de pressupostos para que tenham um mínimo de garantia de êxito: orientação segura, definição filosófica, coesão do corpo docente, orientação e Direção, agilidade nos canais de comunicação entre os pais e a escola, além de um diagnóstico básico sobre a situação encontrada na escola, com relação a este assunto. É a respeito deste último ponto que o grupo resolveu investigar, não para resolver o caso, mas para que os próprios componentes do mesmo tivessem uma visão mais realista do mesmo, estabelecendo uma base mais firme para outras investigações mais aprofundadas e contribuindo para a formação de um “banco de dados” que possa auxiliar as pessoas interessadas em contribuir, neste item da educação geral.

Optou-se, portanto, pela elaboração, aplicação e análise de um questionário envolvendo os aspectos: NECESSIDADE DE INFORMAÇÃO e FONTE DE INFORMAÇÃO, (conforme folha a seguir), aplicado a alunos de 5<sup>a</sup> a 8<sup>a</sup> S., num total de 362 informantes.



TABELA DE RESULTADOS  
NECESSIDADE DE INFORMAÇÃO

Item	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
%	16,8	06,3	04,6	12,9	10,5	10,8	12,2	08,7	07,7	08,4	01,1

TABELA DE RESULTADOS  
INFORMANTE MAIS ADEQUADO (EM GERAL)

Item	Pai	Mãe	Prof.(a)	Livros	Vídeos	Ninguém	Outros
%	20,0	22,5	7,5	12,5	15,0	2,5	20,0

Algumas considerações:

- a tabela sobre os informantes mais adequados dá os dados EM GERAL, dada a dificuldade de analisar os resultados em função da necessidade; o mesmo vale para a não-subdivisão por sexo;
- a preocupação maior pelo item 1 (um) provavelmente se deve à grande divulgação que este assunto está tendo, na atualidade: televisão, cartazes, rádio, folhetos, etc., estão sempre fazendo alertas, como, por exemplo, durante o carnaval; o mesmo pode ser dito em relação aos dois itens que vêm em seguida, 4 e 7, se bem que no caso do item 4 pesa muito o medo de uma gravidez indesejada;
- o baixo índice atribuído a alguns itens, como 3 e 9, pode ser explicado: as conversas sobre AIDS, por exemplo, são comuns, estão na boca de todos, sem restrições, NÃO É CONSIDERADO TABU. Mas falar de masturbação e sexo não-convencional, ainda é coisa proibida, até vergonhosa, para muita gente: causa constrangimento e desconforto; neste caso, deve-se ter em conta as conotações negativas que ainda vêm de muitas correntes religiosas;

- quanto aos informantes mais adequados, é importante atentar para o baixo índice obtido pelos professores; fica a pergunta: como é que eles estão desempenhando o seu papel? Em compensação, principalmente para alunos já na adolescência, começam a pesar bastante a opinião e os palpites dos amigos, do grupo de convivência. Também, deve-se atentar para a confiança que ainda se deposita nos pais, em especial na figura materna, o que continua a lhe conferir uma alta responsabilidade na educação sexual;
- é interessante que aparecem casos de gente que, ao menos na sua opinião, não acha ninguém adequado para tratar de sexo, e também gente que não tem dificuldade em nenhum dos itens apontados: trata-se, na maioria dos casos, de alunos defasados dos demais em termos de idade e/ou com experiências de vida diferenciada (incluindo drogas, por exemplo) e situações familiares desajustadas;
- nas observações, chama a atenção a carência que transparece, sobre a necessidade de informação, orientação, possibilidade de troca de idéias; além disso, muitas questões que envolvem sexo e outros problemas comumente encontrados nas pessoas, nas diferentes fases de seu desenvolvimento.

## ANEXO 11e. ESTUDO DA CARGA HORÁRIA DIÁRIA

Muitos dos estudantes da nossa escola, mesmo no curso diurno, dividem a sua carga horária como trabalhadores em indústrias ou serviços, na região. Isso se deve à necessidade de, desde cedo, contribuir para a renda familiar ou, quando muito, auferir algum recurso para satisfazer às suas aspirações enquanto jovens inseridos num contexto social altamente consumista: cigarros, bebidas, roupas de grife, saídas com namorada e/ou amigos, talvez alguma droga, etc. Um rápido levantamento mostra, entretanto, que o problema é bem mais amplo. Envolve a distribuição do tempo, por exemplo, entre os componentes de uma família em que os cônjuges trabalham numa mesma indústria, mas em turnos diferentes, um filho estuda e trabalha, o outro só estuda, outro ainda não estuda nem trabalha: como ficam as relações familiares, o lazer, as refeições, o acompanhamento aos estudos, as relações sexuais, etc.? O objetivo deste estudo é fazer um mapeamento destas situações, para deixá-las mais explícitas e poder oferecer alguma sugestão a respeito.

Para atingir este objetivo, o grupo resolveu fazer um levantamento de como é a distribuição da carga horária de uma amostra de pessoas, na escola, todas componentes da comunidade escolar. Para analisar os resultados, foi necessário fazer uma pesquisa sobre aspectos da legislação trabalhista, não só aquela referente ao trabalhador adulto, mas principalmente, aquela que diz respeito à questão, conforme o Estatuto da Criança e do Adolescente. Temas como férias, jornada de trabalho, horas extra, devem ser do nosso conhecimento para que possamos aquilatar com precisão o que está acontecendo em nossas famílias, e o que podemos (e devemos) fazer a respeito.

Para fazer a coleta de dados, foi elaborado um questionário, verificando a distribuição da carga horária dos entrevistados sobre os seguintes itens:

Nome: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Profissão: \_\_\_\_\_

Tempo de serviço: \_\_\_\_\_

Horário de trabalho: \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ a \_\_\_\_\_

Total de horas: \_\_\_\_\_

Horas de: a) lazer: \_\_\_\_\_ b) estudo: \_\_\_\_\_

c) higiene: \_\_\_\_\_ d) alimentação: \_\_\_\_\_

e) descanso: \_\_\_\_\_ f) outros: \_\_\_\_\_ em que atividade:

\_\_\_\_\_

A título de exemplo, são apresentados os resultados da distribuição média da carga horária para trabalhadores de dois turnos:

ITENS	1º Turno	2º Turno
Horas de trabalho	8,29	8,04
Lazer	2,29	1,91
Estudo	1,41	1,16
Alimentação	1,37	1,20
Higiene	1,12	1,20
Descanso	7,87	8,16
Outros	1,70	2,33

Obs.: - 1º Turno ( em média): 05:00 – 14:00

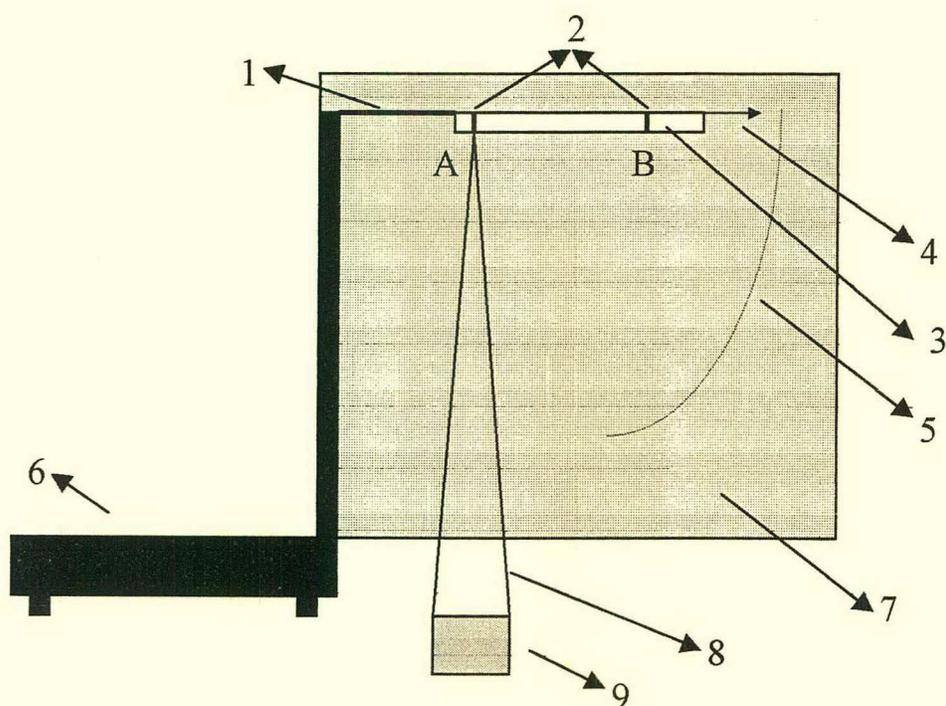
- 2º Turno (em média): 14:00 – 23:00

Para fazer a análise destes dados, deve-se sempre levar em conta que, em se tratando de trabalhadores-estudantes, de curso Fundamental ou Médio, o pessoal do 1º turno em geral estuda à noite (1º ou 2º G.), e o pessoal do 2º turno, pela manhã (somente 1º G.).

ANEXO 11f  
UTILIZAÇÃO DE BALANÇA DE UM BRAÇO  
CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO

A construção de uma balança de um braço envolve o desenvolvimento de uma série de importantes conceitos da Física e da Matemática, neste caso em particular, peso específico. Além disso, quando pronta, presta-se ao estudo de diversos conteúdos que, em geral, são tratados apenas teoricamente nas aulas de Ciências, sendo a falta de uma balança, exatamente, um dos motivos apontados para tal.

O material necessário é o seguinte:



onde:

- |                                   |                              |
|-----------------------------------|------------------------------|
| 1. gilete                         | 2. encaixes p/ barbante      |
| 3. palito de picolé ou semelhante | 4. ponteiro (alfinete, etc.) |
| 5. curva p/ marcação das unidades | 6. base de madeira           |
| 7. eucatex recoberto c/ cartolina | 8. barbante                  |
| 9. copinho de café ou semelhante  |                              |

### Observações:

- a marcação das unidades deve ser feita duas vezes (por exemplo, à direita e à esquerda da linha pontilhada), cada uma correspondendo a uma posição do conjunto barbante/copinho (A ou B);
- a calibragem da balança é feita utilizando-se a relação, válida para água pura:

$$\begin{array}{ccc} 1 \text{ ml (cm}^3\text{)} & \longleftrightarrow & 1 \text{ gf} \\ \text{(volume)} & & \text{(peso)} \end{array}$$

isto é, colocando-se 1 ml de água pura no copinho, o deslocamento será o correspondente àquele provocado por 1 gf, e assim sucessivamente;

- é importante frisar que a balança serve para determinar o **peso** dos objetos, e não a sua massa, podendo-se discutir, na oportunidade quais as diferenças entre ambos, os tipos de balança, a questão das unidades, e outros tópicos concernentes ao assunto;
- é necessário observar e discutir:
  - a diferença entre os intervalos iniciais e finais, em cada marcação das unidades;
  - a diferença entre os intervalos nas marcações, quando o barbante está na posição A ou B;
- para que a gilete não “canse” facilmente com o peso do barbante e do copinho, quando não está em uso, é conveniente deixar o palito de picolé “descansando” preso a um gancho feito com clips ou arame;
- para facilitar a correção de eventuais desvios na marcação das unidades, em relação à original, a peça (7) pode ser fixa em (6) por parafusos, e não através de pregos, o que dificultaria a movimentação corretiva.

## CÁLCULO DO PESO ESPECÍFICO

Considerando a definição de peso específico:  $p = P / V$ , onde  $P$  = peso (em gf) e  $V$  = volume (em ml ou  $\text{cm}^3$ ), é possível calcular o seu valor para diversos materiais. Para avaliar o peso, usa-se a balança descrita anteriormente, e para calcular o volume pode-se utilizar seringas de injeção.

Para esclarecer o procedimento, seguem os dados obtidos por 5 grupos de alunos, numa experiência com pedaços de alumínio:

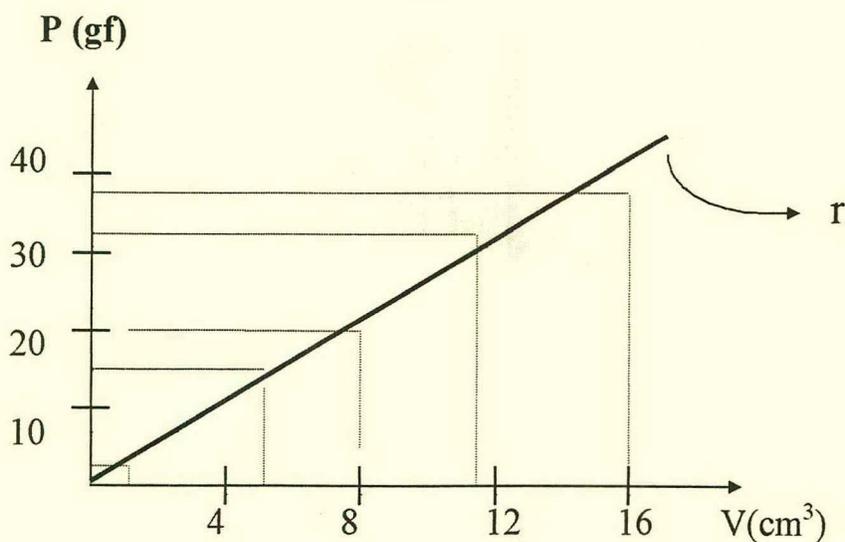
GRUPO	PESO (EM gf) MÉDIO*	VOL. (EM $\text{cm}^3$ ) MÉDIO*	PESO ESPEC. (gf / $\text{cm}^3$ )
1	3,0	1,5	2,0
2	20,0	8,0	2,5
3	31,1	11,4	2,7
4	38,5	16,0	2,4
5	14,5	5,0	2,9

• Valor experimental médio:  $\sum p / 5 = 2,5 \text{ gf/cm}^3$

• valor dado na bibliografia:  $2,7 \text{ gf/cm}^3$

(\*) peso e volume médio  $\rightarrow$  resultado de 3 experiências por grupo

## GRÁFICO



### Observações:

- a reta de regressão “r” pode ser traçada a partir de processos da geometria analítica, da estatística, ou simplesmente “a olho”;
- o ponto de origem não é experimental, obviamente, mas é possível “deduzi-lo” teoricamente: se não há volume, não há peso!
- é importante distinguir a interpretação física de tal gráfico e da função matemática que o mesmo representa;
- do ponto de vista matemático, ter-se-ia:

$$y = 2,5 \cdot x$$

com  $D(f) = \text{Im}(f) = \mathbb{R}$

- em termos físicos, ter-se-ia:

$$P = 2,5 \cdot V$$

com validade para  $P > 0$  e  $V > 0$

### Itens discutidos pelos alunos:

- o que acontece se for desenvolvida a mesma experiência utilizando materiais também mais densos que a água e outros materiais menos densos que a água, como isopor, cortiça, etc.?
- qual a posição que a reta representativa ocupa, em cada caso, com relação àquela da água?
- uma vez determinada a reta representativa para cada material, e a respectiva função, o que se pode fazer com ela → os fenômenos da interpolação e extrapolação, sua conveniência e suas limitações;
- qual a importância de se saber, exatamente a densidade de um material? qual o episódio histórico-lendário que pode ser associado ao caso? como se poderia agir no caso de uma mistura de materiais?
- o comportamento da água pura, é “sui generis” na natureza quanto à densidade em diversas temperaturas. Por que?

## ANEXO 11g

### ESTUDO DA TENSÃO SUPERFICIAL DA ÁGUA

A tensão superficial ( $t_s$ ) merece estudo especial, dada a sua importância na natureza. Qualquer substância presente na água, por exemplo, tende a diminuir a sua  $t_s$ . Porém, quando estão presentes os chamados “produtos tenso-ativos”, principalmente como resultado da atividade humana, o fenômeno é mais intenso. Quais as implicações deste fato? Sejam elas positivas ou negativas, deve-se conhecê-las melhor, para otimizar ou minimizar os seus efeitos, conforme o caso.

As variações na  $t_s$  têm sérias interferências na qualidade de vida, em diferentes condições:

- a diminuição da  $t_s$  dificulta da formação de gotas de orvalho;
- impede a sobrevivência de pequenos seres vivos, em diferentes etapas de seu desenvolvimento, sobre a superfície ou “lâmina” d’água;
- faz com que as penas das aves aquáticas fiquem encharcadas e, assim, elas não têm condições de sobrenadar;
- no organismo humano, os alvéolos pulmonares colabam, quando uma determinada proteína não controla adequadamente o nível da  $t_s$ .

Tais fatos, dentre outros, justificam um estudo especial deste fenômeno, com o auxílio da balança de um braço. A  $t_s$  é o resultado das forças de atração existentes entre as moléculas de um fluido, tendendo a minimizar a sua superfície de contato com outro meio. As moléculas da superfície exercem entre si forças atrativas mais intensas que aquelas existentes no interior do fluido, dada a sua situação limítrofe. Então, a interface se comporta como uma película, resistente ao desequilíbrio provocado por fatores externos, como os tarsos de insetos ou patas de outros pequenos animais.

A  $t_s$  é medida em unidades de energia por unidades de área; por exemplo: dina.cm/cm<sup>2</sup>, o que equivale a dina/cm (força/comprimento). Então, é aceitável que, neste trabalho, se use a unidade **gf/cm**, derivada da fórmula:

$$t_s = P / (2 \cdot \pi \cdot R)$$

onde: P = peso de uma gota de água

R = raio do orifício que produz a gota

Atividades desenvolvidas:

- foram preparadas soluções água/detergente, em diferentes porcentagens, utilizando detergentes de diferentes marcas, para efeitos de comparação;
- com um conta-gotas em posição vertical, foi verificado quantas gotas são necessárias para atingir um certo peso, em cada amostra;
- através de uma regra-de-três, calculou-se o peso de cada gota;
- utilizando a fórmula, faz-se o cálculo da  $t_s$ .

Exemplo: dados: nº de gotas = 43 ; peso = 1 gf ;  $\varnothing = 2 \text{ mm}$  ou  $0,2 \text{ cm}$

pela regra-de-três: 43 gotas  $\rightarrow$  1 gf  
 1 gota  $\rightarrow$  X  $X = 0,0232 \text{ gf}$

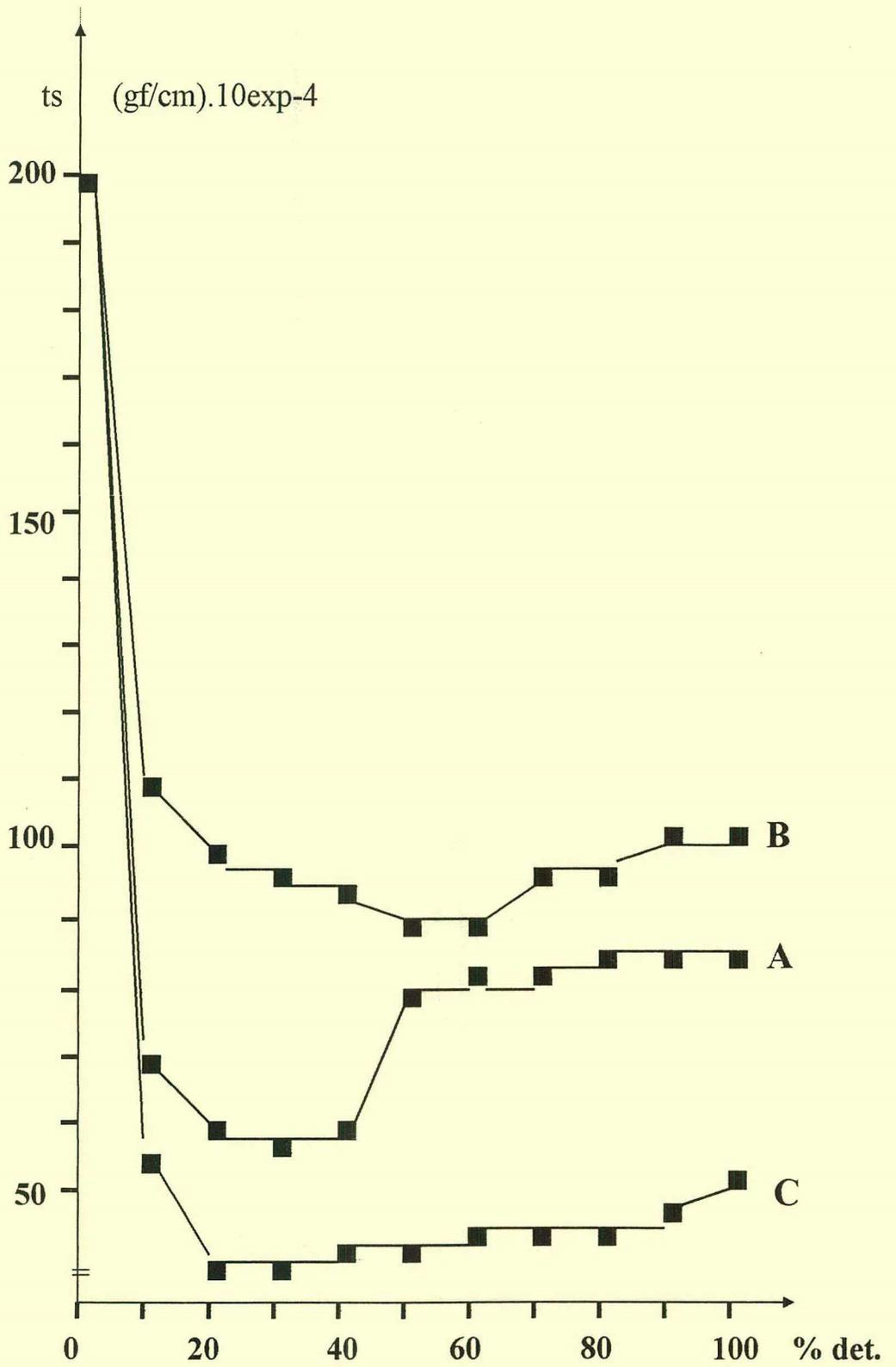
$$t_s = 0,0232 \text{ gf} / (2 \cdot \pi \cdot 0,1 \text{ cm}) = 0,0369 \text{ gf/cm}$$

Numa das experiências, foram utilizadas três marcas de detergente denominadas, respectivamente, A, B e C. Verificada a faixa de porcentagem em que ocorriam as variações mais significativas, fez-se uma subdivisão desta faixa para melhor visualizar a variação da  $t_s$  (procedimento adotado 2 X, resultando nas faixas: 0% - 100%, 0% - 10% e 0% - 2%).

Apresentação dos resultados:

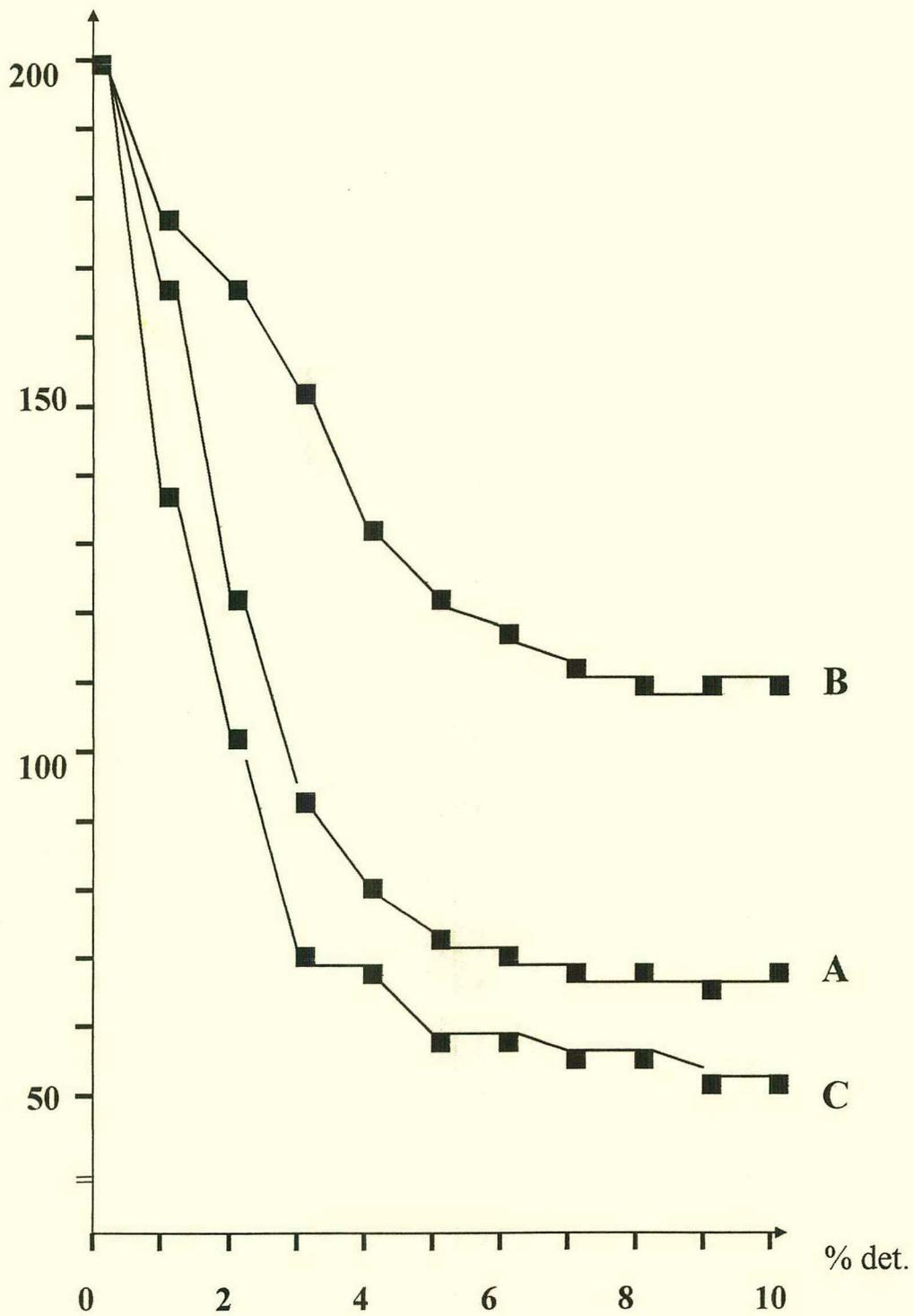
Medi- das	Faixa			Faixa			Faixa		
	0 %	a	100 %	0 %	a	10 %	0 %	a	2 %
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
01	198	198	198	198	198	198	198	198	198
02	069	109	055	167	176	138	198	187	187
03	060	099	040	122	167	102	187	187	176
04	055	096	040	096	151	081	176	187	167
05	060	093	042	083	132	069	176	176	151
06	079	090	042	075	122	060	167	176	138
07	081	090	044	072	117	060	151	176	127
08	081	096	045	070	113	058	151	167	122
09	086	096	043	069	109	057	138	167	113
10	086	102	048	067	109	055	127	167	106
11	086	102	052	069	109	055	122	167	102

# % DETERGENTE x TS



# % DETERGENTE x Ts

ts (gf/cm). 10exp-4



% DETERGENTE x Ts

