

# I EPPEQ

## GT 2 – EXPERIMENTAÇÃO

Prof. Dr. Luiz Henrique Ferreira (DQ-UFSCar)  
Prof. Dr. Dácio Rodney Hartwig (DEME-UFSCar)

# Utilização de laboratórios didáticos

Há mais de cem anos já se recomendava o uso de laboratórios com finalidade didática

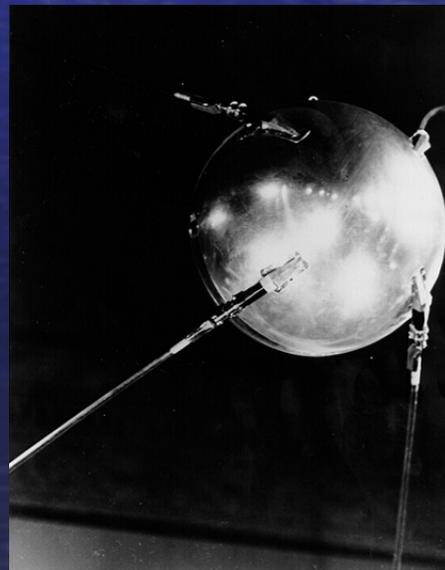
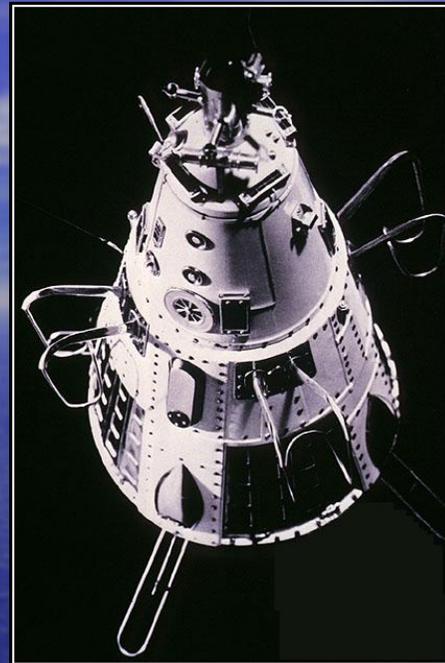
- **1880** – Início do ensino de química nas escolas secundárias oficiais do Estado de São Paulo. Responsável: Dr. Bento de Paula Souza, substituído em 1881 pelo Prof. Dr. Paulo Bourroul, que em viagem à França comprou um laboratório semelhante ao das Escolas Normais
- **1882** – “O ensino dos alunos em matérias científicas deve ocorrer principalmente com experimentos” (Hodson, 1994)
- **1886** – A universidade de Harvard já havia publicado uma lista de experimentos... com o objetivo considerado essencial, de prover treinamento em observação, fornecer informações... e estimular o interesse do aluno (Saraiva, J. A. F., 2002)

**1930** – A Reforma Francisco Campos determina que o ensino de química seja orientado pelos preceitos do método experimental: *o professor realiza DEMONSTRAÇÕES e o aluno, eventualmente, realiza exercícios práticos, com o objetivo de confirmar as leis da química*”

Fonte: Arquivo Pessoal - Nivia Aparecida Friollo de Pauli



# Anos 50 e início dos 60



- Anos **50/60** – Incentivo à criação dos Clubes de Ciências, jornais científicos e mais tarde, de feiras de ciências. Movimento fortemente influenciado pelo Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBCEC).
- Décadas de **1960/1970** – Método Científico (Santos, M. E., 1992)
- O processo de produção da ciência e o seu ensino, eram considerados isomórficos.
- **1967** – Tradução no Brasil dos projetos americanos CBA (Chemical Bond Approach) e CHEM STUDY que afirmava em sua introdução:

*"...como convém num curso moderno de química, são apresentados princípios unificadores tomando por base o trabalho no laboratório (...) através deste trabalho de laboratório você estará pessoalmente envolvido na atividade científica e, até certo ponto, se tornará um cientista"*

OBJETIVO PRINCIPAL: transformar o aluno em um mini-cientista, utilizando como método de ensino a redescoberta

- Pressuposto contestado em diversos trabalhos (Hodson, 1994); (Gil-Perez, 1993):

“O método científico” transforma-se em uma receita linear que resolveria qualquer problema passando uma visão deturpada aos alunos”.

### Aprendizagem pelo método da redescoberta

- Os alunos deveriam descobrir por si só os conceitos científicos;
- Pressuposto contestado por vários autores: Ausubel, Novak e Hanesian (1980) e Wellington (1981): Na grande maioria dos casos os alunos não descobriam por si só os conceitos, sendo absolutamente necessária a mediação docente.

## Estrutura do assunto (Santos, M. E., 1992)

- Os assuntos científicos deveriam ter uma determinada estruturação prévia que deveria ser utilizada durante o ensino (diretivo e de acordo com a estrutura).

### Constatações:

- Para se adquirir tal estrutura, era necessário um nível cognitivo superior aquele onde a maioria dos alunos se encontra;
- Os alunos seguiam uma estrutura diferente daquela inicialmente proposta, conforme suas idéias prévias.

### Conseqüência:

- Os alunos memorizavam os conceitos científicos sem compreendê-los.

## Final da década de 70 e década de 80: Concepções alternativas e mudança conceitual

A mudança conceitual seria obtida, basicamente, em quatro etapas (Gil-Perez, 1993):

- Levantamento das concepções dos alunos;
- Propor um ou mais conflitos cognitivos;
- Explicar o conflito cognitivo contrapondo-o com a concepção cientificamente aceita;
- Aplicar a concepção científica em contextos diversificados.

## Constatação

- Em muitos casos os conflitos cognitivos mostravam-se inoperantes pelas seguintes razões, entre outras:
- Muitos alunos não interpretavam o conflito cognitivo como tal, isto é, não percebiam a contradição e portanto não existia conflito;
- Em muitas situações de conflito cognitivo, os alunos adaptam a interpretação das observações ou dos resultados experimentais às suas idéias prévias;
- O conflito cognitivo é externo (parte do professor) e não interno aos alunos;
- O conflito cognitivo poderia causar problemas afetivos.

Diante do exposto, que outra alternativa poderíamos usar?

## Tendência (uma delas)

**Ensino experimental como processo investigativo orientado.**

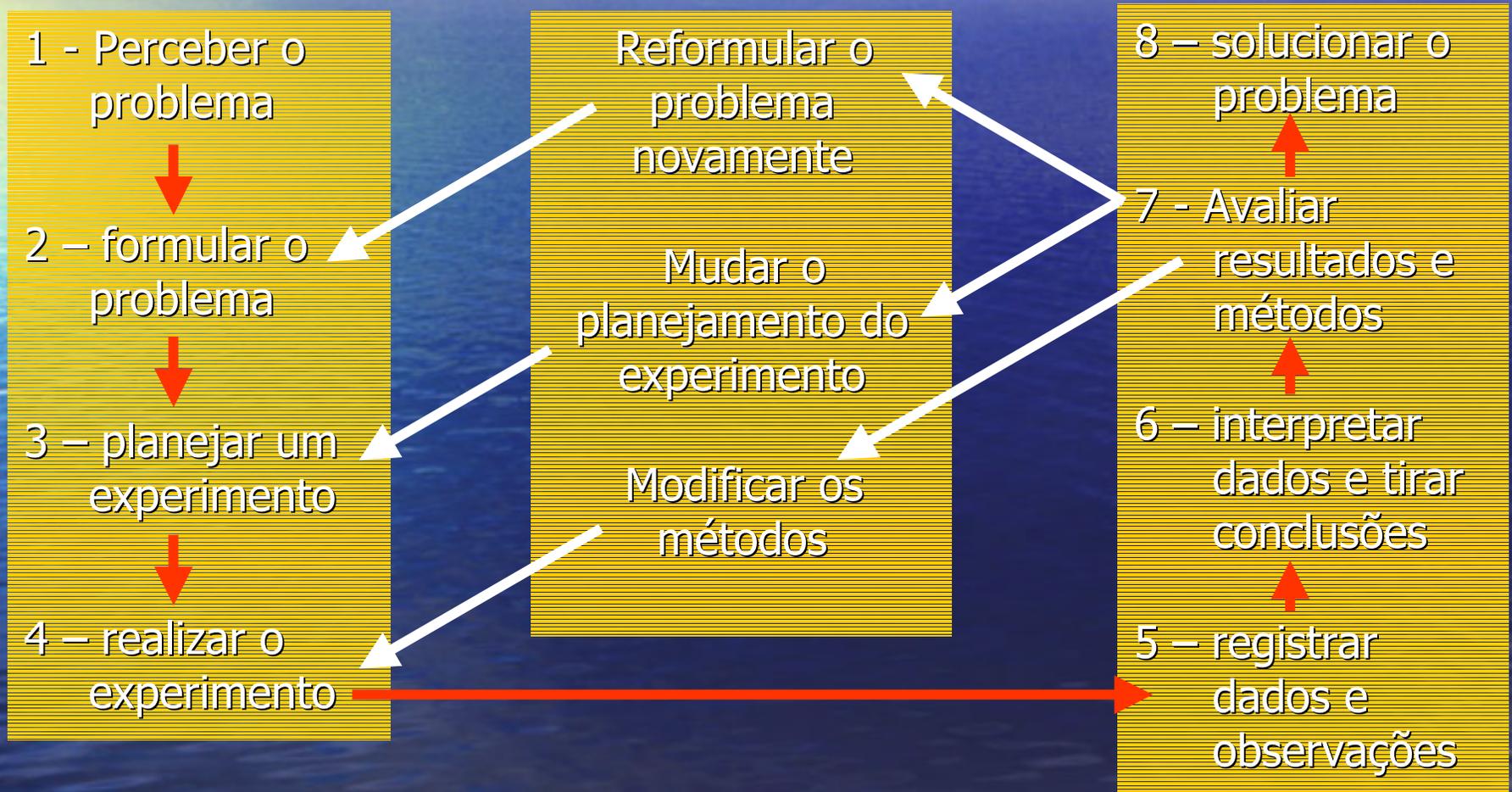
Outras denominações que recebe:

- pequenas pesquisas;
- problemas abertos;
- situações problema;
- etc.

Esta tendência segue aproximadamente o seguinte modelo:

# Um modelo de solução de problemas para a experimentação didática

(De Jong, O. 1998)



# A aplicação deste modelo conduz à diferenças significativas entre o ensino tradicional e o processo investigativo

## Ação do(a) professor(a) no método

Tradicional	Investigativo
<b>Exposição, conferência</b>	<b>Age como um consultor dos alunos</b>
<b>Explicação dos conceitos na sua forma final</b>	<b>Elabora questões investigativas para daí extrair os conceitos</b>
<b>Fornece respostas definitivas</b>	<b>Extraí respostas para revelar o que os alunos conhecem ou pensam sobre o conceito</b>
<b>Diz aos alunos se eles estão certos ou errados</b>	<b>Fornece aos alunos oportunidade para procurar soluções para o problema proposto</b>
<b>Explica passo a passo a solução do problema a partir de um único procedimento</b>	<b>Propicia uma discussão do problema. Incentiva os alunos a explicarem os conceitos conforme suas próprias idéias. Confronta as idéias prévias dos alunos com os dados e evidências obtidos.</b>

## Ação do(a) aluno(a) no método

Tradicional	Investigativo
<b>Pergunta pela resposta correta</b>	<b>Explica possíveis soluções tentando encontrar a explicação correta a partir das evidências obtidas. Propõe questões relacionadas que encorajam pesquisas posteriores</b>
<b>Pouca interação com os colegas e docente</b>	<b>Grande interação e discussões alternativas. Verifica sua compreensão com os colegas</b>
<b>Aceita explicação sem justificativa</b>	<b>É incentivado a responder questões do tipo: porque isto acontece? O que ocorreria se...? É encorajado a expor aos colegas a sua explicação pessoal, ou seja, o que pensa a respeito</b>
<b>Reproduz explicações dadas pelo(a) professor(a) e/ou livro texto</b>	<b>Testa as previsões e hipóteses. Planeja e desenvolve experimentos. Propõe soluções alternativas, toma decisões, etc.</b>

# O ensino por investigação combina simultaneamente os conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais, com real destaque para os procedimentais (Pozo, J. I., 1998)

## CONTENIDOS PROCEDIMENTALES

### A. Habilidades de investigación

#### A.1. Identificación de problemas

- Conocimiento del motivo del problema.
- Identificación de variables, obtención de datos, contexto...
- Identificación de partes del problema.
- Planteamiento de cuestiones.

#### A.2. Predicciones e hipótesis

- Establecimiento de conjeturas contrastables.
- Deducción de predicciones a partir de experiencias, resultados...
- Emisión de hipótesis a partir de un marco teórico.

#### A.3. Relaciones entre variables

- Identificación de variables (dependiente, independiente...).
- Establecimiento de relaciones de dependencia entre variables.
- Establecimiento de procesos de control y exclusión de variables.

#### A.4. Diseños experimentales

- Selección de pruebas adecuadas para contrastar una afirmación.
- Establecimiento de una estrategia de resolución de un problema.

#### A.5. Observación

- Descripción de observaciones y situaciones.
- Representación esquemática de una observación, hecho...
- Identificación de propiedades, características...
- Registro cualitativo de datos.

#### A.6. Medición

- Registro cuantitativo de datos.
- Selección de instrumentos de medida adecuados.
- Estimación de medidas sin «medir».
- Estimación de la precisión de un instrumento.

#### A.7. Clasificación y seriación

- Utilización de criterios de clasificación.
- Diseño y aplicación de claves de categorización propias.
- Realización de series a partir de características o propiedades.

#### A.8. Técnicas de investigación

- Utilización de técnicas elementales para el trabajo de laboratorio.
- Utilización de estrategias básicas para resolución de problemas.

#### A.9. Transformación e interpretación de datos

- Organización de datos (cuadros, tablas...).
- Representación de datos (gráficas), extrapolación de datos.
- Interpretación de observaciones, datos, medidas...

#### A.10. Análisis de datos

- Formulación de tendencias o relaciones cualitativas.
- Realización de cálculos matemáticos y ejercicios numéricos.
- Identificación de posibles fuentes de error.

#### A.11. Utilización de modelos

- Uso de modelos analógicos o a escala.
- Uso de fórmulas químicas, de modelos matemáticos y teóricos.

#### A.12. Elaboración conclusiones

- Inferencias inmediatas a partir de los datos o del proceso.
- Establecimiento de conclusiones, resultados o generalizaciones.
- Juicio crítico de los resultados y del proceso de obtención.

### B. Destrezas manuales

#### B.1. Manejo de material y realización de montajes.

- Manipulación del material, respetando normas de seguridad.
- Manipulación correcta de los aparatos de medida.
- Realización de montajes previamente especificados.

#### B.2.- Construcción de aparatos, máquinas, simulaciones...

### C. Comunicación

#### C.1. Análisis de material escrito o audiovisual

- Identificación y reconocimiento de ideas.
- Inferencia próxima a partir de la información.
- Establecimiento de implicaciones y consecuencias.

#### C.2. Utilización de diversas fuentes

- Búsqueda de datos e información en diversas fuentes.
- Identificación de ideas comunes, diferentes, complementarias...

#### C.3. Elaboración de materiales

- Informe descriptivo sobre experiencias y procesos vividos.
- Informe estructurado a partir de un guión de preguntas.
- Informe abierto o ensayo.

Diante de todas estas habilidades (*quadro 2* –  $A_1$  até  $A_{12}$ ) devemos enfatizar que a investigação não deve ser considerada tal como ocorre na atividade de um pesquisador profissional, mas sim como uma atividade adaptada ao ensino, que possui certa proximidade com a do pesquisador. Como podemos fazer esta adaptação?

# Algumas reflexões para verificar se uma atividade experimental propicia um enfoque investigativo

## A ATIVIDADE

1. É direcionada a partir de um problema relevante?
2. Envolve os alunos em formulação e testagem de hipótese(s) experimental(s)
3. Propicia a coleta de dados pelos próprios alunos?
4. Encoraja os alunos a formularem explicação a partir das evidências?
5. Proporciona ao aluno(a) a possibilidade de comparar sua explicação com outras alternativas?
6. Proporciona momentos de discussão entre os alunos, mediada pelo docente, com registro de suas próprias idéias?

(Volkman, M. J. e Abell, S. K. 2003)

Uma vez respondidas afirmativamente estas questões, como desenvolver a atividade experimental?

Por meio da interação social que é basicamente constituída de 3 ou 4 etapas principais.

## Uma vez essas questões respondidas afirmativamente, como desenvolver a atividade experimental?

Uma das estratégias utilizadas é por meio da interação social (Castorina, J. A. e outros, 2001) que temos aplicado em quatro etapas principais:

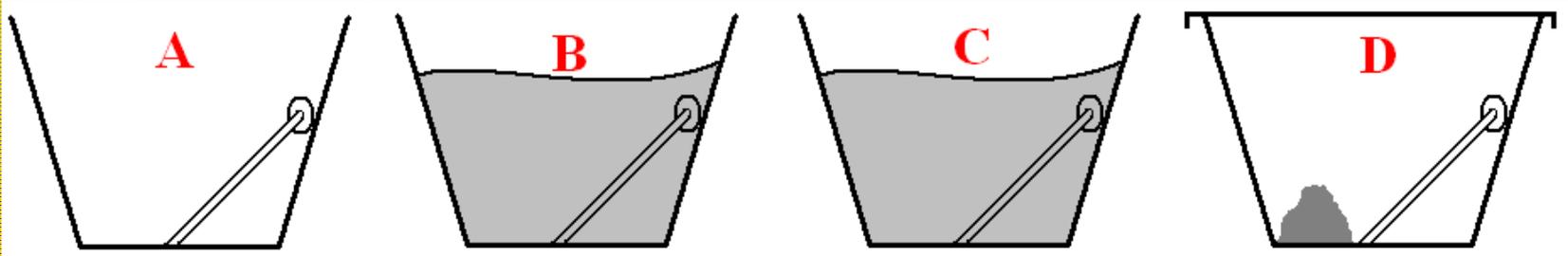
- **a)** Resolução individual. É dada uma situação-problema com nível de dificuldade adequado e cada aluno, individualmente, tenta resolver a situação proposta. Essa primeira etapa é importante, pois os alunos, tendo a oportunidade de pensar individualmente antes de interagir com os colegas, torna-se mais provável a contribuição de cada aluno para a discussão intra grupo.
- **b)** Resolução em grupo (3 ou 4 alunos). Os componentes de cada grupo discutem entre si o mais livremente possível, porém, sem se afastar muito do assunto. Nessa discussão deve-se incentivar a formulação e testagem de hipóteses, identificação e controle de variáveis, coleta, registro e análise de dados, etc. O grupo deverá elaborar um relatório da discussão mostrando as conclusões baseadas nas evidências coletadas.

- **c)** Discussão geral inter grupos e intermediação do professor. Cada grupo expõe o que discutiu e como chegou às conclusões. A intermediação docente é indispensável.
- **d)** Metacognição. Pergunta-se aos alunos sobre a mudança do próprio conhecimento a partir da resolução individual para o grupo e deste para a discussão geral.

As atividades experimentais com enfoque investigativo quando adequadamente orientadas, permitem aos alunos atingirem uma maior autonomia intelectual, pois “uma experiência que não seja realizada pela própria pessoa, com plena liberdade de iniciativa, deixa de ser, por definição, uma experiência, transformando-se em simples adestramento...” (Piaget, 1978, p. 17).

# AULA EXPERIMENTAL

- Título da experiência: formação da ferrugem.
- Enfoque 1: transmissão-recepção.
- Objetivo: verificar como ocorre a ferrugem.
- Material: 4 pregos de ferro, 4 copos (tubo de ensaio) e água.
- Procedimento experimental: prepara-se a experiência conforme as figuras:



**A** = prego + ar; **B** = prego + água + ar dissolvido  
**C\*** = prego + água sem ar e **D\*\*** = prego + ar seco

## Resultados

Preencha a tabela abaixo:

- (\*) Pede-se aos alunos para aquecerem a água visando expulsar o ar dissolvido.
- (\*\*\*) Pede-se aos alunos para colocarem CaO visando retirar a umidade do ar.
- Conclusão: para ocorrer a ferrugem é necessário água e ar juntos com o ferro.

Condição	Enferruja	Não Enferruja
A		X
B	X	
C		X
D		X

# Enfoque 2 – processo investigativo

## Parte A

- Uso dos conhecimentos prévios
- Cada aluno traz de casa um prego e Bombril
- Problema: onde podemos colocar os pregos para ficarem mais enferrujados?
- Após duas ou três semanas, monta-se em sala de aula uma tabela como a apresentada ao lado
- Surgem espontaneamente as variáveis: escuro (gaveta), água (vaso), calor (forno), frio (geladeira), claridade (varal), ar (escrivadinha)

### Após a discussão:

água e ar juntos ocorre a ferrugem (prego pendurado no varal reforça essa idéia).

Locais onde os pregos estão	
Mais enferrujados	Menos enferrujados
Janela de cozinha	Vidro tampado
Vaso de planta	Gaveta
Geladeira	Forno
Varal	Estante
Etc.	Etc.

## Parte B - Atividade experimental com enfoque investigativo.

Problema: será que para a ferrugem aparecer sempre são necessários o ar e água juntos, ou poderiam estar separados? Será que a ferrugem pode aparecer mesmo sem água e sem ar? Que experiências poderiam ser feitas para respondermos a estas perguntas?

Discussão em grupo e mediação docente até o controle de variáveis:



- H<sub>2</sub>O ⇒tem ar dissolvido⇒retirar o ar⇒fazer a experiência⇒resultado
- AR ⇒tem água⇒retirar a água⇒fazer a experiência⇒resultado
- H<sub>2</sub>O e AR juntos⇒resultado
- “Sem” H<sub>2</sub>O e AR ⇒prego em uma seringa: puxa-se o embolo e trava⇒resultado
- coloca-se os resultados em um quadro do tipo “condições do prego x resultado” inferindo-se a conclusão.
- Lançamos outros problemas: a) o sal de cozinha provoca ferrugem? b) o ar, além do O<sub>2</sub>, contém também o CO<sub>2</sub>. Qual deles é necessário para ocorrer a ferrugem? c) como proteger o ferro da ferrugem? d) como determinar a porcentagem de oxigênio no ar?

## EM RESUMO

1. Basear-se mais na solução de problemas ou tarefas abertas do que em completar exercícios fechados;
2. Induzir o aluno a conceber a aprendizagem como um processo de se fazer perguntas, mais do que de encontrar respostas já acabadas, elaboradas por outros;
3. Incentivar a ativação e tomada de consciência progressiva de seus próprios conhecimentos e a regulação dos próprios processos cognitivos na aprendizagem;
4. Centrar a aprendizagem nos próprios alunos, de forma que a percebam como uma tarefa autônoma pela qual devem se tornar responsáveis, que deve ter como meta principal aprender e aprofundar em seu próprio conhecimento e não apenas servir como veículo para outras recompensas;
5. Avaliar a aprendizagem de forma divergente, incentivando a diversidade de resultados, em vez de buscar um rendimento convergente, homogêneo e uniforme para todos os alunos e
6. Planejar a aprendizagem como uma tarefa de cooperação social em uma comunidade de saber, em vez de, como assinala ironicamente Carretero (1993), concebê-la sempre como um "vício solitário".

# SUB-GRUPOS DE TRABALHO

1. Laboratório tradicional e inovador
2. Políticas públicas de incentivo à experimentação
3. o papel da universidade na experimentação para os ensinos fundamental e médio
4. alternativas metodológicas para a melhoria do ensino experimental
5. a experimentação na formação inicial do professor
6. avaliação no ensino experimental