



Academia  
Brasileira  
de Ciências  
ABC na Educação Científica  
A Mão na Massa



Académie  
des sciences  
La main  
à la pâte

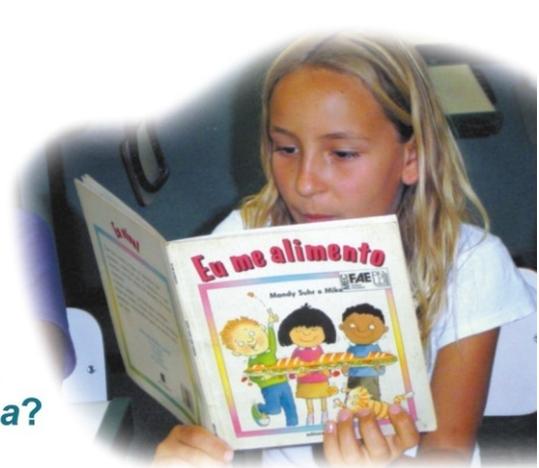
# Ensinar as ciências *na escola*

*da educação infantil  
à quarta série*





## O que são *La main à la pâte* e ABC na Educação Científica – A Mão na Massa?



A idéia geral de *La main à la pâte*, no Brasil – *A Mão na Massa*, como desdobramento da Pedagogia Ativa, já praticada por um bom número de professores nas séries iniciais do Ensino Fundamental, consiste em fazer com que a criança participe da descoberta dos objetos e fenômenos da natureza, contatando-os como objeto de observação e de experimentação em sua realidade, estimulando a imaginação e desenvolvendo o domínio da linguagem: a criança se apropria de conhecimentos consolidados. Mais precisamente, o esquema típico de uma aula *La main à la pâte* é o que segue:

Dirigida pelo professor, uma criança colocou uma questão relativa a seu ambiente, inanimado ou vivo. Em vez de responder, o professor devolve a questão à classe: “E vocês, o que acham disso?”, levantando as hipóteses das crianças e levando-as a trabalharem sua imaginação.

Uma experiência simples (observação, manipulação, medida...) é então realizada. Conduzida pelas crianças em pequenos grupos essa experiência deverá, em princípio, levar à resposta, retornando, então, às hipóteses iniciais e conduzindo à dialética raciocínio/experimentação, que se situa no próprio âmago do conhecimento científico. Enfim, as crianças são levadas a se expressarem (exposições breves, redação num caderno de experiências) em relação à pequena aventura que viveram juntas, enriquecendo seu vocabulário, tornando mais precisa sua lógica e, portanto, sua sintaxe. Apresentamos aqui um esquema ideal, no qual, em muitos casos reais, pode ser omitido um de seus elementos. Assim, os seres vivos ou os objetos do céu levam a questões específicas. Da mesma maneira, a experiência poderá fracassar, obrigando o professor a fornecer a resposta à questão inicial. Seja como for, o engajamento pessoal da criança quando seus sentidos e sua inteligência são solicitados tende a tornar a ciência amável e viva para ela.

Em 1995, Georges Charpak, a quem se juntaram Pierre Léna e Yves Quéré, da Academia das Ciências, iniciou na França o programa *La main à la pâte* com o propósito de revitalizar o ensino das ciências na escola primária. Além da parceria das autoridades educacionais daquele país, os acadêmicos contam com o apoio de uma equipe de dez pessoas dedicada em tempo integral, em contato estreito com pesquisadores de renome nas ciências e na Educação.

No Brasil, o programa é desenvolvido desde 2001 numa parceria com a Academia Brasileira de Ciências denominado *ABC na Educação Científica – A Mão na Massa*, coordenado por Ernst Wolfgang Hamburger. Procedimentos da Educação a Distância possibilitaram a expansão do programa, presente atualmente em 11 cidades brasileiras.





O interessado em trabalhar *la main à la pâte* e *ABC na Educação Científica – A Mão na Massa* encontra documentos de apoio na Internet. Os projetos brasileiro e internacionais trabalham em parceria. Roteiros, propostas e materiais são intercambiados. A cada ano ocorrem desafios internacionais on-line, em que crianças de vários países participam projetando e montando atividades experimentais com regras predeterminadas.

### La main à la pâte: desenvolvimentos internacionais em 2003

- **FRANÇA (desde 1995):** La main à la pâte da Academia das Ciências em cooperação com a Escola Normal Superior e o Instituto Nacional de Pesquisa Pedagógica. 3500 a 4000 classes envolvidas
- **COLÔMBIA (desde 1998):** Universidade dos Andes, Liceu francês, Maloka (Centro de Ciências), Aliança Educativa. Escolas envolvidas: 18 classes francesas e 200 salas colombianas
- **SENEGAL (desde 1999):** Programa para a eficácia da escola senegalesa do Ministério da Educação. 24 escolas envolvidas
- **HAITI (desde 2000):** Associação DEFI / IUFM.

- 180 classes envolvidas
- **CHINA (desde 2000):** Ministério da Educação e Associação Chinesa de Ciência e Tecnologia. Escolas envolvidas: 4 pólos experimentais (Pequim, Nanking, Shanghai, Shantou)
- **EGITO (desde 2000):** Embaixada da França. Escolas envolvidas: 15 classes bilingües.
- **HUNGRIA (desde 2000):** Ministério de Educação da Hungria. Escolas envolvidas: escolas ciganas
- **SUIÇA:** cantão de Fribourg e cantão de Genebra. Direção da Instrução Pública. Escolas envolvidas: 10 a 20
- **BRASIL (desde 2001):** Academia Brasileira de Ciências. Universidades e Secretarias de Educação. Ver abaixo.
- **VIETNÃ (desde 2001):** Associação: Encontros do Vietnã. Escolas envolvidas: 60 classes
- **SÉRVIA E MONTENEGRO (2003):** Vinca, Instituto de Ciências Nucleares. 200 escolas envolvidas (15% do país)

Também estão em desenvolvimento: Afeganistão, Argélia, Alemanha, Argentina, Bélgica, Canadá (Québec), Camboja, Chile, Coréia, Gabão, Ilhas Maurício, Israel, Malásia, Madagascar, México, Romênia, Sri Lanka ...



### ABC na Educação Científica – A Mão na Massa: núcleos participantes em 2004

- **SÃO PAULO (desde 2001):** Estação Ciência da USP e Secretaria de Educação do Estado. Secretaria Municipal de Educação. 553 escolas envolvidas
- **SÃO CARLOS, SP (desde 2001):** Centro de Divulgação Científica e Cultural da USP, Diretoria de Ensino e Secretaria Municipal de Educação. 100 classes envolvidas.
- **RIO DE JANEIRO (desde 2001):** Fundação Oswaldo Cruz e Secretaria de Educação.
- **RIBEIRÃO PRETO, SP (desde 2003):** Casa da Ciência Galileu Galilei da Prefeitura Municipal e Secretaria Municipal de Educação. 21 escolas envolvidas.
- **JARAGUÁ DO SUL, SC (desde 2003):** Centro Universitário de Jaraguá do Sul e Secretaria Municipal de Educação. 7 escolas envolvidas
- **VITÓRIA, ES (desde 2003):** Universidade Federal do Espírito Santo, Núcleo de Ciências e Secretaria de Educação. 5 escolas envolvidas
- **CAMPINA GRANDE, PB (desde 2004):** Museu de Ciências da Prefeitura Municipal e Secretaria de Educação. 3 escolas envolvidas
- **SALVADOR, BA (desde 2004):** Centro de Ciências da Universidade da Criança e do Adolescente da Organização de Auxílio Fraternal. 2 escolas envolvidas
- **VIÇOSA, MG (desde 2004):** Centro de Referência do Professor da Universidade Federal de Viçosa. Aplicação em 1 escola envolvida. Capacitação regional.
- **JUIZ DE FORA, MG (desde 2004):** 3 escolas envolvidas
- **PIRACICABA, SP (desde 2004):** Universidade Metodista de Piracicaba. 3 escolas envolvidas



# La main à la pâte

A mão na massa  
no mundo



## Ensinar as ciências na escola

Esta obra contém documentos de auxílio ao professor que queira aplicar métodos inovadores ao ensinar Ciências. Disponibilizada em 2002, foi elaborada por um grupo de especialistas franceses, professores, cientistas, acadêmicos e membros da equipe *La main à la pâte*. Traduzida ao português, foi testada e foram realizadas pequenas adaptações para o uso por *ABC na Educação Científica – A Mão na Massa*. É distribuída gratuitamente pelos núcleos onde este programa é aplicado, a fim de servir aos propósitos dos professores.

[educar.sc.usp.br/mm](http://educar.sc.usp.br/mm)

[www.mapmonde.org](http://www.mapmonde.org)

[www.inrp.fr/lamap](http://www.inrp.fr/lamap)



# Ensinar as ciências na escola

da educação infantil  
à quarta série



Academia  
Brasileira  
de Ciências  
ABC na Educação Científica  
A Mão na Massa



Académie  
des sciences  
*La main  
à la pâte*

Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC) – USP  
São Carlos, 2005

**Título do original francês:** Enseigner les sciences à l' école – cycles 1, 2 et 3. © CNDP 2002.

#### **Comité Editorial**

François Chevalérias, direção do ensino escolar; Pierre Léna, Académie des sciences  
Edith Saltiel – *La main à la pâte*; université Paris 7 Jean-Pierre Sarmant, inspeção geral da educação nacional.

#### **Os autores**

##### **Grupo técnico:**

Lise Adam, Saint-Fons  
Jean-Claude Arrougé, responsável da divisão de animação pedagógica e de integração de recursos  
Jean-Michel Bérard, inspetor geral da Educação Nacional dos grupos de primeiro grau  
Nadine Belim, Bergerac-Est  
René Cahuzac, inspetor geral da Educação Nacional, grupo de ciências técnicas industriais.  
François Chevalérias,  
David Jasmin, pesquisador – *La main à la pâte*  
Henri Kighelman – Bonneville  
André Laugier, maitre de conférences – didática das ciências-antenne de Bordeaux-Caudéran  
Bernard Leroux, ciências físicas e químicas – acadêmic de Nantes  
Francine Malexis – académie de Lille  
Renée Midol – Vaulx-en-Velin  
Jean-Michel Rolando, professor da IUFM (Instituto Universitário de Formação de Professores) – académie de Grenoble  
Jean-Pierre Sarmant, presidente do comitê nacional do plano de renovação do ensino de ciências e de tecnologia na escola  
Guy Simonin, conselheiro editorial de ciências; professor da IUFM de Versailles, antenne de Cergy  
Jaques Toussaint, maitre de conférences em Física; diretor adjunto da IUFM de Lyon  
Daniele Villemin – sud Loire – Bouguenais

**Equipe *La main à la pâte*** (equipe junto à Academia das Ciências por convênio com o Institut national de recherche pédagogique e a École normale supérieure):

Jean-Maire Bouchard; Alain Chomat; Nicolas Poussielgue; Béatrice Salviat; Claudine Schaub, *diretora da escola Issy-les-Moulineaux*;  
David Wilgenbus.

**Coordenação:** Jean-Marc Blanchard, bureau dos conteúdos do ensino, direção do ensino escolar; Jean Denis, bureau das escolas, direção do ensino escolar.

**No Brasil: equipe do projeto *ABC na Educação Científica – A Mão na Massa*, do Centro de Divulgação Científica e Cultural da USP** – supervisão dos testes em sala de aula e revisão bibliográfica:

Adriana Rinaldi Martins Guerreiro – *Bibliotecária*; Angelina Sofia Orlandi Xavier – *Química*; Antonio Carlos de Castro – *Físico*;  
Sílvia Ap. Martins dos Santos – *Ecóloga*; Vanilde de Fátima Bongiorno – *Educadora*

#### **Agradecimentos**

Muitos professores contribuíram com esta obra usando-a em sala de aula; as respectivas escolas são citadas nos módulos em questão. Além disso, houve a contribuição de outros professores e de cientistas:

**Na França:** Caroli Broisi, Bernard Calvino, Annie Deforge, Sylvie Frémineur, Guy Gauthier, Brice Goineau, François Gros, Didier Geffard, Déborah Katz, Bernard Kloareg, Jean Matricon, Michel Mocellin, Jocelyne Nombrot, Tatiana Tomic, Denis Weber, Anne-Muriel Winter.

**No Brasil:** Adriana Maria Caram, Fátima Maria Rossi Caruso, Glamis Valéria Miguel, Hilda Rabelo de Oliveira, Luzdivina Casuso, Márcia R. C. Passador, Maria de Lourdes Martinez, Maria Júlia Bianchim Nogueira, Regina Paula Volante, Rosana Tosetto Guadalini, Viviane Colloca.

**Tradução para o português:** Marcel Paul Forster

**Editor da versão brasileira:** Dietrich Schiel, Universidade de São Paulo.

**Coordenador do projeto *ABC na Educação Científica – A Mão na Massa*:** Ernst Wolfgang Hamburger, Academia Brasileira de Ciências e Universidade de São Paulo.

A edição brasileira contou com o apoio financeiro de VITAE, Apoio à Cultura, Educação e Promoção Social;\* da embaixada da França no Brasil; da Delegação Francesa Regional para o Cone Sul e o Brasil; do ministério francês da Educação Nacional, do Ensino Superior e a Pesquisa; do Centro de Divulgação Científica e Cultural da USP em São Carlos, SP.

© CDCC, 2005  
ISBN 85-07656-044-5

---

\* VITAE não compartilha necessariamente dos conceitos e opiniões expressos neste trabalho, que são de exclusiva responsabilidade dos autores.

# Sumário

<b>Sobre esta tradução</b> .....	<b>5</b>
<b>Prefácio</b> .....	<b>6</b>
<b>Introdução</b> .....	<b>7</b>
<b>O ar é matéria?</b> .....	<b>15</b>
Contexto programático .....	16
Um possível desdobramento do módulo .....	17
Aula 1. O que tem nos sacos escondidos nas caixas de papelão? .....	18
Aula 2. O que sabemos sobre o ar, pode-se pegá-lo? .....	19
Aula 3. Como comprovar que o saco contém alguma coisa? .....	19
Aula 4. Como recuperar o ar do saco de plástico? .....	21
Conclusão .....	24
Para ir mais longe .....	24
Indicações bibliográficas .....	24
<b>Uma semente, uma planta?</b> .....	<b>26</b>
Contexto programático .....	27
Um possível desdobramento do módulo .....	28
Aula 1. Semente ou não? Conceitos iniciais .....	29
Aula 2. Semente ou não? Coleta de material experimental .....	29
Aula 3. Semente ou não? Triagem do material e hipóteses .....	30
Aula 4. Semente ou não? Experiências com as sementes .....	31
Aula 5. Semente ou não? Observação dos plantios, interpretação .....	31
Aula 6. O que há dentro da semente? Conceitos iniciais .....	34
Aula 7. O que tem dentro de uma semente? Anatomia da semente .....	35
Aula 8. O que a semente precisa para germinar? Conceitos iniciais .....	36
Aula 9. O que a semente precisa para germinar? Experimentos .....	37
Aula 10. Para germinar, a semente precisa de quê? Conclusão .....	38
Aula 11. Como as sementes germinam? Experimentos .....	39
Aula 12. Como as sementes germinam? Exploração dos dados .....	39
Aula 13. O papel da semente – a semente e suas reservas .....	40
Aula 14. O papel da semente – unidade e diversidade dos seres vivos .....	41
Conclusão .....	43
<b>O que acontece com os alimentos que comemos?</b> .....	<b>45</b>
Contexto programático .....	46
Um possível desdobramento do módulo .....	47
Introdução e debate inicial sobre nutrição .....	47
Aula 1. Para onde vão a água e o pão? .....	49
Aula 2. O que se percebe quando se come? .....	50
Aula 3. O que acontece quando engolimos? .....	51
Aula 4. Como funciona o aparelho digestório? .....	52
Aula 5. O que acontece com os alimentos dentro do corpo? .....	53
Aula 6. Avaliação .....	55
Conclusão .....	56
Seleção indicativa de sites .....	56
<b>Que horas são em São Paulo, Moscou ou Tóquio? Estudo dos fusos horários</b> .....	<b>58</b>
Contexto programático .....	59
Um possível desdobramento do módulo .....	60
Aula preliminar – Observação da trajetória do sol ao longo de um dia .....	61
Aula 1. Como saber que horas são em um país remoto? .....	62
Aula 2. Quando é meio-dia em São Paulo, por que é noite em Tóquio? .....	62

Aula 3. Elaborar um vocabulário (pólos, equador, hemisfério etc.) .....	63
Aula 4. Que horas são em São Paulo quando é meio-dia em Tóquio? .....	64
Aula 5. Como explicar a alternância dos dias e das noites? .....	65
Aula 6. A alternância dia/noite – utilização de uma maquete .....	66
Aula 7. Que horas são em Moscou quando é meio-dia em São Paulo? .....	67
Aula 8. Qual o sentido da rotação da Terra em torno de seu eixo? .....	68
Aula 9. Que horas são em Tóquio? .....	69
Aula 10. Como memorizar o que foi compreendido? .....	70
Conclusão .....	71
Para ir mais longe .....	72
Seleção indicativa de sites .....	72
Anexo 1 – Faixa para usar na aula 1 e para síntese .....	74
Anexo 2 – Fotografias a serem utilizadas na aula 10 .....	75
Anexo 3 – Para construir uma maquete .....	76
<b>O funcionamento da alavanca. “Dêem-me um ponto de apoio: levantarei o mundo” .....</b>	<b>77</b>
Contexto programático .....	78
Um possível desdobramento do módulo .....	79
Aula 1. Como levantar a escrivaninha do professor? .....	79
Aula 2. Como os homens da antiguidade levantavam cargas? .....	81
Aula 3. Como reduzir o esforço com a ajuda de uma alavanca? .....	82
Aula 4. Como reduzir o esforço com a ajuda de uma alavanca? .....	83
Aula 5. Como construir uma maquete de uma ponte levadiça? .....	84
Aula 6. Em que ponto da passarela deve-se prender o barbante? .....	85
Aula 7. O que é igual, o que não é igual? .....	86
Aula 8. Há alavancas nos organismos vivos? .....	87
Conclusões .....	89
Para ir mais longe .....	89
Seleção indicativa de sites .....	90
Anexo 1 – O vôo dos insetos .....	92
Anexo 2 .....	93
Anexo 3 .....	94
<b>Como saber de onde vem o vento? .....</b>	<b>97</b>
Contexto programático .....	98
Um possível desdobramento do módulo .....	99
Aula 1. Quais são os efeitos do vento? .....	100
Aula 2. Quais objetos indicam a direção do vento? .....	101
Aula 3. Quais são as características destes objetos? .....	103
Aula 4. Como construir uma grimpá (galinho)? .....	106
Aula 5. Construção de uma grimpá (galinho) .....	108
Aula 6. Para que procurar saber de onde vem o vento? .....	108
Aula 7. Como reconhecer a direção do vento? .....	108
Aula 8. Quais são os ventos dominantes? .....	109
Para ir mais longe .....	110
Indicação de livros, fitas de vídeo e sites .....	111
<b>A água na escola maternal .....</b>	<b>113</b>
Contexto programático .....	114
Oficinas sobre o tema da água – uma seqüência para alunos de 3 a 4 anos .....	115
Aula 1. O que acontece quando se brinca com água? .....	116
Aula 2. O que é a água para mim? .....	117
Aula 3. Que barulho a água faz? .....	117
Aula 4. O que faz a água com os outros materiais? .....	118
Aula 5. Como se faz cubos de gelo? .....	119
Situações-problema para alunos de 3 a 4 anos acerca do transporte de água .....	120
Uma seqüência para crianças com mais de 4 anos – aproximação do fenômeno da dissolução .....	123
Condições de implementação das seqüências .....	126
Bibliografia .....	127

# Sobre esta tradução

O livro *Enseigner les sciences à l'école* foi criado em 2002 para a escola francesa.

A obra compreende 7 módulos, destinados à educação infantil e às 4 primeiras séries do ensino fundamental, que ilustram progressões possíveis ao redor de um tema a um dado nível, dentro dos princípios do programa *La main à la pâte*. Quero esclarecer alguns critérios utilizados para adequar esta obra às necessidades de nosso país:

1. Dentro de nossa posição de entusiastas e difusores do projeto “ABC na Educação Científica – A Mão na Massa”, optamos por produzir um texto que fosse o mais útil possível ao professor que emprega o método em sala de aula, fazendo pequenas adequações.
2. A versão não revista da tradução foi testada em salas de aula durante a preparação desta edição. Os professores brasileiros, em alguns casos, utilizaram procedimentos alternativos que enriqueceram a proposta original, sem invalidar a idéia desta. Em alguns casos, conseguimos aproveitar essas idéias, com o devido cuidado para não produzir recomendações contraditórias.
3. Os alunos brasileiros envolvidos nos testes fizeram registros em desenhos e textos. Neste caso procuramos também aproveitar esses registros juntamente com o dos franceses, colocando, quando possível, os dois. No caso de desenhos de crianças francesas, inserimos a tradução do escrito a mão próximo à figura.
4. No início de cada módulo há uma localização no programa oficial de Ciências da França, que reproduzimos, por ser interessante, como “Contexto programático”.
5. Procuramos traduzir as referências às classes no sistema francês por nomes no nosso sistema que equivalem às faixas etárias. Por outro lado, no Prefácio e na Introdução, mantivemos o termo não traduzido *La main à la pâte* referente ao projeto francês, diferenciando-o, assim, de *A mão na massa*, do projeto brasileiro.
6. Acrescentamos às referências de livros e fitas de vídeos didáticos e paradidáticos franceses títulos equivalentes nacionais. Muitas dessas referências nos foram fornecidas por professores que fizeram os testes em sala de aula.

Quero agradecer a todos que contribuíram com esta tarefa; a David Jasmin de quem partiu a idéia da “tropicalização” da tradução e que a tem discutido toda vez que necessário; aos colegas do INRP na França, que me ajudaram com informações preciosas; à equipe do CDCC/USP, que orientou os testes em sala de aula; e, principalmente, aos professores de São Carlos que voluntariamente os realizaram.

São Carlos, março de 2005  
Dietrich Schiel

# Prefácio

*Em junho de 2000, o ministro da educação nacional da França, após ter homenageado a operação La main à la pâte – "esta grande iniciativa de Georges Charpac e da Académie des Sciences, que posteriormente foi adotada pelo Institut National de la Recherche Pédagogique", anunciou a implementação do plano de renovação do ensino das ciências e da tecnologia na escola:*

*"É uma operação de grande porte que estou implementando. Começará na escola primária e será precursora das mudanças que pretendo implementar em todo o ensino fundamental e médio".*

*Em fevereiro de 2002 novos programas de ensino primário foram publicados, entrando em vigor na volta às aulas de 2002. As rubricas "Descoberta do mundo" (educação infantil e ensino fundamental) e "Ciência e Tecnologia" (ciclo dos aperfeiçoamentos) desses programas são coerentes com as recomendações do plano de renovação.*

*Não é preciso ser especialista para trabalhar com atividades científicas na escola primária. O trabalho experimental de investigação pode ser simples e o conhecimento colocado em prática acessível. O professor pode estimular e participar do prazer e da curiosidade dos alunos e favorecer a exploração racional do mundo que os cerca e que pode ser expressa por palavras, por imagens e por argumentos. O universo das ciências, no qual atuam os cientistas cuja profissão é a descoberta e os engenheiros que criam novos objetos ou produtos, está realmente ao alcance dos professores polivalentes da escola e de seus alunos.*

*Concebido como ferramenta de implementação do plano de renovação e dos novos programas, este livro tem por objetivo acompanhar os professores no desenvolvimento de um ensino baseado no questionamento e na experimentação realizada pelos próprios alunos.*

Os autores

# Introdução

Após uma apresentação dos textos de orientação pedagógica que fazem parte desta introdução, esta obra propõe sete módulos pedagógicos. Distribuídos entre as faixas etárias e dentro da temática coberta pelo programa, esses módulos apresentam exemplos detalhados da implementação dos passos recomendados.

Este livro tem por objetivo ajudar o professor a implementar um ensino renovado das ciências e da tecnologia, tanto do ponto de vista da metodologia pedagógica quanto dos elementos de conhecimento científico necessários. Não é de forma alguma um manual de ensino das ciências nas séries iniciais do ensino fundamental.

Os módulos pedagógicos, cujos temas foram tirados do cerne dos programas, têm por objetivo fornecer uma ferramenta de partida ao professor engajado no caminho da renovação do ensino das ciências. O professor que terá prestado atenção durante estes poucos módulos será progressivamente capaz de continuar com a ajuda dos recursos já disponíveis<sup>1</sup> e os que continuarão a ser colocadas à sua disposição.

Levar em conta o desenvolvimento das capacidades de expressão, tanto escrita quanto oral, está na essência da pedagogia gerada pelo programa de ciências e tecnologia. A parte "Ciências e linguagem na sala de aula" apresenta várias recomendações sobre isso. Quanto à língua, este aspecto é tratado ao longo dos módulos apresentados neste documento.<sup>2</sup>

Também é possível que o trabalho relativo à língua vernácula possa ser estendido à língua estrangeira ou regional estudada na sala de aula. O módulo "Que horas são em São Paulo, Moscou ou Tóquio?" é um exemplo de tal incitação quanto a formulações ou estruturas de sintaxe cujas aquisições são previstas pelo programa.

Esta introdução deve-se ao grupo técnico associado ao comitê de acompanhamento nacional da renovação do ensino das ciências e da tecnologia na escola.

Os módulos de ensino resultam da colaboração deste mesmo grupo técnico e de uma equipe da *La main à la pâte* (Académie des sciences – Institut National de Recherche Pédagogique – École normale supérieure ULM).

A redação desta obra é o resultado da colaboração de pessoas com horizontes bastante variados: mestres, docentes em licenciaturas, supervisores de ensino e cientistas. A colaboração estreita entre os integrantes de uma equipe de especialistas das áreas abordadas e de pessoas de fora teve por objetivo exigir qualidade científica e pedagógica.

A assinatura "Ministère de la Jeunesse, de l'Éducation Nationale et de la Recherche – Direction de l'Enseignement scolaire & Académie des sciences – *La main à la pâte*" é testemunha do papel importante do *La main à la pâte* no contexto do plano de renovação do ensino das ciências e da tecnologia na escola: "A implementação do *La main à la pâte* continua. Conserva seu dinamismo próprio assim como sua especificidade obtida, particularmente, por parte da associação dos parceiros científicos. Integrada ao plano como pólo inovador e centro de difusão, ela se torna um elemento essencial".<sup>3</sup>

## Pontos de referência para a implementação das seqüências de um módulo<sup>4</sup>

A base descrita em seguida é para os professores. Tem por objetivo dar-lhes pontos de referência para a implementação de seu trabalho de ensino, respeitando tanto o espírito da renovação do ensino das ciências e da tecnologia na escola quanto o dos programas 2002.

1. Especialmente no site [www.inrp.fr/lamap](http://www.inrp.fr/lamap). No Brasil: <http://educar.sc.usp.br/maomassa>

2. Os documentos de alunos aqui reproduzidos podem conter erros de sintaxe ou de ortografia. São registros escritos mantidos em seu estado original e destinados a serem retrabalhados com o professor.

3. Extrato da declaração comum de 8 de setembro de 2002, assinada pelos secretários perpétuos da "Académie des sciences, le directeur de l'enseignement scolaire" e pelo presidente do "Comitê national du plan de rénovation de l'enseignement des sciences et de la technologie". O texto completo está disponível on-line no endereço [www.eduscol.education.fr](http://www.eduscol.education.fr).

4. Corresponde ao esquema "Do questionamento ao conhecimento, passando pela experiência". Aqui, a palavra "experiência" é usada no amplo sentido de "trabalho experimental de investigação".

Este é um documento pedagógico operacional. Não tem a pretensão de definir qual é "o melhor" método científico, nem de determinar, de maneira exaustiva, o caminho que leva da problemática à investigação e em seguida à estruturação. Semelhante a métodos ativos, o modo de trabalho proposto pode ser comparado ao recomendado para resolver problemas de matemática. Para facilitar a apresentação, foram identificados cinco momentos essenciais. A ordem na qual se seguem não constitui um esquema para ser adotado de forma linear. Recomenda-se o uso intercalado desses momentos. Por outro lado, cada uma das fases identificadas é essencial para garantir uma boa investigação dos alunos.

### **Diversos aspectos de um trabalho experimental de investigação**

O procedimento implícito no plano de renovação do ensino das ciências e da tecnologia na escola obedece aos princípios de unidade e de diversidade.

- Unidade: este procedimento se articula com o questionamento dos alunos sobre o mundo real: fenômeno ou objeto, vivo ou não vivo, natural ou construído pelo homem. Esse questionamento leva à aquisição de conhecimento e de habilidade decorrente de uma investigação conduzida pelos alunos e orientada pelo professor.
- Diversidade: a investigação conduzida pelos alunos pode ser baseada em diversos métodos, inclusive na aula:
  - experimentação direta;
  - realização material (construção de um modelo, busca de uma solução técnica);
  - observação direta ou auxiliada por um instrumento;
  - pesquisa em documentos;<sup>5</sup>
  - investigação e visita.

A complementaridade entre esses métodos de acesso ao conhecimento deve ser equilibrada em função do objeto de estudo.

Quando possível do ponto de vista material e deontológico, devem ser privilegiadas a ação direta e a experimentação dos alunos.

### **Plano de uma seqüência<sup>6</sup>**

#### **A escolha de uma situação inicial**

- Parâmetros escolhidos em função dos objetivos dos programas.

- Adequação ao projeto de ciclo elaborado pelo conselho dos professores do ciclo.
- Caráter produtivo do questionamento ao qual a situação pode conduzir.
- Recursos locais (material e recursos documentais).
- Pontos de interesses locais, de atualidade ou evocados durante outras atividades, científicas ou não.
- Pertinência do estudo empreendido em relação aos próprios interesses do aluno.

#### **A formulação do questionamento<sup>7</sup> dos alunos**

- Trabalho dirigido pelo professor. Eventualmente, ele ajuda na reformulação das perguntas, a fim de assegurar seu sentido, na refocalização do campo científico e na promoção da melhora da expressão oral dos alunos.
- Escolha dirigida e justificada pelo professor de trabalhar com perguntas produtivas (ou seja, perguntas que convenham a um procedimento construtivo, levando em conta a disponibilidade de material experimental e documental, conduzindo em seguida à aprendizagem, conforme os programas).
- Emergência dos conceitos iniciais dos alunos<sup>8</sup> e confrontação de suas eventuais divergências, a fim de promover o entendimento do problema pela turma.

#### **Elaboração das hipóteses e o conceito das investigações**

- Gerenciamento, pelo professor, dos modos de agrupamento dos alunos (de níveis diferentes conforme as atividades) e de instruções dadas (funções e comportamentos esperados dentro dos grupos).
- Formulação oral de hipóteses dentro dos grupos.
- Eventual elaboração de roteiros<sup>9</sup> com a finalidade de verificar ou refutar as hipóteses.
- Elaboração escrita, explicando as hipóteses e roteiros (textos e esquemas).
- Formulação oral e/ou escrita pelos alunos de suas previsões: "o que eu acho que vai acontecer", "por quais razões?".
- Comunicação oral à turma das hipóteses e dos eventuais roteiros propostos.

5. Vide item "Papel da pesquisa documental e das TIC".

6. Geralmente constituído por várias aulas relacionadas ao mesmo assunto de estudo.

7. Vide os textos "Do questionamento ao conhecimento, passando pela experiência" e "O ensino das ciências na escola primária", on-line no site [www.edusol.education.fr](http://www.edusol.education.fr).

8. A orientação pelo professor não deve levar a ocultar os conceitos iniciais.

9. No sentido mais amplo, inclusive um projeto de construção.

## A investigação conduzida pelos alunos

- Momento de debate dentro do grupo de alunos: as modalidades de implementação da experimentação.
- Controle da variação dos parâmetros.
- Descrição da experimentação (esquemas, descrição escrita).
- Reprodutibilidade da experimentação (relação das condições de experimentação pelos alunos).
- Gerenciamento das anotações escritas pelos alunos.

## A aquisição e a estruturação do conhecimento

- Comparação e confrontação dos resultados obtidos pelos diversos grupos, por outras turmas.
- Confrontação com o conhecimento estabelecido (outro recurso à pesquisa documental), respeitando os níveis de formulação acessíveis aos alunos.
- Procura das causas de um eventual conflito, análise crítica dos experimentos realizados e proposta de experimentos complementares.
- Formulação escrita, elaborada pelos alunos com a ajuda do professor, dos novos conhecimentos adquiridos no final da seqüência.
- Produções destinadas à comunicação do resultado (texto, gráfico, maquete e documento multimídia).

## Papel da pesquisa documental e das TIC<sup>10</sup>

A metodologia implementada pelo plano foi definida pelo Diário Oficial francês nº 23 de 15 de junho 2000. “Os alunos constroem seu aprendizado como autores das atividades científicas.

- Eles observam um fenômeno do mundo real e próximo e fazem perguntas relacionadas ao assunto.
- Eles conduzem investigações ponderadas e realizam trabalhos de experimentação, eventualmente complementados por pesquisa documental. É importante que os alunos sigam um ou mais desses caminhos complementares.”

O desenrolar de uma seqüência, conforme os objetivos do plano de renovação, está descrito no documento anteriormente mencionado. O objetivo dos desenvolvimentos a seguir é especificar como a pesquisa documental pode e deve intervir como complemento de um trabalho que leva do questionamento ao conhecimento, passando pelo experimento.

Procuraremos primeiro os diversos sentidos que podem ser dados à “pesquisa documental”.

## A busca de documentos

Esta busca se dá na biblioteca, num dicionário, numa enciclopédia ou na Internet, a fim de responder a perguntas “produtivas” da classe e a fim de resolver os problemas científicos que não poderiam ser resolvidos totalmente pela verificação experimental. O aluno deverá ser capaz de:

- procurar em um dicionário a palavra que pode eventualmente lhe dar os elementos para a resposta;
- saber utilizar o índice em uma enciclopédia;
- compreender a organização de uma biblioteca, para usar algumas obras acessíveis e interessantes;
- saber utilizar o índice de um livro;
- saber extrair informação interessante de um artigo;
- saber decifrar textos, esquemas e ilustrações de um artigo;
- formular uma proposta eficiente em um procedimento apropriado de pesquisa de busca na Internet e distinguir as respostas que possam apresentar algum interesse na investigação. Na verdade, essas competências se estabelecem progressivamente ao longo da escolaridade, como parte do ensino, dos dispositivos interdisciplinares, como pesquisas e trabalhos escolares ou dissertações e teses universitárias...

## A pesquisa em documentos<sup>11</sup>

Com a multiplicação das imagens e telas, observamos reações contraditórias, muitas vezes passionais, quanto a seu impacto pedagógico.

Entre os adeptos da educação informal (“de qualquer jeito as telas estão aí, os jovens as aproveitam mais do que podemos imaginar...”) e os que temem pela saúde moral e intelectual das crianças, devemos, razoavelmente, adotar qual parte?

## O impacto psicológico dos documentos

- Impacto histórico: a chegada dos documentos pedagógicos audiovisuais, desde o início do século XX, foi marcada por um ápice, especialmente pelos filmes curtos e mudos (nos anos 1970) apresentando fenômenos que os alunos e a classe devem interpretar. A chegada dos programas de televisão, posteriormente gravados em VHS, fez com que a participação ativa dos alunos diminuísse consideravelmente.
- Impacto geográfico: a qualidade das emissões de televisão mundiais tem se mostrado bastante dependente dos dispositivos pedagógicos que acompanham sua difusão. Revistas e sites na internet oferecem

10. Tecnologias da Informação e da Comunicação. Esta consideração entra no escopo do plano de renovação do ensino das ciências e da tecnologia na escola.

11. Especialmente os documentos-imagens.

diversas formas de atividades, partindo de imagens televisivas, com documentos de acompanhamento para os programas educativos.

Impacto pedagógico: qual importância e que lugar deve ser dado a esses documentos comparados à confrontação com fenômenos reais diretamente perceptíveis pelo aluno? Em que tipo de trabalho pedagógico?

### Quais documentos?

Os documentos explicativos interpretados que, mostrando e dando sentido, devem ser diferenciados dos documentos originais não-interpretados, em que o trabalho de busca de sentido é realizado pelos alunos (exemplo: a radiografia de uma fratura da perna, uma seqüência não comentada de uma erupção vulcânica ou imagens aceleradas do desenvolvimento de uma planta, da flor à fruta...).

### Em que momento utilizá-los?

- Para facilitar o início de um questionamento estimulante. Exemplo: uma seqüência ou uma imagem da atualidade (terremoto); um canteiro de escavações arqueológicas, com a finalidade de iniciar um trabalho sobre fósseis e os rastros da evolução etc.
- Para complementar informações a serem analisadas pelos alunos. Exemplo: ilustrações médicas do corpo humano ou os exemplos de documentos originais mencionados acima.
- Para ajudar na elaboração de uma síntese coletiva, com reformulação pela classe do que será inscrito no caderno de experimentos ao encerrar um trabalho de pesquisa. Exemplos: qualquer documento explicativo, em muitos casos tirado de programas de televisão, ou todas as seqüências de imagens de síntese com finalidade explicativa (trazendo a dificuldade para esclarecer os códigos ou as imagens analógicas empregadas).
- Para colocar em prática o conhecimento adquirido por meio de outros exemplos ou por avaliação. Por exemplo: seqüências ou imagens mostrando fontes de energia diferentes daquelas abordadas durante o curso, documentos que tratam de problemas mais amplos de educação nas áreas de saúde ou do meio ambiente (por exemplo, a partir de um estudo detalhado das fezes das aves rapaces, de um documentário sobre a importância ecológica da proteção delas) ou do impacto de nossos gestos cotidianos sobre o equilíbrio de certas cadeias alimentares.

### Complementaridade entre objetos/fenômenos reais e documentos

Certos fenômenos ou objetos não são diretamente visíveis, pois são grandes demais (em astronomia), pequenos demais (micróbios), demorados demais (crescimento

de uma árvore), curtos demais, raros demais ou perigosos demais (erupções, terremotos), caros demais (foguetes), ou ainda pertencentes ao passado (história das ciências e das técnicas).

O real em si pode ser investigado sob vários ângulos: por observações, experimentações e comparações.

Porém, documentos complementares podem enriquecer esse questionamento do real. Por exemplo, imagens de uma massa de gelo flutuante, de uma geleira, de uma queda de neve ou do congelamento de um riacho são interessantes para serem analisadas como complemento de um trabalho experimental sobre as mudanças dos estados físicos da água.

Seria produtiva uma troca rápida de idéias sobre as diferenças entre o concreto e o abstrato, entre fenômenos científicos e técnicos e suas aplicações (por exemplo, no mundo profissional ou no funcionamento de objetos utilizados no dia-a-dia do aluno).

A renovação do ensino das ciências e da tecnologia na escola tem por objetivo a aquisição de conhecimento e de habilidades, graças a um equilíbrio perfeito entre a observação do fenômeno e dos objetos reais, a experimentação direta e a análise de documentos complementares, cuja finalidade é ensinar ao aluno os métodos científicos de acesso ao conhecimento e levá-lo a verificar suas fontes de informação, desenvolvendo assim seu espírito crítico de cidadão.

No escopo do plano, o papel das tecnologias da informação e da comunicação (TIC) pode ser identificado pela mesma lógica: "A experiência direta realizada pelos alunos é a base do trabalho implementado. Nesta perspectiva, a observação do real e a ação sobre este têm prioridade sobre o recurso em relação ao virtual". Essa consideração não reduz o interesse de recorrer às TIC, seja para consultar documentos que vêm complementar a observação direta, seja para buscar referências que permitam a confrontação dos resultados de experimentação com o saber estabelecido.

### Ciência e linguagem na sala de aula

Na aula de Ciências, a linguagem não é o tema principal de estudo. No entanto, durante as idas e vindas que o professor organiza entre a observação do real, a ação sobre o real, a leitura e a produção de textos variados, o aluno constrói progressivamente competências de linguagens (orais e escritas<sup>12</sup>) ao mesmo tempo em que elabora seu raciocínio. Individualmente ou em grupo, a linguagem, nas ciências, é mais especificamente utilizada para:

- formular o conhecimento que está sendo construído: nomear, rotular, organizar, comparar, elaborar referências, transmitir;

12. Inclusive imagens e esquemas.

- comparar, interpretar, reorganizar, dar sentido;
- defender seu ponto de vista, convencer, argumentar;
- interpretar documentos de referência, pesquisar, documentar,<sup>13</sup> consultar.

A expressão dos conceitos iniciais dos alunos poderá ser feita tanto de forma oral quanto por escritos individuais, mas, muitas vezes, ela se completa apenas na ocasião da implementação da primeira experimentação. Esta também permitirá ao professor saber melhor quais os conceitos espontâneos dos alunos e permitirá aos alunos identificar melhor a natureza científica do problema.

## O oral

Como a iniciativa é deixada aos alunos para conceberem as ações e solucionarem as divergências, estimula-se que na sala de aula haja conversas úteis e de bom senso. A expressão oral favorece o pensamento ponderado e espontâneo, divergente, flexível e propício à invenção. Isso implica que o tempo para conversa seja compatível com o tempo disponível, graças ao questionamento pelo professor e ao trabalho entre pares.

## Do oral ao escrito

O projeto desenvolvido pelos alunos faz com que determinados elementos do discurso sejam fixados, seja como registros provisórios ou definitivos, seja como elementos de referência, seja como anotações ou relações, como mensagens a serem comunicadas.

Apoiando-se no escrito, a palavra também pode ser confirmada, remodelada, reescrita, colocada em relação a outros escritos. A língua, vetor do pensamento, permite antecipar a ação. Quando a palavra vem antes do escrito, o aluno passa de uma linguagem falada, cheia de subentendidos, a uma linguagem científica, incorporando ao escrito recursos variados, esquemas, gráficos, alíneas, grifos. Escrever favorece a passagem para níveis de formulação e de conceitualização mais elaborados.

## A escrita

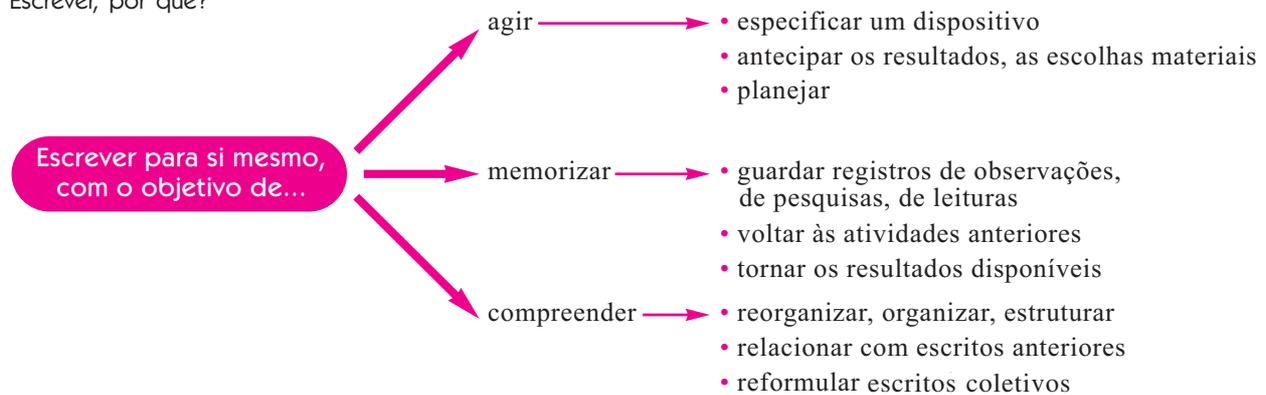
Escrever convida a objetivar, distanciar-se. Produzir escritos para outros requer que os textos sejam interpretáveis num sistema de referência que não seja apenas o do próprio autor, e para isso é preciso esclarecer os saberes sobre os quais se está fundamentando.

Na aula de ciências, a produção de escritos não tem por objetivo principal mostrar que sabemos escrever, mas sim favorecer o aprendizado científico do aluno e facilitar o trabalho pedagógico do professor.

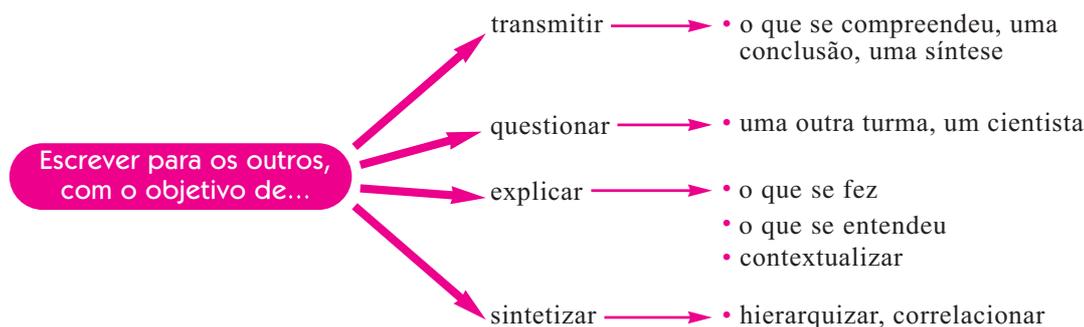
Os alunos são convidados, um a um ou em grupo, a produzirem textos que são aceitos em sua forma original e que serão utilizados durante a aula como meio para aprender melhor.

Além do texto narrativo, muito útil na escola, outras maneiras de usar o escrito são introduzidas. Essa relação renovada com a escrita é bastante interessante para os alunos que não têm vontade espontânea de escrever ou que não têm muito desempenho na matéria.

Escrever, por quê?



13. Vide item "Papel da pesquisa documental e das TIC".



### O caderno de experimentos

É de propriedade do aluno; por isso é o meio predileto para escrever para si mesmo, escrito sobre os quais o professor não tem autoridade direta. É também uma ferramenta pessoal de construção e de aprendizagem. Assim, é importante que o aluno guarde esse caderno durante todo o ciclo; para que possa encontrar nele os registros de sua própria atividade, de seu próprio pensamento, ou seja, os elementos que o ajudarão na construção de nova aprendizagem, referências a serem mobilizadas ou melhoradas... O caderno contém tanto os registros pessoais do aluno quanto os escritos elaborados coletivamente e os que constituem conhecimento estabelecido, assim como a reformulação, feita pelo aluno, de suas últimas anotações. Todavia, o aluno não deve guardar todos os seus ensaios e rascunhos. Seus critérios para guardar ou não um registro devem estar ligados à pertinência do escrito em relação a sua intenção e não à qualidade intrínseca desse escrito em si mesmo.

O aluno terá facilidade em distinguir documentos de diferentes importâncias: por exemplo, sempre que possível, a síntese da classe será processada no computador e cada um receberá uma cópia. Quando trabalha com documentos sobre ciência, o aluno concentra a maior parte de seus esforços no conteúdo relacionado ao conhecimento e em sua atividade (experimentação, interações...). Por outro lado, ele emprega nos textos palavras, símbolos e códigos específicos da área das ciências. O necessário envolvimento dos alunos com o trabalho deve levar o professor a uma razoável tolerância.

As competências específicas em produção de textos sobre as ciências se desenvolvem ao longo do tempo.

O permanente e ponderado vai-e-vem entre as anotações pessoais e os escritos-padrão favorece a apropriação, pelo aluno, das características da linguagem específica:

- representações codificadas;
- organização dos escritos ligados ao estabelecimento de relações (títulos, tipos de letra, sinais gráficos...), especialmente à relação de causalidade;
- uso das formas verbais: presente, participípio.

### O papel do professor

O professor auxilia de várias maneiras:

- responde às perguntas;
- sob forma de um glossário construído à medida das necessidades e relativo a determinado domínio;
- propõe ferramentas para registrar as observações, tais como:
  - folhas de papel quadriculado ou linear que ajudam na construção de gráficos;
  - adesivos coloridos, que auxiliam na compreensão estatística (nuvens de pontos);
  - papel translúcido para copiar os elementos julgados pertinentes ou para reutilizar tudo ou parte de um documento anterior, construído ou escolhido na ocasião de uma pesquisa;
- propõe quadros como guia para a escrita sem que seja um enquadramento rígido;
- tabelas de dupla entrada;
- calendários;
- organiza a comunicação de experiências ou de sínteses na própria classe e com outras classes para permitir aos alunos testarem a eficiência de suas escolhas;
- coloca à disposição dos alunos documentos, suportes de análise, referência e escritos complexos cujo uso é bem identificado.

Estes auxílios serão eficientes por ocasião das confrontações.

### Os escritos intermediários

Produzidos por grupos ou em consequência de interações entre alunos, permitem a passagem do "eu" para o "nós". A generalização geralmente ocorre em toda a classe, com a ajuda do professor. Permite a volta de cada aluno para seu próprio caminho ou para a elaboração de propostas para a síntese da classe. Esses escritos são enriquecidos por todos os documentos colocados à disposição dos alunos.

## Os documentos da classe

Decorrem dos documentos escritos individualmente e pelos grupos. O professor traz os elementos organizacionais, de formalização, que permitem resolver os problemas causados pela confrontação das ferramentas intermediárias entre si.

O nível de formulação desses documentos será compatível com os níveis de formulação do saber estabelecido, escolhidos pelo professor. Finalmente, é importante que o professor permita que cada aluno reformule com suas próprias palavras e argumentos a síntese coletiva validada. Assim, o professor terá a certeza do nível de apropriação do conceito em questão.

<b>Os escritos pessoais para</b>	<b>Os escritos coletivos dos grupos para</b>	<b>Os escritos coletivos da classe com o professor para</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>– exprimir o que penso;</li><li>– dizer o que vou fazer, e por quê;</li><li>– descrever o que faço e o que observo;</li><li>– interpretar os resultados;</li><li>– reformular as conclusões coletivas.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– comunicar a outro grupo, à classe, a outras classes;</li><li>– questionar sobre um dispositivo, uma pesquisa, uma conclusão;</li><li>– reorganizar, reescrever;</li><li>– passar de uma ordem cronológica à ação, a uma ordem lógica ligada ao conhecimento em questão.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>– reorganizar;</li><li>– recomeçar as pesquisas;</li><li>– questionar, com base em outros escritos;</li><li>– especificar os elementos do saber juntamente com as ferramentas para expressá-lo;</li><li>– institucionalizar o que será escolhido.</li></ul>