



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



Académie  
des sciences  
La main  
à la pâte

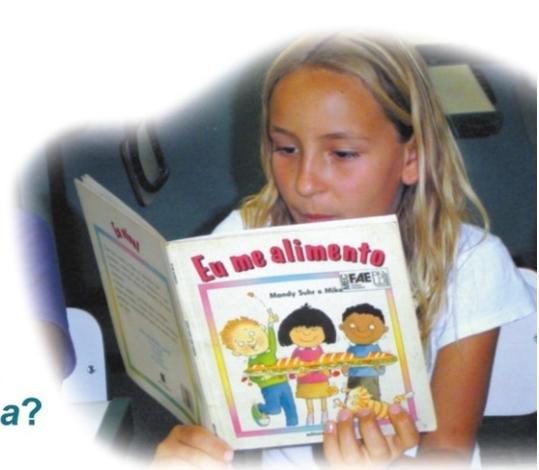
# Ensinar as ciências *na escola*

*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.

### **Comitê 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 – acadêmico 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>  |
| <br>   |           |
| <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        |
| <br>   |           |
| <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        |
| <br>   |           |
| <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        |
| <br>   |           |
| <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 escrivadinha 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 voo 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 Academie 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

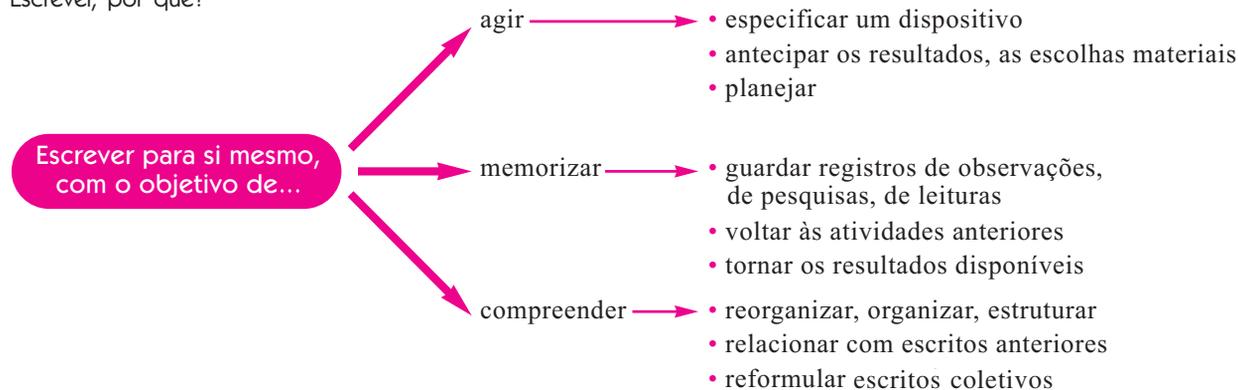
Escrever convida a objetivar, distanciar-se. Produzir escritos para outros requer que os textos sejam interpretáveis num sistema de referência que não seja apenas o do próprio autor, e para isso é preciso esclarecer os saberes sobre os quais se está fundamentando.

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.

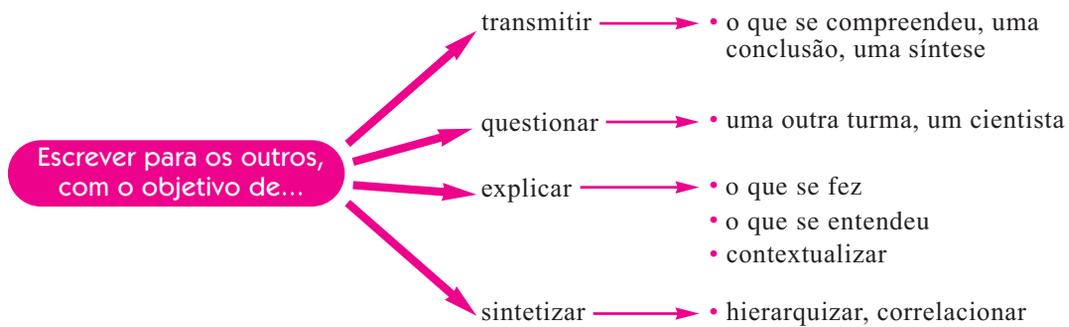
Os alunos são convidados, um a um ou em grupo, a produzirem textos que são aceitos em sua forma original e que serão utilizados durante a aula como meio para aprender melhor.

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> |





## ar é matéria?

O módulo apresentado a seguir trata do estudo da matéria nas 4 séries do ensino fundamental.

Este módulo foi criado como parte de um projeto para classes de educação infantil e de 1ª e 2ª séries. Por “projeto” deve-se entender um conjunto de atividades ligadas à procura, pelos alunos, de possíveis respostas a uma problemática construída coletivamente. Distinguimos:

- a problemática do docente: como convencer os alunos da materialidade do ar;
- a problemática que oriente o trabalho dos alunos a cada atividade. A partir de uma situação inicial, proposta aos alunos pelo docente, por meio de perguntas e desafios no começo de cada atividade, os alunos se depararão com questões que não teriam surgido sem essas situações, e a partir das quais poderão, após reformulação, surgir problemas cuja solução constituirá para eles o interesse da aula.

Durante essas atividades os alunos, aos poucos, construirão o conceito desejado (aqui o ar é matéria, do mesmo jeito que um sólido ou um líquido). As práticas de comunicação tanto orais quanto escritas, relativas à prática experimental, são promovidas durante essas atividades. Elas dão lugar a uma atividade recursiva de análise e de reflexão e assim fazem parte da conceitualização.

Este documento, além de seu objetivo conceitual em relação à materialidade do ar, quer ilustrar:

- que o professor pode gerir as diferentes fases desse tipo de atividade;
- que os alunos são capazes de imaginar uma experiência, implementá-la e tirar informações pertinentes, mesmo que a experiência não “verifique” as hipóteses iniciais;
- o lugar e o papel dos diferentes documentos escritos ao longo das atividades (a longo prazo o gerenciamento do caderno das experimentações).

## Contexto programático

- Alunos de 3 a 5 anos: o aluno se relaciona com o mundo pelos sentidos. As atividades propostas lhe permitem desenvolver sua percepção, entre outras, a tátil. Assim, o vento (ar em movimento) é uma primeira evidência de que o ar existe. A fabricação planejada de objetos utilizando o vento (grimpa)<sup>1</sup> pode ajudar a estabelecer essa existência.
- Alunos de 6 a 8 anos: a descoberta do mundo da matéria continua. Foram encontradas matérias sólidas e líquidas. Foram manipuladas e descobertas algumas de suas propriedades. Os alunos progressivamente estabelecerão a existência de uma matéria que não é visível, que permite ser conservada, que é capaz de se deslocar e mesmo de agir em estado imóvel. Encontrarão essa matéria novamente quando estudarem os cinco sentidos ou as manifestações da vida dos animais (condições para realizar uma criação, estudo dos modos de deslocamento, como o vôo dos pássaros).
- Nas 3ª e 4ª séries segue o estudo da matéria: o ar, seu caráter pesado. Será estabelecido que o ar é pesado (que tem massa). Será encontrada outra matéria invisível, o vapor de água. Constrói-se aos poucos a noção do estado gasoso. Considerações sobre a adaptação dos seres vivos a seu ambiente permitem que o ar seja considerado vital (respiração, circulação).
- Nas séries finais do ensino fundamental: uma das propriedades do ar é colocada em evidência – a compressibilidade. O estudo do ar do ponto de vista químico (combustão, modelo particular) permite aprofundar o conhecimento da matéria. O encontro com outros gases (oxigênio e nitrogênio) tanto na química quanto nas ciências da vida permite progredir na construção da noção de estado gasoso. Por fim, estudos como o da fotossíntese dos vegetais e das condições de criação de animais levarão a considerar o ar como ambiente de vida.

| Objetivo do conhecimento  | Objetivos deste documento  |   |
|---|--|---|
|   | Competências específicas   | Comentários   |
| <p><b>A matéria</b></p> <p>– Conscientização da existência do ar, primeira manifestação de uma forma de matéria diferente do sólido e do líquido (o estudo da materialidade do ar e da construção do estado gasoso são resumidos nas 3ª e 4ª séries).</p> | <p>Ser capaz de evidenciar que os espaços freqüentemente qualificados de “vazios” estão cheios de ar. Saber realizar e interpretar algumas situações simples em que se percebe que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– o ar é capaz de se deslocar;</li> <li>– o ar não desaparece e não aparece: se der a impressão de que desaparece de um lugar é porque se deslocou para outro lugar.</li> </ul> <p>Saber que vento é ar em movimento.</p> | <p>Com 5 anos os alunos são capazes de formular raciocínios relativos à conservação da matéria para substâncias sólidas ou líquidas; o objetivo é incentivar os alunos a construir raciocínios análogos no caso do ar. Baseia-se, em primeiro lugar, em situações em que o ar se manifesta de maneira perceptível. O objetivo é reconhecer o ar mesmo quando está imóvel.</p> |

### Conhecimento e habilidades que gostaríamos que fossem adquiridos ou que estivessem em fase de aquisição pelos alunos no fim do módulo

- Saber diferenciar os estados da matéria por meio de algumas de suas propriedades.
- Começar a tomar consciência da existência de um novo estado da matéria: o estado gasoso. O ar é matéria em estado gasoso.
- Saber imaginar e em seguida implementar um roteiro experimental para responder a um questionamento.
- Colocar em prática as primeiras etapas de um trabalho experimental.

1. A construção de uma grimpa faz parte do módulo “Como saber de onde vem o vento?”, destinado da 2ª à 4ª série.

## Um possível desdobramento do módulo

| Aulas  | Pergunta inicial  | Atividades com os alunos   | Conhecimentos, saberes e habilidades  | Atividades de expressão   |
|--------|---|--|---|---|
| Aula 1 | O que tem nos sacos de plástico escondidos nas caixas de papelão? | Manipular os sacos de plástico contendo diversos materiais sem vê-los, sentir, examinar as percepções, caracterizar, dar nomes e, em seguida, comunicar isso e confrontá-lo com as percepções dos colegas.   | Uma aproximação sensorial dos estados da matéria.<br>Diferenciar esses estados por algumas de suas propriedades: rígido, sólido, mole, pesado, leve, condutibilidade térmica (sensação de frio ou de calor) etc.  | Verbalizar o que sente (dar nome, descrever).<br>Construir uma anotação escrita coletiva.   |
| Aula 2 | O que sabemos do ar?  | O professor organiza uma discussão coletiva sobre as idéias dos alunos sobre o ar: Onde tem? Para que serve? etc.  | Representações dos alunos sobre o ar.<br>Conscientização do fato de que todos na classe não estão de acordo sobre a existência do ar, os lugares onde tem, seu papel etc.   | Debater com os colegas.<br>Expressar os conceitos espontâneos construídos por meio de experiências familiares.<br>Construir uma anotação escrita coletiva afastando-se dos conceitos espontâneos. |
|        | Pode-se pegar o ar?   | Imaginar um meio para encher um saco de plástico com ar: abrir o saco na sala de aula, soprar nele, correr para o quintal com o saco de plástico etc.  | Realizar uma experiência simples: abrir o saco de plástico, enchê-lo de ar, fechá-lo. O ar existe e é matéria, pois pode-se pegá-lo e pôr num recipiente.   | Verbalizar um roteiro de experiência.   |
| Aula 3 | Como comprovar que o saco contém alguma coisa?                    | Imaginar uma experiência para responder à pergunta inicial. Por analogia com situações do cotidiano, os alunos propõem “esvaziar” o saco de plástico depois de tê-lo furado. Eles supõem que possam sentir o ar sair. A dificuldade de realizar essa experiência leva o professor a organizar um debate para inventar uma nova experiência que permitirá aos alunos superar a falha. | Realizar uma experiência conforme um roteiro estabelecido. Saber tirar informações dela.<br>Reconhecer quando uma experiência “não funciona”: o ar não é uma substância palpável como o sólido ou o líquido.<br>Primeira distinção: estado gasoso/estado líquido.<br>Desconsiderar seu roteiro para escrever outro. | Formar pequenos grupos em que cada um redige um roteiro de experiência escrito.<br>Apresentar este roteiro à classe e discuti-lo.   |
| Aula 4 | Como recuperar o ar do saco de plástico?                          | Imaginar uma nova experiência. Executá-la e modificá-la se for necessário para transferir o ar do saco de plástico para uma garrafa cheia de água.   | Colocação em prática efetiva de um trabalho experimental. O ar pode ser transferido para outro recipiente: é matéria.   | Redigir um roteiro de experiência.<br>Redigir um relatório de experimentação.   |

# Aula 1. O que tem nos sacos escondidos nas caixas de papelão?

Com base em suas experiências pessoais, os alunos tentarão diferenciar os diversos tipos de matéria pelo toque.

## Fase 1

O professor coloca dentro de caixas de papelão, que estão no fundo da sala, quatro sacos de plástico, contendo: 1. água, 2. areia, 3. ar, 4. um tijolinho. Propõe aos alunos manipularem os sacos, sem olhar, e adivinhar o que há em cada um deles. Os alunos vão, um a um, para o fundo da sala, manipulam os sacos e descrevem suas percepções num documento, que será seu registro pessoal.

|              | SACO 1       | SACO 2 | SACO 3 | SACO 4         |
|--------------|--------------|--------|--------|----------------|
| O QUE SENTI? | MOLE<br>FILO | GROSSO | LEVE   | PESADO<br>DURO |
| O QUE É?     | ÁGUA         | AREIA  | AR     | TIJOLINHO      |
| MEU DESENHO. |              |        |        |                |

Figura 1. Cada aluno guarda o relato de sua atividade.

## Fase 2

Depois de todos os alunos terem realizado a manipulação, começa uma discussão coletiva<sup>1</sup> orientada pelo professor, que permite fazer uma síntese do que foi percebido (trabalho sobre a objetividade das percepções) e caracterizar o que está no saco 3 (ar), com referência aos estados das matérias já conhecidos, o estado sólido e o estado líquido.

Esta fase traz um problema para os alunos: o conteúdo do saco 3.<sup>2</sup> A discussão entre os alunos é sobre o conteúdo do saco 3: “Está vazio?”, “Está cheio de nada?” (vide Figura 1). Ou então: “Está como os outros, mais não é igual”, “Mais leve?”.

A validação é efetivada pela abertura dos sacos. Como nada “sai” do saco 3, as discussões recomeçam a todo vapor.

Após essa discussão, elabora-se um documento coletivo sob a autoridade científica do professor, ressaltando algumas características dos dois estados da matéria já conhecidos e do estado do que está no saco 3 (é impossível achatar o saco completamente, o que indica que “contém alguma coisa”). Os alunos, em seguida, são convidados a propor exemplos com outros materiais pertencentes às três categorias assim apuradas. Esta fase é parte da elaboração e da estruturação do conhecimento.<sup>3</sup>

1. A formulação do questionamento, trabalho sob controle do professor. Vide “Plano de uma seqüência”, parte “Pontos de referência para a implementação das seqüências de um módulo.

2. A elaboração das hipóteses e a conceituação da investigação será conduzida para validar/invalidar a formulação oral dentro dos grupos e a formulação oral e/ou escrita pelos alunos e suas previsões.

3. A aquisição e a estrutura do conhecimento, a comparação e a colocação em relação aos resultados obtidos dentro dos diversos grupos e a confrontação com o saber estabelecido.

## Aula 2. O que sabemos sobre o ar, pode-se pegá-lo?

Os alunos são incentivados a manipular, ou seja, a considerar como matéria “a coisa” chamada de “ar”.

### Fase 1

O professor pede a um dos alunos para relatar o que foi realizado na última aula e convida os alunos a voltarem às perguntas que a classe tinha feito nessa última aula em relação ao ar.<sup>4</sup>

O assunto do debate não é encontrar respostas imediatas a todas as perguntas dos alunos (alguns alunos são do nível de educação infantil), mas levar os alunos a tomarem consciência do conjunto das perguntas que podem ser feitas sobre o assunto: “O que podemos fazer com o ar? Podemos tocá-lo? Há em todo lugar? Existem lugares onde não tem?”<sup>5</sup>

A discussão pode abordar presença ou não de ar na área externa (“tem sim, é certeza”), na sala de aula (“com certeza, pois se não tivesse a gente não poderia respirar”), no armário (não há mais unanimidade, principalmente se a porta estiver meio-aberta, pois “então o ar pode escapar”). Um registro escrito coletivamente com as diversas perguntas que foram tratadas será construído aos poucos. Esse registro, passado a limpo pelo professor, constará no caderno das experimentações (vide registro escrito coletivo, aula 4).

No final desta fase, o professor convida os alunos a “pegar ar” por meio de sacos de plástico.

### Fase 2

Os alunos “enchem” os sacos de plástico na área externa, na sala de aula, mas também no armário. Uma vez cheios, os sacos são rotulados pelos alunos. Escrevem seu nome e o lugar onde o saco de plástico foi enchido de ar.

## Aula 3. Como comprovar que o saco contém alguma coisa?

Evidenciar a presença do ar significa comprovar sua existência.

### Fase 1

O professor propõe aos alunos<sup>6</sup> que se organizem em pequenos grupos e imaginem uma experiência que comprovaria que o saco de plástico não esteja vazio, mas sim que contenha alguma coisa.

**Tradução:** Fura-se a bolsa e sente-se.

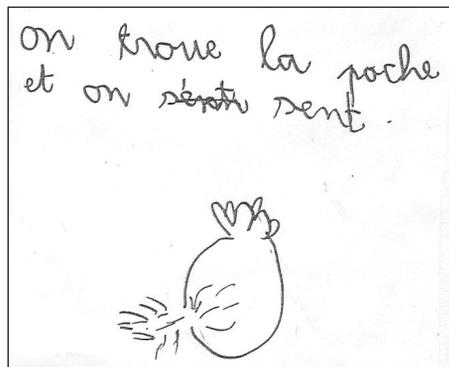


Figura 2. Uma sugestão de experiência que não dará os resultados esperados.

4. A escolha de uma situação inicial, caráter produtivo do questionamento ao qual a situação pode levar.

5. A formulação do questionamento, trabalho guiado pelo professor.

6. A escolha de uma situação inicial, caráter produtivo do questionamento ao qual a situação pode levar.

Os alunos começam a propor experiências<sup>7</sup> nas quais se deve “esvaziar” o saco (a bolsa) a fim de pôr o ar em evidência.

Estas propostas de experiências são inseridas nos cartazes e/ou no caderno das experiências. Em seguida são apresentadas à classe.

### Fase 2

Após realização das experiências, se os alunos chegam à conclusão de que “não funciona”, o professor dirige a discussão coletiva no sentido de entender as razões desses insucessos.<sup>8</sup> Os alunos voltam à idéia de que “o ar não se pode ver”. Aos poucos, com base nas experiências próprias (na banheira, na piscina...): deveríamos fazer bolhas.

Mas não é tão simples assim. Apesar de rapidamente todos os grupos concordarem sobre a necessidade de utilizar uma bacia com água, ainda não se sabe como empregá-la. As crianças nessa faixa etária pensam que o ar sairá direto do saco furado para ficar dentro da bacia de água, observa-se freqüentemente, como se pode constatar pelo extrato do caderno das experiências reproduzidas ao lado.

### Fase 3

Como a solução encontrada não dá o resultado esperado, os alunos podem pensar em colocar o saco dentro da água e furá-lo, vendo, assim, as bolhas de ar aparecerem. A realização desta experiência “que funciona” por todos os grupos provoca imensa alegria entre os alunos, verdadeiros momentos de euforia. Depois de todas as derrotas e esperanças frustradas, os alunos conseguem, enfim, colocar em evidência as famosas bolhas que escapam do saco de plástico.

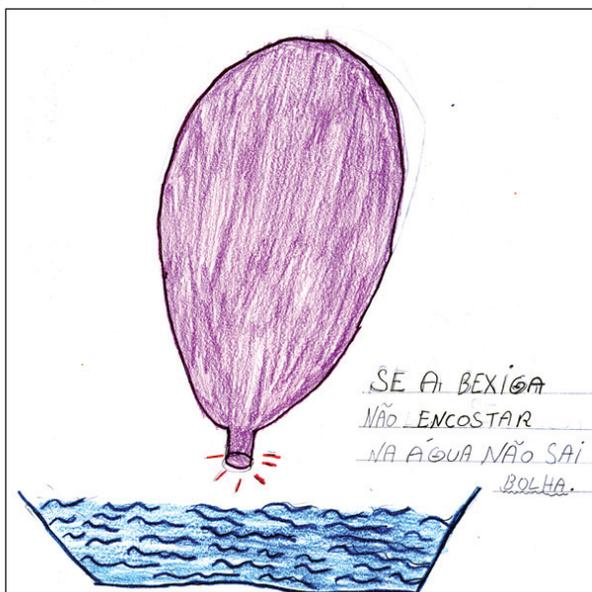


Figura 3. Outro roteiro, baseado na constatação de um conceito equivocado da materialidade do ar.

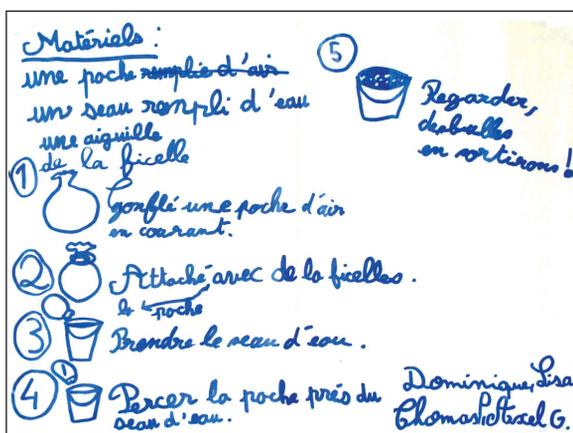


Figura 4. Um roteiro que será retomado após discussão com toda a classe.

### Tradução:

#### Materiais:

- Uma bolsa
- Uma balde cheio de água
- Uma agulha
- Barbante

- 1) Encher uma bolsa com ar, correndo.
- 2) Amarrar a bolsa com barbante.
- 3) Pegar o balde de água.
- 4) Furar a bolsa perto do balde de água.
- 5) Olhar, bolhas sairão!

7. A elaboração das hipóteses e a conceituação da investigação a ser realizada para comprovar ou não essas hipóteses.

8. A investigação conduzida pelos alunos.

9. A investigação conduzida pelos alunos, reprodutibilidade da experiência (relatório das condições da experiência elaborado pelos alunos).

## Aula 4. Como recuperar o ar do saco de plástico?

O ar, agora considerado matéria, será submetido a diversas manipulações.

### Fase 1

No início, tal como proposto pelo professor,<sup>10</sup> pede-se aos alunos para recolherem as bolhas de ar numa garrafa de plástico ou em qualquer outro recipiente de sua escolha.

Antes de começar as investigações por pequenos grupos, o professor repete aos alunos as principais etapas da elaboração de um roteiro experimental (formulação exata da pergunta

para a qual se procura uma resposta, as hipóteses levadas em consideração, o material necessário, o próprio roteiro de experiência). Esta metodologia será empregada periodicamente ao longo deste módulo, o rigor no trabalho de investigação se adquire aos poucos e estas fases de explicação são necessárias para que cada um possa adequá-las a seu próprio ritmo.<sup>11</sup>

O professor convida cada grupo a elaborar e discutir internamente um roteiro e, em seguida, colocá-lo no cartaz. Esse trabalho de redação, sistemático no método adotado, tem dupla função: favorecer, dentro do grupo, a reflexão sobre a modalidade de seu estudo experimental<sup>12</sup> e, em seguida, permitir ao grupo comunicar à classe o roteiro que imaginou.<sup>13</sup> Nesta fase, cada grupo trabalha de maneira autônoma.

É claro que os alunos cometem erros ortográficos. Mas, salvo pedido expresso do aluno, o professor não intervém nesta fase. Foi definido que os alunos teriam total liberdade para que pudessem se concentrar com a imaginação e a criatividade necessárias para a construção do roteiro. Os erros serão corrigidos durante a redação coletiva do registro escrito final, que constará no caderno de experiências, por meio de uma marca distintiva (por exemplo, um círculo verde) a fim de que os alunos possam diferenciar o que foi aprovado pelo professor (correto tanto no conteúdo quanto na ortografia) e faz parte do trabalho do grupo (vide os exemplos de registros escritos assim como os cadernos dos alunos). Quanto ao gerenciamento dos escritos produzidos na sala de aula, vide item “Ciência e linguagem na sala de aula”, da Introdução.



Figura 5. Uma primeira experiência que não dará certo.

Destaca-se a maturidade que os alunos adquirem nessa área quando o contrato é claramente explicado. Os alunos sabem que, nesta fase de seu trabalho, têm certa liberdade em relação à ortografia, mas que não devem negligenciá-la por isso. Eles fazem perguntas uns aos outros (como se escreve tal palavra?), pois sabem que há regras, as quais aceitam sem sofrer “bloqueio”, para redigir o documento que será apresentado a todos, pois não têm medo de sanção por parte do professor.

10. A escolha de uma situação inicial é a característica produtiva do questionamento ao qual esta situação pode levar.

11. A investigação realizada pelos alunos, com momentos de debate interno de grupos de alunos: as modalidades de realização das experimentações, controle da variação dos parâmetros.

12. A investigação conduzida pelos alunos e a reprodutibilidade da experiência (levantamento das condições da experiência pelos alunos).

13. A aquisição e a estrutura do conhecimento, comparação e colocação em relação aos resultados obtidos pelos diversos grupos.

Essa escolha pedagógica foi explicada aos alunos e a seus pais no início das aulas, por exemplo, por meio de uma carta aos pais.

## Fase 2

O professor pede a cada grupo para apresentar seu roteiro à classe e para realizar a experiência na frente de todos (eventualmente após testar o material). Se houver falha, a experiência é discutida de forma crítica, com a finalidade de tentar entender as razões. Em seguida será realizada nova experiência, levando em conta as considerações precedentes.

Alguns exemplos de propostas de alunos:

- Entre as propostas exóticas e inesperadas, um grupo propôs apanhar, na sala de aula, as bolhas que saiam por meio de uma colher e colocá-las “muito delicadamente” na garrafa. Infelizmente, a experiência foi malsucedida, mas os alunos persistiram, convencidos de que, se as bolhas estouram no momento em que a colher sai da água, é porque o operador não tem boa habilidade. Mas como as bolhas continuam a estourar, apesar da troca dos operadores, deve-se aceitar o evidente: o problema é outro. A discussão que segue termina quando um aluno diz “não dá para ver bolhas de ar dentro do ar”.
- Outro grupo propôs ligar, por meio de um cano, o saco de ar a outro saco de ar, porém “vazio”, ou seja, achatado, e, em seguida, apertar o saco cheio com a mão. O sucesso é imediato: o saco chato se enche enquanto o outro se esvazia. Por outro lado, os grupos que conectam diretamente os dois sacos não conseguem sem apertar a junção com um barbante, pois há vazamento. No entanto, se apertam, o ar não passa mais.
- A maioria dos grupos propôs conectar o saco a uma garrafa, mas as bolhas de ar não conseguem penetrar na garrafa.

Aqui também será necessário realizar experiências para verificar que:

*não se pode encher uma garrafa que já tem ar.*

Mesmo com a garrafa cheia de água, os alunos não têm sucesso garantido. A idéia de “despejar o ar” na garrafa colocando o saco acima dela pode reaparecer. A discussão tem por objetivo saber se a garrafa deve estar cheia até a borda ou não. Um dos argumentos é que, se a garrafa não estiver cheia de água, nunca “fará bolhas”.

São necessários muitos ensaios para que os alunos percebam que “não funciona” e tenham a idéia de inverter o dispositivo. É um momento de imensa satisfação quando as primeiras bolhas sobem na garrafa de água colocada em cima do saco.

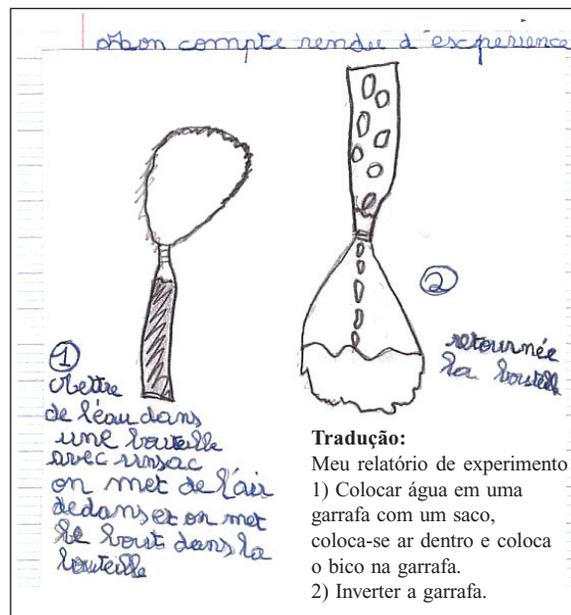


Figura 6. Uma experiência em que se tiram lições das falhas precedentes.

O papel do professor será explicar a passagem do ar para a garrafa e da água para o saco (e vice-versa).

Agora, cada grupo colocará em prática este procedimento correto. Em seguida, será elaborado um registro coletivo que será incluído no caderno dos experimentos.

| MÃO NA MASSA: COMO RECUPERAR O AR DO SACO?  |  |   |
|---|--|---|
| MATERIAL  | EXPERIÊNCIA  | CONCLUSÃO   |
| BEXIGA <br>GARRAFA <br>AR <br>ÁGUA  |  | DA PARA PASSAR DO O<br>AR DA BEXIGA PARA A<br>GARRAFA QUANDO A<br>ÁGUA DELA FOR PARA<br>A BEXIGA FAZENDO<br>BOLHAS. |

Figura 7. O registro coletivo construído.

#### Fase 4

Após as quatro aulas, pode ser realizado um primeiro balanço em relação ao que foi descoberto sobre o ar: pode-se pegá-lo, encher um recipiente com ele, transladá-lo (passá-lo de um recipiente a outro). Isso leva a um primeiro passo rumo à caracterização de um terceiro estado da matéria: o gás, que tem o ar entre seus representantes.

## Condições de implementação do módulo

### Duração estimada

Este tipo de trabalho não pode ser pontual, pois perde todo sentido se não for realizado a longo prazo, o que é possível empregando um módulo. As quatro aulas descritas fazem parte de um módulo implementado nas classes que participaram do projeto. O trabalho completo é apresentado no CD-ROM *A materialidade do ar*, mencionado na bibliografia no final deste capítulo.

### Material

O material usado nessas quatro aulas é de fácil obtenção: sacos de plástico, tigela com água, garrafas de plástico etc.

## Conclusão

Este módulo tem dois objetivos: um em termos do saber a ser adquirido no projeto e outro em termos do trabalho experimental e da autonomia. Evidenciar experimentalmente a presença do ar no saco de plástico não foi tão fácil como os alunos pensaram no início: para mostrar que o saco contém algo bastaria furá-lo para que se esvaziasse.

Muitos alunos só conseguem entender o problema (o ar não cai na água ao abrir o saco de plástico acima da bacia de água) depois de realizarem a experiência. Neste trabalho, o aluno aprende graças a um experimento que “não funciona” (desde que as razões do fracasso sejam analisadas coletivamente). Quando se precisa tirar o ar da garrafa, os alunos pensam rapidamente em enchê-la de água (para ver as bolhas). Os alunos colocam o saco de ar em cima da garrafa e não entendem porque as bolhas não descem para a garrafa. Eles só pensam em inverter o dispositivo (saco com ar em cima da garrafa de água) durante a ação, ou seja, pensando com as mãos. *A priori*, os alunos não pensam em colocar a garrafa em cima, pois acreditam que a água vai cair e, assim, o experimento vai falhar. O interessante é que este experimento raramente é realizado em sala de aula. Na maioria dos manuais escolares a experiência sugerida aos alunos consiste em colocar a garrafa diretamente em cima, o saco de ar em baixo e o conjunto na água, como se fosse evidente que seria a única possibilidade.

Durante este módulo, os alunos realizaram com ar as operações feitas correntemente com outras formas de matéria (pegar, transportar, conservar, transvasar). Nem todos assimilaram a idéia da materialidade do ar, por isso serão necessárias mais aulas, nas quais o ar será utilizado para encher bexigas e garrafas, assim como para deslocar objetos quando escapa deles. Este conceito da materialidade do ar pode ser construído apenas graças à duração e à diversidade das situações. Deverão ser apresentadas outras situações nas quais os alunos serão levados a sentir o vento, fazer perguntas sobre o peso do ar (3ª e 4ª séries), assim como sobre a necessidade de sua presença para os seres vivos (abertura desejável para outros ciclos sobre os seres vivos).

## Para ir mais longe

O trabalho sobre o ar apresentado aqui não é exaustivo; outras atividades sobre esse elemento devem ser abordadas em outros pontos do programa, tanto da Educação Infantil e das 1ª e 2ª séries quanto das séries mais avançadas. Ao longo do debate sobre o ar (aula 2), os alunos têm mostrado que essas noções já faziam parte de suas reflexões.

## Indicações bibliográficas

### Sites na Internet

#### Na França:

Os sites apresentados aqui contêm documentação pedagógica e/ou científica para os professores sobre o tema ar:

- site francês *La main à la pâte*: [www.inrp.fr/lamap/activites/air/accueil.htm](http://www.inrp.fr/lamap/activites/air/accueil.htm)
- site da Descartes: [www.eduscol.fr/D0048/r\\_prim.htm](http://www.eduscol.fr/D0048/r_prim.htm)
- site dos Côtes-d’Armor: [www.lamap22.fr.st](http://www.lamap22.fr.st)
- site da Dordogne: <http://eds24.free.fr/PAGES/MATIERE/EVIDAIR/SoMod.htm>
- site dos Pirêneas-Orientais: [www.ac-montpellier.fr/cd66/map66/pages/activites\\_scientifiques/air/cadre\\_air.htm](http://www.ac-montpellier.fr/cd66/map66/pages/activites_scientifiques/air/cadre_air.htm)
- site da Haute-Savoie: <http://iufm74.edres74.ac-grenoble.fr/travaux/tphysique/air3c.htm>
- site da Savoie: [www.ac-grenoble.fr/savoie/ Disciplines/Sciences/Index.htm](http://www.ac-grenoble.fr/savoie/ Disciplines/Sciences/Index.htm)
- site da Seine-Saint-Denis: <http://lamap93.free.fr/preparer/gg/gg-00-01ind.htm>

#### No Brasil:

- [www.canalkids.com.br/saude/corpo/ar.htm](http://www.canalkids.com.br/saude/corpo/ar.htm). (Pelo nariz a gente pega o ar. Dentro do nariz, há um monte de pêlos. Eles servem de filtro, já que o ar pode estar sujo.)
- [www.canalkids.com.br/surpresa/pressurizacao.htm](http://www.canalkids.com.br/surpresa/pressurizacao.htm). (Isso acontece porque, na atmosfera, o ar se concentra nos lugares mais baixos. O ar é composto por várias moléculas que, apesar de leves, têm peso.)





## Uma semente, uma planta?

Este módulo propõe prolongar e aprofundar a reflexão sobre seres vivos que o aluno iniciou na escola maternal e ajudá-lo a encontrar progressivamente os indícios que lhe permitem reconhecer a vida. De maneira mais geral, o módulo proposto aqui permite construir, progressivamente e com a ajuda de atividades pedagógicas, a noção da semente.

A semente (sua definição e seu papel) e sua germinação são apresentadas na educação infantil até a 2ª série em etapas. O ciclo de desenvolvimento será conceituado apenas nas séries seguintes. Essas aulas permitem desenvolver um trabalho de investigação científica. Colocá-las em prática é fácil e não exige compra de material específico e/ou caro.

O estudo da semente e de sua importância no início do desenvolvimento vegetal (para as plantas com flores e as coníferas) é particularmente adaptado às séries iniciais, pois é acessível aos alunos. As atividades de jardinagem, a partir da semeadura, são muitas na educação infantil e as crianças têm, em geral, conhecimento intuitivo da noção da semente, assim como de seu papel primordial (um produto da reprodução e um meio de dispersão).

## Contexto programático

Da educação infantil à 2ª série: construir a noção de semente. A semente pode ser definida da seguinte maneira: um ser vivo vegetal, desidratado, constituído por um germe em estado de vida lenta, envolvido por reservas e protegido por um invólucro. O aluno será estimulado a se questionar sobre as condições necessárias para que seja retomada uma vida ativa que dará lugar ao desenvolvimento de uma planta adulta.

| Objetivos de conhecimento  | Atividades do módulo   |
|--|--|
| <p><b>Do espaço familiar aos espaços remotos</b><br/>Competências a serem adquiridas até a 2ª série:<br/>– reconhecer os elementos em fotografias tomadas em ângulos diferentes.<br/>– compreender e reter alguns aspectos da diversidade das formas de vegetação, da vida animal e do habitat.</p>  | <p>– Criar e manter culturas na sala de aula e na escola.<br/>– Pesquisar as características de objetos ou de seres vivos, com a finalidade de distinguir os mundos animal, vegetal ou mineral e organizá-los.</p> <p><b>Conhecimentos e habilidades a serem adquiridos até o final deste módulo</b><br/>– Distinguir o ser vivo do não-vivo por meio do exemplo de uma forma vegetal conhecida por todos: a semente.<br/>– Adquirir a noção de semente.<br/>– Conceber e editar um roteiro de experimentação.</p> |
| <p><b>O tempo que passa</b><br/>Competências a serem adquiridas até a 2ª série:<br/>– ser capaz de fabricar e utilizar diversos tipos de calendário e de anotar neles os eventos estudados.</p>  |  |
| <p><b>O mundo vivo</b><br/>– Sinais de vida em animais e vegetais.<br/>Competências a serem adquiridas:<br/>– ser capaz de observar, identificar e descrever algumas características da vida animal e vegetal; compreender o que diferencia o ser vivo do não-vivo, referindo-se às grandes funções dos seres vivos e às manifestações de vida animal e vegetal.</p> |  |

### Trabalhos futuros

Da 2ª à 4ª série: poderão ser apresentadas a origem das sementes e as transformações do ciclo dos vegetais florescentes (da flor à fruta). Durante este ciclo, é possível enfatizar um trabalho experimental pela pesquisa da influência simultânea de alguns fatores de germinação.

– Nas séries finais do ensino fundamental podem ser propostos experimentos com o objetivo de provar as hipóteses sobre as condições de germinação, levando-se a refletir sobre a influência das condições climáticas (no máximo duas) e sobre a germinação das sementes no ambiente. É ressaltado que a semente vem da flor, em seguida pesquisam-se as formas de dispersão que permitem que os vegetais florescentes e as coníferas ocupem os ambientes.

– No ensino médio os alunos podem abordar a morfologia vegetal: a morfologia de um vegetal depende das características genéticas da espécie à qual pertence, mas também de seu ambiente.

## Um possível desdobramento do módulo

| Aulas   | Questão inicial                           | Atividades com os alunos   | Trabalho científico                        | Atividade de comunicação   |
|---------|---|--|--|--|
| Aula 1  | Semente ou não?                           | Conceitos iniciais. Preparação para eventual saída.              | Observações e experimentações.             | Comunicação oral. Textos e desenhos individuais. Texto coletivo.     |
| Aula 2  |   | Coleta de amostras.  |  |  |
| Aula 3  |   | Classificação e formulação de hipóteses.                         |  |  |
| Aula 4  |   | Plantio de sementes.   |  |  |
| Aula 5  |   | Observação e interpretação.                                      |  |  |
| Aula 6  | O que tem numa semente?                   | Conceitos iniciais.  | Observação com lupa e dissecação.          | Comunicação oral. Desenhos individuais.                              |
| Aula 7  |   | Observação, interpretação, discriminação das amostras.           |  |  |
| Aula 8  | De que uma semente precisa para germinar? | Conceitos iniciais.  | Experimentações.                           | Comunicação oral. Escritos e desenhos individuais. Escrito coletivo. |
| Aula 9  |   | Hipóteses.   |  |  |
| Aula 10 |   | Roteiro de experimentações. Análises dos resultados e conclusão. |  |  |
| Aula 11 | Como as sementes germinam?                | Elaboração dos roteiros de experimentações, observações.         | Observação contínua e pesquisa documental. | Escritos individuais. Comunicação oral. Escrito coletivo. Leitura.   |
| Aula 12 |   |  |  |  |
| Aula 13 |   |  |  |  |
| Aula 14 | Extensão: as sementes viajam?             | Atividades coletivas em torno do papel biológico da semente.     | Observação e pesquisa documental.          | Comunicação oral. Leitura.   |

*Observação:* entre as aulas 4 e 5 e as aulas 11 e 12, será necessário um período de observação para seguir a evolução da semente. As atividades de comunicação (vide tabela) poderão ser conduzidas tanto com a classe quanto individualmente.

## Aula 1. Semente ou não? Conceitos iniciais

Os alunos procuram determinar o que vem a ser uma semente. Esta aula pode ser integrada à aula 2, em função do tempo consagrado a cada aula de ciências. O professor tem três alternativas: organizar uma saída a campo durante a qual as crianças montarão uma amostra ou expor uma amostra que montou com antecedência ou então iniciar com a leitura de um livro sobre sementes (por exemplo: *A semente e o fruto*, referido no final). A aula pode começar pedindo para que cada criança desenhe uma ou várias sementes, tal como ela imagina que seja uma semente.

Para elaborar seu caderno de experiências, os alunos registram por escrito (texto, desenho etc.) a idéia que têm da semente.

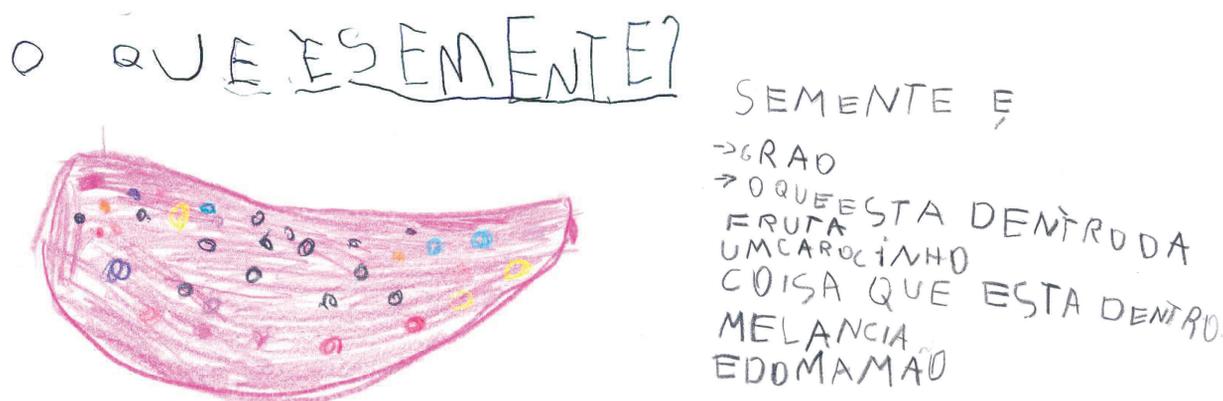


Figura 1. Os alunos representam a idéia que fazem da semente.

## Aula 2. Semente ou não? Coleta de material experimental

Em um passeio em contato com a natureza, as crianças podem coletar o que pensam ser sementes.<sup>1</sup> Não havendo possibilidade de saída a campo, o professor pode pedir que os alunos tragam sementes de casa ou que as colem no caminho para a escola. Neste último caso é interessante recomendar que tragam não apenas sementes que encontram em frutas, mas também outros grãos que não têm certeza se são sementes ou não.

### Coletivamente

O professor sugere às crianças que colem o que acreditam ser sementes e, para estabelecer uma relação entre as amostras coletadas e sua origem, pede a elas que anotem cuidadosamente em seus cadernos de experiências o lugar (abaixo/sobre uma árvore ou planta, no chão, abaixo de folhas...) onde pegaram as amostras.

Para as classes que se encontram em áreas bastante urbanizadas e que, portanto, não terão condições de coletar amostras, uma alternativa é o professor providenciar um jogo de sementes e de outras amostras com vários exemplares, o que permite substituir o passeio. Conhecendo com antecedência o material experimental, o professor pode se certificar da viabilidade das sementes, assim, o experimento será mais satisfatório. Após a coleta, a classe dispõe de um acervo grande e variado de amostras.

1. Muitas vezes, quando se entra em terrenos baldios, a roupa e cadarços ficam cobertos por carrapichos (frutos ou sementes). O professor pode coletar estas amostras que serão interessantes para aulas futuras.



Figura 2. Exemplos de pequenas amostras (sementes, chá, pedrinhas). A moeda (aqui, dez centavos de Euro), dá uma idéia de escala. Origem de algumas sementes.

### Aula 3. Semente ou não? Triagem do material e hipóteses

Diversas amostras estão à disposição dos alunos, os quais refletem sobre como identificar as sementes entre as amostras e fazem uma seleção.

Para ter certeza de que a amostragem a ser estudada contém tanto "sementes" quanto "não-sementes", o professor pode juntar todas as amostras da coleta e redistribuí-las aos grupos ou sugerir aos alunos<sup>2</sup> de um grupo para juntar suas coletas.

#### Em pequenos grupos

O professor apresenta as diversas amostras (sementes e não-sementes) aos alunos, sem dizer se são ou não sementes. Pergunta à classe "O que é?" ou "Em sua opinião, quais destes elementos são sementes?". Após reflexão, em pequenos grupos, que acaba numa primeira triagem das amostras, é bem possível que nem todos concordem em considerar as mesmas amostras como sementes.

#### Coletivamente

Para incentivar os alunos em seu raciocínio, o professor pergunta: "Como verificar se são pedrinhas ou sementes?". Isso pode rapidamente levar a um consenso: "Para ver é preciso semear". O professor inicia uma discussão oral coletiva com a finalidade de levar os alunos a formularem suas previsões do resultado.



J'ai mis de la terre sur les graines  
 J'ai semé des graines.

Tradução: garrafa, sementes, terra. Coloquei terra sobre as sementes. Semei as sementes.

Figura 3. "Para ver é preciso semear".

2. Conforme a natureza da coleta, o professor pode eventualmente apresentar, neste momento, algumas amostras adicionais de "sementes visíveis" e de "não-sementes" escolhidas segundo o interesse que podem representar nesta seqüência e para melhorar os resultados. Nesta perspectiva, é recomendado evitar a introdução de amostras cuja presença na natureza é pouco provável (sementes de plástico).

Várias perguntas são utilizadas a fim de acompanhar os alunos nesse raciocínio: “O que pode acontecer se semear tudo isso?”, o debate leva à seguinte antecipação: “se crescerem, significa que são sementes?”.<sup>3</sup> Os alunos esquematizam o roteiro de experiências e anotam a antecipação do resultado enquanto explicam as razões.

## Aula 4. Semente ou não? Experiências com as sementeiras

Os alunos organizam seus plantios e fazem as suas sementeiras.

### Em pequenos grupos

Um grupo de dois a quatro alunos pode se responsabilizar pelo plantio de, por exemplo, duas amostras expostas sobre a mesa de experiências. Os alunos delimitam dois setores numa caixa de isopor contendo uma mistura úmida de terra de jardim e areia.

Em cada setor, os alunos plantam as amostras a certa distância uma da outra e as contam. Cada setor é identificado por uma pequena bandeira (vareta de madeira ou de arame com etiqueta), na qual pode ser anotado o número de elementos semeados. O professor pode propor a confecção ou a utilização de um calendário em que os alunos poderão colar uma amostra idêntica à do setor quando o primeiro broto aparecer.

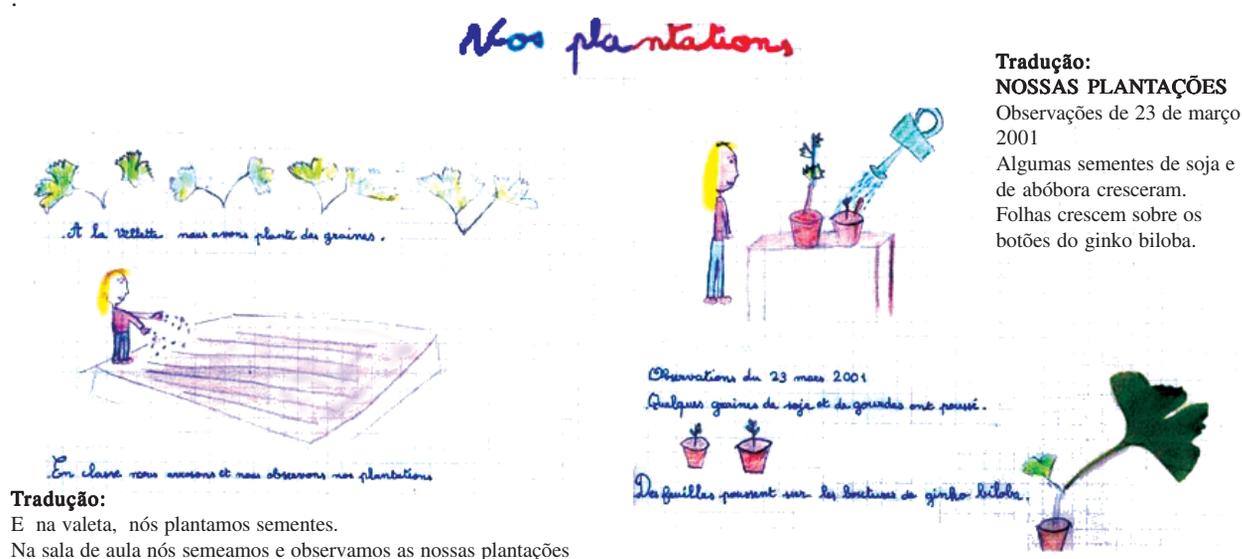


Figura 4. Exemplos de plantios feitos pelos alunos.

Da educação infantil à 2ª série é difícil diferenciar a semente do fruto contendo uma semente, tal como a semente do boldo. A distinção será possível de 2ª à 4ª série, após ser estudada a origem da semente.

## Aula 5. Semente ou não? Observação dos plantios, interpretação

Os alunos observam continuamente a evolução do plantio e chegam às primeiras conclusões. Reconhece-se a semente por sua capacidade de mudar: cresce se é colocada na terra; uma semente que cresce dá uma planta; duas sementes parecidas dão duas plantas parecidas.

3. Várias soluções podem ser reconsideradas para semear: em canteiros, construir uma estufa (projeto tecnológico) com caixote projetado pelo professor ou com caixote comprado numa loja de material pedagógico.

## Individualmente

Em uns quinze minutos (observação e registros escritos) – a cada dois dias durante uma semana a dez dias – em função da evolução do plantio, as crianças observam as mudanças; é uma observação contínua. A cada vez, cada um desenha e escreve o que observa, colocando a data. Após cada observação, os alunos que querem relatam suas observações ao grupo ou à classe. À medida que o tempo passa, diferenças aparecem na evolução dos plantios: novas plantas saem da terra no terceiro dia, outras apenas após sete dias. Há plantios onde planta nenhuma aparece. Os alunos propõem remover a terra para melhor observar o que colocaram. Constatam o que mudou.

## Em conjunto

Uns quatro ou cinco dias após o plantio, é possível fazer um primeiro balanço e ver:

- o que não cresceu;<sup>4</sup>
- o que cresceu.

Os alunos constatarem que num dado setor as plantinhas apareceram quase todas ao mesmo tempo e que há diferenças entre os diversos setores (às vezes, vários dias). Num mesmo setor, todas as plantas são parecidas entre si, iguais às sementes que foram plantadas, e que há tantas plantas quanto sementes, às vezes menos (se uma semente não se desenvolveu), mas, nunca haverá mais plantas que sementes.

## Síntese coletiva

O professor convida os alunos a relerem as suas anotações a fim de permitir lembrar a situação inicial, o questionamento e a antecipação. Os alunos tentam explicar o que a experiência tem mostrado com referência ao questionamento inicial. Cada grupo apresenta sua explicação à classe. O professor propõe um debate que permitirá construir, com base em todas as propostas, uma frase adequada. Por exemplo, uma frase do tipo “Plantas cresceram. Isto significa que foram as sementes”, será escolhida pelo grupo ou pela classe e aprovada pelo professor. Uma semente se reconhece pelo que é capaz de transformar.<sup>5</sup>

Cada um escreve a conclusão escolhida durante o debate.

Estas observações iniciais são as origens de um novo questionamento sobre os critérios de discriminação de uma semente.



Figura 5a. Exemplo de questão-problema.



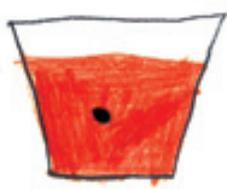
Figura 5b. 15 dias após a semeadura.

4. Os setores onde nada cresceu podem representar setores onde foram plantados elementos que não eram sementes, mas também sementes não-viáveis ou sementes para as quais as condições de germinação não foram favoráveis; a hipótese inicial "se são sementes, crescem..." parece se confirmar, mas não é o suficiente; precisa-se encontrar outros critérios de discriminação...
5. Esta capacidade de mudar com o tempo e de fazer trocas com o ambiente são propriedades que permitem identificar o ser vivo. O conceito se constrói apenas muito progressivamente, a partir de muitas outras atividades.

Mes observations

Date: 29 janvier 2000

Tradução: Data 29 de janeiro 2000

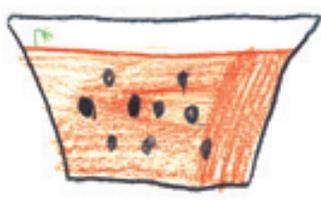


Je n'ai rien vu.

Tradução: Eu não vi nada.

Date: 31 janvier 2000

Tradução: Data 31 de janeiro 2000

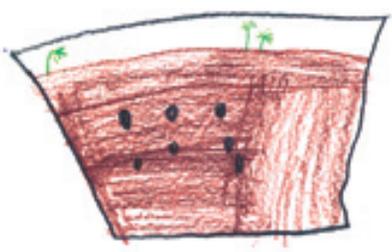


Dans mon pot j'ai vu  
une petite plante.

Tradução: No meu pote vi uma  
pequena planta.

Date: Mardi 1<sup>er</sup> Février

Tradução: Data 1<sup>o</sup> de fevereiro 2000



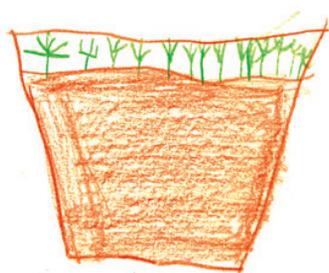
Dans mon pot j'ai vu  
trois petites plantes.

Tradução: Em meu pote vi três  
pequenas plantas.

Mes observations

Date: Vendredi 4 Février

Tradução: Data sexta-feira, 4 de fevereiro.



Il y a des plantes.

Tradução: Há plantas.

Date: Lundi 7 Février

Tradução: Data segunda-feira, 7 de fevereiro



Dans mon pot, j'ai  
vu 19 plantes.

Tradução: Em meu pote vi 19 plantas.

Date: Lundi 14 Février

Tradução: Data segunda-feira, 14 de fevereiro



Figura 5c. Os alunos observam e anotam a evolução dos plantios no caderno dos experimentos.

## Aula 6. O que há dentro da semente?

### Conceitos iniciais

Após serem destacadas as características morfológicas (aspecto externo) e ontogênicas (etapas do desenvolvimento de uma semente) os alunos manifestam interesse pelos critérios anatômicos visíveis (desaparecimento das diversas partes internas da semente).

Afim de encontrar novos critérios, as crianças começam a ter interesse pelo que tem dentro da semente. Dão os seus conceitos sobre a organização interna da semente.

#### Em conjunto

Formulando as perguntas resultantes de suas observações e dificuldades ao longo das aulas anteriores, o professor ouvirá os conceitos iniciais das crianças:

- como separar os elementos "não-sementes" dos elementos "sementes não-viáveis"?
- como explicar esta relação entre uma semente e uma planta?
- como (e graças a que) uma semente cresce?

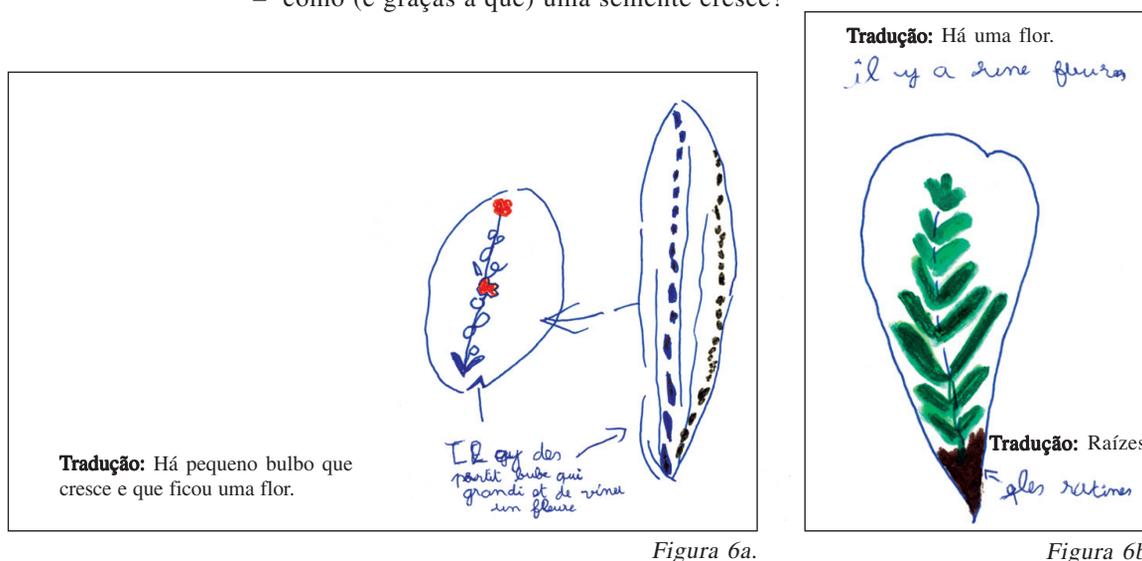


Figura 6. Dois exemplos de representações iniciais do que está dentro da semente.

"Deve-se olhar dentro das sementes", "há uma plantinha dentro das sementes"... são as sugestões orais prováveis. Pode-se propor aos alunos para desenharem o que eles imaginam estar dentro da semente antes de plantá-la e constatar o que está acontecendo quando germina.

É possível analisar e confrontar em conjunto algumas produções de alunos<sup>6</sup>. Para confrontar a realidade com os conceitos e responder ao questionamento, toma-se a decisão, todo mundo concordando, de observar o interior de uma semente. Para que a observação e a comparação tenham sentido, deve-se comparar uma amostra de "semente de verdade" com as outras amostras (entre as quais as "não-semente" e as "sementes-não-viáveis". A escolha da amostra da "semente de verdade" é conseqüentemente primordial<sup>7</sup>.

6. Em certo número de desenhos aparecem ao mesmo tempo uma semente e uma planta já crescida, freqüentemente sem relação entre os dois: a idéia da transformação da semente ainda não está presente. Além disso, às vezes os alunos desenharam no interior da semente, não um broto, mas sim uma planta adulta em miniatura. A idéia do broto que se transforma também ainda resta a ser construída.

7. Conforme as experimentações anteriores, o elemento de referência é uma amostra que germinou e que confirma (parcialmente) a hipótese. Prevendo esta aula, o professor terá cuidadosamente guardado exemplares não-germinados destas amostras.

O elemento de referência é escolhido de tal maneira que fica fácil observá-lo, de preferência entre as sementes de tamanho grande, que abrem facilmente em duas partes: ervilha, feijão, lentilha, fava. Num primeiro tempo, é mais fácil propor que a classe inteira observe a mesma semente.

## Aula 7. O que tem dentro de uma semente? Anatomia da semente

Os alunos descobrem e observam, por meio de uma lente de aumento, o interior de várias sementes, e descobrem e desenharam os diferentes órgãos da semente: o broto, os elementos de reserva e o invólucro que as protege. Discriminam definitivamente os elementos da amostragem: semente ou não-semente? A semente escolhida como referência pode ser descascada pelo professor, para mostrar aos alunos qual é a técnica a ser adotada, o que pode ser delicado por causa do tamanho da semente. As amostras a serem comparadas deverão ser deixadas de molho uma noite para amolecer os ligamentos e assim facilitar a abertura das sementes pelos alunos.

### Individualmente

Após terem descascado as sementes, os alunos têm um momentinho para uma observação autônoma. Em função do material disponível, as crianças podem, num primeiro momento, fazer observação a olho nu e, num segundo momento, por meio de uma lente de aumento (lupa binocular, lupa de mão). Simultaneamente com suas observações, os alunos são convidados a fazer um desenho para confrontar seus conceitos iniciais com o que estão vendo.

### Síntese coletiva

Uma fase de debate leva a um desenho individual estruturado e legendado. Neste desenho, pode-se mencionar o broto com as suas duas pequenas folhas embrionárias brancas<sup>8</sup> (que podem ser designadas pelos termos cotilédones ou primeiras folhas), e bem visíveis no caso da semente de feijão (as duas metades internas da semente) e a "pele" ou invólucro (ou tegumento).

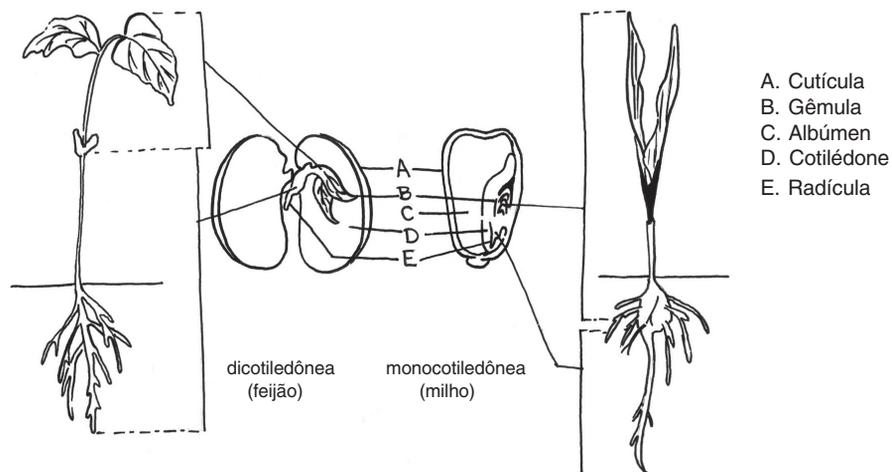


Figura 7. Organização anatômica das sementes das plantas florescentes.

8. No caso das leguminosas (feijão, ervilha, lentilha, etc.), vegetais dicotiledôneos (embrião com dois cotilédones), o tamanho das duas folhas embrionárias diminui gradualmente (as reservas que elas contêm são gradualmente utilizadas) e, no final, desaparecem quando a plântula se desenvolve. No caso do milho, das gramíneas (trigo, capim etc.), vegetais monocotiledôneos (embrião com um só cotilédone), um dos dois cotilédones não se desenvolve e da semente emerge uma única folha embrionária; a outra funciona como órgão de reserva, mas fica dentro ou sobre o substrato.

### **Individualmente**

Com a intenção de generalizar, os alunos observam, individualmente, outras sementes para identificar os mesmos constituintes. Assim, os alunos não mais observam a mesma semente ao mesmo tempo; é necessário diferenciar as observações e generalizar em seguida.

Na aula 2, as amostras que não cresceram (mas que foram cuidadosamente guardadas) provavelmente não continham brotos. É possível conferir isto amassando (se possível) as pequenas sementes de origem mineral: obtém-se pó, mas nenhum broto, e, além disso, não é encontrado o invólucro (de tegumento) em volta da semente. Consta-se então que certas amostras, parecidas com sementes e que não cresceram, estão em fase de decomposição (cheiram mal quando abertas). Deste modo, estas sementes são "não-viáveis" (verdes) ou mortas (por causa das condições de germinação).

## **Aula 8. O que a semente precisa para germinar? Conceitos iniciais**

A noção de semente, estando agora esclarecida do ponto de vista morfológico, ontogênico e anatômico, parece interessante questionar sobre as necessidades fisiológicas deste ser vivo, ou seja, sobre as condições<sup>9</sup> ambientais necessárias ao seu desenvolvimento.

As crianças procuram saber o que a semente precisa para que consiga germinar com êxito. A observação das diferenças na evolução dos plantios (vide aula 5, fase 1) leva as crianças a perguntarem "O que faz com que certas sementes cresçam mais rápido que outras?".

### **Individualmente**

Em um primeiro momento, o professor pede a cada um para escrever o que pensa das necessidades da semente. A maioria dos alunos utiliza a formulação "Pode ser que...". Em um grupo ou em uma classe, há alunos que dão uma idéia, outros dão várias.

### **Em conjunto**

Em um segundo momento as idéias dos alunos são colocadas em conjunto, e são chamadas de "as idéias da classe".<sup>10</sup> Aqui uma amostra do que os alunos costumam propor:

- "Pode ser que não se deve plantar fundo demais?"
- "Pode ser que precisa colocá-las na claridade?"
- "Pode ser que não precisa de muita água?"
- "Pode ser que não são as mesmas plantas?"
- "Pode ser que não pode ter ar frio?"
- "Pode ser que não se deve apertar muito?"

Cada um anota as idéias da classe.

---

9. Da educação infantil à 2ª série, é recomendado tratar apenas de um ou dois fatores do crescimento (água, nutrientes). Um trabalho mais detalhado sobre o crescimento dos vegetais pode ser considerado para as demais séries.

10. A escolha de uma pergunta pode ser motivada por diversas razões:  
– a exequibilidade do ponto de vista material e de segurança, experiência anterior;  
– a noção a ser construída;  
– as competências metodológicas desenvolvidas.

O elemento de referência é escolhido de tal maneira que fica fácil observá-lo, de preferência entre as sementes de tamanho grande, que abrem facilmente em duas partes: ervilha, feijão, lentilha, fava. Num primeiro tempo, é mais fácil propor que a classe inteira observe a mesma semente.

## Aula 7. O que tem dentro de uma semente? Anatomia da semente

Os alunos descobrem e observam, por meio de uma lente de aumento, o interior de várias sementes, e descobrem e desenharam os diferentes órgãos da semente: o broto, os elementos de reserva e o invólucro que as protege. Discriminam definitivamente os elementos da amostragem: semente ou não-semente? A semente escolhida como referência pode ser descascada pelo professor, para mostrar aos alunos qual é a técnica a ser adotada, o que pode ser delicado por causa do tamanho da semente. As amostras a serem comparadas deverão ser deixadas de molho uma noite para amolecer os ligamentos e assim facilitar a abertura das sementes pelos alunos.

### Individualmente

Após terem descascado as sementes, os alunos têm um momentinho para uma observação autônoma. Em função do material disponível, as crianças podem, num primeiro momento, fazer observação a olho nu e, num segundo momento, por meio de uma lente de aumento (lupa binocular, lupa de mão). Simultaneamente com suas observações, os alunos são convidados a fazer um desenho para confrontar seus conceitos iniciais com o que estão vendo.

### Síntese coletiva

Uma fase de debate leva a um desenho individual estruturado e legendado. Neste desenho, pode-se mencionar o broto com as suas duas pequenas folhas embrionárias brancas<sup>8</sup> (que podem ser designadas pelos termos cotilédonos ou primeiras folhas), e bem visíveis no caso da semente de feijão (as duas metades internas da semente) e a "pele" ou invólucro (ou tegumento).

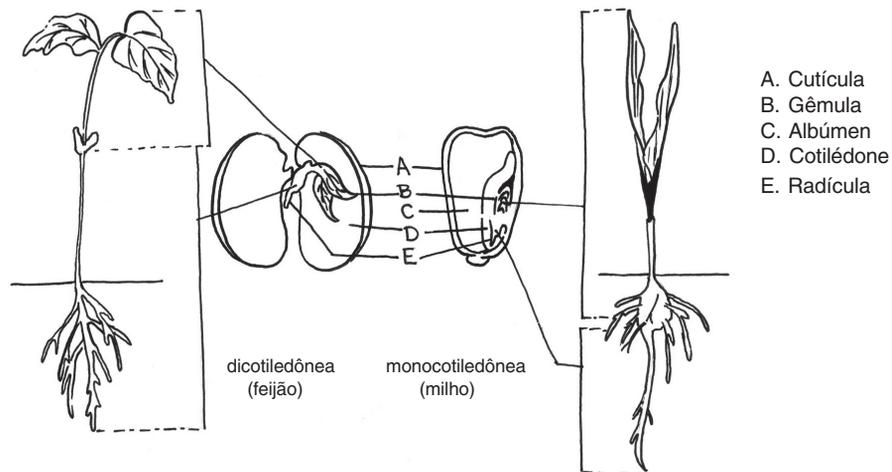


Figura 7. Organização anatômica das sementes das plantas florescentes.

8. No caso das leguminosas (feijão, ervilha, lentilha, etc.), vegetais dicotiledôneos (embrião com dois cotilédones), o tamanho das duas folhas embrionárias diminui gradualmente (as reservas que elas contêm são gradualmente utilizadas) e, no final, desaparecem quando a plântula se desenvolve. No caso do milho, das gramíneas (trigo, capim etc.), vegetais monocotiledôneos (embrião com um só cotilédono), um dos dois cotilédones não se desenvolve e da semente emerge uma única folha embrionária; a outra funciona como órgão de reserva, mas fica dentro ou sobre o substrato.

### **Individualmente**

Com a intenção de generalizar, os alunos observam, individualmente, outras sementes para identificar os mesmos constituintes. Assim, os alunos não mais observam a mesma semente ao mesmo tempo; é necessário diferenciar as observações e generalizar em seguida.

Na aula 2, as amostras que não cresceram (mas que foram cuidadosamente guardadas) provavelmente não continham brotos. É possível conferir isto amassando (se possível) as pequenas sementes de origem mineral: obtém-se pó, mas nenhum broto, e, além disso, não é encontrado o invólucro (de tegumento) em volta da semente. Consta-se então que certas amostras, parecidas com sementes e que não cresceram, estão em fase de decomposição (cheiram mal quando abertas). Deste modo, estas sementes são "não-viáveis" (verdes) ou mortas (por causa das condições de germinação).

## **Aula 8. O que a semente precisa para germinar? Conceitos iniciais**

A noção de semente, estando agora esclarecida do ponto de vista morfológico, ontogênico e anatômico, parece interessante questionar sobre as necessidades fisiológicas deste ser vivo, ou seja, sobre as condições<sup>9</sup> ambientais necessárias ao seu desenvolvimento.

As crianças procuram saber o que a semente precisa para que consiga germinar com êxito. A observação das diferenças na evolução dos plantios (vide aula 5, fase 1) leva as crianças a perguntarem "O que faz com que certas sementes cresçam mais rápido que outras?".

### **Individualmente**

Em um primeiro momento, o professor pede a cada um para escrever o que pensa das necessidades da semente. A maioria dos alunos utiliza a formulação "Pode ser que...". Em um grupo ou em uma classe, há alunos que dão uma idéia, outros dão várias.

### **Em conjunto**

Em um segundo momento as idéias dos alunos são colocadas em conjunto, e são chamadas de "as idéias da classe".<sup>10</sup> Aqui uma amostra do que os alunos costumam propor:

- "Pode ser que não se deve plantar fundo demais?"
- "Pode ser que precisa colocá-las na claridade?"
- "Pode ser que não precisa de muita água?"
- "Pode ser que não são as mesmas plantas?"
- "Pode ser que não pode ter ar frio?"
- "Pode ser que não se deve apertar muito?"

Cada um anota as idéias da classe.

---

9. Da educação infantil à 2ª série, é recomendado tratar apenas de um ou dois fatores do crescimento (água, nutrientes). Um trabalho mais detalhado sobre o crescimento dos vegetais pode ser considerado para as demais séries.

10. A escolha de uma pergunta pode ser motivada por diversas razões:  
– a exequibilidade do ponto de vista material e de segurança, experiência anterior;  
– a noção a ser construída;  
– as competências metodológicas desenvolvidas.

## Aula 9. O que a semente precisa para germinar? Experimentos

As crianças redigem um roteiro de experimentos para verificar se a água é um fator importante para a germinação.

A pergunta escolhida é “Pode ser que não precisa de água demais?”. Abre-se um debate sobre a expressão “água demais”. Alguns alunos defendem que “água demais” não quer dizer “muita coisa”. “Não se sabe quanto é água demais!”. A conversa continua e surge uma idéia: “Deveríamos dizer nenhuma água e água”.

O questionamento inicial se torna “Se colocamos água, a semente brota ou não?” e “Se não colocamos água, a semente brota ou não?”.

Estas perguntas vão permitir aos alunos trabalharem sobre as condições de germinação das sementes, mas também sobre uma competência metodológica: a realização de um experimento e de um experimento de controle para poder comparar os resultados e firmar as conclusões.

Para material experimental é recomendável escolher dois ou três tipos de sementes diferentes. Isto permite perceber que as condições para a germinação são iguais para todas as sementes. Certas sementes (feijão, trigo, ervilha...) podem ser qualificadas de “sementes de referência” (vide aula 2, fase 2) e permitem otimizar o sucesso da experiência.

### Em grupos pequenos

Tendo providenciado uma estufa adaptada para estas experiências (com a possibilidade de isolar setores sem água), os alunos plantarão diferentes espécies de sementes em setores com água e em setores sem água e anotarão na plaqueta de identificação o tipo de semente, a data, a hora e se há água ou não.<sup>11</sup>

As crianças esquematizam o roteiro de experimentos em seu caderno de experimentos. Não podem esquecer de explicar e colocar legendas no desenho.

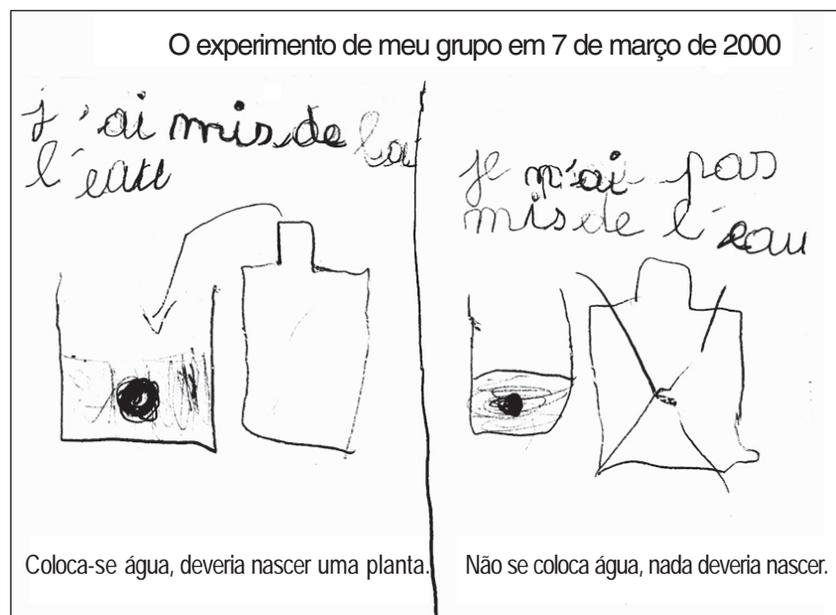


Figura 8. Exemplo da representação esquemática explicando o roteiro de experimentos, escrito pela classe.

11. É importante garantir que nos setores sementes + água não ocorra evaporação. Pode ser colocado um dispositivo que permita limitar a evaporação ou completar periodicamente a água até um determinado nível.

## Aula 10. Para germinar, a semente precisa de quê?

### Conclusão

Os alunos discutem os resultados obtidos nos seus experimentos e escrevem suas conclusões: para germinar, a semente precisa de água, sem água não germina.

O professor propõe que as crianças analisem os resultados dos experimentos.

#### Em conjunto

Após alguns dias, pode-se constatar que nos setores onde não há água, semente nenhuma germinou. Por outro lado, nos setores onde as sementes estavam em presença de água, os brotos apareceram. Uma ou duas pequena(s) folha(s) verde(s) aparecem, o(s) cotilédono(s), e também um pequeno sistema radicular branco.

Agora se tornou possível comparar os setores nos quais foram plantadas sementes da mesma espécie. Os alunos agora constatam que as plântulas apresentam semelhança, e que sementes diferentes produzem plântulas que são bastante diferentes.

#### Individualmente

Cada aluno anota em seu caderno de experimentos os resultados dos experimentos de seu grupo assim como do grupo-classe. É possível expandir estes experimentos sobre a água como fator necessário para o crescimento dos vegetais.<sup>12</sup>



Figura 9. Exemplo de representação esquemática relatando os resultados da experimentação.

12. Podem ser considerados vários experimentos. Vêm aqui dois exemplos:

- deixar o crescimento continuar, mas não acrescentar água. O nível da água vai baixar (vide observação anterior) para se proteger contra a evaporação. A plântula vai morrer quando o nível da água for mínimo. Para se desenvolver, a plântula precisa de água (não apenas da semente para nascer);
- deixar as sementes uma noite de molho num copo de água e em seguida distribuir nos setores sem água; observar no dia seguinte. Dá para ver “alguma coisa” saindo da semente (a radícula). Se não acrescentar água, a semente não se desenvolve mais e acaba morrendo. Se em seguida acrescenta água, não volta à vida.

## **Aula 11. Como as sementes germinam? Experimentos**

Esta etapa permitirá definir a germinação como primeira fase no desenvolvimento de uma nova planta, a partir da semente. Esta noção será retomada nas séries seguintes, para o estudo das fases de desenvolvimento do vegetal florescente, quer seja uma planta anual ou uma planta perene. Após a seqüência, os alunos terão observado uma transformação biológica e relatado, por escrito, as diversas fases da evolução de um ser vivo. É possível uma primeira extensão colocando-se em paralelo a evolução da alimentação humana e a evolução das ciências e das técnicas.

### **Em conjunto**

São feitos novos plantios para descobrir como o broto da semente se torna planta. Os alunos sabem que, para germinar, as plantas precisam de água, água que encontram na terra, a terra que irrigamos. Mas “a terra nos atrapalha nas observações”. Que dispositivos podem então ser empregados para se livrar da terra? Os alunos devem agora propor outros dispositivos que nos permitem observar as sementes enquanto estão num ambiente úmido. O professor pode assessorar os alunos nesta pesquisa: semeadura sobre algodão hidrófilo (correndo o risco de apodrecimento das culturas), papel filtro, papel mata-borrão, ou melhor ainda sobre placas de isopor com buracos, um para cada semente, boiando sobre a superfície de uma caixa com água.

Durante esta fase inicial, o professor pode também organizar, com os alunos, registros escritos<sup>13</sup> da observação contínua que está para começar.

### **Individualmente ou em grupos pequenos**

Pode ser proposta uma observação contínua de uns quinze minutos (observação e anotações) a cada dois dias, durante uma semana ou a cada dez dias, dependendo da evolução do plantio.

## **Aula 12. Como as sementes germinam? Exploração dos dados**

As crianças descobrem que todos os órgãos que observaram dentro da semente têm um papel bem definido: a raiz se desenvolve primeiro, ela vai para baixo, o talo com as folhas sobe, as duas metades da semente fazem o papel simultâneo de “primeiras folhas” e de órgão de reserva ao sair da plântula.

### **Individualmente ou em grupos pequenos**

De forma autônoma, cada aluno observa suas informações (desenhos, colagens de plantas, slides, fotos) ou as informações coletivas e produz um breve texto escrito que corresponde ao seu relatório de observações.

### **Em conjunto**

Exploração em conjunto dos trabalhos anteriores, ou seja, descrição oral da evolução do desenvolvimento do broto que tem sido observado. Um documento de vídeo (ou CD-ROM) mostrando a germinação de forma acelerada da ervilha ou do feijão pode ajudar na formulação destes resultados. Pode-se também chegar ao mesmo resultado

---

13. Existem várias possibilidades:

- desenhar as observações feitas, com datas e medidas e anotação das observações feitas individualmente ou por grupos pequenos;
- fotografias feitas pelo professor ou pelas crianças;
- a cada observação e colocação no herbário de uma semente em fase de germinação, para fazer uma faixa de amostras secas permitindo acompanhar as diferentes fases da germinação.

por meio de uma série de fotos usando uma máquina digital. Nesta fase do trabalho pode-se utilizar fotocópias: este documento mostra, em vários desenhos, as etapas da germinação (ervilha, feijão), e que os alunos anotarão em grupo ou individualmente.

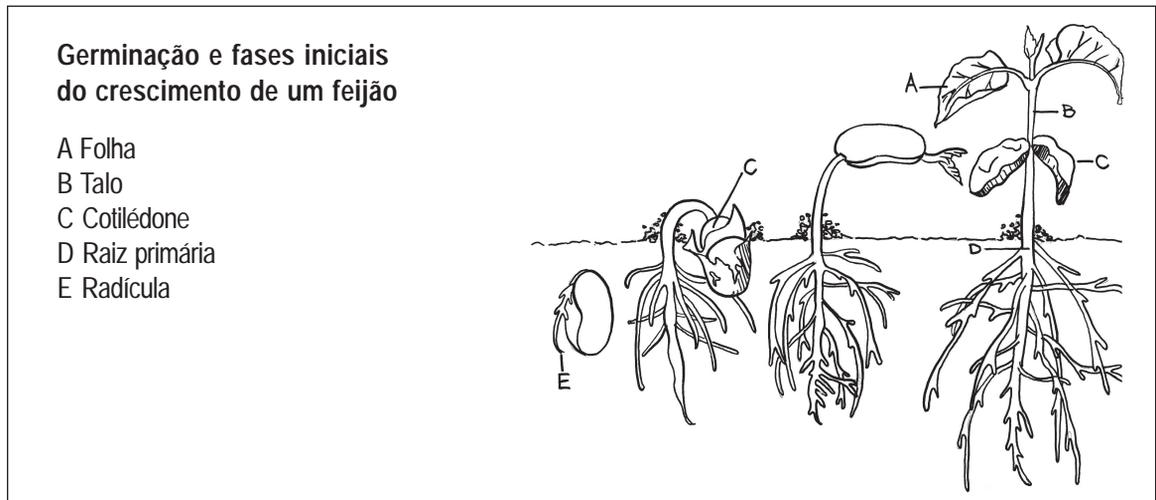


Figura 10. Os diferentes estágios da germinação.

### Individualmente

Os alunos podem pegar o desenho da observação anatômica da semente feito anteriormente e descrever melhor as diferentes partes da semente. A noção de semente agora está enraizada.<sup>14</sup>

## Aula 13. O papel da semente – a semente e suas reservas

Assim que a noção de semente é compreendida, podem ser consideradas muitas extensões e avaliações, a critério do professor. Podem levar a atividades coletivas ou individuais, tais como a observação de outras germinações realizadas na classe, em casa, encontradas na ocasião de uma saída ou então encontradas em documentos (livros, fita de vídeo, site na Internet). É a oportunidade, para os alunos, de fazerem comparações que colocam em evidência similaridades e diferenças e se sensibilizarem diante das características e a diversidade dos seres vivos.

Estas extensões estimulam a curiosidade dos alunos em relação ao seu ambiente, a unidade e a diversidade dos seres vivos, assim como o relacionamento entre seres num mesmo ambiente. Além disso, coleções de amostras ou documentos que as substituem (fotos, por exemplo) podem ser usadas nos casos em que os seres vivos devem ser preservados. As duas aulas seguintes são possibilidades de extensão em volta de dois temas: as reservas da semente e o papel biológico do que é chamado de “forma semente”.

Os alunos procuram determinar a importância do papel específico da semente no crescimento dos vegetais florescentes e especialmente o papel socioeconômico das sementes alimentares.

14. A semente contém um broto ou plântula assim como reservas protegidas por um invólucro. Durante a germinação, a semente absorve água. A plântula se desenvolve, usando as suas reservas. Não precisa de terra, mas precisa de água. Após o desenvolvimento da plântula, a semente não existe mais (esta observação permite também sensibilizar os alunos em relação à noção do fenômeno biológico irreversível).

É possível fazer experiências para confirmar o papel das reservas no momento do desenvolvimento do vegetal: pode-se plantar um broto sem as suas reservas ou então com uma só metade da semente.

A classe pode fazer um experimento simples com a finalidade de comparar as fases iniciais da germinação na claridade e no escuro. Terá como vantagem demonstrar que a exposição à luz não é obrigatória, pois a semente é equipada das reservas necessárias às fases iniciais de desenvolvimento da plântula. Este experimento reforça a idéia de que a semente é uma forma de reserva. O desenvolvimento da plântula pode ser acompanhado além da utilização de suas reservas: os alunos podem comparar a evolução das plântulas que crescem no solo ou em outro substrato (algodão ou papel-filtro). Eles podem ver também em que momento a plântula se torna verde. Todas estas observações servem como ponto de partida, a partir da 2ª série, ao estudo das necessidades nutritivas dos vegetais verdes.

As sementes contêm reservas que o ser humano pode utilizar por conta própria. É possível, por exemplo, procurar nos cardápios do restaurante da escola todas as sementes consumidas como tais (feijão, ervilha, grão de bico, lentilha...) ou após transformação (grãos de trigo). Pode ser procurada uma ligação com a história: no passado, sementes sempre tinham um papel importante na alimentação humana, pois alimentos desidratados naturalmente se conservam bem quando estão guardados num ambiente seco. A evolução das ciências tem permitido o desenvolvimento de técnicas de conservação de nossos alimentos (conserva, congelamento), o que explica como atualmente a nossa alimentação é sempre muito variada em qualquer estação do ano.

## Aula 14. O papel da semente – unidade e diversidade dos seres vivos

Os alunos procuram e determinam a importância do papel da semente na disseminação da espécie.

É concebível organizar uma classificação baseada em critérios objetivos e documentação e assim familiarizar os alunos com a leitura de textos curtos de caráter científico.

### Em conjunto

O questionamento pode acontecer, por exemplo, na ocasião de um passeio pela natureza (que pode ser uma saída fazendo parte da aula 2). De volta à sala de aula, os alunos percebem que os carrapichos que ficaram presos em suas roupas (solas das botas, roupas de lã) eram sementes. Se passeios não são possíveis, o professor pode trazer sementes que têm um sistema de garras e fazer uma demonstração de sua eficiência na sala de aula, na ocasião de uma discussão coletiva. Outrossim, coletar um pouco da ca-

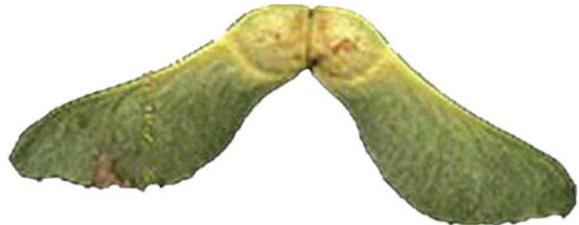


Figura 11. Exemplos de sementes que voam; outras bóiam ou se agarram.

mada superficial da terra do bosque (camada de folhas e de húmus) mostrará que grande número de pequenas sementes pode ser levado embora nas ranhuras dos calçados de uma pessoa. Pode se chamar atenção sobre a similaridade que existe entre os modos de transporte das sementes pelos alunos e pelos animais (patas, os pêlos dos mamíferos ou as penas dos pássaros e os calçados ou roupas dos alunos). Além disso, sementes podem ser levados pelo vento ou pela água.

Na sala de aula, os alunos podem colar suas amostras secas sobre pedaços de papelão branco e montar assim uma coleção diversificada que pode ser usada para atividades de classificação: grãos e sementes carregados pelo vento (são leves e têm um sistema para planear) ou pela água (são recobertos com lodo e equipados de um sistema que os faz boiar) ou pelos animais (grãos e sementes conseguem grudar nas penas e mais ainda no pêlo, pois têm um sistema de garras que pode ser visto com a ajuda de uma lupa).

Acontece freqüentemente que sementes ingeridas por animais em seguida se encontram em seus excrementos, se o invólucro resistiu à digestão. O recurso aos documentos confirma as propostas de classificação para algumas plantas familiares.

Podem ser propostos textos ou uma história em quadrinhos ilustrando a colonização de um ambiente pelos vegetais (colonização de uma ilha deserta, por exemplo). Pode ser citada a vegetação original dos aterros de minas, em grande parte trazida por sementes veiculadas por peças de madeira vindas de outros lugares e usadas para escorar as galerias da mina, ou ainda a vegetação pioneira de uma ilha vulcânica recente, que nasceu de sementes trazidas pelo mar, animais ou pelo vento.

Todos os vegetais florescentes produzem sementes, mas as sementes podem apresentar dispositivos anatômicos variados para que seja assegurada a disseminação da espécie em lugares pertos ou remotos. Pode ser útil comunicar aos alunos que a semente é uma forma de disseminação específica das plantas terrestres (e nem todas). Este estágio do ciclo da vida (a forma semente) se desenvolveu na Terra, nas plantas florescentes, permitindo-lhes, assim, resistir a períodos sem água e colonizar novos ambientes.

## Condições de execução do módulo

### Material para um grupo de 5 ou 6 alunos

- Uma amostragem composta de várias sementes (lentilhas, feijão, alface, agrião, rabanete, fava, trigo, milho, “gramado”, mistura de sementes para pássaros...), elementos de origem mineral (areia de gato, pedriscos) e elementos orgânicos não-vivos (sementes de sêmola, bolinhas de madeira);
- uma caixa de isopor (caixa de embalagem) e alguns recipientes menores (garrafa de água mineral cortada no meio, pote de margarina);
- terra de jardim misturada com um pouco de areia;
- algumas ferramentas para ajudar no plantio (colheres pequenas, por exemplo);
- um regador ou pulverizador;
- palitos de madeira ou arame para segurar as plaquetas de identificação;
- uma lente de aumento;
- algodão hidrófilo, papel, papel mata-borrão, algumas placas de isopor de uma embalagem;
- pequenos pedaços de papelão e cola.

### Precauções

O professor chama a atenção dos jovens alunos sobre a toxicidade de certas sementes e de certos frutos (mamona, beladona, copo-de-leite, morácea, comigo-ninguém-pode...) e os extratos da amostragem, se for necessário. O respeito às regras elementares de higiene é primordial: lavar as mãos e escovar as unhas se a terra for manipulada sem luvas.

### Duração

Esta seqüência é constituída por quatorze aulas de aproximadamente uma hora que podem ser agrupadas em cinco etapas, cada uma correspondendo a um questionamento inicial. Claro que estes recortes são moduláveis.

## Documentos

### Vídeos

- *Como as flores produzem sementes*. Produzido por Coronet Films, 1963. Um filme de vídeo mostrando por meio de uma filmagem temporizada a anatomia das sementes.
- *Germinação das sementes*. Produzido por Encyclopaedia Britanica Films, 1960. Um filme de vídeo demonstrando a germinação de diferentes sementes.
- *Flores e sementes*. Produzido por TV-Ontário – Canadá. Um filme de vídeo mostrando a importância das flores na produção de sementes. Mostra o crescimento acelerado de uma planta.
- *Crescimento das flores*. Produzido por Coronet Films, 1959. Um filme de vídeo em que por meio da filmagem temporizada podemos ver o crescimento das flores.
- *Como as plantas produzem e utilizam o alimento*. Produzido por Coronet Films, 1964. Um filme utilizando a animação mostra como os nutrientes chegam às folhas.

### Livros paradidáticos

ARDLEY, N. Crescimento. Tradução Ibaíma Dafonte Tavares. Rio de Janeiro: Ed. Globo, c1991. (Coleção Jovem Cientista.)

BRAIDO, E. A semente e o fruto. Ilustrações de Edil Araújo. São Paulo: FTD, 1994. (Coleção Vira Vira) *Neste livro a semente se transforma em um lindo fruto.*

HARLOW, R.; Morgan, G. Crescimento: plantas e animais. 10. ed. Tradução Maria Emília de Oliveira. São Paulo: Melhoramentos, 2001. *Por meio de atividades práticas, a criança descobre os segredos do mundo que a rodeia.*

RODRIGUES, R. M. O mundo das plantas. Ilustrações de Jurandir Ribeiro. São Paulo: Moderna, 1999. (Coleção Desafios.) *Este livro contém informações complementares sobre como são as plantas e como elas crescem.*

### Livro de história infantil

ORTHOFF, S. João Feijão. São Paulo: Ática, 2000. (Coleção Lagarta Pintada.) *Uma semente que quer germinar e crescer. Os ciclos da natureza são apresentados para a criança com fantasia e bom humor.*

### Manual

UNESCO. Novo manual da Unesco para o ensino das ciências. Lisboa: Ed. Estampa, c1973, v. 2, p. 65.

### Sites da Internet úteis para o professor preparar suas aulas

[www.bussolaescolar.com.br/biologia.htm](http://www.bussolaescolar.com.br/biologia.htm) – apanhado de links de educação organizado por área de conhecimento.

Atlas vegetal ([www.nucleoaprendizagem.com.br](http://www.nucleoaprendizagem.com.br)) – banco de fotos.

Botânica ([www.ibot.sp.gov.br](http://www.ibot.sp.gov.br)) – informações do Instituto de Botânica.

Anatomia vegetal ([atlasveg.ib.usp.br/focara.htm](http://atlasveg.ib.usp.br/focara.htm)) – informações sobre caule, folha e raiz.

## Conclusão

Este módulo, muito rico e que não necessita de material específico caro, pode ser conduzido por todo professor da educação infantil à 2ª série. O conhecimento necessário é meramente relacionado à noção da semente; são conhecimentos modestos, mas que devem ser rigorosos, pois nas séries seguintes constituirão o ponto de apoio do ciclo de desenvolvimento de um vegetal florescente e posteriormente à noção da propagação dos vegetais no ambiente.

As competências metodológicas desenvolvidas, ligadas à realização de um trabalho de investigação, são determinadas da Educação Infantil à 2ª série: o jovem aluno entra por si mesmo numa dinâmica de aprendizagem estimulada pela sua curiosidade em relação ao meio ambiente e pelo seu próprio questionamento. Ele se familiariza com os trabalhos de observação e de experimentos para questionar seus conceitos, verificar suas hipóteses e construir, com a classe, um conjunto de conhecimento e habilidades.

## Fontes

.....

- Na França:
- École élémentaire Pasteur, em Vénissieux (69), França
- École Marianne Cohn, em Annemasse (74), França
- Jean-Marie Bouchard da equipe de *La main à la pâte*.
- No Brasil:
- Escola Municipal de Educação Infantil Carmelita Rocha Ramalho, em São Carlos, SP, 6 anos.
- Escola Estadual Profa. Elydia Benetti, em São Carlos, SP, 3ª e 4ª séries.



## que acontece com os alimentos que comemos?

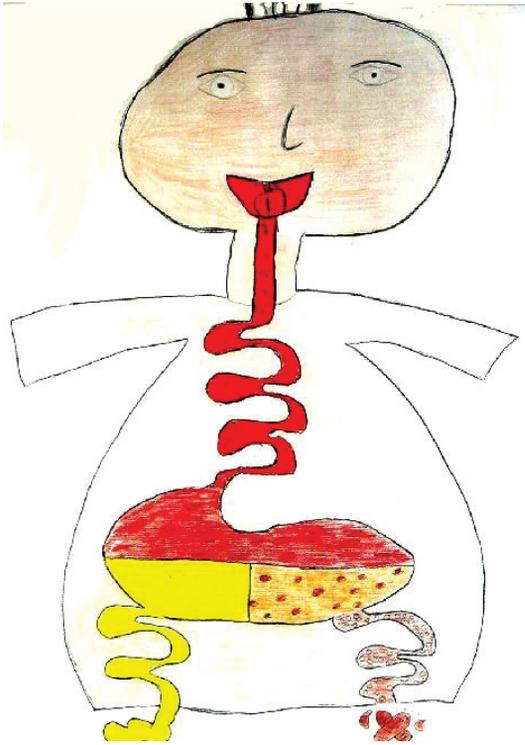


Figura 1

Para todo organismo vivo, alimentar-se é uma necessidade fundamental. A alimentação humana, tema interdisciplinar por excelência, tem dimensão individual e coletiva ao mesmo tempo. Isso porque cada criança, cada família, cada sociedade tem com o alimento uma relação particular; assim, entender o que acontece com os alimentos dentro do corpo oferece a oportunidade de construir um fundo científico comum, compartilhado por todas as culturas, no que concerne à educação para a saúde. O módulo proposto não pretende ser um modelo. Ele sugere uma investigação que pode ser conduzida em horas de pesquisa pessoal, só ou em grupo, alternando com momentos de síntese na classe inteira. Ele integra objetivos de aprendizagem transversais: conhecimento das linguagens oral-escrita-imagem, pesquisa documental, confrontação dos saberes elaborados pelas crianças com os saberes estabelecidos e publicados.

## Contexto programático

– Crianças de 2 a 5 anos: atividades de descoberta sensorial e experimentos culinários podem levar a um conjunto de constatações e de questões sobre alimentação. “O que posso comer e o que não posso comer? O que gosto de comer e o que eu não gosto? De onde vem o vômito? O que dá força?” As crianças têm aprendido a preparar pratos simples e a diferenciar os sabores doce, salgado, ácido e amargo. Ocasionalmente têm observado que pequenos objetos engolidos acidentalmente (caroço de cereja, bolinha de plástico) se encontraram nas fezes. Sabem que crianças novas podem se sufocar ao engasgar com amendoim. Têm percebido que, quando bebem muito, urinam muito.

– Da educação infantil à 2ª série: foram certamente feitos trabalhos sobre a dietética, sobre a higiene alimentar e os dentes. O que é comer bem? Como se come bem? Para que servem os dentes? Como protegê-los? Os alunos podem ter descoberto que, em sua família ou na escola, certas pessoas seguem regimes alimentares particulares por razões médicas (intolerância a certas substâncias, necessidade de emagrecer), por razões de estética ou como parte de uma atividade esportiva intensa.

– A partir da 2ª série: uma investigação mais detalhada sobre as necessidades alimentares leva a descobrir a organização geral do aparelho digestório e a função da nutrição. A educação para a saúde é muito fundada em bases científicas.

| Objetivo do conhecimento  | Objetivo deste documento  |  |
|---|---|--|
| O corpo humano e a educação para a saúde  | Competência específica  | Comentários  |
| Aproximação inicial às funções da nutrição (digestão, respiração e circulação). | Ser capaz de perceber o trajeto e as transformações dos alimentos no tubo digestório e de sua passagem para o sangue. Ser capaz de explorar os documentos (radiografias, livros, multimídia). | Privilegiar uma aproximação funcional, partindo de questões como “onde fica no seu corpo o que você bebe, o que você come, o ar que você respira”, para estabelecer relações entre as diferentes funções (respiração e digestão, que transforma os alimentos em elementos tão pequenos que são capazes de atravessar a parede do tubo digestório sendo levados para todos os órgãos do corpo para permitir seu funcionamento). |

– Nas séries finais do ensino fundamental: será estudado o aspecto químico da transformação dos alimentos assim como os conceitos da solubilização ou da difusão.

– No ensino médio: poderão ser aprofundadas as noções das superfícies de troca, das reações químicas e do metabolismo, em relação ao conceito da energia.

| Conceitos em jogo, noções a serem construídas | 1º nível de aquisição        | 2º nível de aquisição        |
|---|------------------------------|------------------------------|
| Trajectoria dos alimentos                     | Educação infantil à 2ª série | 2ª à 4ª série                |
| Transformação mecânica dos alimentos          | Educação infantil à 2ª série | 2ª à 4ª série                |
| Transformação química dos alimentos           | 2ª à 4ª série (menções)      | 7ª série – Ensino médio      |
| Funcionamento das enzimas digestivas          |                              | Ensino médio                 |
| Solubilização dos nutrientes                  | 2ª à 4ª série                | 5ª à 8ª série                |
| Difusão através de uma membrana               | 2ª à 4ª série                | 5ª à 8ª série                |
| Passagem dos nutrientes para o sangue         | 2ª à 4ª série                | 5ª à 8ª série e ensino médio |
| Noção de célula                               | 5ª à 8ª série                | 5ª à 8ª série e ensino médio |
| Utilização celular dos nutrientes             | 5ª à 8ª série                | Ensino médio                 |

# Um possível desdobramento do módulo

Uma aula preliminar sobre alimentação permite introduzir a seqüência

|        | Questão inicial                           | Atividades com os alunos                             | Registros                                  | Organização da classe                                 | O conhecimento, o saber e as habilidades                              |
|--------|---|--|--|---|---|
| Aula 1 | Para onde vão a água e o pão?             | Coleta e confrontação das representações.            | Desenho, escrito, oral.                    | Individual, grupos e a classe inteira (confrontação). | Comunicar por meio de textos, esquemas e depois verbalmente.          |
| Aula 2 | O que se percebe quando se come?          | Observações sobre si mesmo, trabalho com documentos. | Oral, escrito (relatório), esquematização. | Grupos, individual.                                   | Observar, representar as percepções em desenho.                       |
| Aula 3 | O que acontece quando se engole?          | Construção de uma maquete.                           | Verbal e desenho (planta).                 | Grupo.  | Manipular, raciocinar.  |
| Aula 4 | Como funciona o aparelho digestório?      |  | Escrito (relatório das observações).       | Classe inteira (relatório).                           | Observar, raciocinar.   |
| Aula 5 | O que acontece com os alimentos no corpo? | Pesquisa documental, síntese.                        | Leitura, escrito e verbal.                 | Grupos, classe inteira.                               | Procura de informações: biblioteca, centro de documentação, Internet. |
| Aula 6 |   | Avaliação.   | Desenho, escrita.                          | Individual.   | Reinvestimento do conhecimento adquirido durante a seqüência.         |

## Introdução e debate inicial sobre nutrição

### Sobre alimentação

Há diversas maneiras de introduzir o tema da alimentação. Pode-se começar por um jogo sobre os tipos de alimento ou, então, propor a cada aluno dar seu ponto de vista sobre as questões da alimentação. Observa-se que não se come a toda hora. A dimensão social do encontro em uma refeição constitui uma referência à dieta alimentar: pode-se questionar sobre as conseqüências das lambiscadas e do consumo abusivo de refrigerantes. Enquanto a obesidade ameaça um número crescente de indivíduos, há a desnutrição por falta de alimentos em muitos países. Certas perguntas que as crianças fazem a seus colegas durante o debate com a classe inteira são escritos no quadro negro; servem para prolongar a reflexão individual. Cada criança responde por escrito na parte pessoal de seu caderno de experimentos e utilizará as suas anotações para participar da discussão seguinte. São alguns exemplos de perguntas feitas pelo professor:

- “O que você prefere comer?”
- “De que você não gosta?”
- “Qual comida dá força?”
- “De que você não gosta, mas deve comer e por quê?”
- “O que acontece quando não se come?”

## Debate e questionamento

São reproduzidos em seguida extratos dos cadernos de experimentações de alunos de 4ª série:

### Tradução:

Qual alimento dá força?

O alimento que dá força é: as frutas: os kiwis, as laranjas pois na fruta há vitaminas. O leite, pois ele dá cálcio; o peixe pois dá memória; o açúcar pois dá açúcar no sangue; o espinafre pois ele dá forças. Todos os legumes dão forças.

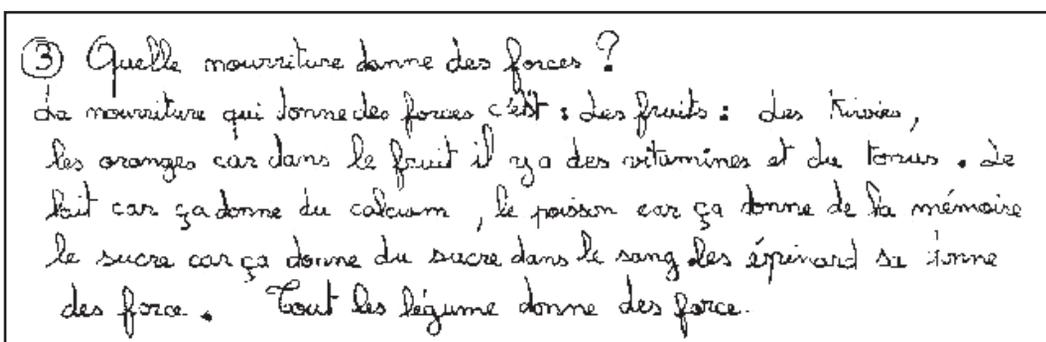


Figura 2. Extraído do caderno de experiências de M.

–Pontos de vista individuais:

Extraído do caderno de L: “Que comida dá força. Eu acho que a comida que dá força são os legumes, pois contêm muito cálcio e vitaminas, por isso é que se deve comer muitos legumes”.

Extraído do caderno de R: “A comida que dá força, são os kiwis, pois contêm vitaminas. Também acho que os espinafres dão força. A sopa também deve dar força, pois tem muitos legumes nela (...). Adoro balas de frutas e de hortelã. O que não gosto e que dão forças são os espinafres”.

Extraído do caderno de A: “A comida que dá força são o kiwi, a maçã, a pêra e as outras frutas e os cereais. Os cereais são eficientes para se ficar em forma, mas não gosto disso”.

### Tradução:

Se não se come, se tem fome; se tem dor de barriga, a barriga ronca, se emagrece e se vê todos os ossos, não se consegue dormir, se pensa na boa comida, se evita doenças como a barriga crescida, se vomita, se tem náusea, a gente se torna pálido, e depois, morre.

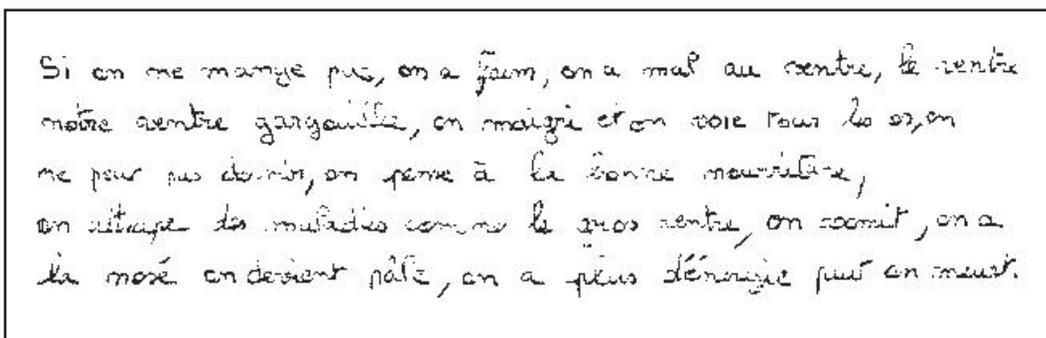


Figura 3

Cada aluno tem seu ponto de vista sobre a questão da alimentação. Por outro lado, nessa fase da progressão, a palavra “força” não significa nada de preciso, está sem conexão com o conceito científico de força. A palavra será progressivamente substituída pela palavra “energia”. Nessa classe, as crianças acreditam que vitaminas e cálcio dão “forças”, conforme uma representação freqüentemente veiculada por mensagens publicitárias. E elas crêem que são justamente as comidas de que não gostam que dão “forças”..., provavelmente porque é um dos argumentos utilizados por seus pais para estimulá-las a consumir esses alimentos pouco apreciados.

No final do debate, uma pergunta é destacada: como os alimentos que comemos podem dar “forças” ao corpo e também “fazer crescer”? O professor pode sugerir que as crianças perguntem a um esportista (se há um clube perto da escola) ou ao médico da escola ou, então, procurarem em um livro o que se deve comer e beber antes e durante uma competição para se ter energia.

Uma conversa com um responsável pelo restaurante escolar também pode ser interessante. Esse debate leva a várias pistas possíveis, ou seja, vários caminhos a serem levados em conta. Essas pistas, já trabalhadas na educação infantil e na 1ª série, podem ser examinadas mais detalhadamente da 2ª à 4ª série e nas séries finais do ensino fundamental. A pista examinada em seguida é principalmente

*mecanicista*, em oposição às seqüências mais fundamentais. Como o nosso corpo se apropria dos alimentos? Esse é o principal problema a ser resolvido.

## Aula 1. Para onde vão a água e o pão?

### Formulação do problema e levantamento dos conceitos iniciais

Primeiro, o professor verifica se alguma criança está submetida a um regime alimentar particular. Oferece pão e um copo de água a cada aluno, como merenda. Começa uma discussão sobre o destino desses alimentos: “Para que parte do corpo vai a água e o pão?”. Em seguida, distribui folhas de papel com a silhueta de um homem, com as tarefas: *Desenhar a trajetória do pão e da água. Nomear os lugares por onde passam esses alimentos. O que acontece com os alimentos em seu corpo?*

### Análise coletiva da produção das crianças

A confrontação das representações feitas pelos alunos começa pela troca das folhas entre vizinhos. É provável que, durante o debate, os alunos utilizem espontaneamente um vocabulário infantil, com palavras como “xixi” e “cocô”. O professor escolhe o momento oportuno para ensinar-lhes um vocabulário científico correspondente: urina e fezes, tomando todas as precauções para evitar situações em que as crianças poderiam se sentir humilhadas. O professor coleta os desenhos, classifica-os em várias categorias, reorganiza os grupos com crianças que defendem o mesmo ponto de vista e solicita que façam um cartaz para cada tipo de representação.

### Levantamento das perguntas das crianças e elaboração de hipóteses

É designado um relator em cada grupo, para que explique à classe o que acha do destino dos alimentos. Inicia-se uma discussão coletiva em que cada grupo tem a sua vez para defender livremente seu ponto de vista. Não se pretende encontrar a resposta certa imediatamente, mas procura-se o que poderia existir. O professor anota no quadro ou num cartaz a pergunta feita pelas crianças durante a fase de troca e de confronto das representações. O trabalho é facilitado pela apresentação, por retroprojetor ou videoprojetor, de algumas produções da classe, escaneadas ou fotocopiadas sobre transparências.

Seguem alguns exemplos típicos de representações obtidas.

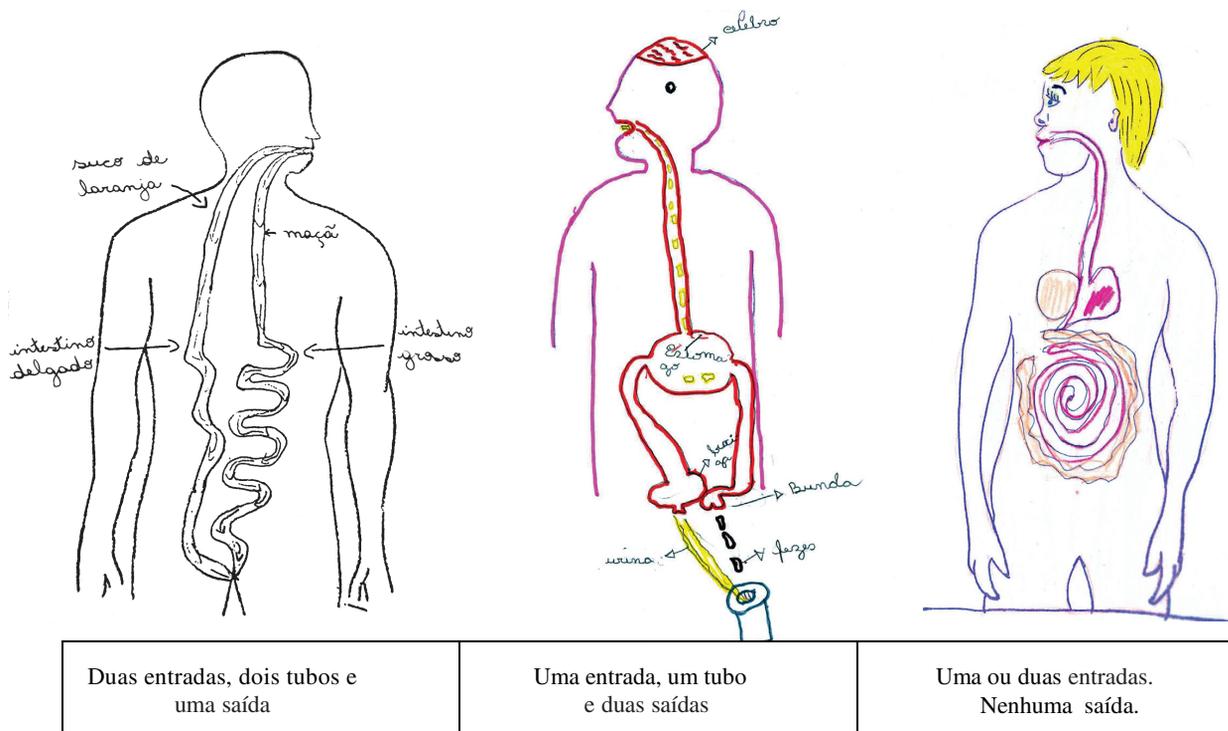


Figura 4

Os alunos não concordam entre si ou parecem bloqueados no que diz respeito a:

| Trajetos              | Transformações            | Destino                                |
|-----------------------|---------------------------|--|
| Uma ou duas entradas? | Pelo estômago?            | Alimentos bons e alimentos ruins?      |
| Uma ou duas saídas?   | Como acontece a digestão? | Água gera urina?                       |
| Um ou dois tubos?     | O que é digerir?          | Como são utilizados os bons alimentos? |
| ...                   | O que é má digestão?      | O cérebro se alimenta?                 |
|                       | O que é o vômito?         | Para que serve o sangue?               |

A aula na qual as representações são confrontadas permite a cada um questionar as suas próprias idéias e ser motivado a procurar provas e uma argumentação firme para responder às perguntas escolhidas pela classe.

Os obstáculos encontrados na ocasião dessa confrontação poderiam levar a classe a empreender múltiplas atividades propostas pelos alunos ou sugeridas pelo professor. É preciso fazer uma seleção, para não começar um trabalho complexo e longo demais. Parte do fenômeno em discussão pode ser evidenciada por meio de experiências ou por manipulação de maquetes e o restante será tratado durante uma fase de pesquisa em documentos.

Uma hipótese feita pela classe no final dessa aula pode ser a seguinte: “Suponhamos que os líquidos vão para uma bolsa para líquidos e se transformam em urina, enquanto os alimentos sólidos pegam outro caminho e se transformam em fezes”. Essa hipótese será testada na próxima aula.

## Aula 2. O que se percebe quando se come?

### A investigação pelo seu próprio corpo

O professor entrega pão e água a cada aluno e um espelho para cada grupo. A tarefa é procurar índices sensoriais, especialmente para saber se há um ou dois tubos, um para os líquidos e um para os sólidos. Qual é a sensação de cada um quando come?

Durante a preparação coletiva da aula, o professor pergunta se alguém já se engasgou e como se explica esse fenômeno. A observação do fundo da garganta e uma apalpação tátil no pescoço no momento da deglutição não permitem responder a pergunta, mas parece indicar que a entrada dos alimentos líquidos e a dos sólidos é a mesma. Acontece que se engasga tanto com alimentos sólidos como líquidos. Uma vez mastigados, os alimentos sólidos se tornam uma espécie de pasta, nem líquida nem sólida. Por isso é pouco provável que a hipótese de um trajeto distinto para líquidos e outro para sólidos seja confirmada.

### A investigação por imagens científicas (radiografias)<sup>1</sup>

Esta fase pode eventualmente ser substituída ou completada pela consulta a radiografias do aparelho digestório fornecidas por um médico ou um pai de aluno.

A hipótese segundo a qual os líquidos e os sólidos seguiriam dois trajetos distintos não é aceita. Há certamente dois tubos, mas apenas um serve para alimentos, quer sejam líquidos ou sólidos. Uma procura em documentos (por exemplo, em um dicionário ilustrado) mostra que o tubo pelo qual passam todos os alimentos é chamado de *esôfago*. A bolsa é chamada de *estômago* e o tubo corrugado é o *intestino*. O segundo tubo que se encontra na parte da frente do pescoço é chamado de *traquéia*. Esta leva o ar aos pulmões. Se os alunos quiserem saber como o alimento é guiado para o *esôfago* e não para a *traquéia* ou, ainda, o que acontece quando se engasga, uma atividade facultativa, com modelos, proposta por parte na aula 3, pode trazer elementos de resposta.

1. Fase opcional.

## Aula 3. O que acontece quando engolimos?

### Construção de uma maquete<sup>2</sup>

Uma maquete é construída para ilustrar o funcionamento das válvulas naturais que são o *palato* e a *epiglote* da *garganta*, para melhor entender o cruzamento das vias respiratórias e alimentares. Para isso, o professor pede aos alunos para detectarem a parte da garganta que se movimenta no momento da deglutição (é a epiglote que entra em posição fechada sobre o orifício da traquéia, localizada na frente do esôfago) e a que no momento da inspiração nasal é bloqueada repentinamente (é o palato que se coloca de maneira a isolar a cavidade nasal da boca). A secção da garganta, proposta neste documento (ou tirada de um banco de imagens), é completada pelos alunos com elementos móveis e rebites para papel, conforme suas hipóteses da Figura 4.

### O trajeto dos alimentos

As etapas seguintes serão completadas por algumas radiografias, distribuídas na forma de fotocópias. A tarefa é procurar, a partir dessas imagens, elementos que permitam responder questões de “encanamentos”. Imagens fixas de radiografias facilitam a esquematização e a interpretação. Os alunos poderão, assim, verificar se o contorno corrugado do intestino é diferente em alguns lugares específicos e estender para o intestino inteiro esse aumento da área de troca em razão do grande número de dobras.

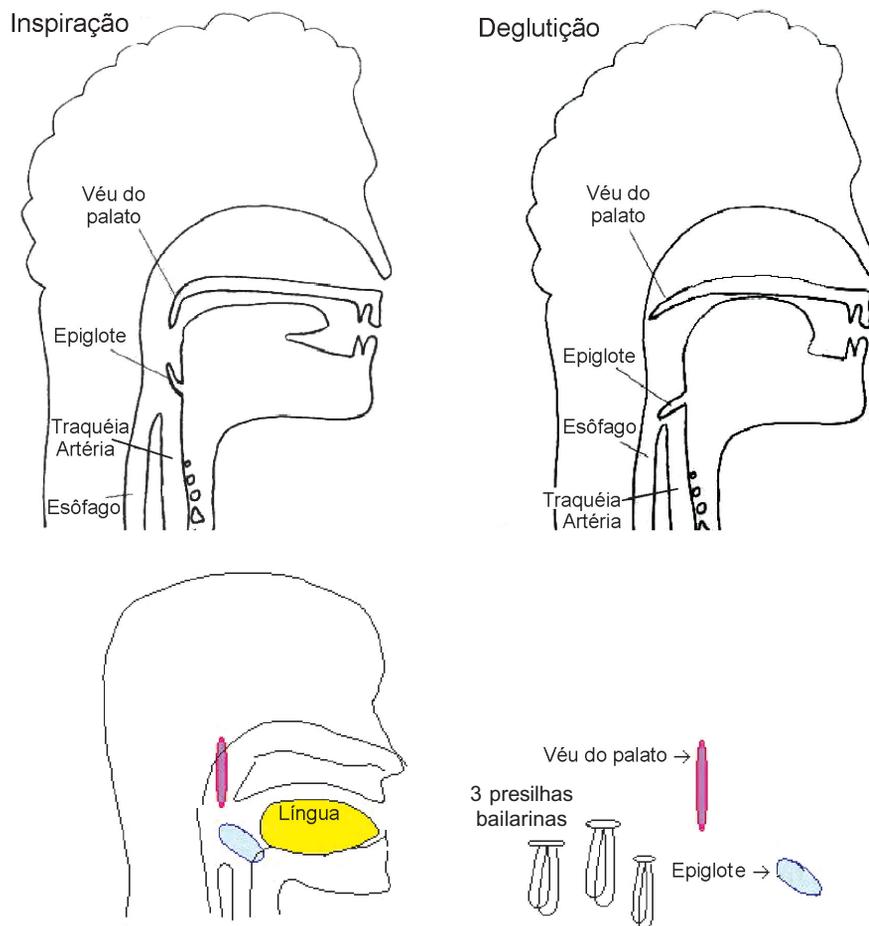


Figura 5. A maquete pode ter elementos móveis: língua, epiglote e palato.

2. Fase opcional que pode servir em uma etapa de avaliação intermediária, no começo da aula 4.

### Como os alimentos são movidos da boca até o fim do intestino?

Se esta pergunta for selecionada, surgirão várias explicações dos alunos: a maioria pensa que os alimentos descem por gravidade. A surpresa e o questionamento dessa hipótese são grandes quando se chega à conclusão de que o tubo digestivo é dobrado várias vezes sobre si mesmo e que, à noite, quando a pessoa fica deitada, a digestão se desenvolve bem. Se um aluno encosta uma orelha na barriga de outro, ele pode escutar o barulho. As novas hipóteses evocadas agora podem ser testadas por meio de um dispositivo descrito nos sites [www.inrp.fr/lamap/activites/insights/corps\\_humain](http://www.inrp.fr/lamap/activites/insights/corps_humain) e [www.inrp.fr/lamap/activites/insights/corps\\_humain/sequences/accueil.html](http://www.inrp.fr/lamap/activites/insights/corps_humain/sequences/accueil.html). O problema a ser resolvido é: dentro de um conduto feito com uma meia de náilon tem bolas de pingue-pongue. Como se faz para que as bolas passem de um lado para outro?

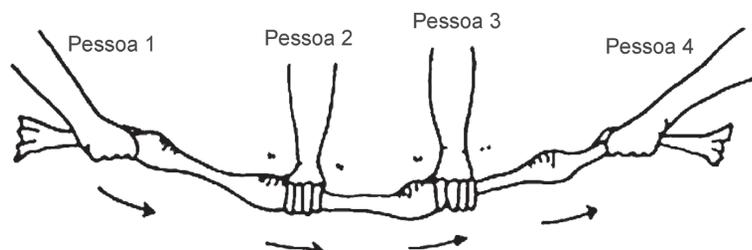


Figura 6

Manipulando, os alunos vão simular o princípio da peristáltica, ou seja, das ondas de contrações ao longo do intestino.

### Representação do tubo digestório por uma maquete

Outras informações poderão ser deduzidas das imagens radiográficas:

- avaliação do tamanho do estômago, por comparação com recipientes conhecidos;
- avaliação do comprimento do intestino por meio de cálculo de escala, com base em imagem fixa (atividade de matemática).

Agora é construída uma maquete do tubo digestório, feita com uma mangueira de jardim ou uma corda de aproximadamente 10 m de comprimento, sacos de plástico, esquemas e etiquetas identificando os diversos órgãos do tubo digestório. Essa maquete permite representar melhor o tamanho do tubo digestório. Ajuda a compreender como uma superfície maior de troca favorece a passagem dos nutrientes para o sangue (próximas aulas). Porém, há seus limites: a corda tem diâmetro constante, não tem dobras e não tem relação com o sistema sangüíneo...

### Esquemática do tubo digestório

A distribuição de esquemas incompletos para serem reconstruídos e legendados permite à classe encerrar esta parte retendo o essencial.

O aparelho digestório, assim reconstruído, pode ser levado a um esquema mais geral, no qual o aparelho respiratório e o aparelho circulatório serão instalados progressivamente.

## Aula 4. Como funciona o aparelho digestório?

### Observações em seu próprio corpo

Pode-se comparar a quantidade de alimentos entrando e a quantidade de dejetos saindo. Estimativas de ordem de grandeza podem ser feitas com base em medidas aproximadas.

|                                   |                        |   |
|-----------------------------------|------------------------|---|
| Laranja: 100 g                    | Um copo de água: 100 g | Um prato de massa: 200 g  |
| Uma colher de sopa de açúcar: 5 g | Fezes diárias: 200 g   | Urinas diárias: 1 kg aprox. para criança, mais que o dobro para adulto. |

Esse tipo de comparação mostra que boa parte dos alimentos não é expelida pelas fezes e pela urina. Agora são lembradas as hipóteses sobre o papel dos alimentos, levantadas na primeira aula. Estas respondem parte da pergunta: parte dos alimentos serve para reparar, repor os cabelos e peles mortas (caspas...) que nosso corpo não pára de produzir e para o crescimento da criança. Outra parte é consumida para produção de energia para respiração. Resta saber por onde e como os alimentos passam para o corpo, para ter seu papel nutritivo.

Obs.: O papel dietético dos alimentos e a noção do equilíbrio alimentar não são abordados neste módulo. Muito importante para a educação dos alunos no que diz respeito à saúde, esta parte do programa foi tratada antes desta seqüência ou será abordada depois.

– Pesquisa em casa:

Quais remédios são empregados para combater os diferentes problemas digestivos?

- todos os derivados do bicarbonato de sódio contra a difícil digestão;
- os medicamentos contra a diarreia ou contra o vômito;
- os medicamentos ou alimentos enriquecidos com fibras, contra a constipação.

Essas informações obtidas em casa mostram a importância social da digestão. Pode-se também citar expressões relacionadas à nutrição (“bom apetite!”).

### **Balanco de etapa**

A classe é questionada e as palavras-chave são anotadas no quadro, tentando elaborar uma síntese. Não há bons ou maus alimentos. Determinados alimentos resistem à digestão e não são triturados (as fibras vegetais, por exemplo). Outros não resistem e são reduzidos a pedaços muito pequenos. Uma experiência de simulação utilizando um filtro para café mostra que a água pode levar finas partículas, enquanto as maiores são retidas pelo filtro. Uma colher de açúcar, mesmo em pó, não passará pelo filtro. Mas a água pode dissolver o açúcar e, nesse estado, passará totalmente. Os alimentos passam por transformações tanto mecânicas quanto químicas, que serão estudadas nos últimos anos do ensino fundamental. Um questionamento sobre a origem do gosto adocicado de um pedaço de pão mastigado por muito tempo ou o cheiro do vômito pode introduzir essa noção, sem, porém, entrar em muitos detalhes.

## **Aula 5. O que acontece com os alimentos dentro do corpo?**

Vários problemas ainda devem ser resolvidos: onde ocorre a passagem dos alimentos para o corpo? Como os alimentos ingeridos vão ser usados no corpo inteiro?

### **Pesquisa documental**

Para responder a essas perguntas, os métodos de trabalho utilizados anteriormente (observação ao vivo e de imagens científicas, experimentações, construção de maquetes) não são suficientes. Agora é necessário buscar os conhecimentos estabelecidos sobre o assunto. Servirá para elaborar uma síntese mais ampla e para confrontar os resultados obtidos pela classe com os já estabelecidos pelos cientistas (que são baseados em casos médicos e técnicos de investigação, inacessíveis aos alunos). As pesquisas são empreendidas por metade da classe na biblioteca e pela outra metade na Internet.

Instruções:

*Encontrar textos simples (dez linhas no máximo), imagens científicas e esquemas que permitem responder em parte ou totalmente às duas perguntas: como ocorre a passagem dos alimentos pelo corpo? Como os alimentos digeridos serão utilizados pelo corpo inteiro?*

#### Ficha: Busca na Internet

1. Escolhi o instrumento de busca: www.....
2. Escolhi como palavras-chave: .....
3. Entre os sites propostos, escolhi o primeiro cujo resumo me parece o mais simples e o mais apropriado: .....
4. No site que me parece o mais interessante, encontrei as informações em: .....
5. Texto escolhido (frase mais interessante para nossa pesquisa): .....
6. Imagem científica encontrada (descrição e endereço): .....
7. Esquema escolhido (descrição e endereço): .....

#### Ficha: Busca na Biblioteca

1. Utilizo a prateleira chamada de: .....
2. A obra escolhida tem título que parece responder a minha procura: .....
3. No índice escolhi o capítulo: .....
4. O texto selecionado contém: .....
5. Texto escolhido: .....
6. Imagem científica encontrada (descrição e página): .....
7. Esquema escolhido (descrição e página): .....

### Síntese coletiva, a partir da pesquisa documental

Os grupos mostram para a classe o que encontraram: o professor já tem em mãos as folhas das “coletas documentais” e tem preparado alguns textos e imagens, esquemas extraídos dessa coleta. O professor distribui para quatro grupos de seis a oito alunos os quatro temas seguintes:

- grupo 1: destino dos alimentos dentro do aparelho digestório;
- grupo 2: o papel do sangue;
- grupo 3: destino dos alimentos dentro do corpo;
- grupo 4: esquema geral da nutrição (digestão, circulação, excreção).

Este trabalho é uma oportunidade para cada aluno anotar em seu caderno de experimentos o que tem retido assim como os ajustes coletivos. O professor providencia uma fotocópia do esquema completo do aparelho circulatório e do aparelho digestório. Utiliza papéis translúcidos para sobrepor esses dois aparelhos de maneira a ressaltar as interligações. Seguem alguns exemplos de frases que podem ser anotadas na parte coletiva dos cadernos de experimentos:

“Os alimentos que comemos são transformados e triturados. Não há separação entre alimentos sólidos e líquidos. Em seguida, os alimentos de tamanho pequeno passam através da parede do intestino delgado para o sangue. O sangue leva-os para todos os órgãos, para os quais fornecem energia (açúcar, gordura...), servem como elementos de construção (cálcio, proteínas) ou, ainda, como elementos de funcionamento (água, vitaminas).”

“Os alimentos insuficientemente triturados (não-digeridos) passam para o intestino grosso e são rejeitados como fezes.”

“Os dejetos rejeitados no sangue por todos os órgãos são filtrados pelos rins e se encontram na urina.”

*Digestão* significa a transformação dos alimentos em material de menor volume.

*Absorção* significa a passagem através da parede intestinal. O *transporte pelo sangue* e a *entrada nos órgãos* (permitindo a liberação de energia, o crescimento e a renovação de tecidos) vêm em seguida.

O papel da respiração como parte da nutrição será estudado após um trabalho sobre ventilação pulmonar e respiração. É fundamental estabelecer uma relação entre respiração e alimentação, pois a finalidade da respiração é fornecer oxigênio para todas as células de todas as partes do corpo.

Esse oxigênio permite a oxidação dos alimentos trazidos por via sangüínea, uma reação química que libera energia. Além disso, a respiração elimina do organismo o dióxido de carbono produzido pela oxidação dos alimentos. Essas duas frases correspondem a um nível de formulação que é acessível apenas nas séries finais do ensino fundamental. Na presente fase basta saber da existência de relações entre essas duas funções: um exercício esportivo requer ao mesmo tempo alimentação apropriada e boa ventilação pulmonar (caso contrário, há risco de câibras decorrentes da deficiente oxidação dos alimentos e da produção de ácido láctico nos músculos).

## Aula 6. Avaliação

Os alunos recebem a silhueta de uma criança, com o pedido para desenhar novamente o trajeto dos alimentos dentro do corpo.

O professor pode repetir as propostas de manipulação da aula 3.

Perguntas mais abertas permitem verificar se o aluno sabe como reinvestir o conhecimento adquirido ao longo desse módulo.

*Explique por que quando você come carne de frango ou uma cenoura você não se torna frango ou cenoura?* Os alimentos passam por transformações, entram em nosso corpo e servem como material de construção para fabricar o nosso corpo (crescer, engordar) e para fornecer energia (a demanda aumenta quando nos movimentamos). *Observar, em sua carteira de saúde, a curva de seu crescimento quando você era bebê e descrevê-la.* O que lhe permitiu crescer e engordar? O bebê cresce e engorda graças aos alimentos. O leite contém todos os materiais necessários. Também há perdas. Apenas parte do que o bebê bebe e come entra em seu corpo por meio do sangue. A alimentação permite crescer e fornece energia.

As avaliações propostas como exemplos deixam dúvidas no que diz respeito à evolução das representações das crianças entre o começo e o fim do módulo. Exemplos de formulações aceitáveis para as 2ª a 4ª séries encontram-se no texto “Uma sala de ciências em Ariège” no site [www.ac-toulouse.fr/ariege/sciences09/programmation\\_biologie.PDF](http://www.ac-toulouse.fr/ariege/sciences09/programmation_biologie.PDF), com formulações acessíveis à educação infantil e à 1ª série, para comparação.

## Condições de implementação do módulo

### Material e documentos

- As radiografias do tubo digestório, por exemplo.
- Um filme.
- Material para fazer maquetes do tubo digestório: mangueiras, sacos de plástico, corda (10 m), papelão, tesouras, presilhas bailarinas.
- Imagens endoscópicas do tubo digestório.

### Precauções

Este assunto se refere ao corpo da criança, a sua intimidade e também a sua integridade. Por isso é essencial respeitar a sensibilidade de cada um.

### Duração

Seis a oito aulas de aproximadamente 45 minutos com as 2ª a 4ª séries. Dependendo dos objetivos, geralmente se dá mais valor a uma produção escrita, gráfica ou tecnológica (maquete, exposições).

• • •

A compreensão de todos os pontos do programa não requer duração igual. Neste exemplo, foi escolhida voluntariamente uma extensa série de diferentes atividades, a fim de mostrar a variedade dos modos de investigação que os alunos deverão praticar ao longo do ano. O professor tem a liberdade de privilegiar o que acredita ser melhor para atingir os objetivos propostos para sua classe.

## Conclusão

Alguns desvios devem ser evitados. Um trabalho exageradamente centrado sobre a *mastigação* (processamento mecânico dos alimentos) e o papel da *saliva* (processamento químico dos alimentos) pode dar aos alunos a idéia errada de que toda a digestão acontece na boca. Convém insistir no fato de que isto é assim apenas com o açúcar. A mastigação é apenas uma fase preliminar da trituração mecânica. A maior parte da trituração mecânica acontece no estômago. Se não fosse assim deveríamos passar horas mastigando (o vômito, que corresponde ao estado físico dos alimentos na bolsa do estômago, freqüentemente vem com pedaços grandes). A digestão é em grande parte facilitada pela hidrólise ácida dos alimentos (o estômago produz ácido clorídrico). Essa noção pode ser introduzida mostrando que o estômago é um músculo triturador potente, o que não é o caso do intestino. Pode se mostrar que, quando se joga ácido sobre os alimentos, estes se decompõem rapidamente. A essência do processamento químico dos alimentos ocorre no intestino delgado, graças às enzimas digestivas. O estômago é uma bolsa fechada por uma válvula (*esfíncter* do piloro) que mistura e reduz os alimentos literalmente em estado de pirão. Somente quando os alimentos estão reduzidos a esse estado físico (suspensão) a válvula abre periodicamente para deixar passar a pasta alimentar para o intestino. A duração da etapa gástrica é longa (várias horas).

A água não é alimento igual aos outros. É o solvente indispensável para a vida das células, em outras palavras, de nossos órgãos (músculos, cérebro, tubo digestório, vasos sanguíneos). Há um pequeno “lago interno” dentro de nosso corpo (o espaço extracelular), o qual banha todas as nossas células. A água representa 60% do peso de nosso corpo. A água que bebemos passa pelo sangue e em seguida para este lago interno. Quando bebemos muito, o excesso passa para a urina (igual uma banheira que transborda!). Podemos ter sede sem ter fome, por exemplo, quando se transpira muito (o nível da banheira é insuficiente!). Isto é fundamental, pois a água é o solvente dos sais, e quando nos falta água, o aumento da concentração dos sais provoca sede. A *urina* contém parte dos dejetos da atividade das células do organismo (por exemplo, a *uréia*) cujo solvente é a água. A *urina* é o resultado da filtração do sangue que permite a evacuação desses dejetos (a outra parte é o dióxido de carbono eliminado pelos pulmões). O processo de evacuação das fezes não é igual ao da urina. As fezes contêm os dejetos dos alimentos que ficaram no “ambiente externo” do organismo (de fato, a cavidade do tubo digestório está em comunicação direta com o exterior, pela boca e pelo ânus). A urina contém dejetos que vêm das atividades dos órgãos, ou seja, do interior do corpo, do “ambiente interno”. Passam para o sangue e em seguida são filtrados e excretados pelos rins.

## Seleção indicativa de sites

### Sites da internet úteis para o professor para preparar suas aulas

- *La main à la pâte*: [www.inrp.fr/lamap/activites/corps\\_humain/accueil.html](http://www.inrp.fr/lamap/activites/corps_humain/accueil.html).
- L'école des sciences de Bergerac: [www.perigord.tm.fr/ecole-sciences/PAGES/Accueil.htm](http://www.perigord.tm.fr/ecole-sciences/PAGES/Accueil.htm). Especialmente: [perigord.tm.fr/ecole-sciences/PAGES/CORPSHUM/CorpsHum.htm](http://perigord.tm.fr/ecole-sciences/PAGES/CORPSHUM/CorpsHum.htm).
- Une salle de sciences en Ariège, com um exemplo de programação de atividades em biologia: [www.ac-toulouse.fr/ariege-education/sciencesO9/programmation\\_biologie.PDF](http://www.ac-toulouse.fr/ariege-education/sciencesO9/programmation_biologie.PDF).

### Sites úteis para os alunos em sua fase de pesquisa documental

- Expériences sur la digestion (Petits débrouillards/Palais de la découverte): [www.palais-decouverte.fr/feteint/juniors/html/exp.htm](http://www.palais-decouverte.fr/feteint/juniors/html/exp.htm).

- Uma enciclopédia júnior com um artigo e uma pasta da escola de Saint-Vallier sobre a digestão: [www.momes.net/dictionnaire/index.html](http://www.momes.net/dictionnaire/index.html).
- Informações complementares sobre o aparelho digestivo, em “dossiers de sciences, corps humain”: [www.chez.com/haplosciences/index2.html](http://www.chez.com/haplosciences/index2.html).
- Um banco nacional de imagens: [www.bsip.com/homeF/](http://www.bsip.com/homeF/).
- Cortes reais de um corpo humano (interessante, mas de difícil interpretação): [www.meddean.luc.edu/lumen/MedEd/GrossAnatomy/cross\\_section/index.html](http://www.meddean.luc.edu/lumen/MedEd/GrossAnatomy/cross_section/index.html)

## **No Brasil**

### **Sites da internet úteis para os alunos**

[www.canalkids.com.br/saude/corpo/digestivo.htm](http://www.canalkids.com.br/saude/corpo/digestivo.htm) – informações complementares sobre o processo de digestão.

[www.canalkids.com.br/saude/corpo/esofago.htm](http://www.canalkids.com.br/saude/corpo/esofago.htm) – informações sobre o esôfago.

[www.canalkids.com.br/saude/corpo/intestino\\_f.htm](http://www.canalkids.com.br/saude/corpo/intestino_f.htm) – informações sobre o intestino fino.

[www.canalkids.com.br/saude/corpo/intestin\\_g.htm](http://www.canalkids.com.br/saude/corpo/intestin_g.htm) – informações sobre o intestino grosso.

### **Livros**

FERRARI, E. A. Sistema digestivo. S.1. Ed. Brasilleitura, s.d. *Este livro traz informações básicas sobre o sistema digestório.*

SHOWERS, P. O que acontece com o hambúrguer. São Paulo: Ática, 1995. (Série Vamos Ler e Descobrir). *Este livro fornece informações básicas sobre os alimentos, digestão e hábitos alimentares.*

SUHR, M. Eu me alimento. Tradução Irami B. Silva. Ilustrações de Mike Gordon. São Paulo: Scipione, 1996. (Coleção Eu Vivo.) *Este livro apresenta aos pequenos leitores as primeiras noções sobre o corpo humano e a alimentação.*

RUSSELMAN, A. Próxima parada: estação barriga. Ilustrações de Anna Russelman e Stefan Schultz. Tradução Reny Hernandes. São Paulo: Ática, 2003. *Uma lição divertida e cativante para as crianças desenvolverem bons hábitos alimentares e, assim, crescerem mais fortes e saudáveis.*

### **Vídeo**

*Para onde vão os alimentos.* Produzido por Sutherland Learning Associates. Um filme para aprender sobre o processo digestório, desde o início da ingestão do alimento até a evacuação.

*Como utilizamos os alimentos.* Produzido por Coronet Films, 1993. Um filme que fala dos alimentos como meio de nutrição, energia e crescimento importantes para a saúde. Um ser de outro planeta por meio de sua visão de Raio X enxerga todo o processo de digestão.

*A química da digestão.* Produção de Coronet Films. São Paulo: Didak, 1980. Um filme que mostra os fenômenos que ocorrem durante a digestão.

*Como utilizamos os alimentos.* Produção de Coronet Films. São Paulo: Didak, 1993. Com explicações simples as crianças aprendem sobre o processo digestório, desde o início da ingestão do alimento até a evacuação.

### **Fontes**

- Na França: Este módulo foi testado com várias classes do CM d'Île-de-France em 2000 e 2001.
- No Brasil: Escola Estadual Marilene Terezinha Longhin, Escola Estadual Prof. Adail Malmegrim
- Gonçalves, em São Carlos e Água Vermelha, respectivamente – 3ª série.



# Que horas são em São Paulo, Moscou ou Tóquio?<sup>1</sup>

## Estudo dos fusos horários

Este módulo permite abordar o estudo da rotação da Terra ao redor de seu eixo e, de maneira simplificada, leva a algumas de suas conseqüências: a alternância dos dias e das noites e os fusos horários. As cidades estrangeiras de Tóquio e de Moscou foram escolhidas para os exemplos desenvolvidos porque suas posições na Terra oferecem vantagens pedagógicas que aparecerão mais adiante:

- Tóquio fica no hemisfério norte e seu meridiano está, aproximadamente, oposto ao de São Paulo, de maneira que é possível dizer “quando é dia em São Paulo, é noite em Tóquio”;
- nosso meridiano e o de Moscou fazem, grosseiramente, um ângulo quase reto, o que permite dizer, por exemplo, que “quando é meio-dia em São Paulo, começa a noite em Moscou”. Os conhecimentos que os alunos terão de construir neste módulo não serão mais sofisticados.

---

1. Nota de Tradução – No original, Paris, Pequim e Sydney.

## Contexto programático

| Objetivo do conhecimento                  | Objetivo deste documento  |  |
|---|---|--|
| O céu e a Terra                           | Competências específicas  | Comentários  |
| – A rotação da Terra e suas conseqüências | <p>Ser capaz, partindo de uma simulação material elementar do sistema Terra-Sol (uma bola e uma fonte de luz), examinar as diversas hipóteses que poderiam explicar a alternância dos dias com as noites e concluir que nenhuma observação familiar permite separá-los nitidamente.</p> <p>Saber que a Terra faz uma rotação em torno de seu eixo em vinte e quatro horas.</p> <p>Ser capaz de descobrir o sentido de rotação em torno de seu eixo.</p> <p>Ser capaz, a partir de uma maquete ou de um esquema, de estimar aproximadamente a hora em determinado lugar e assim aprender o princípio dos fusos horários.</p> | <p>Trabalho para ser realizado em relação à história e às idéias sobre o sistema solar (geocentrismo, heliocentrismo).</p> <p>Importante é o raciocínio, não a memorização do sentido.</p> <p>Uma representação simplificada da Terra, ilustrando os quatro períodos (manhã, tarde, começo de noite, madrugada), é suficiente. O detalhe dos fusos horários e a troca da data não fazem parte do programa. É a oportunidade de distinguir o momento (idêntico na Terra inteira) e a hora (que depende do lugar).</p> |

Este módulo pode também ter uma aplicação em parte do projeto de geografia (“Comparação das representações globais da Terra” na parte “Visão sobre o mundo: espaços organizados pelas sociedades humanas”) e permitir adquirir alguns dos conhecimentos apontados por este ensino:

- ser capaz de fazer uma busca em um atlas;
- ter compreendido e lembrar-se do vocabulário geográfico básico (ser capaz de utilizá-lo dentro do contexto apropriado).

A dimensão internacional da aprendizagem de uma língua estrangeira, parte integral do projeto deste ensino, pode igualmente encontrar seu lugar neste módulo, que permite diálogos pela internet com escolas estrangeiras e a formulação de algumas frases simples. Em inglês: *It is twelve o'clock in Paris, what time is it now in Sydney?* E em chinês:

### 法国时间是十二点, 现在是中国时间几点?

Estes conhecimentos iniciais em astronomia também assinalam o começo de uma aprendizagem que será continuada durante a escolaridade futura. No início do ensino fundamental, outras observações são complementares também: o aparente movimento do Sol em relação ao horizonte e sua evolução ao longo do ano; as horas do nascente e do poente e suas evoluções ao longo do ano. Estas observações dão uma primeira simulação e um primeiro nível de explicações, que serão aprofundados nas séries finais do ensino fundamental e no ensino médio.

– Nas séries iniciais do ensino fundamental: a hora tem relações (não-explícitas) com o aparente movimento do Sol; não é idêntica em todos os lugares da Terra. Sombra própria: a Terra tem partes iluminadas pelo Sol e partes na sombra. A rotação da Terra em volta de seu eixo e as suas conseqüências: princípio dos fusos horários. A revolução da Terra e de seus planetas em volta do Sol, considerada circular.

– Nas séries finais do ensino fundamental: a rotação da Terra em volta do Sol. A explicação das estações do ano. Noção de força, peso e massa.

– No ensino médio: gravitação universal. Segunda lei de Newton. Leis de Kepler. Simulação.

### Conhecimento e habilidades a adquirir até o fim do módulo

- Compreender que a rotação da Terra em volta de seu eixo frente ao Sol tem como consequência que a hora não é idêntica na Terra toda.
- Ser capaz de identificar o sentido de rotação da Terra em volta de seu eixo.
- Ser capaz de posicionar cidades sobre uma bola representando o globo terrestre, a partir de sua posição em um planisfério.
- Conhecer o seguinte vocabulário: hemisfério, equador, meridiano, pólos.
- Ser capaz de utilizar um mapa dos fusos horários com graduação de hora em hora.
- Ser capaz de utilizar uma maquete para indicar nela os momentos do dia em diversos países.

## Um possível desdobramento do módulo

O trabalho é baseado na seguinte questão desencadeadora: “Como é possível que no mesmo momento a hora não seja idêntica em duas cidades distantes?” O problema é complexo. Para resolvê-lo é preciso mobilizar e coordenar vários conhecimentos:

- o movimento de rotação da Terra em volta de seu eixo e as suas consequências sobre a alternância entre dia e noite;
- a hora em um lugar, determinada pela posição do meridiano daquele lugar em relação ao Sol;
- os elementos de marcação sobre o globo terrestre (meridiano, equador, pólos, hemisférios). A idéia é não considerar estes diferentes conhecimentos como preliminares, devendo ser tratados antes de abordar os fusos horários, mas, ao contrário, dar à questão inicial o papel de “fio condutor” que obriga a adquirir estes conhecimentos mais específicos ao mesmo tempo. No entanto, há pré-requisitos:
- a questão dos fusos horários, para ser tratada mesmo de maneira simplificada, requer que seja conhecido que a Terra é esférica;<sup>2</sup>
- os alunos devem saber que a hora não é idêntica em toda a Terra, antes de envolvê-los na procura de explicações. Geralmente isto é o caso, pois, para começar, basta um nível de conhecimento muito elementar (“quando aqui é dia, do outro lado da Terra é noite”).

| Aulas           | Questão inicial   | Atividades com os alunos                                     | Trabalho científico                         | Conclusão da aula, resultado   |
|-----------------|---|--|---|--|
| Aula preliminar | Observação do percurso do Sol ao longo de um dia.                       | Observação.  | Observação.                                 | Quando nossos relógios indicam meio-dia, o Sol está no auge de sua trajetória.   |
| Aula 1          | Como saber que horas são em um país distante?                           | Utilização de um mapa de fusos horários.                     | Objetivação e formulação do questionamento. | Os alunos sabem utilizar o mapa.   |
| Aula 2          | Quando é meio-dia em São Paulo, por que é noite em Tóquio?              | Coleta e confrontação dos conceitos.                         | Primeiras hipóteses.                        | Os alunos mal conhecem o vocabulário que precisa ser definido.   |
| Aula 3          | Elaborar um vocabulário (pólos, equador, hemisférios, meridianos etc.). | Pesquisa documental.   | Pesquisa documental.                        | Constituição de um vocabulário. Traçado do equador e de um meridiano sobre uma bola de isopor. A localização de São Paulo e de Tóquio. |
| Aula 4          | Que horas são em Tóquio quando é meio-dia em São Paulo?                 | Construção de uma maquete:<br>Luz direcionada + bola branca. | Primeiras simulações.                       | Quando há Sol em uma dessas duas cidades, a outra fica na sombra.  |

2. Apesar de ser difícil dominar esse conhecimento, em geral é suficientemente estável entre as 2ª e 4ª séries para que o módulo possa ser desenvolvido.

| Aula        | Questão inicial   | Atividades com os alunos   | Trabalho científico                 | Conclusões da aula, resultado   |
|-------------|---|--|-------------------------------------|---|
| Aulas 5 e 6 | Como explicar a alternância dos dias e das noites?                                  | Aprendizagem do uso da maquete.  | Hipóteses e primeiras manipulações. | A maquete não permite decidir entre várias hipóteses. Sabemos, porém, que a Terra gira em torno de seu eixo, frente ao Sol. |
| Aula 7      | Que horas são em Moscou quando é meio-dia em São Paulo?                             | Procura utilizando a maquete.  | Emergência de uma pergunta.         | Deve-se saber o sentido de rotação da Terra em torno de seu eixo.   |
| Aula 8      | Em que sentido a Terra gira em torno de seu eixo?                                   | Verificação de horários de competições esportivas internacionais na TV.<br>Manipulação: luz direcionada e bola branca. | Raciocínio.                         | A Terra, vista do Pólo Norte, gira em torno de seu eixo no sentido anti-horário.  |
| Aula 9      | Volta à pergunta da aula 7: que horas são em Moscou quando é meio-dia em São Paulo? | Manipulação da maquete.  | Solução.                            | Conhecendo o sentido de rotação da Terra em torno de seu eixo, os alunos respondem à pergunta e elaboram outras.            |
| Aula 10     | Como conservar o registro do que foi entendido?                                     | Relatar, por meio de diversos registros, em duas dimensões.  | Esquematização.                     | Construção de uma maquete em duas dimensões, fotos e esquemas para serem legendados.  |

Essa distribuição evidentemente é apenas um exemplo destinado a ser organizado pelo professor, em função de sua classe, de seu progresso e da programação estabelecida. A aula 3 apenas tem interesse se os alunos percebem que não conseguem exprimir corretamente seus pensamentos por falta de um vocabulário adequado. Não é certeza que isto ocorra nesta fase do trabalho. O professor deve decidir o momento certo, lembrando-se de que as definições tornam-se necessárias apenas quando o significado é assimilado. Também não é obrigatório dedicar uma aula inteira à pesquisa documental. Outra possibilidade é incentivar os alunos a verificarem o sentido das palavras que utilizam quando não têm certeza ou quando as confrontações geram discordâncias. A aula 4 é fácil e curta. Há professores que preferem integrar seu conteúdo à aula 2, indicando aos alunos onde devem colocar São Paulo e Tóquio em suas esferas. O módulo pode ser dividido em duas partes, uma tratada na 3ª série, a outra na 4ª série. Neste caso, sugerimos a seguinte divisão:

- na 3ª série, colocar a problemática da hora em várias cidades. Responder por um planisfério e uma maquete (luz direcionada e bola), indicando aos alunos o sentido da rotação da Terra em torno de seu eixo, que é a principal dificuldade do módulo;
- na 4ª série, após uma aula de revisão, algumas aulas seriam destinadas para refletir sobre as possíveis explicações da alternância dos dias e das noites e a questão do sentido de rotação da Terra em torno de seu eixo, em relação ao difícil problema do movimento relativo.

## **Aula preliminar – Observação da trajetória do sol ao longo de um dia**

A implementação pedagógica dessa atividade não está detalhada aqui. Lembramos, porém, os conhecimentos que deverão ser adquiridos até o final dessa aula preliminar:

- não confundir a hora e a duração;
- descrição simplificada do aparente movimento do Sol ao longo de um dia.

## Aula 1. Como saber que horas são em um país remoto?

Esta aula permite compartilhar as informações que todos possuem em relação à defasagem horária (a hora não é igual em todos os lugares da Terra) e utilizar um mapa simplificado dos fusos horários.

### Em conjunto: encenação

O ideal é poder basear-se em fatos precisos e objetivos. Assim, o professor apresenta o problema apoiando-se, se possível, em um evento representável por mídia (fita de vídeo...) e toma uma atitude misteriosa: “Mas como isso é possível? É noite em São Paulo e dia em tal país!... Será que isso é verdadeiro? Isso não é estranho para vocês?” Os alunos comentam e comunicam seus conhecimentos e eventuais experiências. O professor não valida nenhuma proposta. Satisfaz-se em animar as trocas de idéias e guardá-las na memória.

### Individualmente

Cada aluno tem a sua disposição um mapa de fusos horários em que também constam algumas cidades (fotocópia do anexo 1). Devem responder perguntas como:

- “É meio-dia em São Paulo, que horas são em Tóquio?”;
- “São 8 horas em São Paulo, que horas são em Nova York?”;
- “São 14 horas em Moscou, que horas são em Paris?”;
- “São 5 horas em Los Angeles, que horas são em Delhi?” etc.

### Em grupos pequenos

Os alunos confrontam suas respostas. Quando concordam, elaboram novas perguntas entre si. Quando não concordam, chamam o professor. Se for necessário, o professor propõe a utilização da segunda faixa móvel (vide anexo 1).

### Em conjunto

O professor repete como se utiliza o mapa e, para concluir, pede aos alunos que colem provas sobre as defasagens horárias entre os adultos a sua volta. Outras observações podem ser feitas, porém cuidando para não atrasar a aula:

- temos 24 fusos horários porque há 24 horas em um dia;
- foi usada como referência a hora de Brasília. É mais cômodo por que nós moramos aqui. O mesmo mapa poderia ser graduado a partir de outro lugar.

## Aula 2. Quando é meio-dia em São Paulo, por que é noite em Tóquio?

Os alunos procuram explicar por que a hora não é idêntica em todos os lugares da Terra. Utilizam em suas formulações um vocabulário que não dominam bem. O objetivo da aula é fazê-los tomar consciência da necessidade de definir o sentido dos termos que utilizam.

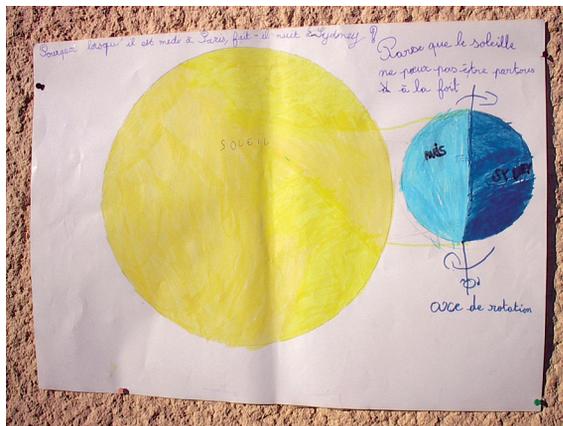
### Em conjunto

O professor faz o balanço das informações complementares obtidas pelos alunos. Em seguida, propõe o seguinte trabalho: “Tentar explicar por que quando é meio-dia em São Paulo é noite em Tóquio”. Num primeiro momento, a pergunta está limitada a duas cidades localizadas sobre meridianos consideravelmente opostos e a um instante determinado (no momento, há interesse apenas no fenômeno dia/noite).

### Em grupos pequenos

Os alunos elaboram uma ficha onde anotam, por meio de textos e desenhos, a explicação que imaginam. Muitos grupos formulam explicações “na direção certa”. Algumas podem ser aceitas momentaneamente: “O Sol não clareia todos os lugares ao mesmo tempo”; “O Sol não pode clarear São Paulo e Tóquio ao mesmo tempo”; “São Paulo fica de um lado da Terra, Tóquio fica do outro lado...”. Ao

mesmo tempo percebe-se que os alunos estão fazendo confusão e geralmente utilizam um vocabulário que dominam com dificuldade: “São Paulo e Tóquio não estão no mesmo hemisfério”; “São Paulo fica em cima, Tóquio em baixo”; “São Paulo fica perto do equador, mas Tóquio não” etc.



**Tradução:**  
Por que é noite em Paris e dia em Sydney? Por que o Sol não pode estar em todos os lugares ao mesmo tempo

Figura 1



**Tradução:**  
Por que Sydney está oposto a Paris

Figura 2

### Em conjunto

Os alunos explicam suas formulações.

O professor faz uma sinopse das expressões que os alunos utilizam (citadas anteriormente) e as anota para a próxima aula. Explica que, antes de prosseguir, é preciso procurar (ou definir) o significado desses termos encontrados nos documentos. Pede aos alunos que tragam para a sala de aula tudo o que têm disponível.

## Aula 3. Elaborar um vocabulário (pólos, equador, hemisfério etc.)

Cientes da necessidade de adotar um vocabulário exato, os alunos fazem uma pesquisa documental.

### Em grupos pequenos

Os alunos elaboram um pequeno vocabulário com as seguintes palavras: pólos, equador, hemisfério, meridiano. Quando preciso, recorrem a um desenho simplificado. Utilizam diversos recursos documentais tradicionais (dicionários, livros e revistas da Biblioteca, enciclopédias, atlas, mapas do mundo, o planisfério da classe ou emprestado pelas famílias) assim como digitais *on-line* ou *off-line*, permitindo buscas por palavras-chaves.

– CD-ROM:

o dicionário Robert Junior 1999 Havas Interactive, distribuído por JERIKO, produtos reconhecidos de interesse pedagógico (RIP) pelo Ministério Francês da Educação Nacional:

[www.educnet.education.fr/res/bliste.htm](http://www.educnet.education.fr/res/bliste.htm)

um guia completo encontra-se no site do CNDP: [www.cndp.fr/tice/ressources/Le\\_Robert/present.htm](http://www.cndp.fr/tice/ressources/Le_Robert/present.htm)

### **Em conjunto**

O professor avalia as definições encontradas, ajuda, se for necessário, em sua compreensão e volta a discutir as dificuldades que ele pode ter observado. Constituindo um glossário (vide Figura 3).

### **Individualmente**

As expressões anotadas durante a aula anterior são lembradas aos alunos que devem substituí-las por expressões corretas.

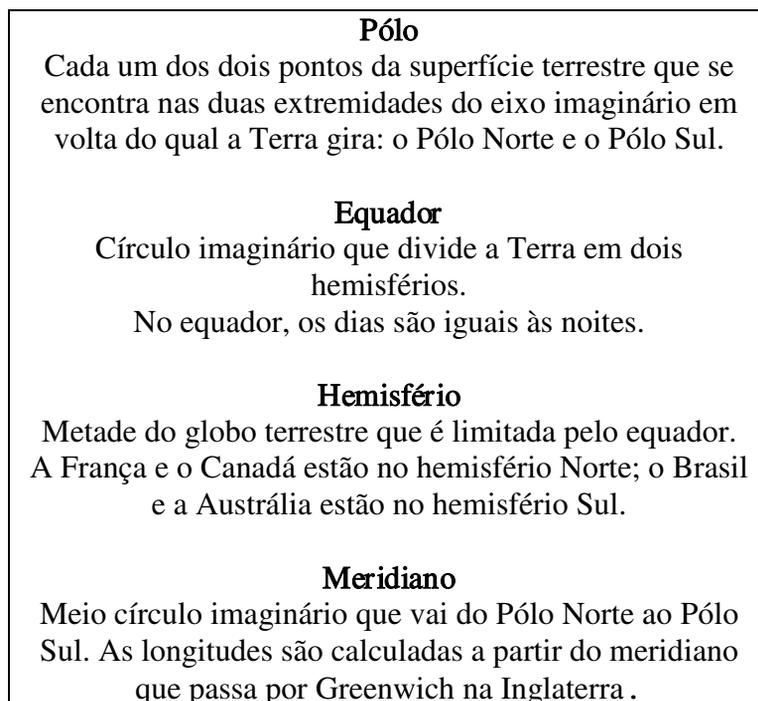


Figura 3

## **Aula 4. Que horas são em São Paulo quando é meio-dia em Tóquio?**

Os alunos colocam os pólos, desenham o equador e um meridiano sobre uma bola branca. Após terem posicionado São Paulo e Tóquio, realizam sua primeira simulação.

### **Objetivos**

Consolidar as definições encontradas anteriormente, visualizando-as sobre uma bola branca que representa a Terra (Figura 4, à esquerda, abaixo). Simular a posição da Terra em frente do Sol quando é meio-dia em São Paulo (Figura 4, à direita abaixo) e, em seguida, quando é meio-dia em Tóquio; compreender que nessa hora é noite naquela cidade.



Figura 4

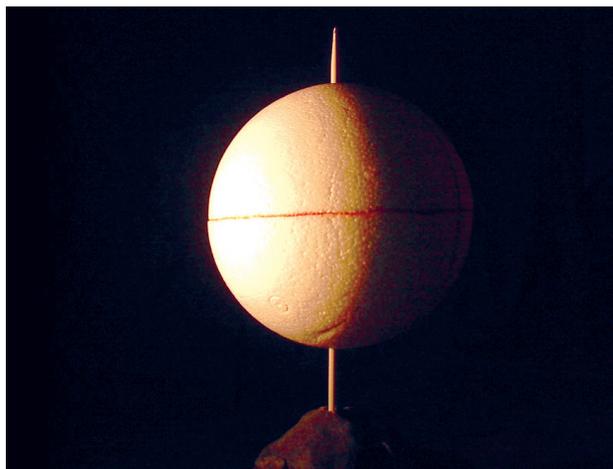


Figura 5

Nas fotos (acima e nas próximas páginas), a direção do Sol está perpendicular ao eixo dos pólos. Isso acontece apenas nos equinócios. Não é necessário tocar nesse assunto com os alunos (não faz parte do projeto), salvo se eles alegarem que a duração do dia não é sempre igual à duração da noite (vide a parte “Para ir mais longe”).

### Em grupos pequenos

Usando lápis, os alunos desenham o equador e um meridiano sobre duas bolas. Posicionam São Paulo nelas. Em seguida, procuram onde posicionar Tóquio com a ajuda dos globos terrestres disponíveis. Tendo à sua disposição duas bolas e uma lanterna, os alunos reproduzem a pergunta inicial.<sup>3</sup> A instrução é a seguinte: *Posicionar a bola em frente da lanterna de modo a reproduzir o que acontece quando é meio-dia em São Paulo. Sugerir que horas são, aproximadamente, em Tóquio. Fazer um desenho da experiência.*

Em seguida é dada a mesma tarefa, invertendo São Paulo e Tóquio.

### Em conjunto

Uma maquete maior é utilizada para fazer a síntese durante a qual o professor confirma as explicações propostas pelos alunos. Se for necessário, retorna-se às dificuldades encontradas. Isso ajuda na formulação da conclusão: “A hora não é a mesma em São Paulo e em Tóquio, pois, quando uma dessas cidades está iluminada pela luz do Sol, a outra está na sombra”.

Nesta fase, as manipulações dos alunos têm pouca precisão. Quando conseguem, de maneira estática, colocar o ponto representando São Paulo diante da luz e explicar que o ponto que representa Tóquio está na sombra, os movimentos respectivos da fonte de luz e da bola são erráticos. Isto não deve ser considerado preocupante no momento.

## Aula 5. Como explicar a alternância dos dias e das noites?

Manipulando as bolas e as fontes de luz, os alunos tentam reproduzir a alternância dos dias e das noites e levantam várias hipóteses.

### Em conjunto

O professor pergunta e se assegura da resposta correta.

3. Os *spots* ou lanternas de bolso representando o Sol são fontes de luz dirigida, enquanto o Sol verdadeiro ilumina por todo lado. É importante ter certeza de que isto não impedirá a compreensão dos alunos. Uma possibilidade para espalhar mais a luz da lanterna é deixar seu “vidro” (costuma ser plástico) fosco, passando uma lixa fina.

### **Em grupos pequenos**

Os alunos procuram uma explicação com a ajuda de sua maquete.

### **Em conjunto**

As diversas hipóteses são recapituladas e analisadas. Pode-se esperar a amostragem seguinte, dependendo do conhecimento dos alunos:

- a Terra gira em torno de seu eixo ou em volta do Sol;
- a Terra gira em volta do Sol;
- a Terra gira em torno de seu eixo (sem falar de um eventual movimento em volta do Sol);
- o Sol gira em volta da Terra.

Excepcionalmente, encontram-se respostas relevantes do pensamento infantil: “o dia é para brincar e trabalhar; a noite, para dormir”. Estas geralmente são eliminadas pelo debate entre os alunos. Na maioria dos casos, os alunos não conseguem manipular bem as suas maquetes, o que faz com que não haja consenso para determinar quais hipóteses devem ser aceitas ou rejeitadas. Será então necessária uma segunda aula de manipulação.

Assim, a aula termina, na maioria dos casos, em situação de divergência apontada pelo professor: a classe não conseguiu entrar em um acordo sobre a aceitação ou eliminação das hipóteses. Por outro lado, há uma preocupação comum: deve-se aprender a trabalhar melhor com a maquete.

## **Aula 6. A alternância dia/noite – utilização de uma maquete**

Os alunos aprendem a utilizar a maquete como se deve: como ferramenta de trabalho. Assim, se dão conta de que ela não permite separar certas hipóteses. No final da aula, o professor dá a explicação correta, porém explica que não pode ser comprovada na escola.

### **Em conjunto**

O professor explica aos alunos o papel da maquete e como utilizá-la. É uma ferramenta que lhes permite raciocinar. A bola representa a Terra, a lâmpada representa o Sol. Cada observação na maquete pode ser traduzida por um fenômeno da realidade. Por exemplo, se o ponto que representa São Paulo se encontra na área clara, isso se traduz, na realidade, pela proposição: “É dia em São Paulo”; por outro lado, se o ponto que representa Tóquio está na sombra, isso se traduz por: “É noite em Tóquio”. O professor recomeça um trabalho em grupos, e a orientação é examinar cada uma das hipóteses, porém, respeitando este modo de raciocínio.

### **Em grupos pequenos**

Os alunos voltam às suas manipulações. Indicam, para cada hipótese, se ela pode ou não explicar a alternância entre os dias e as noites.

### **Em conjunto**

As conclusões são tiradas. Frequentemente, os alunos se atrapalham e o professor não deve deixar dúvidas. Recomenda-se dar a “boa explicação” (a Terra gira em torno de seu próprio eixo), porém deixando claro que não vai ser possível explicar as razões que levaram os cientistas a essa conclusão. No entanto, os alunos são convidados a refletirem sobre o problema geral do movimento relativo, evocando experiências que podem ter tido: um trem que começa a se mover bem devagar e deixa a impressão de que é a paisagem que se move no sentido contrário; o elevador. Sem insistir demais, pode-se chegar a uma segunda conclusão: estamos em movimento relativo sem perceber.<sup>4</sup>

Obs.: Acrescentamos aqui que o modelo “A Terra gira ao redor do Sol”, embora correto em si, não é uma “boa explicação” para explicar a alternância de dia e noite.

4. A questão do movimento relativo, mesmo em linha reta, é difícil. Na história do pensamento, o primeiro que o explicou foi Galileu, que entendeu a relatividade do movimento.

## Aula 7. Que horas são em Moscou quando é meio-dia em São Paulo?

Neste momento ainda não é possível responder a pergunta. Pode-se afirmar apenas que Moscou se encontra no limite entre o dia e a noite. Para saber se é o começo ou o fim do dia, é preciso conhecer o sentido de rotação da Terra em torno de seu eixo. Essa aula tem por finalidade trazer à tona essa questão.

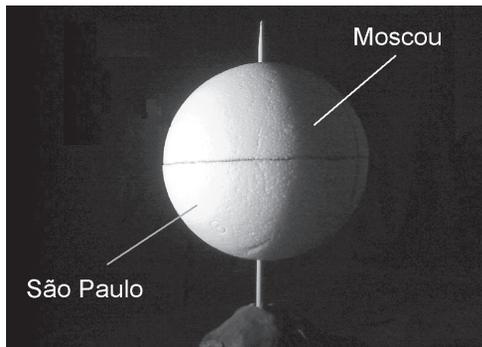


Figura 6. Se a Terra gira da esquerda para a direita (vide também Figura 7), então Moscou acaba de entrar no escuro, é noite nesta cidade. Mas se gira no outro sentido, a cidade de Moscou está se preparando para entrar na claridade: é manhã nesta cidade.

### Em conjunto

O professor lembra as conclusões da aula anterior e aponta a questão daquela aula. Diz que as respostas devem ser sustentadas por meio da maquete habitual, lembrando a maneira de utilizá-la.

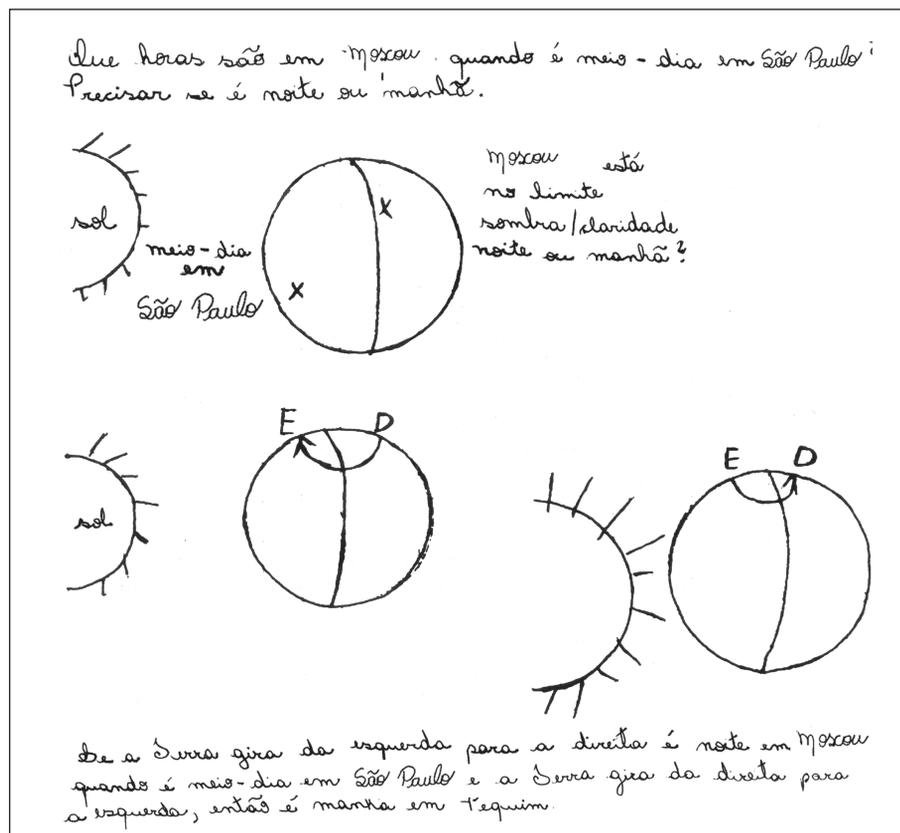


Figura 7

### Em grupos pequenos

Os alunos preparam suas maquetes posicionando São Paulo e Moscou. Manipulam e tentam entrar em acordo sobre a resposta à pergunta.

### Em conjunto

Os diversos grupos dão a resposta que escolheram. O professor organiza o debate. Baseando-se nos grupos que entenderam o problema corretamente, ajuda a chegar à conclusão: não há resposta à pergunta se o sentido de rotação da Terra em torno de seu eixo é desconhecido.

## Aula 8. Qual o sentido da rotação da Terra em torno de seu eixo?

Conhecendo o aparente movimento do Sol, os alunos deduzem o sentido de rotação da Terra em torno de seu eixo.

É conveniente que esta aula seja iniciada na véspera de algum evento esportivo internacional, como uma corrida de Fórmula 1, por exemplo.

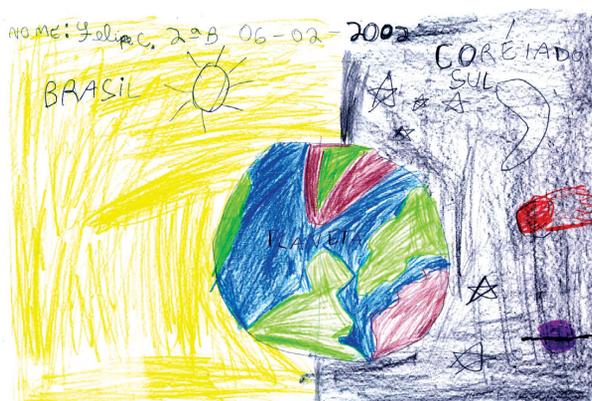


Figura 8. Hipótese sobre o fuso horário no Brasil e na Coréia do Sul, feita antes da Copa do Mundo de Futebol de 2002.

### Em conjunto

Em um globo terrestre o professor mostra onde se encontra o país onde ocorrerá o evento. Discute com os alunos se os relógios naquele país marcarão um horário anterior ou posterior àquele que marcam em nosso país.

### Em grupos pequenos

Os alunos discutem. Suas maquetes podem ajudá-los. Procuram descobrir a posição do país em que ocorre a competição. Procuram a posição do Sol na hora local em que está previsto o evento. Procuram fazer as duas hipóteses, a terra girando no sentido dos ponteiros do relógio (sentido horário) e no sentido anti-horário. Em cada hipótese: a luz do Sol chegará antes naquele país ou depois? Em outras palavras: no momento do evento os relógios daquele país marcarão um horário antes ou depois dos relógios no Brasil?

### Em conjunto

O professor orienta as trocas entre grupos e valida as soluções. Ajuda na compreensão, formulando ou fazendo formular raciocínios. Suponhamos, como exemplo, que o evento ocorrerá em um país europeu. Após discussão a classe formula coletivamente as duas hipóteses:

1. A Terra gira no sentido dos ponteiros do relógio (sentido horário), olhando-se de cima para o Pólo Norte, portanto na hora do evento os relógios onde ocorre o evento deverão marcar uma hora anterior (é mais cedo) àquela que marcam no Brasil.
2. A Terra gira no sentido anti-horário, olhando-se de cima para o Pólo Norte, portanto na hora do evento os relógios onde ocorre o evento deverão marcar uma hora posterior (é mais tarde) àquela que marcam no Brasil.

No dia em que ocorre o evento os alunos verificam as menções à hora local feitas pelo locutor esportivo e as comparam com o seu relógio.

## Aula 9. Que horas são em Tóquio?

Os alunos agora têm todos os elementos para compreender o princípio dos fusos horários. Voltam para a pergunta deixada em aberto na aula 7. Depois tratam de outros exemplos.

### Em conjunto

O professor lembra, por um lado, a pergunta não respondida – “quando é meio-dia em São Paulo, que horas são em Moscou?” – e, por outro, lembra a questão da rotação da Terra em torno de seu próprio eixo. Utilizando um globo terrestre, ele explica o significado da expressão “de oeste para leste”, que geralmente qualifica o sentido de rotação da Terra. Sobre a mesa, coloque uma maquete que poderá servir de suporte para os alunos.

### Individualmente

Os alunos procuram a resposta a essa pergunta e a escrevem. A correção é realizada coletivamente.

### Em conjunto

Agora a tarefa é aplicar a outras cidades o que os alunos aprenderam em relação a São Paulo e Moscou. Para não complicar, propomos cidades que se situam aproximadamente sobre o mesmo meridiano (Nova York e Lima) ou sobre meridianos que formam entre si um ângulo de mais ou menos 90° (Moscou, São Paulo e Los Angeles). Limitando as perguntas (e conseqüentemente as respostas) a quatro momentos específicos no dia (meio-dia, meia-noite, começo da noite e madrugada), a dificuldade dos exercícios possivelmente será reduzida.

Assim, o professor pede aos alunos que procurem essas três novas cidades e as coloquem em suas bolas. Em seguida, orienta os alunos a utilizarem a maquete para responder às perguntas escritas no quadro: “É meio-dia em Lima, que momento do dia é em Tóquio?”, “O dia está nascendo em Moscou, que momento do dia é em São Paulo?”; “A noite está começando em Nova York, que momento do dia é em Lima?” etc.

### Em grupos pequenos

Os alunos colocam as cidades propostas sobre suas bolas, procurando ajuda em atlas e globos terrestres. Em seguida, procuram responder às perguntas. Assim que entram em acordo entre si, elaboram novas perguntas.

#### Tradução:

Quando é meia-noite em Lima, que horas são em Nouméa? (aproximadamente)  
\* é noite em Nouméa.

Quando o sol se põe em Nova York, qual momento do dia é em Pequim?  
O sol nasce.

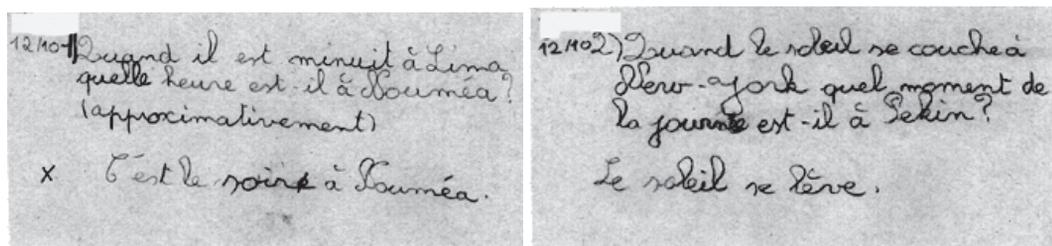


Figura 9

Durante a primeira fase, os alunos utilizam representações planas e esféricas da Terra e são obrigados a passar de uma forma à outra. O exercício é particularmente formativo, mas o tempo reservado deve ser suficiente.

### Em conjunto

O professor corrige as perguntas que ele mesmo fez. Repete alguns exemplos que podem dar problemas. Escreve duas frases no quadro: “A hora não é a mesma em São Paulo e Tóquio porque São Paulo e Tóquio não estão no mesmo hemisfério.”; “A hora é a mesma em Nova York, que fica no hemisfério Norte, e em Lima, no hemisfério Sul”.

Individualmente, os alunos escrevem sobre suas lousas se cada afirmação é verdadeira ou falsa. A primeira afirmação é corrigida e torna-se “A hora não é a mesma em São Paulo e Tóquio porque São Paulo e Tóquio não estão no mesmo meridiano”.

## Aula 10. Como memorizar o que foi compreendido?

São propostas várias atividades que têm por objetivo representar, em um espaço plano, o sistema Terra-Sol visto a partir do pólo Norte, de maneira a dar conta dos diversos momentos do dia (meio-dia, manhã, tarde, começo da noite, fim da noite).

### Atividade 1

O professor apresenta as fotos do Anexo 2 que tem reproduzidas. Individualmente, os alunos escrevem o momento do dia em cada uma das cidades. Em grupos pequenos, confrontam seus resultados. Utilizam a maquete para ajudá-los, se acham necessário.

### Atividade 2

A tarefa é construir a maquete reproduzida a seguir (o círculo representando a Terra gira em torno de uma presilha-bailarina, o círculo pode ser grande para facilitar a observação pelos alunos) e fazê-la funcionar, sempre a partir de perguntas como: “É tarde em Pequim, que momento do dia é em Los Angeles?” etc.

Pode-se melhorar o modelo dividindo o círculo em vinte e quatro setores, representando, assim, os vinte e quatro fusos horários.

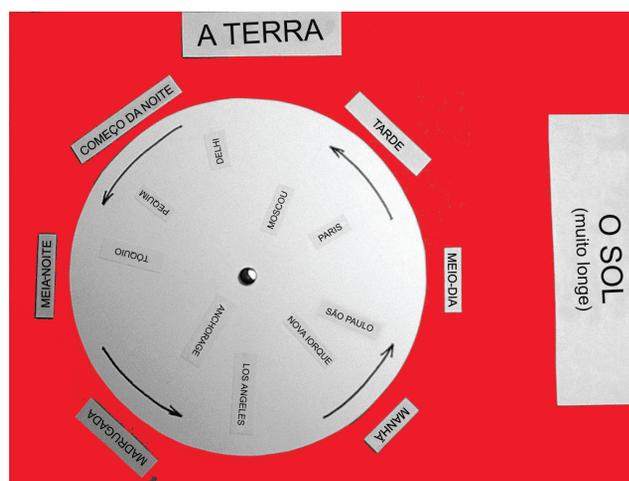


Figura 10

### Atividade 3

Chega-se à esquematização clássica. Os alunos devem legendar o esquema (ampliado) abaixo.

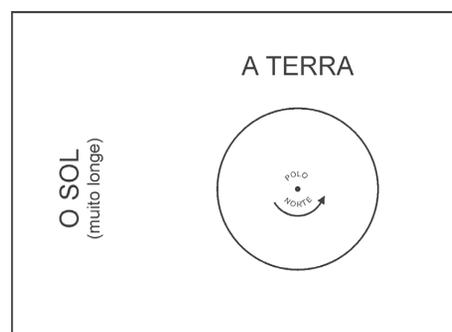


Figura 11. Colocar uma legenda indicando as zonas onde é:

- meio-dia;
- meia-noite;
- começo da noite;
- fim da noite;
- manhã;
- tarde.

## Condições de implementação do módulo

### Material para um grupo de alunos

- Um mapa com os fusos horários (em anexo);
- uma lanterna de bolso para representar o Sol, adaptada. Ver nota de rodapé da página 65;
- uma pequena bola (de isopor, por exemplo), furada de fora a fora por um eixo (agulha de tricô, espetinho de madeira), para representar a Terra. O tamanho da bola deve ser compatível com a largura do feixe de luz para encaixar nele. Para evitar qualquer risco de ferimento, o professor deve colocar o eixo no diâmetro da bola.

### Material para sínteses

- uma bola branca para representar a Terra, maior que as usadas pelos alunos;
- para representar o Sol, um *spot* ou uma lâmpada relativamente potente (100 W).<sup>5</sup> Se esta última solução for escolhida, deve-se cuidar da segurança do dispositivo e não deixar as crianças mexerem.

Também é útil dispor de alguns globos terrestres.

### Duração

São necessárias aproximadamente dez aulas de 45 a 60 minutos cada uma. O trabalho torna-se relativamente demorado, mas, assim, grande parte do projeto de astronomia é tratada simultaneamente com noções de geografia.

## Conclusão

Os principais conhecimentos apontados por essas aulas são os previstos pelo projeto oficial apresentado na parte “Contexto programático”. São relacionados essencialmente à astronomia, mas, de maneira secundária, também à geografia.

Além do conhecimento, os alunos tiveram atividades que permitiram refletir sobre os diversos pontos de vista válidos para explicar o mesmo fenômeno. Esforçando-se para tornar coerentes os fenômenos observados e descritos como pontos de referência terrestres (leste, oeste) ou na pessoa (esquerda, direita), com representação abstrata (a maquete ou o esquema), os alunos aprendem a descentrar-se e, assim, a desenvolver sua aptidão para se localizar no espaço.

Se houver oportunidade, um trabalho relacionado à Lua permitirá manipular a maquete novamente e avaliar até que ponto foram reaproveitadas as competências ligadas a seu uso e à representação mental no espaço.

Por fim, ao longo do trabalho, os alunos são levados a refletir, trocar idéias e argumentar. Devem expor seus pensamentos ou suas explicações por meio de textos e de esquemas. As formas e modalidades de produção são variadas (cartazes coletivos, anotações escritas individuais ou em grupos pequenos, glossários...). Todos esses elementos contribuem para seu progresso no domínio da língua.

5. A utilização de uma lâmpada de 100 W permite obter bom contraste, mas ofusca os alunos. Uma peça de papelão posicionada entre a lâmpada e a classe evita este inconveniente. É recomendável fazer esta demonstração em uma sala escura.

## Para ir mais longe

A necessidade de se ter uma hora universal pode ser abordada durante uma extensão. É útil ter, no mundo inteiro, uma hora comum para definir as datas de eventos de importância mundial (Que dia Neil Armstrong pisou na Lua?). Para isso, utilizamos a hora do fuso horário de Greenwich, que é chamado de hora universal ou tempo universal (T.U.).

No final dessas aulas, os alunos, por um lado, associaram a hora ao movimento aparente do Sol, e, por outro, manipularam as bolas e os *spots* para representar os fenômenos, o que pode levar os alunos a fazerem grande número de perguntas pertinentes e sem respostas fáceis.

“Por que a sombra do gnômon não é mais curta quando é meio-dia em nossos relógios?”, “Por que a duração do dia não é sempre igual à da noite?”<sup>6</sup> “O que é a linha de troca de data?” etc. O professor pode eventualmente ajudar os alunos a adquirirem alguns elementos de resposta. Porém, isso não deve ser considerado como obrigação. Além de possível, é recomendável que um módulo de atividades científicas termine com novas perguntas em aberto. Esse também é o caso de atividades científicas reais. Tendo por finalidade ajudar os alunos a descentralizarem suas perspectivas na ocasião de um trabalho sobre o sistema solar, é interessante evocar a alternância dos dias e das noites com outros astros: *Visto a partir do Sol, o planeta Júpiter gira uma vez em torno de seu eixo em aproximadamente 10 horas. Qual é a duração da noite joviana? Qual é a duração de uma tarde? Vista a partir do Sol, a Lua faz uma rotação em aproximadamente 30 dias. Qual a duração de um dia lunar? Em Le Petit Prince há a questão de um acendedor de lanternas de rua que vive em um planeta imaginário. Ele acende e apaga sua lanterna uma vez por minuto. Em quanto tempo esse planeta imaginário, visto de sua estrela, faz uma rotação? Qual é a duração do dia e a da noite?* Enfim, pode-se propor aos alunos para fazerem um trabalho documental pela Internet. Levando-se em conta os testes realizados, é preferível que os alunos trabalhem com listas já prontas:

- propor uma lista de instituições do tipo CNRS, CEA, NASA etc. com os significados de todas essas siglas;
- ter uma lista de dez sites colocada em ordem de pertinência; esta lista contém:
  - uma categoria de sites institucionais de qualidade variável em relação ao assunto, para os alunos encontrarem os melhores;
  - uma categoria de sites interessantes, não institucionais (páginas pessoais bem documentadas);
  - uma categoria de lixo (sites tendo pouco ou nada a ver com o assunto).
- por último, os alunos poderiam fazer buscas no real, com instrumento de busca e palavras-chave bem escolhidos.

## Seleção indicativa de sites

[www.fourmilab.ch/earthview/](http://www.fourmilab.ch/earthview/)

Site muito bom (em inglês), com imagens interativas do planeta com iluminação variável dia/noite.

[www-obs.univ-lyon1.fr/~ga/terre.html](http://www-obs.univ-lyon1.fr/~ga/terre.html)

Permite uma animação da Terra em rotação.

<http://195.221.249.130/Pointeurs/liens-img/science.htm>

Banco de imagens científicas. Recomenda-se escolher a imagem “la Terre, la nuit”. Essa imagem permite realizar o impacto da iluminação noturna; determinados continentes são iluminados, outros têm iluminação fraca: o acesso à eletricidade apresenta grande disparidade.

6. Esta questão não está explícita nos programas, mas pode se tornar assunto de um módulo, se o professor se sentir capaz de realizar esse trabalho.

[www.bips.cndp.fr/](http://www.bips.cndp.fr/)

O site anterior é um extrato deste banco de imagens, bom para conhecer, pois pode ser usado em todas as disciplinas.

[www.ac-nice.fr/clea/C1.html](http://www.ac-nice.fr/clea/C1.html)

Uma boa atualização para os professores sobre a medição do tempo e as coordenadas geográficas.

[www.planetobserver.com/commun/jsp/navigateur.jsp?espace=Ind&langue=fr](http://www.planetobserver.com/commun/jsp/navigateur.jsp?espace=Ind&langue=fr)

Clique em “navigateur” para obter uma imagem de alta definição da Terra, que pode ser observada em várias perspectivas (vistas polares, por exemplo).

[www.ac-poitiers.fr/pedago/ecoles/cederom-ien/former/ressourc/monde.htm](http://www.ac-poitiers.fr/pedago/ecoles/cederom-ien/former/ressourc/monde.htm)

Banco de imagens científico, grande número de documentos em “l’observation de la Terre”.

[www.teteamodeler.com/boiteaoutils/decouvrirlemonde/fiche29.htm](http://www.teteamodeler.com/boiteaoutils/decouvrirlemonde/fiche29.htm)

Nesta página do site encontram-se lindas imagens da Terra em várias fases do dia e da noite (clique em cima para vê-las na tela inteira), assim como uma ficha de atividades “fabricar uma mini-Terra”.

[www.rog.nmm.ac.uk/](http://www.rog.nmm.ac.uk/)

Site em inglês. Clicando em *Home of the prime meridian of the world*, o professor entende melhor o posicionamento do meridiano 0. O texto está em inglês e deve ser traduzido para os alunos. (Procurar no Google com a palavra-chave “Greenwich”).

[www.ens-lyon.fr/RELIE/Cadrans/](http://www.ens-lyon.fr/RELIE/Cadrans/)

Apresenta, ao mesmo tempo, explicações científicas e propostas pedagógicas relacionadas aos relógios de sol.

#### **No Brasil:**

<http://plantelturismo.com.br/fusohorario.htm>

<http://educar.sc.usp.br/bfl>

Página trilingüe feita por alunos brasileiros sobre o tamanho da sombra no Brasil, França e Látvia. Outros sites podem ser encontrados no Google procurando *fuso horário*.

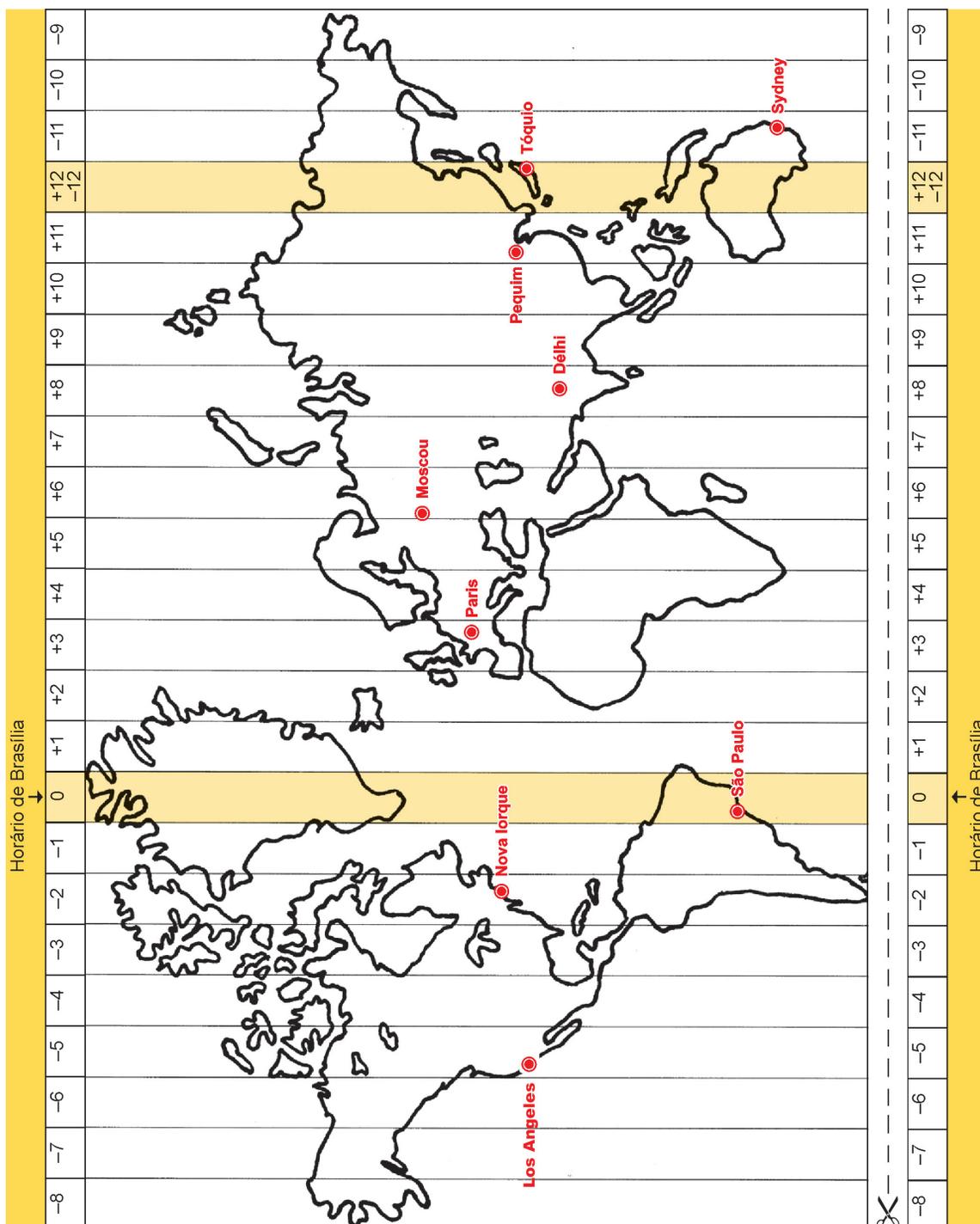
#### **No Brasil:**

Livro: MARTINS, C. Confuso horário. Belo Horizonte: Formato, 1995.

### **Fontes**

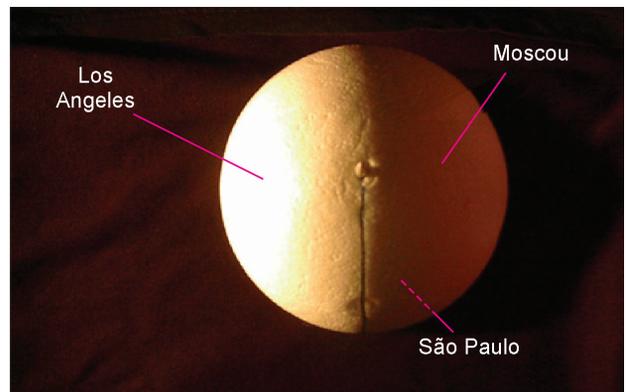
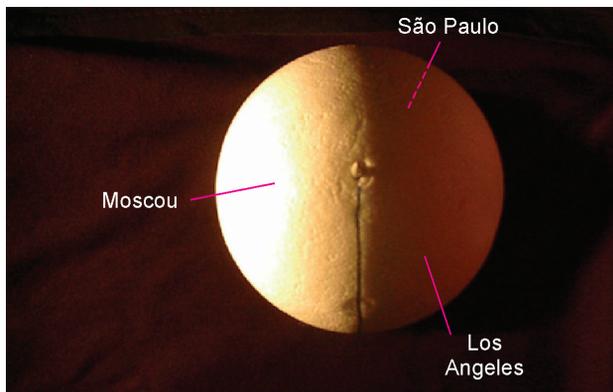
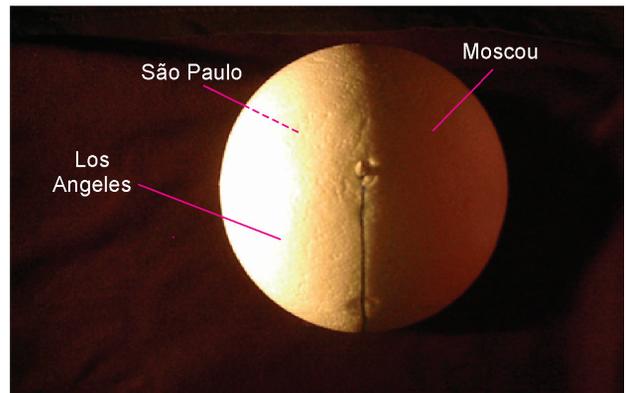
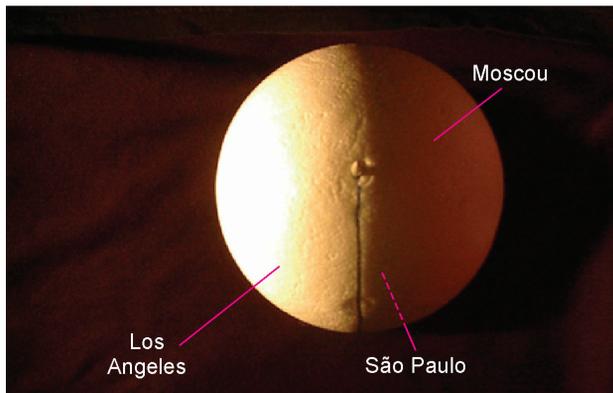
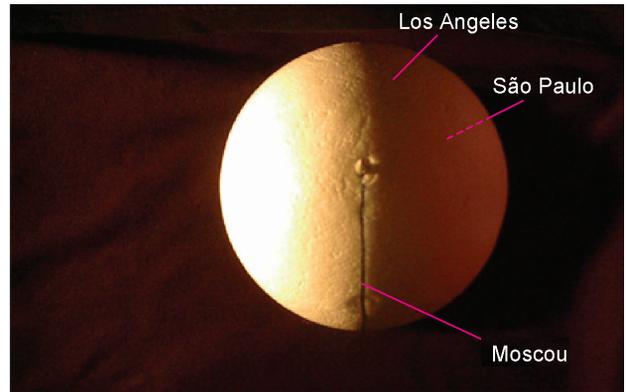
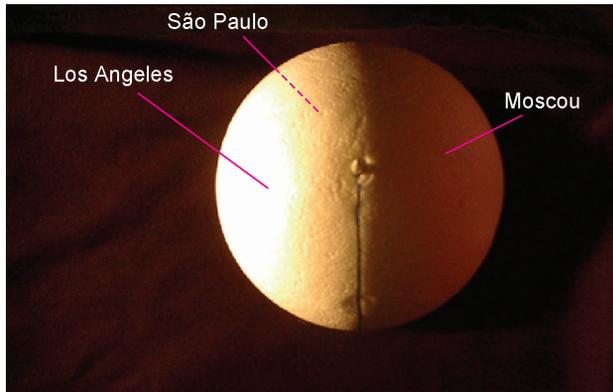
- Trabalho experimental na classe de CM1 da escola elementar de Beaupré-Le Châble (74) e na classe de CE2-CM1-CM2 da École du Chaumet em Évires (74), onde foram emprestados os documentos de alunos.
- No Brasil: Escola Estadual Attilia Prado Margarido, em São Carlos, SP – 7ª série.

## Faixa para usar na aula 1 e para síntese



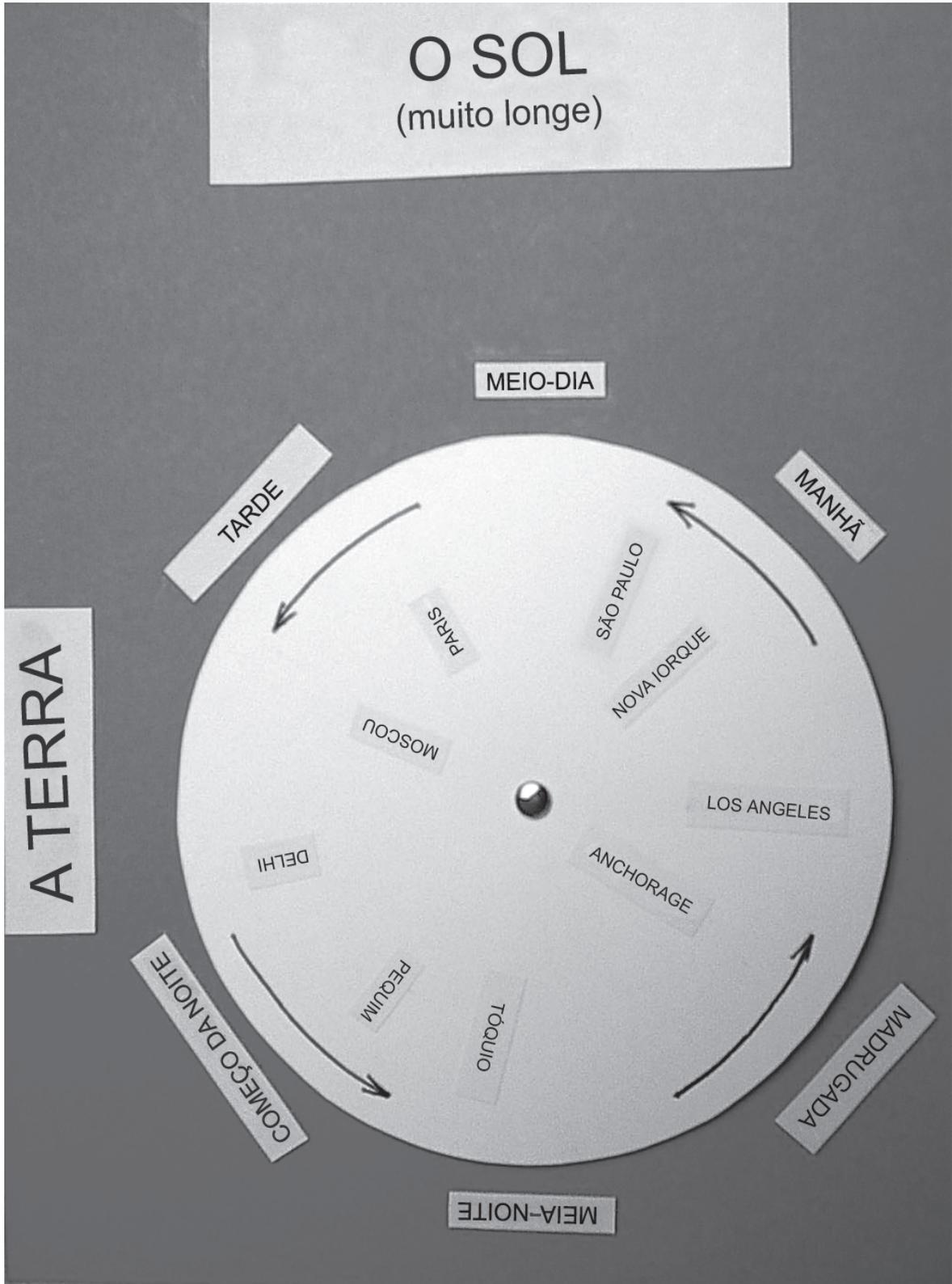
Este mapa pode ser fotocopiado e a faixa da direita cortada (deixando algumas horas a mais dos dois lados). Assim pode ser sobreposta sobre o mapa e o ponto de referência (zero) fica sobre qualquer fuso horário. Obtém-se, assim, a defasagem horária entre qualquer cidade de referência e qualquer fuso horário. Essa faixa deve ser utilizada no final da primeira aula, para ajudar os alunos que têm dificuldades, e depois no momento da síntese. As faixas aqui foram simplificadas – na verdade muitas vezes acompanham as fronteiras. Assim, a Paraíba usa o horário de Brasília, embora geometricamente esteja em outro fuso.

## Fotografias a serem utilizadas na aula 10



Fotografias a serem fotocopiadas e recortadas. Em cada uma, os alunos procuram o momento do dia em cada cidade. O professor lembra o sentido de rotação da Terra em torno de seu próprio eixo. Olhando-se para o Pólo Norte, São Paulo fica no hemisfério Sul, do lado não visível aqui.

## Para construir uma maquete





## funcionamento da alavanca

# “Dêem-me um ponto de apoio: levantarei o mundo”

Este módulo propõe atividades pedagógicas cujo objetivo é compreender que girar um sólido, por uma força de grandeza definida, será mais ou menos eficiente conforme a distância entre o eixo de rotação e o lugar onde essa força é aplicada. O estudo é realizado a partir de um objeto específico: a alavanca. Esta é constituída por uma barra rígida móvel em volta de um eixo de rotação chamado ponto de apoio. Uma alavanca modifica a força a ser aplicada. Além do objeto, a finalidade é aprender que o mesmo princípio está sendo usado em outros dispositivos técnicos. Escolhemos a ponte levadiça, que não é uma alavanca no sentido estrito, mas cujo funcionamento baseia-se no mesmo princípio. Uma aula é destinada ao reconhecimento do princípio das alavancas nos organismos vivos. Por meio desses exemplos, queremos ilustrar o interesse e a complementaridade de aproximações relacionadas a diferentes disciplinas: buscar um princípio geral (dispositivos técnicos, o mundo do vivente); construção; procura por uma solução técnica; e estudo de mecanismos. Assim, para levantar determinado objeto, pode-se, no limite, empregar uma força tão pequena quanto quiser, salvo se for utilizada uma alavanca suficientemente grande. “Dêem-me um ponto de apoio: levantarei o mundo”, disse Arquimedes três séculos antes de nossa era. Mas, em compensação, percebe-se que o objeto é levantado a uma altura menor. Este último aspecto, totalmente geral, tem grande importância teórica, pois está ligado ao princípio da conservação da energia.

Nesta configuração, a carga (cinco porcas grandes na caixa à direita) não pode ser levantada pela força provocada pelas seis porcas pequenas na caixa à esquerda.



Aproximando-se o ponto de apoio da carga, torna-se possível levantá-la.



Se a força provocada pela caixa à esquerda é aplicada mais perto do ponto de apoio, ela não consegue mais levantar a carga.



Figura 1. O princípio da alavanca.

## Contexto programático

| Objetivos do conhecimento  | Objetivos deste documento   |   |
|--|---|---|
| <b>Mundo construído pelo homem</b><br>– Alavancas e balanças; equilíbrios.   | <b>Competências específicas</b>   | <b>Comentários</b>  |
|  | Ser capaz de prever ou interpretar, qualitativamente, algumas situações de equilíbrio, principalmente quando as forças aplicadas não estão em distâncias iguais em relação ao eixo.<br><br>Ser capaz de aplicar as duas propriedades seguintes:<br>– uma força igual tem mais efeito sobre o deslocamento se for aplicada a uma distância maior do eixo;<br><br>– uma força grande tem mais efeito do que uma força pequena se ela for aplicada na mesma distância do eixo. | Por meio de realizações efetivas e concretas se dá a reflexão (exclusivamente qualitativa) dos alunos.<br><br>Exemplos possíveis: construção de um guindaste e equilíbrio do seu braço; fabricação de um móvel e seu equilíbrio; fabricação ou utilização de alicates, de alavancas e estudo de sua eficiência... |
| <b>O corpo humano e a educação para a saúde</b><br>– Os movimentos do corpo (funcionamento das articulações e dos músculos). | Ser capaz de estabelecer relações por comparação com as patas de animais. Ser capaz de ler radiografias e representações multimídia.<br><br>Ser capaz de conceituar e construir um modelo material simples, representando, aproximadamente, o papel dos músculos antagônicos no movimento de uma articulação.   | Este estudo inclui a implementação de atividades que permitem aos alunos questionar seus conceitos em dúvida, adquirindo uma visão funcional do movimento. Limita-se a uma representação muito simples.   |

### Conhecimento e habilidades que deveriam ser adquiridos ou estar em fase de aquisição pelos alunos no fim do módulo

- Ser capaz de reconhecer o princípio da alavanca em diversas áreas e de identificar o eixo em volta do qual ocorre a rotação.
- Saber que a eficiência de uma força exercida é maior quando aplicada à maior distância do apoio e que este princípio permitiu a construção das primeiras máquinas.
- Ser capaz de representar esse princípio por meio de um modelo simples.
- Ser capaz de representar, por meio de um modelo simples, o funcionamento de um sistema comportando uma articulação. Esta última competência talvez não seja adquirida até o final deste único módulo (vide a construção de uma grampa na seqüência “Como saber de onde vem o vento?”), mas encontra aqui uma contribuição.

## Um possível desdobramento do módulo

As duas primeiras aulas trazem a idéia da alavanca a partir de uma situação já conhecida (levantar a escrivaninha do professor) e da evocação dos trabalhos realizados pelo homem antes da invenção das máquinas motorizadas (as pirâmides do Egito, por exemplo). As duas aulas seguintes são destinadas a um estudo qualitativo mais exato do princípio das alavancas. As aulas 5 a 7 falam das alavancas em outro contexto: o das pontes levadiças. A aula 8 sugere a sensibilização à presença das alavancas nos organismos vivos. É um assunto mais difícil, sendo apenas um desdobramento.

| Aulas       | Questão inicial  | Atividades com os alunos  | Conclusão da aula, resultados  |
|-------------|--|---|--|
| Aulas 1 e 2 | Como levantar a escrivaninha do professor?<br>Como os homens dos tempos antigos levantavam cargas? | Procura de hipóteses dentro de um contexto aberto. Construção de uma maquete baseada na imagem de uma máquina antiga. | Separação em duas colunas: máquinas motorizadas ou utilizando a força humana.<br>Introdução da idéia da alavanca.  |
| Aulas 3 e 4 | Como reduzir o esforço por meio da uma alavanca?   | Exploração experimental do princípio da alavanca.   | Quando a carga está perto do ponto de apoio precisa-se de menos força para levá-la; quando a carga está longe deste ponto, precisa-se de mais força para levá-la, mas é levantada mais alto. |
| Aula 5      | Como se fabrica uma ponte levadiça?  | Construção com material modular.  | Os princípios das alavancas colocados em prática pelos alunos em outro contexto, mas não necessariamente de maneira ciente.  |
| Aula 6      | Onde se afixa o fio da passarela?  | Experimentação.   | Quando o fio está afixado longe do eixo, fica mais fácil levantar a passarela.   |
| Aula 7      | O que é igual; o que não é igual?  | Procura das diferenças e das semelhanças em duas situações, colocando as alavancas em jogo.                           | Abstração de um princípio comum e formulação definitiva de regras simples, porém gerais.   |
| Aula 8      | Existem alavancas nos organismos vivos?  | Reaproveitamento, argumentação.   | O lugar de inserção dos músculos é determinado para obter um movimento dentro de um sistema com articulações.  |

### Aula 1. Como levantar a escrivaninha do professor?

Propõe-se aos alunos levantar um objeto pesado, a escrivaninha do professor.\* Eles pensam como vão conseguir. Surgem, assim, duas categorias: os sistemas que utilizam a energia humana ou animal e os sistemas que utilizam outra forma de energia.

#### Em conjunto

O professor fala das enchentes, suas conseqüências dramáticas e a necessidade de levantar os móveis para protegê-los contra os danos da água. Propõe, então, o desafio de levantar a escrivaninha para

\* N. do T.: Mantivemos aqui o exemplo do texto original francês, embora no Brasil não haja escrivaninhas em sala de aula, e quando existem muitas vezes são tão leves que não seriam um bom exemplo. Caberá ao professor encontrar alternativas: armário na sala de aula ou em outros locais da escola, por exemplo.

colocar calços debaixo dos pés. Deixe um ou dois alunos testarem a operação sem ajuda e relatarem as impressões: “É pesado; machuca as mãos; dói as costas; não tenho músculos suficientes; a força...”  
 Surge o problema: imaginar como se poderia facilitar a tarefa para responder ao desafio.

### Em grupos pequenos

Os alunos imaginam dispositivos. Registram tudo por escrito ou por desenhos em seus cadernos de experimentos (Figura 2).

Algumas idéias:

- chamar mais pessoas;
- distribuir as tarefas: dois alunos levantam a escrivaninha enquanto outro coloca os calços;
- colocar um gancho no forro e levantar a escrivaninha com uma corrente;
- chamar um guindaste, um helicóptero, trazer um macaco de casa etc.;
- colocar uma tábua embaixo da escrivaninha e um tijolo embaixo da tábua e pular em cima!

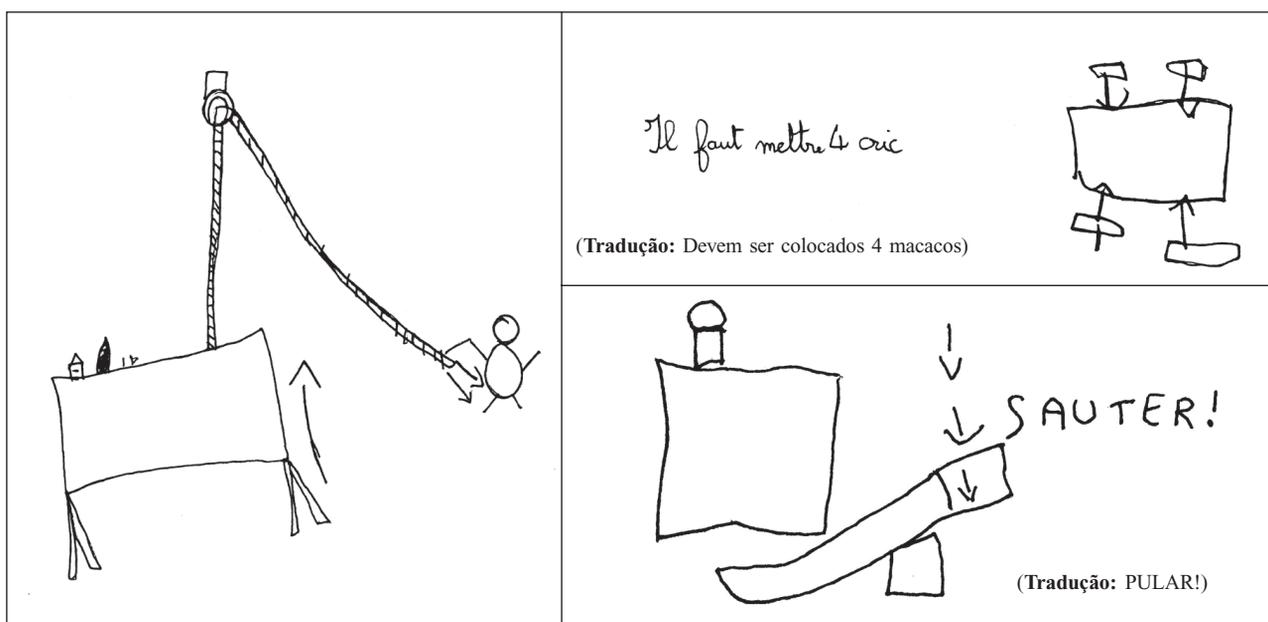


Figura 2

### Síntese coletiva

Cada grupo dá suas idéias. Essas idéias são colocadas em duas colunas de uma tabela: os dispositivos movidos pela força humana de um lado e os movidos por outra força de outro lado. Conclui-se dizendo aos alunos que haverá mais interesse pelo dispositivo da primeira coluna.

*Obs.:* Neste estágio, o professor não procura inserir a idéia da alavanca a qualquer preço. Se for proposta, será registrada da mesma forma que as outras da coluna nº 1.

## Aula 2. Como os homens da antiguidade levantavam cargas?

Os alunos constroem uma máquina baseada em alavancas, a partir de imagens que apresentam dispositivos dos tempos antigos. A aula leva a uma primeira formulação do que é uma alavanca.

*Obs.:* Será cômodo dispor de caixas de material de construção de brinquedo. Se não for possível, sarrafos e barbante bastam.

### Em conjunto

O professor fala de algumas construções realizadas desde o começo da humanidade, antes da existência de máquinas motorizadas. Pode evocar a construção das pirâmides, das quais mostra algumas imagens ou fotos, que indicam o caráter enigmático que ainda se nota em relação às técnicas empregadas para levantar massas enormes.<sup>1</sup>

### Em grupos pequenos

O professor distribui as imagens reproduzidas aqui, mostrando dois dispositivos que permitem levantar ou deslocar grandes blocos de pedra.<sup>2</sup>

Os alunos constroem uma maquete da máquina apresentada na Figura 3. Um de cada vez, vai para a escrivaninha testar a solução da Figura 4, em presença do professor, que cuida da segurança.

### Em conjunto

O professor orienta para as seguintes perguntas: estes dispositivos permitem diminuir o esforço necessário? É possível dar resposta positiva no caso do dispositivo da Figura 4, que já foi testado. A maquete da Figura 3, porém, não permite, necessariamente, responder: o prazer da construção e do jogo é, frequentemente, preponderante em relação ao estudo exato dos esforços a serem feitos, prematuro neste estágio. Assim o objetivo

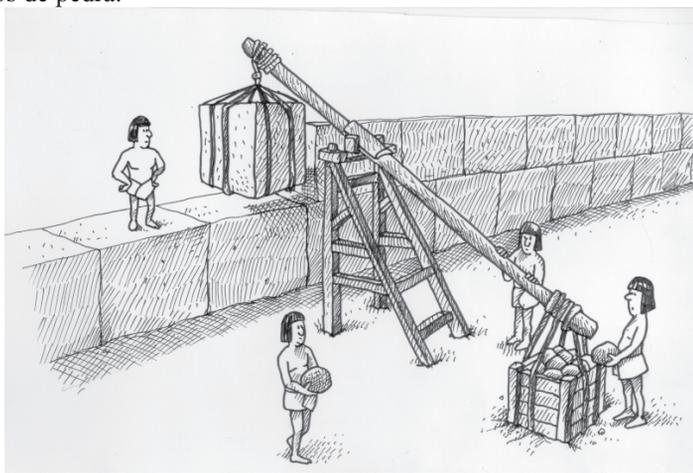


Figura 3. Ilustração de Vladimir Filipovic, © ZUNS, Belgrado.

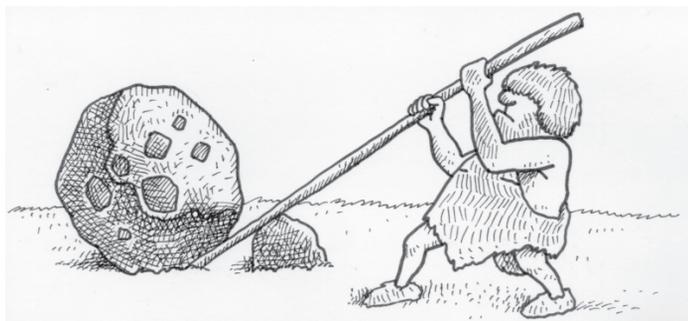


Figura 4. Ilustração de Vladimir Filipovic, © ZUNS, Belgrado.

1. São formuladas duas hipóteses principais: deslocamento sobre rampas levemente inclinadas e a utilização de máquinas baseadas no princípio da alavanca. As duas ainda geram problemas aos historiadores. Para uma eventual exploração pedagógica, consultar a parte “Para ir mais adiante”, no final do módulo.
2. O professor que desejar mais tempo a este módulo pode pedir aos alunos que eles mesmo se informem a respeito desta questão e que tragam para a sala de aula os documentos interessantes que encontrarem.

não é concluir, mas formular a questão e guardá-la na memória. A palavra “alavanca” é introduzida a partir da verificação do que essas duas imagens têm em comum.

Leva-se os alunos a elaborarem uma formulação inicial que será melhorada ao longo das aulas. As grandes idéias, neste estágio, são: uma alavanca é uma barra rígida capaz de girar em volta de um ponto fixo (pivô) e é manobrada pelo homem para levantar cargas.

## Aula 3. Como reduzir o esforço com a ajuda de uma alavanca?

Os alunos entendem que uma alavanca permite reduzir o esforço com a condição de atuar sobre as grandezas pertinentes.

### Material

– Para os alunos:

Uma caixa contendo dez porcas de massas idênticas é afixada a uma das extremidades de uma régua de aproximadamente 30 cm (vide Figura 5). A caixa representa a carga a ser levantada. Uma segunda caixa e uma fita elástica que permita afixá-la são preparadas também, mas a caixa não é afixada sobre a régua: isto será a tarefa dos alunos, que perceberão o efeito da distância até o pivô.

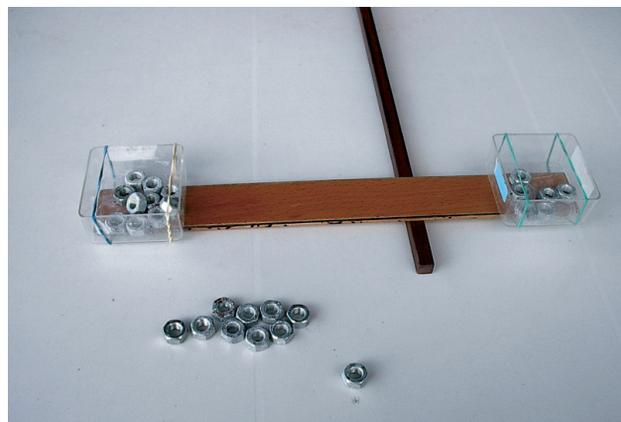


Figura 5

– Para o professor:

Réguas ou sarrafos mais compridos podem ser oferecidos aos alunos que já terminaram seus primeiros experimentos.

### Em conjunto

O professor explica aos alunos que eles vão trabalhar com alavancas parecidas com a da maquete que fizeram (Figura 3), porém, mais simples, mais práticas e mais resistentes. Apresenta o material (vide Figura 5). Imaginamos um mundo em miniatura onde os homenzinhos não conseguem levantar mais do que uma porca por vez. Utilizando o material fornecido, devem colocar dez porcas na primeira caixa. A instrução se inicia. O professor verifica que os alunos percebem corretamente a correspondência entre os elementos da Figura 3 (a imagem da máquina verdadeira) e os da Figura 5 (a maquete).

### Em grupos pequenos

Os alunos fazem seus primeiros experimentos com as porcas adicionais, que colocam na segunda caixa. São encorajados a tentar de diversas maneiras, por meio de perguntas incentivantes.

“Você consegue utilizando menos porcas?”

“É possível levantar a carga mais para o alto?”

“Onde você amarrou a segunda caixa? Você tentou amarrá-la mais perto ou mais longe?”

O professor dá aos grupos mais rápidos a segunda régua de 50 cm.

“Tenta com a outra régua. O que isso muda?”

É importante que os alunos percebam, por meio desses experimentos realizados, a influência dos diversos parâmetros (posição do ponto de apoio, posição da caixa contendo as porcas que acrescentam, comprimento das réguas), assim como as conseqüências disso (aumento ou redução do número de porcas necessárias, altura da elevação).

### Em conjunto: unificação

O objetivo desta última fase é unificar as diversas observações que foram feitas. A síntese, que será feita no fim da próxima aula, após outras manipulações, destacará as poucas regras do princípio das alavancas.

## Aula 4. Como reduzir o esforço com a ajuda de uma alavanca?

Os alunos sistematizam as observações da aula anterior. Ao fazer a síntese, estas observações são estruturadas por algumas regras simples que melhoram a noção de alavanca.

### Material

É idêntico ao material da aula anterior. Sabemos que o pivô é uma régua ou uma vareta com secção quadrada. É importante para chegar corretamente à solução do problema número 1 (vide abaixo).

### Em conjunto

São apresentados três problemas aos alunos:

- Quantas porcas precisamos ter em uma das caixas, quando na outra temos dez e o pivô está no meio?
- Qual é o menor número de porcas necessário para levantar a caixa de dez porcas?
- Até que altura máxima podemos levantar a caixa contendo as dez porcas? Quantas porcas foram utilizadas?

### Em grupos pequenos

Os alunos experimentam e chegam a um acordo sobre a melhor solução imaginada para resolver cada problema.

### Individualmente

Os alunos fazem um desenho que explica, para cada caso, onde o grupo colocou o pivô e até que altura a caixa contendo dez porcas foi levantada.

### Síntese coletiva

Baseia-se essencialmente nos experimentos dos alunos. Acompanhando, o professor pode ter vantagem se colocar um dispositivo experimental de forma visível

por todos: uma prancha resistente de 2 m aproximadamente colocada sobre um pedaço de tronco. Sob supervisão do professor, dois alunos com corpulência diferente se posicionam sobre o balanço assim constituído. A demonstração contribuiu para ilustrar a segunda e terceira regra abaixo:

- Quando o pivô está no centro, a alavanca está em equilíbrio; as cargas são idênticas.
- À medida que a carga é colocada mais perto do pivô, fica mais fácil levantá-la, mas a altura fica menor.
- Quanto mais longe do pivô, fica mais difícil levantar a carga, mas a altura alcançada é maior.

Esta regras melhoram a noção da alavanca, que já foi tratada na ocasião de uma formulação inicial durante a aula 2.

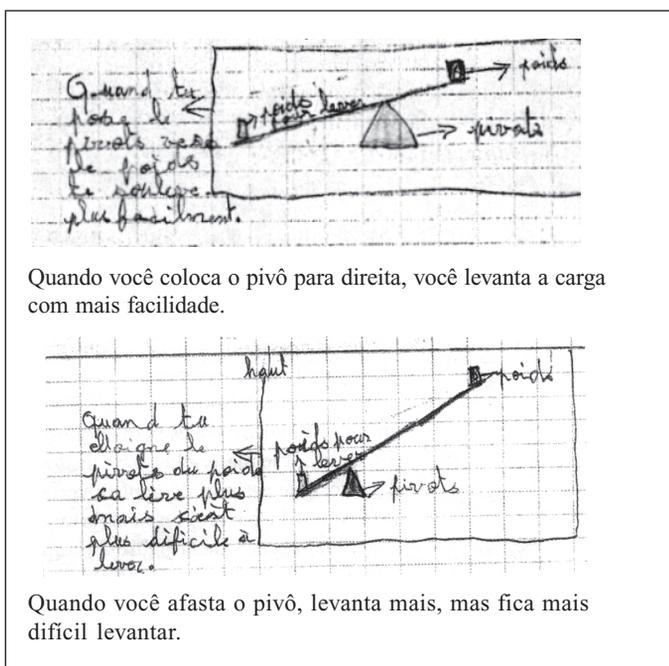


Figura 6

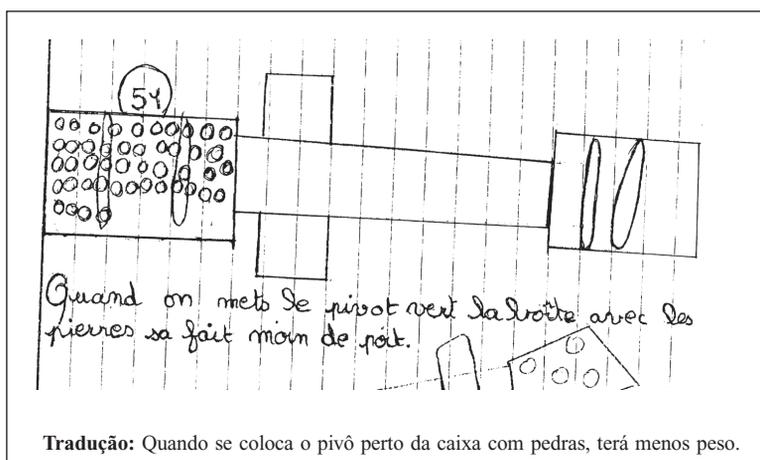


Figura 7

Para terminar, seria interessante discutir a famosa frase de Arquimedes: “Dêem-me um ponto de apoio e levantarei o mundo” (ou seja, a Terra) e seus limites práticos (comprimento da alavanca e resistência de seu material).

### Possíveis dificuldades

Alguns alunos pensam que, quando o ponto de apoio é colocado mais perto da carga, esta última parece menos pesada (Figura 7). Esses alunos podem ser convidados a tentar levantar a escrivaninha outra vez (como na aula 2), agindo perto do ponto de apoio e, em seguida, mais longe. Deveriam saber que não ficam mais fortes no segundo caso, mas que a tarefa é mais fácil. Um trabalho com balança pode ser um complemento interessante.

## Aula 5. Como construir uma maquete de uma ponte levadiça?<sup>3</sup>

Os alunos já se familiarizaram com o princípio da alavanca e têm atividades dentro de um contexto especial. Colocam em prática seus conhecimentos em um contexto diferente.

### Em conjunto

O professor pode iniciar com uma história de príncipe onde aparece um castelo. Pode mostrar um filme de vídeo. A idéia que eles têm da ponte levadiça será suficiente para começarem o trabalho. O professor apresenta a tarefa: construir uma ponte levadiça, igual às pontes dos castelos fortificados. Não diz aos alunos que é uma extensão do estudo das alavancas. Se eles se derem conta sozinhos, eles deverão ser encorajados a pôr em prática o que sabem, perguntando qual semelhança vêem entre uma ponte levadiça e uma alavanca. Temos, porém, a impressão de que, para a maioria da classe, isso poderá ser explicado apenas na aula 7.

### Em grupos pequenos

Os alunos constroem do jeito que eles entendem. O professor os ajuda com pequenos problemas técnicos: construção da passarela e instalação de um mecanismo que permite sua rotação, guiamento dos cordões, resistência dos pilares etc. Por outro lado, não interfere na



Figura 8. Ilustração de Vladimir Filipovic, © ZUNS, Belgrado.

3. A organização fica mais fácil se o professor tiver caixas de material de construção de brinquedo.

escolha dos pontos de fixação dos cordões à passarela da ponte. Pode-se mostrar uma imagem de uma ponte levadiça aos grupos que eventualmente tenham dificuldade.

### **Em conjunto**

Cada grupo mostra sua maquete, explicando as dificuldades enfrentadas e a maneira como foram resolvidas. Não há certeza de que todos os grupos consigam terminar até o final da aula. O professor verá se deve propor uma aula extra ou se deixa algum tempo entre esta aula e a próxima para que todos os alunos possam terminar suas construções.

## **Aula 6. Em que ponto da passarela deve-se prender o barbante?**

Os alunos imaginam e realizam um experimento com a finalidade de mostrar que é mais fácil levantar a passarela quando os barbantes estão presos longe do eixo de rotação ao qual se fixou a ponte.

### **Em conjunto**

O professor seleciona duas construções, uma na qual o cordão que deverá levantar a passarela será afixado na extremidade desta e outra onde será afixado no meio da passarela. Pergunta à classe qual opção necessita de menos força para levantar a passarela. Deixa os alunos darem suas opiniões por alguns minutos, mas não valida nenhuma delas. Em seguida, sugere aos alunos que procurem, em grupos pequenos, a maneira de comprovar qual solução é a melhor. Se todos os grupos afixarem os barbantes na extremidade da ponte, pergunta-se aos alunos por que fizeram assim. Em função dos argumentos expostos, sugere aos alunos que justifiquem suas escolhas por meio de experimentos. Mas o professor impõe outra limitação: os alunos não poderão construir pontes levadiças, deverão elaborar seus métodos a partir do material disponível: diversas régua, sarrafinhos de madeira, fitas elásticas, diversas massas, cordão, cliques etc. O objetivo dessa limitação é obrigar os alunos a se dedicarem ao princípio, independentemente do que se quer construir na prática. Este método corresponde à prática industrial real. Quando, por exemplo, é preciso estudar a eficiência de um novo sistema de freio automotivo, os ensaios são realizados na banca de teste, não em veículos reais, o que se tornaria demorado e oneroso demais.

### **Em grupos pequenos**

Os alunos constroem um dispositivo. O professor orienta-os em direção a um experimento comprovador. Os ensaios realizados mostram que os alunos não encontram nenhuma dificuldade na simulação de uma passarela e na fixação de um barbante no meio ou na extremidade desta. Por outro lado, não entendem bem por que lhes foram impostas abstrações. Eles procuram completar seus dispositivos estendendo os cordões até uma manivela, igual à maquete que construíram antes. Nesse momento o professor interfere com um questionamento apropriado: “Se a construção parar neste estágio, você consegue responder à pergunta que se impõe?”. Outros aspectos têm de ser destacados. Os alunos tentam descobrir “à mão” qual o esforço necessário para levantar a passarela. Se esta for leve demais, as diferenças não se comprovam. Outros alunos nem pensam em comparar: levantam a passarela (por exemplo, com o cordão afixado na extremidade) e concluem: “Sim, assim é fácil...”. Por todas estas razões, e outras talvez, pode ser útil sugerir um reagrupamento.

### **Agrupamento**

Tem por finalidade analisar as dificuldades encontradas, comparar as soluções imaginadas e trocar idéias.

- Que material escolher para experimentar? As propostas são examinadas e a discussão deveria levar à estrutura mais simples: um sarrafinho com uma de suas extremidades deitada sobre um suporte e a outra sustentada por um cordão, cuja extremidade é simplesmente segurada na mão.
- Quantos dispositivos precisam ser construídos para responder a pergunta? O objetivo é que todos

os grupos entendam a necessidade de comparar dois dispositivos que diferem apenas pela posição do ponto de fixação do barbante.

- Como resolver o problema gerado pelo fato de a passarela ser leve demais? Podemos torná-la mais pesada, colocando sobre ela uma caixa cheia de porcas (ou qualquer outro objeto apropriado). Responder essas perguntas pode levar a uma experimentação, que comprova a solução que consiste em afixar o cordão no ponto mais distante possível do eixo.

No entanto, o professor pode iniciar um questionamento mais científico no que diz respeito à comparação das forças: “Medir o esforço com a mão não é muito científico: é possível encontrar um método melhor?” Geralmente, a resposta precisa do auxílio do professor, que pode propor o uso de elásticos com tensão suficientemente fraca para adaptar-se às forças em jogo. O método está ilustrado na Figura 9. Pode ser usado outra vez em relação aos planos inclinados, se a classe for estudar o assunto (vide a parte “Para ir mais longe”).

Assim, no final desse tempo de reagrupamento, todos os grupos são capazes de retomar suas experiências.

### **A volta aos grupos pequenos**

Os alunos voltam às suas experiências, registram-nas em seus cadernos de experimentos e anotam suas conclusões.

### **Síntese coletiva**

É rápida. Seu objetivo é responder à pergunta inicial: é mais fácil levantar a passarela quando o cordão é afixado longe do eixo.



*Figura 9.* Percepção direta ou medida com fita elástica: percebe-se a influência da posição do ponto de fixação.

## **Aula 7. O que é igual, o que não é igual?**

Os alunos relacionam as atividades das diversas aulas e reconhecem, dentro de formas diferentes, que há um princípio comum, que agora formulam de maneira mais geral.

### Em conjunto

O professor retorna os dois dispositivos: a régua deitada sobre um apoio e uma caixa com porcas sobre uma de suas extremidades. A passarela da ponte levadiça agora está mais pesada por causa da caixa com as porcas. O dispositivo é reproduzido esquematicamente no quadro (vide Figura 10).

O professor dá as instruções. Em grupos pequenos, os alunos anotam numa tabela com duas colunas: “o que é igual” e “o que não é igual”.

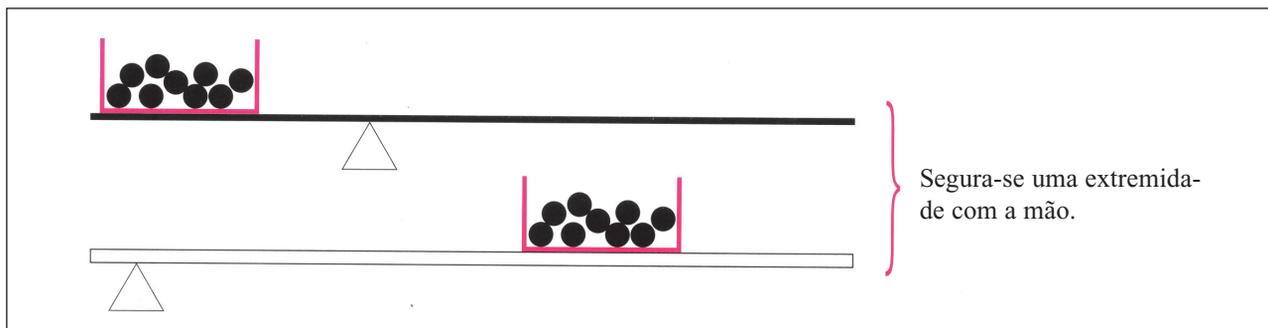


Figura 10

### Em grupos pequenos

Os alunos discutem entre si e preenchem as tabelas.

Se derem atenção exclusivamente à descrição dos objetos e não aos princípios fundamentais, o professor inicia um questionamento apropriado que os orienta para esta segunda reflexão: “Como tornar o esforço necessário para levantar as caixas o menor possível? Será que é igual nos dois exemplos?”

### Síntese coletiva

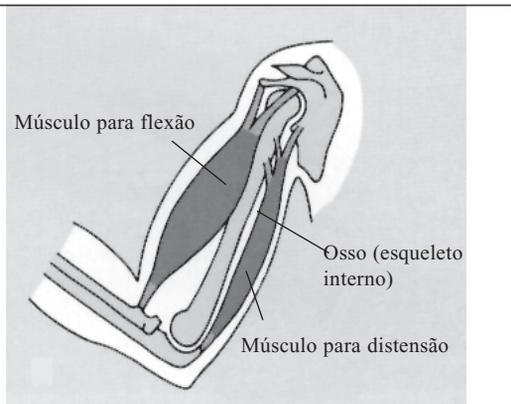
O professor anota e comprova as diversas propostas. É interessante a semelhança entre os papéis representados pelo eixo de rotação da ponte levadiça e pelo ponto de apoio. Podemos dizer a mesma coisa da posição do ponto de apoio: há dispositivos onde este ponto está posicionado entre os pontos onde são aplicadas as forças (por exemplo, a máquina da Figura 4); há outros, onde ele se encontra na extremidade (o que é o caso das pontes levadiças). Em seguida, o professor confirma e destaca a semelhança essencial que justifica este momento do trabalho. Formulamos essa semelhança em seguida, reproduzindo os termos do projeto, porém os alunos podem evocar outras formulações equivalentes: a mesma força tem mais efeito sobre a rotação quanto mais distante é aplicada do eixo e uma grande força tem mais efeito que uma força menor quando é aplicada à mesma distância do eixo.

## Aula 8. Há alavancas nos organismos vivos?

Deve ser destacado que o princípio da alavanca também se encontra no mundo vivo. O professor encontrará, porém, certa dificuldade.

Todavia, o professor perceberá que os alunos têm certa dificuldade em isolar o mecanismo básico da alavanca como parte de um organismo vivo complexo. Portanto, deverá ajudá-los a estabelecer a esquematização necessária. Por exemplo, no momento de refletir sobre os pontos de fixação dos tendões aos ossos, muitos alunos cometem o erro ilustrado na Figura 11. Para compreender o papel dos músculos no movimento das articulações são necessárias várias aulas (indicamos um exemplo em nossa seleção de sites). Suponhamos que esse exemplo tenha sido efetuado e indicamos aqui mais dois casos em que o princípio da alavanca intervém.

On marche debout surtout avec les os.  
 Si on avait pas d'os on serait aplati.  
 Les os sont reliés au muscle par des tendons.  
 Les os sont fragile.  
 Si on tombe et qu'on se fait trait mal peut-être l'os est cassé,  
 il faut aller à l'hôpital.  
 Le squelette du cheval est presque pareille que celui de l'homme.



**Tradução:**

A gente anda em pé principalmente com os ossos.  
 Se não tivéssemos ossos, estaríamos derrubados. Os ossos são ligados aos músculos por tendões.  
 Os ossos são frágeis.

Figura 11. Afixação dos músculos sobre os ossos: um exemplo de alavanca. À esquerda: um erro freqüente. À direita: o esquema correto. Ilustração de Vladimir Filipovic, © ZUNS, Belgrado.

**A articulação da asa de um inseto**

Os alunos tomam conhecimento da ficha de trabalho (anexo 1). O professor dá todas as informações para que os alunos a entendam. Deve-se dar atenção especial à compreensão de um esquema representando uma secção do tórax de um inseto e à defasagem de escala na representação da espessura da cutícula (a pele externa dos insetos). Essa modificação tornou-se necessária para poder colocar as presilhas bailarinas. Também convida os alunos a ler outra vez, em seus cadernos ou livro, a lição sobre a articulação do antebraço do ser humano e o papel dos músculos. Em seguida, os alunos trabalham próximos um do outro, a fim de trocar idéias entre si e refletir. Executam individualmente o trabalho solicitado na ficha. O professor faz uma recapitulação para a turma inteira com base nas maquetes feitas pelos alunos ou em uma maquete maior que ele mesmo confeccionou (vide Figura 12).

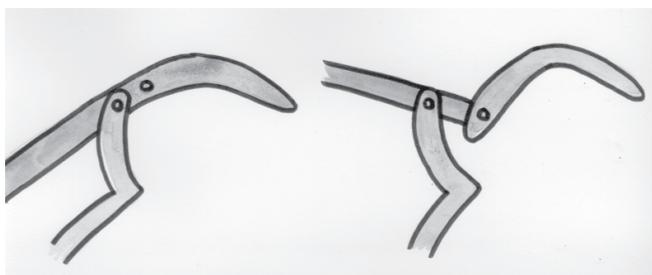


Figura 12. Ilustração de Vladimir Filipovic, © ZUNS, Belgrado.

O corte do tórax, com músculos contraídos, tal como os alunos esperavam, está na Figura 13 (à direita), para ser comparada com a figura à esquerda, em que os músculos estão relaxados.

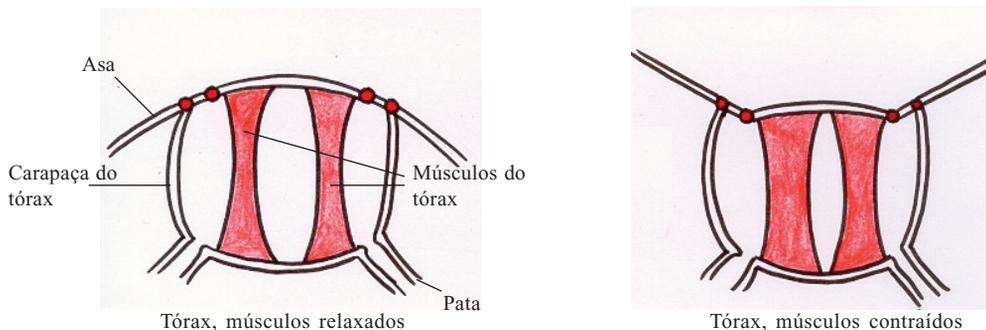


Figura 13. Ilustração de Vladimir Filipovic, © ZUNS, Belgrado.

## **A abertura de uma concha por um caranguejo (anexo 2)**

Primeiramente, o professor distribui aos alunos conchas fechadas de moluscos marítimos. Pede aos alunos para abrirem as conchas com a mão, a fim de verificarem como são resistentes. Depois, explica como o caranguejo faz para quebrá-la para chegar e pegar sua comida.

Comenta como a pinça do caranguejo calappa é parecida com a alavanca estudada anteriormente. Após colocar a concha na posição certa, o caranguejo enfia o dente maciço e forte de sua pinça direita na abertura da concha e exerce um esforço sobre a borda da concha para quebrá-la. Assim ele alcançará o molusco, seu alimento, utilizando para isso o dedo longo e fino da pinça esquerda.

## **Condições de implementação do módulo**

### **Material para um grupo de três a quatro alunos (vide Figura 5)**

- Uma pequena caixa de material de construção de brinquedo. Se a classe não tiver, ela pode ser emprestada de outra escola ou dos alunos;
- uma régua chata ou um sarrafo de 30 a 50 cm e uma régua com seção quadrada para servir de apoio;
- duas caixas idênticas (sem tampa) para serem afixadas sobre as régua por meio de elásticos;
- uma série de objetos idênticos (bolas, porcas, parafusos, arruelas etc.) para serem colocados nas caixas.

### **Material coletivo**

- Um baú (ou uma pedra grande) e um cabo de enxada (ou outro pau semelhante) para levantar a escrivinha do professor (aula 2);
- uma tábua resistente de aproximadamente 2 m para ser colocada sobre o baú (síntese da aula 4).

### **Duração**

Propomos que o módulo seja desenvolvido em oito aulas. Os professores que pretendem detalhar mais o assunto encontrarão extensões na parte “Para ir mais longe”. E os que terminarem em um mínimo de tempo darão apenas as quatro primeiras aulas. Também é possível distribuir o trabalho durante o ciclo, dando as primeiras quatro aulas na 2ª série e as quatro outras na série seguinte.

## **Conclusões**

Para avaliar os conhecimentos e as competências adquiridos, são apresentados elementos de avaliação no anexo 3. Os alunos devem indicar se o princípio da alavanca está presente nas diversas imagens (com dificuldade variável) que receberão.

## **Para ir mais longe**

### **As balanças e a noção do equilíbrio**

Partindo da situação clássica na qual uma criança quer brincar de gangorra com um adulto (maior e mais pesado), poderemos propor aos alunos que aproveitem seus conhecimentos sobre as alavancas. (Onde colocaremos o pivô da gangorra? Com pivô fixo, onde colocar o adulto e onde colocar a criança?) Após este trabalho, pode-se sugerir a construção de uma balança romana ou balança de peixeiro, que consiste numa haste suspensa, por meio de um anel, em um ponto próximo a uma das extremidades. Procuraremos o equilíbrio entre uma carga suspensa nesta extremidade e um contrapeso (bola de massa de modelar, arruelas...) suspenso na haste por meio de um clipe, do outro lado do anel, e que pode ser deslocado ao longo da haste.

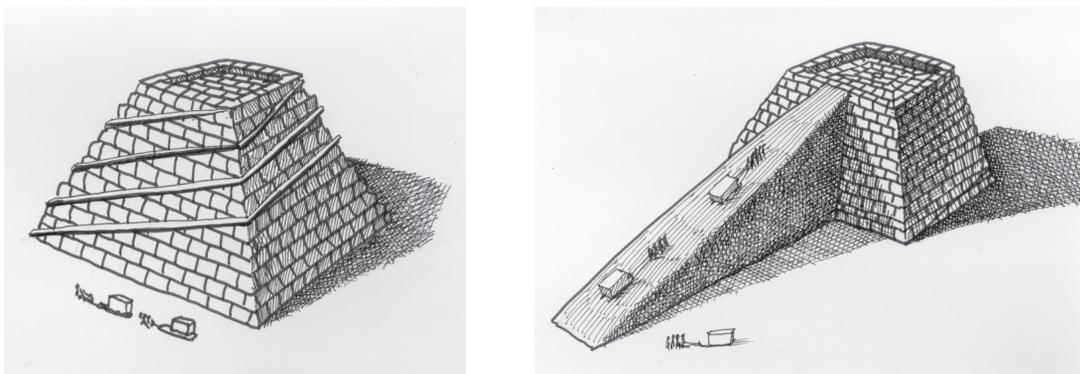


Figura 14. Ilustração de Vladimir Filipovic, © ZUNS, Belgrado.

### A construção das pirâmides: alavancas ou planos inclinados?

Quando a atividade da aula 6 terminar, os alunos terão à sua disposição um meio para comparar forças (Figura 9). Embora rudimentar, é suficiente para o objetivo em jogo. É possível apresentar rapidamente os elementos do debate por meio de um texto curto (a ser discutido com os alunos) e de algumas imagens.

“Novas hipóteses colocam em dúvida o uso de rampas para construir as pirâmides do Egito.”

Faça de conta que você é o arquiteto do faraó Quéops e ele deseja para seu túmulo a maior pirâmide já construída. Os desejos dele são ordens divinas – sua cabeça está em jogo – e você convoca imediatamente seu gabinete de engenharia para analisar o problema. Como se pode juntar milhares de blocos de calcário e 90 blocos de granito de 25 toneladas?

Os egiptólogos ainda se perdem em conjecturas sobre os métodos dos arquitetos egípcios. Há duas opiniões em oposição. A mais seguida propôs a construção de uma rampa, um plano inclinado que é progressivamente completado e prolongado, sobre o qual os homens puxavam os blocos de pedra. Conforme a segunda, máquinas em madeira utilizando o princípio da alavanca levantavam os blocos de pedra de uma camada horizontal para a outra.<sup>4</sup> Entre os defensores da tese ‘maquinista’ (das alavancas), o arquiteto Pierre Crozat propôs recentemente um sistema em acordo com os escritos do historiador grego Heródoto (–484; –420) (...).” © *Pour la science*, nº 265, novembro 1999.

O trabalho dos alunos consiste então em examinar, em grupos pequenos, a hipótese alternativa às alavancas, demonstrando por meio de experimentos que ao reduzir o atrito (superfícies polidas e ensaboadas) quando as cargas são puxadas, deslizando sobre um plano inclinado, o esforço necessário é menor do que quando são levantadas verticalmente.

## Seleção indicativa de sites

### História

- Uma página sobre a mecânica de Alexandria: [www.cnam.fr/museum/revue/ref/r20a04.html](http://www.cnam.fr/museum/revue/ref/r20a04.html)
- A ponte levadiça do Château du Coudray-Salbart:  
<http://visite.salbart.org/index.php3?url=t-portal.php3>
- A ponte levadiça na entrada da cidade de Carcassonne:  
<http://ecole.wanadoo.fr/lagravette.carcassonne/patrimoine/pont.htm>
- A tomada da Bastilha: começa pela destruição da ponte levadiça:  
[www.diagnopsy.com/Revolution/Rev\\_008.htm](http://www.diagnopsy.com/Revolution/Rev_008.htm)
- Histórico das pontes móveis em ferro (entre as quais uma ponte levadiça), em Tournai, sur l’Escaut:  
[www.met.be/metpub/src/actu12/p09.html](http://www.met.be/metpub/src/actu12/p09.html)

4. Estas máquinas são semelhantes às que foram apresentadas aos alunos na aula (Figura 6).

## Objetos técnicos

- Uma foto da ponte levadiça de Marselha: <http://sarkis.com/photo/MARSEILLE/PONT.html>
- O sistema da alavanca nos diversos tipos de teclas de piano (esquemas): [www.pianomajeur.net/hist05.htm](http://www.pianomajeur.net/hist05.htm)
- Site muito rico para os apaixonados do VTT; sistema de alavanca visível na foto: <http://perso.libertysurf.fr/cyclenet/transmission.htm#manivelles>
- Um sistema de polia para teleférico de pista de esqui (foto anexada): [www.gimar-montaz-mautino.fr/produit/teleski.htm](http://www.gimar-montaz-mautino.fr/produit/teleski.htm)
- Uma polia de navio (foto anexada): [www.vlevelly.com/Bateaux/poulie.html](http://www.vlevelly.com/Bateaux/poulie.html)
- Polia fixa, polia móvel e guindaste: [www.total.net/~lego/poulie.htm](http://www.total.net/~lego/poulie.htm)

## Diversos

- Maquete de castelo fortificado com ponte levadiça, para ser construído por uma criança, em casa: [www.tiboo.com/tibooparc/bricolages/chateau-fort.htm](http://www.tiboo.com/tibooparc/bricolages/chateau-fort.htm)
- Um experimento com ratos de laboratório que acionaram um robô movendo uma alavanca apenas com as correntes elétricas de seu cérebro: [www.sciencepresse.qc.ca/archives/cap2806994.html](http://www.sciencepresse.qc.ca/archives/cap2806994.html)
- Uma página para estudantes, muito pedagógica, sobre o princípio da alavanca (outra: polia, guincho...): <http://esjn.csriverraine.qc.ca/Travaux/etudiants/physique/peleve99/colldaveweb/leviers.html>
- A construção de uma polia para acionar um moinho de vento: [http://eoliennes.free.fr/treuil\\_c.html](http://eoliennes.free.fr/treuil_c.html)
- Site consagrado à tendinite do tendão de Aquiles que explica (texto + esquema) que esse tendão representa um sistema de alavanca e de polia: [www.domyos.com/running/fr/html/CourseSante/ru10d.asp](http://www.domyos.com/running/fr/html/CourseSante/ru10d.asp)

## Atividades pedagógicas

Segue uma seleção de atividades propostas pelo site de “La main a la pâte”

- Seis sessões sobre os movimentos corporais: [www.inrp.fr/lamap/activites/locomotion/sequence/mouvement/sommaire.htm](http://www.inrp.fr/lamap/activites/locomotion/sequence/mouvement/sommaire.htm)
- Programa Insight para o estudo de ciências na escola elementar, “levantar coisas pesadas”: [www.inrp.fr/lamap/activites/insights/chose\\_lourde/accueil.html](http://www.inrp.fr/lamap/activites/insights/chose_lourde/accueil.html)
- O equilíbrio de um guindaste: [www.inrp.fr/lamap/activites/leviers\\_balances/module/equilibre\\_grue/accueil.html](http://www.inrp.fr/lamap/activites/leviers_balances/module/equilibre_grue/accueil.html)
- Móveis em equilíbrio: [www.inrp.fr/lamap/activites/leviers\\_balances/sequence/mobile.htm](http://www.inrp.fr/lamap/activites/leviers_balances/sequence/mobile.htm)  
[www.perigord.tm.fr/~eclsciences/PAGES/OBJetTEC/EQUIMOB/SoEqMobi.htm](http://www.perigord.tm.fr/~eclsciences/PAGES/OBJetTEC/EQUIMOB/SoEqMobi.htm)
- Da ponte levadiça às alavancas: [www.inrp.fr/lamap/activites/objets\\_techniques/idees/temoignage/pont\\_levis.htm](http://www.inrp.fr/lamap/activites/objets_techniques/idees/temoignage/pont_levis.htm)
- Um site completo sobre o tema das alavancas e do equilíbrio realizado por uma escola: [www.edres74.cur-archamps.fr/sprof/gdes74/seance/levier.htm](http://www.edres74.cur-archamps.fr/sprof/gdes74/seance/levier.htm)

## Vídeo

### No Brasil:

*Alavancas*. Produzido por Coronet Films, 1984. (Série Máquinas Simples). Em uma aventura animada, um ser humano pré-histórico mostra as várias utilizações de uma alavanca.

DISNEY, W. *A espada era a lei*. Produzido por CEDIBRA, c1982. (Contos Alegres Disney). Uma espada mágica encravada em uma pedra lança um desafio tentador: quem tirá-la da pedra será coroado rei da Inglaterra. Contém cenas de castelo e ponte levadiça.

## Fontes



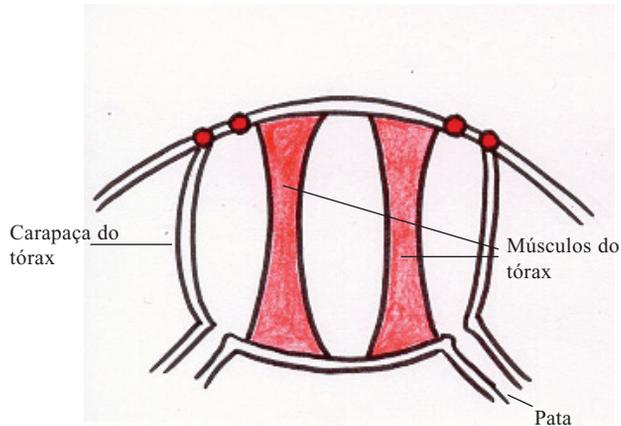
- Na França: Trabalho experimental na classe de CE2-CMI-CM2 da Ecole du Chaumet em Évires (74), na classe de CE2 da Ecole des Fins em Annecy e em Vaulx-en-Velin em diversas classes das escolas elementares Jean Vilar, Martin-Luther King e Courcelles.s

No Brasil: Escola Estadual Prof. Antonio Adolfo Lobbe, em São Carlos, SP – 4ª série.

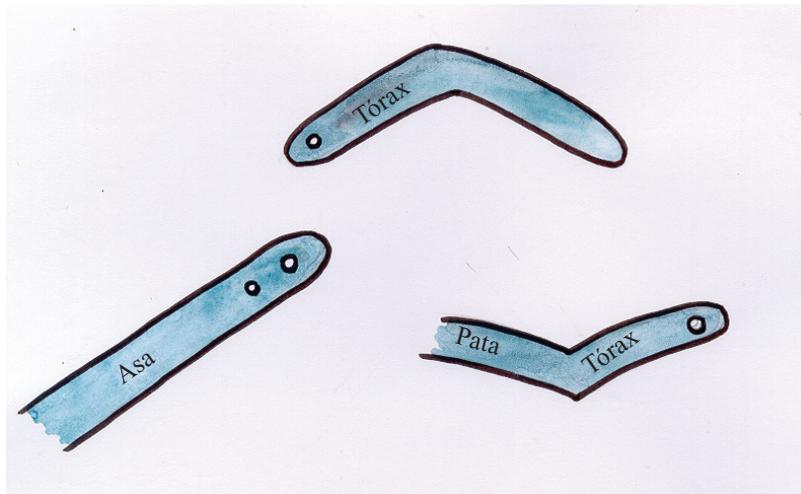
# O vôo dos insetos



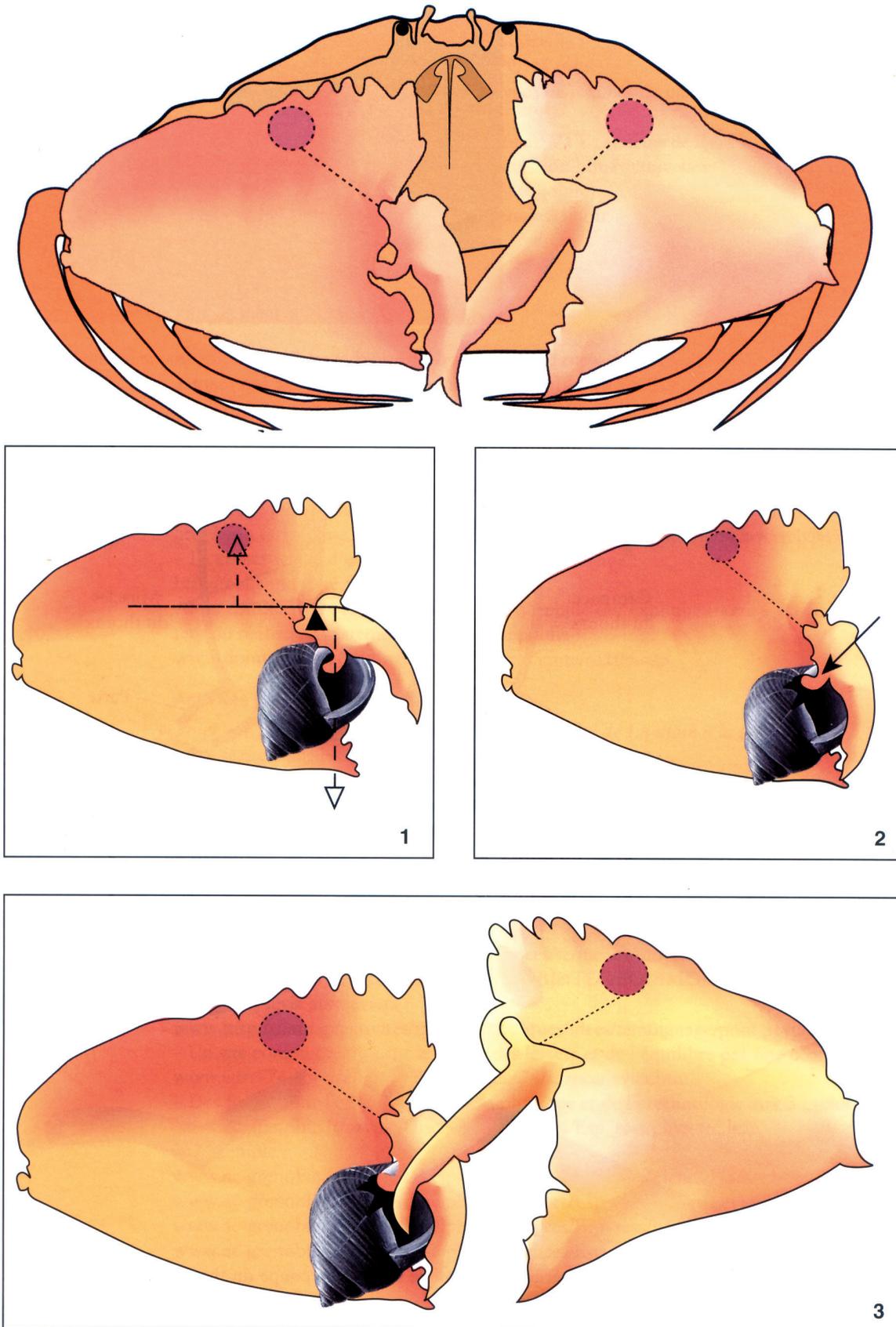
O esquema abaixo representa a secção do tórax de um inseto quando os músculos estão relaxados. Para simplificar, determinados músculos não foram representados.



Reproduza e recorte as formas abaixo em cartolina. Elas representam a parte esquerda da secção acima. Com o auxílio de presilhas bailarinas, monte as articulações das asas e faça as mesmas funcionarem.



Em seu caderno de experimentos, realize o esquema em corte com o tórax quando os músculos estão contraídos.



A esquematização (setas) sobre a Figura 1 sugere que a menor força exercida pelos músculos da pinça do caranguejo leva a exercer uma força maior sobre a concha, considerando a diferença entre as distâncias e o pivô.

Propomos aqui elementos que permitam aos professores avaliar a aquisição de três competências relacionadas às alavancas: saber reconhecer dispositivos utilizando o princípio das alavancas, compreender o papel das distâncias entre o ponto de apoio e o ponto onde são exercidas as forças, identificar o princípio das alavancas em dispositivos mais complexos que não foram estudados neste módulo. Podem ser utilizados em qualquer momento da aula. Seu papel pode ser simplesmente informativo, ou seja, destinado a informar os alunos de suas aquisições.

1. Observe estes objetos e aponte os que funcionam segundo o princípio das alavancas.



Imagem 1. Um pé-de-cabra.



Imagem 2. Um quebra-nozes.



Imagem 3. Um cortador de unhas.



Imagem 4. Força da tesoura.



Imagem 6



Imagem 5. Uma bolsa e seu zíper.



Imagem 7. Um furador de papel.



Imagem 8. Uma furadeira.

### Indicações para o professor

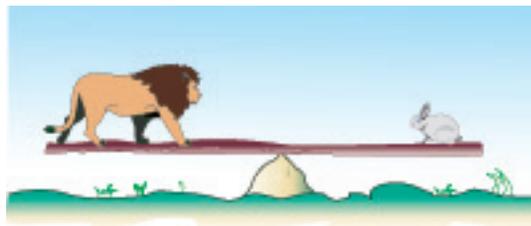
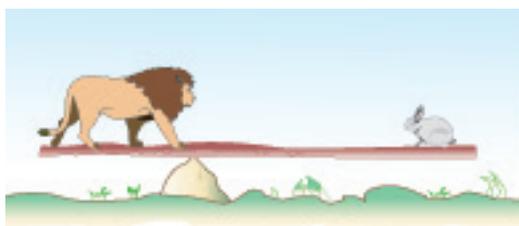
Dispositivos que utilizam alavancas (1, 2, 3, 4, 6, 7).

Dispositivos que não as utilizam, pelo menos não de maneira óbvia (5, 8).

É recomendado ter uma grande variedade dos dispositivos escolhidos. Alguns estão muito próximos dos que foram estudados (imagem 6), outros menos. Os alunos podem pensar que uma alavanca é necessariamente constituída por uma vara reta. O pé-de-cabra e o cortador de unhas são alavancas curvadas. Podem pensar que a alavanca é exclusivamente destinada a levantar cargas. Podem também imaginar que a alavanca é sempre uma ferramenta, por isso a proposta do furador de papel ou do quebra-nozes (que são alavancas) e também da furadeira (que é ferramenta, mas que não contém qualquer alavanca).<sup>5</sup>

#### 2. Observe o leão e o coelho.

Será que é possível que estejam em equilíbrio em um ou mais desenhos? Marque o(s) casos onde há equilíbrio.



#### 3. Observe o desenho abaixo.



Ilustração de Vladimir Filipovic, © ZUNS, Belgrado.

Desenhe a prancha e o pivô da maneira que foram dispostos pelos acrobatas. Por que foram dispostos assim?

5. Na verdade, um estudo detalhado da furadeira mostrará alguma alavanca, como o gatilho, por exemplo. Porém, para o nível do aluno de escola primária e levando em conta o trabalho que está sendo realizado, parece razoável não entrar tanto nos detalhes.

**Indicações para o professor**

Os exercícios 2 e 3 têm por objetivo saber se os alunos compreenderam bem a influência da posição do ponto de apoio (longe da carga a ser propulsada no caso desse número de acrobacia) e do ponto onde são aplicadas as forças). No caso do exercício 3, uma força grande (pessoa pesada) colocada próxima ao pivô produz muito movimento na criança que está afastada.

# Como saber de onde vem o vento?

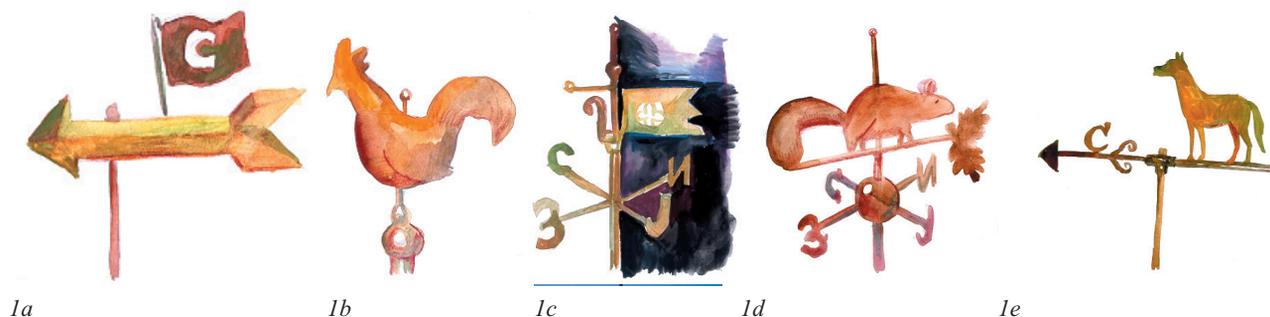


Figura 1. Algumas grimpas.

Este módulo é uma oportunidade para ilustrar a junção entre a ciência (construção do conhecimento: aqui a materialidade do ar, os efeitos das forças) e a tecnologia (construção de um objeto do qual se definem as funções e a utilidade).

- O ar em movimento pode produzir força e criar movimento.
  - Esse efeito pode ser utilizado para colocar em funcionamento certos objetos.
  - Esses objetos podem ter a função de produzir energia (moinho de vento, aerogerador) ou de indicar uma direção (biruta de aeroporto, galinho do telhado tipo grimpa\*). No caso da biruta, obtém-se, também, uma indicação sobre a velocidade do vento, observando se a biruta está flácida ou esticada.
- Escolhemos aqui a segunda possibilidade, tanto pela simplicidade de realização quanto pelo interesse pedagógico (existência de um eixo de rotação), ligação com os pontos cardeais.

Com base no módulo opcional do projeto relativo à energia, é possível visualizar um módulo análogo que leva à construção de um aerogerador, de um carro a vela...

\* Nota de tradução: A tradução que consta nos dicionários para “girouette”, vocábulo comum na França, é “grimpa”, pouco usada no Brasil. “Catavento” pode confundir pois também indica outros dispositivos giratórios acionados pelo vento. Seguimos aqui uma sugestão das crianças da escola onde ocorreu o teste e traduzimos como “galinho de telhado” ou simplesmente “galinho” mesmo que o dispositivo não represente um galo, usando também o termo “grimpa”.

## Contexto programático

– Da educação infantil à 2ª série: durante o estudo da matéria, os alunos se dão conta da existência do ar. Eles abordaram também o estado gasoso por meio da materialidade do ar. Em relação à representação espacial, eles aprenderam a representar o ambiente próximo, a se localizar e a se orientar. Eles sabem descrever oralmente e localizar os diferentes elementos de um espaço organizado.

– Da 2ª à 4ª série: este módulo sobre o vento está presente em diversas partes do projeto de ciências experimentais e tecnologia e também de matemática:

| Objetivos do conhecimento  | Objetivos deste documento  |  |   |
|--|--|--|---|
| <p><b>O mundo construído pelo homem.</b><br/>O aluno se inicia durante um trabalho em busca de soluções técnicas, para uma escolha e utilização razoável de objetos e materiais.</p> <p>– Alavancas e balanços; equilíbrio.</p> <p>– Objetos mecânicos; transmissão de movimentos.</p> <p><b>A matéria</b></p> <p>– O ar, sua característica de ter massa.</p> <p>– Plano horizontal, vertical: interesse em alguns dispositivos técnicos.</p> <p><b>A energia</b></p> <p>– Exemplos simples de fontes de energia utilizáveis (o vento é uma fonte de energia).</p> <p><b>O céu e a Terra</b></p> <p>– Os pontos cardeais e a bússola.</p> <p><b>Espaço e geometria</b><br/>(conteúdo de matemática)</p> <p>– As relações e propriedades geométricas: alinhamento, perpendicularidade, simetria axial.</p> | Competências específicas   | Comentários  |   |
|  | <p>Como desdobramento de atividades abordadas até a 2ª série, o aluno se inicia, durante um trabalho, na busca de soluções técnicas, para uma escolha equilibrada e a utilização razoável de objetos e materiais</p> | <p>Ser capaz de prever ou de interpretar qualitativamente algumas situações de equilíbrio, especialmente quando as forças aplicadas não estão à mesma distância do eixo.</p> <p>Ser capaz de utilizar, para fazer isso, as duas propriedades seguintes:</p> <p>– uma mesma força tem mais efeito sobre a rotação se é aplicada a uma distância maior do eixo;</p> <p>– uma grande força tem mais efeito do que uma força menor, se aplicada à mesma distância do eixo.</p> | <p>Saber distinguir os elementos da natureza dos objetos construídos pelo homem.</p> <p>Encontrar e selecionar informações pertinentes em um documento.</p> <p>Compreender que vento é ar em movimento em relação a um ponto de referência.</p> <p>Compreender que o vento exerce forças sobre o objeto. Perceber que a grimpá indica a direção local do vento se as superfícies planas de cada lado do eixo de rotação forem muito diferentes entre si. Ser capaz de distinguir “referência local” e “referência geográfica”.</p> <p>Saber utilizar uma bússola.</p> |
|  |  |  |   |

– Nas últimas séries do ensino fundamental: introduz-se a noção de força.

– No ensino médio estuda-se o movimento de um sólido em rotação em torno de um eixo, o trabalho de uma força e a energia.

### Conhecimentos e habilidades que os alunos deveriam ter adquirido ou que deveriam estar em processo de aquisição no final do módulo

O vento é um deslocamento de ar em relação a um ponto de referência, os efeitos são perceptíveis. O ar exerce forças sobre um objeto em relação ao qual está em movimento. Essas forças atuam sobre a forma (e/ou) sobre a posição do objeto.

Em posição de equilíbrio, uma grimpá indica a direção local do vento, se as superfícies<sup>1</sup> que se encontram de cada lado do eixo de rotação apresentam grandes diferenças; a menor dessas superfícies indica a direção de onde vem o vento.

1. Ver parte seguinte “Um possível desdobramento do módulo”.

## Um possível desdobramento do módulo

As aulas a seguir não têm todas a mesma importância, assim não precisam ser realizadas neste ponto e nesta ordem. Seu encadeamento não é uma distribuição temporal linear. Inúmeros cenários são possíveis, porém as aulas 2, 3, 4 e 5 constituem um núcleo inevitável, mas divisível. Em função de seus projetos pedagógicos, os professores deverão acrescentar a este núcleo, no momento que lhes parecer mais oportuno, outras aulas. A aula 7, particularmente, integra-se naturalmente à aula 4.

Alguns exemplos de percurso:

- aulas 2, 3, 4 e 5;
- aulas 6, 2, 3, 4 e 5;
- aulas 2, 3, 7, 4 e 5;
- aulas 2, 3, 4, 7, 5, 8...

*Obs.:* A aula 1 caberia melhor na 1ª série, porém, se ela for dada pouco antes das aulas seguintes, na aula 2 os alunos chegarão mais rápido à questão da orientação e dos pontos de referência possíveis.

| <b>Aulas</b> | <b>Pergunta inicial</b>                   | <b>Atividade com os alunos</b>   | <b>Trabalho científico</b>  | <b>Conhecimento, saberes e habilidades em jogo</b>   |
|--------------|---|--|---|--|
| Aula 1       | Quais são os efeitos do vento?            | Com base em seus experimentos e observações, os alunos percebem fenômenos que destacam o vento. Eles tentam descrevê-los.                                      | Observações.  | Saber distinguir os elementos da natureza dos objetos construídos pelo homem.  |
| Aula 2       | Quais objetos indicam a direção do vento? | Aula curta, destacando que o vento exerce forças sobre os objetos que encontra e pode colocá-los em movimento.   | Propostas de experimentos.  | Saber argumentar. Saber representar.   |
| Aula 3       | Quais as características destes objetos?  | Os alunos testam todas ou parte das propostas feitas durante a aula anterior.  | Primeiros experimentos e elaboração das características esperadas do projeto. | Saber selecionar uma informação pertinente. Compreender que vento é ar em movimento em relação a um ponto de referência.   |
| Aula 4       | Como construir um galinho de telhado?     | Os alunos são confrontados com situações que mostram que o peso e o tamanho das superfícies encontradas de cada lado do eixo de rotação são muito importantes. | Primeiras realizações.  | Compreender que o vento exerce forças sobre o objeto. Perceber que o galinho indica a direção local do vento se as superfícies planas de cada lado do eixo de rotação forem muito diferentes entre si. |
| Aula 5       | Construção de um galinho de telhado.      | Os alunos constroem e testam um galinho conforme os critérios dados.   | Construção e verificação  | Saber realizar um dispositivo técnico conforme especificações exatas.  |

| <b>Aulas</b> | <b>Pergunta inicial</b>                       | <b>Atividade com os alunos</b>   | <b>Trabalho científico</b> | <b>Conhecimento, saberes e habilidades em jogo</b>  |
|--------------|---|--|----------------------------|---|
| Aula 6       | Por que procuramos saber de onde vem o vento? | Com o auxílio de documentos, os alunos refletem sobre o papel histórico e social dos objetos construídos pelo homem com a finalidade de conhecer a direção do vento. Comparar com a situação atual.              | Pesquisa documental.       | Aprender a encontrar informações pertinentes em um documento.   |
| Aula 7       | Como detectar a direção do vento?             | Os alunos, procurando a direção do vento (na escola, durante um passeio, com base em uma planta ou mapa) são confrontados com as noções “ponto de referência local” e “referência geográfica” (pontos cardeais). | Observações.               | Ser capaz de distinguir “referência local” e “referência geográfica”. Saber utilizar uma bússola.                     |
| Aula 8       | Quais são os ventos dominantes?               | Os alunos registram periodicamente a direção do vento indicada pelo galinho e observam a variabilidade dos ventos locais.  | Observações e realizações. | Coletar documentos de maneira pertinente. Representar os dados com ferramentas matemáticas e interpretar esses dados. |

## **Aula 1. Quais são os efeitos do vento?**

Durante esta aula, os alunos registram, a partir de suas observações e de seus experimentos, os fenômenos que ressaltam o vento. Em seguida, tentam descrevê-los.

### **Objetivos**

- Primeira aproximação dos efeitos do vento sobre os elementos da natureza e sobre os objetos construídos pelo homem.
- Explicação da diferença entre o que é e o que não é construído pelo homem.
- Ampliação do vocabulário ligado aos fenômenos observados (observações, descrições, interpretações, ensaios...).

### **Situação inicial, questionamentos**

Para não condicionar os alunos com perguntas exageradamente formais ou respostas padrão, pode-se propor um cenário do tipo “Fulano diz que hoje tem vento; procurem, observando lá fora, índices que permitem comprovar esta afirmação”. Uma alternativa consiste em assistir a um filme, como “para onde vão os balões perdidos”, e a partir disso iniciar uma discussão sobre como se pode verificar se há vento.

### **Exemplos de respostas de alunos**

Folhas, galhos de árvores, cortinas que balançam, portas que batem, o cabelo, dedos molhados, pêlo do braço, o pé, a terra, a areia, a fumaça que sai das chaminés, um pedaço de pano, roupa no varal, as nuvens que se movimentam, um pedaço de papel, uma biruta, um galinho, uma pipa, correndo sente-se o vento na pele...

### **Análise das respostas e elaboração do problema**

“Quais as diferenças entre todas essas proposições e como podem ser organizadas?”

Não parece realista esperar que os próprios alunos proponham a qualificação desejada (construída/natural). O professor pode, justificadamente, introduzir essas distinções, sugerindo modificações orais ao grupo/classe, e assim alabarar três categorias:

- os efeitos do vento sobre o corpo, percebido com a ajuda dos cinco sentidos;
- os efeitos do vento sobre os elementos da natureza;
- os efeitos do vento sobre os objetos construídos pelo homem.

### **Conceito das investigações pelos alunos**

É na terceira categoria que se pedirá aos alunos para elaborarem e experimentarem um dispositivo. Isso conduzirá a uma nova distinção entre:

- os objetos construídos pelo homem para obter informações sobre o vento (velocidade, direção). Se a bússola ou a rosa dos ventos forem mencionadas, elas serão provisoriamente classificadas nesta categoria para serem colocadas à prova e os obstáculos serão superados mais tarde;
- também os objetos que não foram construídos para suportar os efeitos dos ventos sofrem estes efeitos (telas que voam, guarda-chuvas que viram do avesso...).

### **Registros, trabalhos acerca da língua**

Os alunos podem ser solicitados a produzir escritos para:

- formular as primeiras observações para as três categorias (descrição, justificação da classificação dentro de cada categoria...);
- propor construções simples para serem testadas.

As produções descritas são necessárias para levar à categorização e à representação. Exemplo de enriquecimento do vocabulário: borboletear, girar, espalhar... As telhas são arrancadas, não os papéis; as folhas giram, não as telhas...

### **Exemplos de dispositivos construídos**

Água em um copo quase cheio (há ondinhas na superfície da água em contato com o vento), pano amarrado a uma garrafa com lastro, papel preso a um cordão... É adequado testar essas realizações do lado de fora. Por sua vez, darão lugar a um trabalho de esquematização em seu caderno de experimentos.

## **Aula 2. Quais objetos indicam a direção do vento?**

Os alunos imaginam dispositivos que permitem saber de onde vem o vento. Aula curta, mas pode ser dividida em dois tempos.

### **Objetivo**

Levar os alunos a explicitarem seus conceitos e submeter estes a uma primeira análise, a fim de especificar o objetivo da atividade subsequente.

### **Instrução**

Cada aluno responde à seguinte pergunta dupla: “Você conhece objetos que podem ser utilizados para saber de onde vem o vento? Como são utilizados?”. Os alunos descrevem suas propostas no caderno de experimentos, com a ajuda de desenhos e/ou textos. O professor se certificará de que as anotações foram bem entendidas. De acordo com a idade e a experiência anterior dos alunos, pode-se observar alguma dificuldade em distinguir a questão da origem (a causa) do vento, a questão de sua direção e sentido. A pergunta “Por que há vento?” será legítima, mas este problema é muito complexo para a escola e não será discutido aqui.

### **Exemplos de dispositivos propostos pelos alunos**

- “Eu prendo um balão de borracha a um barbante, e observo para onde se movimenta.”
- “Eu prendo um caderno com as páginas que se viram sozinhas, em seguida eu viro o caderno para

que o vento faça voltar as páginas.”

- “Eu amarro um pedaço de barbante ou de pano a uma vareta.”
- “Eu prendo uma garrafa furada sobre uma vara.”
- “Eu pego uma bandeira.”
- “Eu pego uma biruta.”
- “Eu pego um cata-vento.”
- “Com um satélite.”
- “Com uma bússola.”<sup>2</sup>

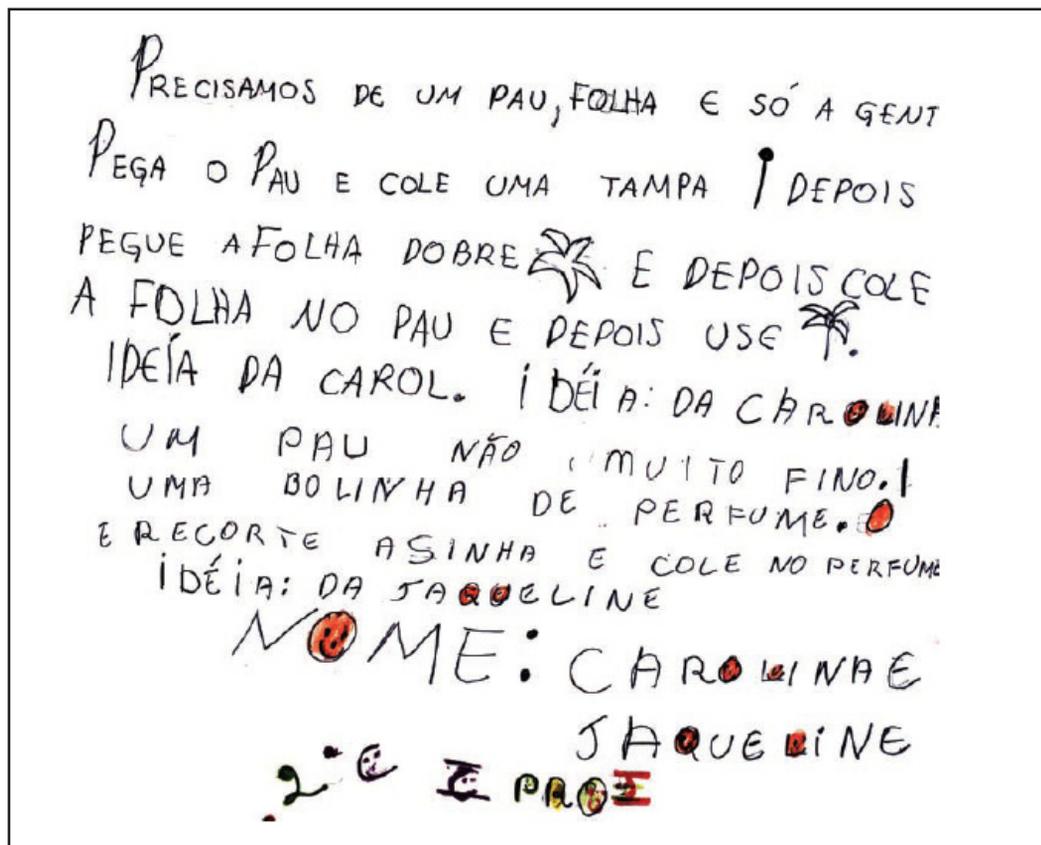


Figura 2. Propostas de crianças.

### Gerenciamento das propostas das crianças

Para chegar a perguntas produtivas (vide Introdução, item “Pontos de referência para a implementação de um módulo”), este tratamento pode ser organizado de duas maneiras.

– Por tratamento imediato:

O professor sugere que a classe organize as propostas dos alunos nas categorias apresentadas a seguir, dadas *a priori*. Cada grupo (que, neste caso, pode reunir de 4 a 6 alunos) fará uma classificação argumentada das propostas de seus integrantes e escreverá sua proposta em um cartaz. A comparação dos cartazes permitirá ao professor conduzir um debate para indicar obstáculos e limitar a escolha àquelas que parecem pertinentes, como parte do módulo.

– Por tratamento em grupos:

Todas as propostas são registradas pelo professor. São possíveis duas organizações pedagógicas:

- Os alunos, em grupos de dois, por exemplo, concordam em distribuir as propostas agrupadas pelo professor em categorias dadas, aqui também, *a priori*. Confrontações por grupos de quatro ou eventualmente entre grupos permitem elaborar uma classificação comentada para ser apresentada à classe.

2. Evidentemente, as duas últimas propostas não são pertinentes, as crianças perceberão mais tarde.

• em grupos pequenos, os próprios alunos criam categorias para o trabalho realizado durante a aula 1. Sugerem um sistema de classificação. As interações e o debate serão acerca dos critérios de categorização e a distribuição das respostas, conforme estes critérios.

### **Exemplos de categorias possíveis**

Categoria 1: dispositivos que respondem à questão, mas cujo uso não é possível em sala de aula: há satélites que observam a atmosfera desde o espaço, o que permite saber a direção do vento (acima do oceano, por exemplo), mas não vamos construir um satélite na sala de aula!

Categoria 2: dispositivos que funcionam diretamente com nossos sentidos. O barulho do vento; dedos molhados; percepção da direção em que se sente o perfume etc.

Categoria 3: dispositivos ligados à observação do fenômeno no meio ambiente. A direção para onde vai a fumaça, a inclinação das árvores, folhas que voam...

Categoria 4: dispositivos-objeto: cata-ventos, biruta, fios de lã, bússola... Entre estes objetos, distinguimos:

- os objetos que se deformam sob a ação do vento (barbante, líquidos);
- os objetos que entram em movimento em volta de um ponto fixo (objetos amarrados).

Estes são os dispositivos propostos para esta categoria, os quais serão construídos e testados mais adiante.

### **Sugestões**

Justificam-se as razões pelas quais foram rejeitadas as categorias 1, 2, e 3;

- categoria 1: falta de realismo;
- categoria 2: subjetiva demais, ligada à pessoa;
- categoria 3: é reproduzível, não é universal e/ou falta precisão.

Podemos deduzir uma estratégia: construir um objeto técnico sensível às forças exercidas pelo vento e que indique a direção de modo estável.

### **Os registros**

Falamos dos registros coletivos, suportes ou sínteses de trocas. No entanto, cada aluno poderá reformular em seu caderno de experimentos o que lhe concerne mais especificamente.

Entre as formulações possíveis, recomenda-se escolher uma que afirma que, para conhecer a direção do vento com precisão, é necessário um objeto que se deforma ou que muda o rumo sob a ação do vento.

## **Aula 3. Quais são as características destes objetos?**

Primeiras experimentações e elaborações das características esperadas do objeto. Os alunos examinam todas ou parte das propostas feitas durante a aula anterior e começam a definir as características funcionais do objeto. Esta é uma aula mais longa e pode ser necessário dividi-la em dois momentos.

### **Objetivo**

A partir dos testes feitos com objetos propostos e escolhidos, os alunos destacarão certas condições para que um objeto responda à pergunta dupla feita no começo da 2ª aula. Isso implica que eles devem definir as características do objeto a ser construído (neste estágio, biruta e grimpata empata). Nesta aula será tratado o assunto “como produzir vento?”.

### **Instruções**

O dispositivo escolhido permite a cada aluno colocar seus próprios conceitos à prova, eventualmente já transformados durante a aula 2. Para assegurar um trabalho individual realmente produtivo, os alunos serão colocados de preferência em grupos de dois. O professor poderá, porém, definir qual a melhor maneira de formar grupos em função da dinâmica da classe.

“Inventar e testar um objeto que indica de onde vem o vento; então vamos precisar de vento. Como produzi-lo?”

Os objetos a serem testados serão escolhidos entre os propostos pelos alunos na aula anterior.

Se os alunos eliminaram na aula anterior, nesta aula excluirão as soluções não pertinentes (bússola, rosa dos ventos) ou inexatas demais (fio de lã, direção do perfume). Após as primeiras tentativas de realização, o professor orientará os alunos na construção de uma grimpa (galinho). A biruta, geralmente bem conhecida pelos alunos, permanece uma solução pertinente.

Aparecerá a questão dos pontos de referência, seja a partir de propostas feitas pelos alunos, seja por meio do dispositivo de teste proposto anteriormente.

### Investigações conduzidas pelos alunos

O sistema de teste do dispositivo pode ser instalado da seguinte maneira (vide Figura 3). Para utilizar o ventilador deve-se utilizar uma tela de proteção que impeça todo e qualquer contato com a hélice em movimento. Se a questão dos pontos de referências não aparece espontaneamente, ela será adia-da para a aula 7. O experimento dará melhor resultado se o ventilador tiver diâmetro de 10 a 20 cm.

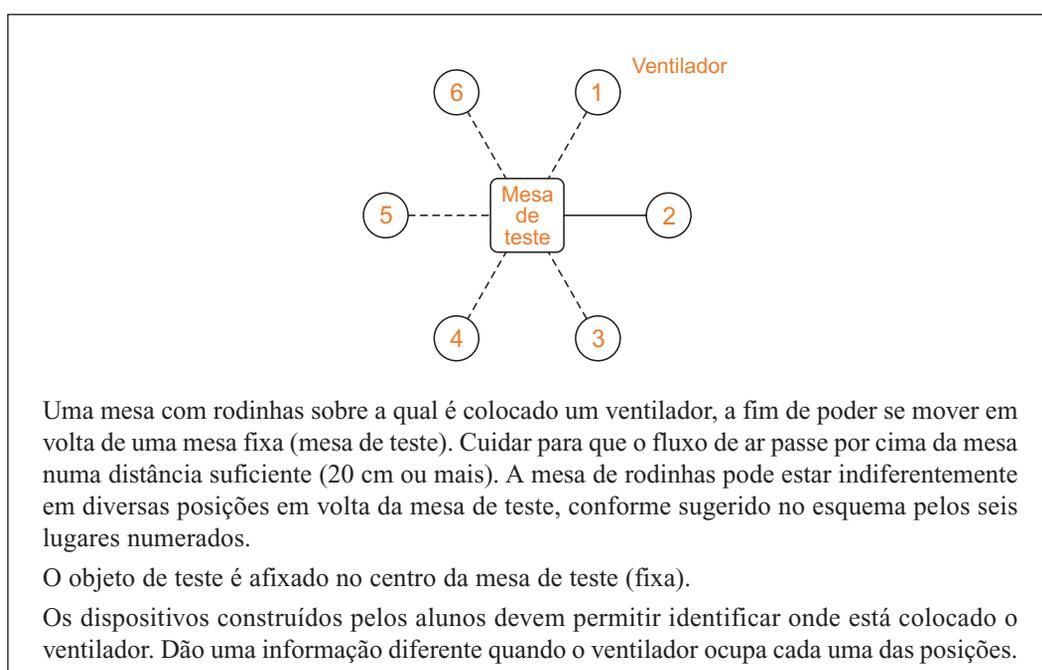


Figura 3. Sistema de teste dos dispositivos da classe.

Para permitir o registro dos testes efetuados com este dispositivo, pode-se utilizar plantas feitas com base no esquema acima, codificações dos suportes ou outras propostas dos alunos.

Não é, porém, recomendado impor pontos de referência intermediários (como por exemplo, as posições do dispositivo de teste) aos alunos, que recorreriam, por iniciativa própria, às noções de Norte, Sul, Leste, Oeste, Norte-Leste... Da mesma forma, caso estas marcações tenham sido materializadas na sala de aula (na aula de geografia, por exemplo), será conveniente utilizá-las.

As observações do comportamento dos objetos e as interpretações de seus autores serão comparadas no momento das confrontações organizadas pelo professor. Esses debates permitirão ressaltar as características dos objetos, a fim de que cumpram a função requerida.



Pássaro grimpa



Carretel sobre base



Balão de borracha preso por barbante

Figura 4. Exemplos de produtos de alunos de 4ª série.

### Os registros

Os alunos anotam em seus cadernos de experimentos seus projetos de construção, o que esperam deles e, em seguida, os ensaios, os testes e as conclusões. Também anotam as razões pelas quais mantêm ou abandonam o dispositivo testado. A necessidade de ter pontos de referência virá da necessidade de comunicar ou de conservar um registro. Também poderá ser introduzida por meio de perguntas como “de onde vem o vento?”, “como saber se o vento vem sempre da mesma direção?” etc.

### Alguns exemplos de observações que podem desencadear um debate, levando à elaboração de critérios de realização

- O dispositivo indica uma direção variável, mesmo se o vento é constante; não encontra posição de equilíbrio (é o caso do pedaço de lã, por exemplo).
- O dispositivo não resiste ou se deforma quando o vento é forte (solução: construir um maciço, instalar amarras).
- O dispositivo nada indica se o vento é fraco (problema de limite).
- O dispositivo não resiste à chuva.

### Exemplos de escritos finalizados

- O vento é um fluxo de ar que vai de um lugar para outro, assim, tem uma direção em relação a um dado ponto de referência.
- Um objeto que gira sob influência do vento pode indicar de onde vem o vento.
- Para que se torne possível dar um nome a essa direção, o objeto deve ter um marcador e precisa-se de um ponto de referência, seja local ou geográfico (pontos cardeais).

### Exemplos de características encontradas por uma classe

- A não simetria dos objetos para poder caracterizar o sentido (de onde vem e para onde vai...).
- Para dispositivos com eixo de rotação, é preciso eixo vertical e redução do atrito.
- Sensibilidade ao vento (materiais, formas).
- Estabilização do dispositivo em uma posição que indica a direção do vento.

### Algumas recomendações

A pergunta “Como produzir vento?” deveria encontrar uma resposta com certa facilidade graças aos experimentos dos alunos. Vento produzido é facilmente associável com a colocação em funcionamento de um ventilador. Vento é ar em movimento. É indispensável que esta noção seja enfatizada pela introdução do movimento em relação a um ponto de referência; para isso, o professor propõe uma observação comparativa entre:

- o ventilador que coloca o ar em movimento;
- o deslocamento do ar causa a rotação do cata-vento ou o enchimento da biruta. Isso deveria permitir a conclusão de que o vento é um deslocamento de ar em relação a um ponto de referência (noção do movimento relativo).

## Aula 4. Como construir uma grimpa (galinho)?

Nesta aula, os alunos serão confrontados com situações que evidenciam detalhadamente o papel das partes que se encontram de cada lado do eixo de uma grimpa.

### Objetivo

Trazer à tona, por testes e experimentos, uma das dificuldades principais da grimpa: a distribuição das massas e superfícies da cada lado do eixo.

Responder à pergunta: “Como age o vento?”

### Observações para o professor

A realização de uma rotação em boas condições técnicas (eixo sem nenhuma torção e atrito mínimo) requer equilíbrio das massas de cada lado do eixo. Se esta condição não for respeitada, o dispositivo vai ter vida curta e sua precisão é prejudicada pelo atrito. Este equilíbrio requer que o centro de gravidade esteja no eixo.

Por outro lado a superfície exposta ao ar deverá ser diferente. Em outras palavras: embora as massas estejam em equilíbrio, um lado do galinho pode ser compacto (bico, se for um galo) e o outro, mais extenso (cauda) e, assim, mais exposto ao vento – este lado sofrerá uma ação maior do vento e girará para traz, enquanto o compacto (bico do galinho, ponta da seta) apontará para a direção da qual vem o vento.

Isso pode ser realizado da seguinte maneira: quando não há vento, coloca-se o eixo em posição horizontal: a grimpa (galinho) colocada em qualquer posição permanecerá nesta posição (os físicos falam de equilíbrio indiferente).

Surpreendentemente, pode-se observar que um dispositivo com duas faces planas simétricas em relação ao eixo toma uma posição de equilíbrio perpendicular à direção do vento. É uma exceção a nossas regras empíricas. As explicações precedentes pretendem auxiliar o professor na interpretação dos resultados dos experimentos dos alunos e a orientar os alunos com suas descobertas empíricas.

### Sugestões de experimentos que podem ser propostos aos alunos

Galinhos levemente assimétricos são entregues aos alunos com a instrução: “testar este dispositivo e propor melhoras para que indique a direção do vento”.

O objetivo é mostrar a imperfeição desse dispositivo aos alunos. Será fácil fazer um experimento mostrando que o galinho indica uma direção bem diferente da direção do vento. Pela interpretação e análise mais ou menos empírica dos resultados, os alunos terão tendência a causar grandes dessimetrias nas superfícies das placas de cada lado do eixo de rotação. Também será explicado aos alunos que, com regulagem igual do ventilador, as diferenças nas superfícies das placas em volta do eixo provocarão movimentos diferentes.

Essa observação pode ser utilizada para abordar a pergunta “Como age o vento?” Esta também pode ser introduzida a partir de observações dos alunos, como “O vento faz o galinho cair” ou “O vento empurra o galinho”.

Pode ser interessante preparar esta etapa durante as experimentações, dando preferência às situações cuja análise leva a dizer que o vento “empurra” os objetos, especialmente quando o vento exerce forças sobre as superfícies dessas placas, os lemes de aviões, e que o tamanho dessas forças é proporcional ao tamanho do leme.

### Aos cuidados do professor

Nas informações de meteorologia marítima, a palavra “força do vento” (designada pela escala Beaufort) é utilizada para designar sua velocidade. Para evitar confusão, prefere-se a palavra “velocidade” (expressa em km/hora). A palavra “força” é realmente reservada, na linguagem científica, a outra grandeza (forças exercidas sobre os objetos).

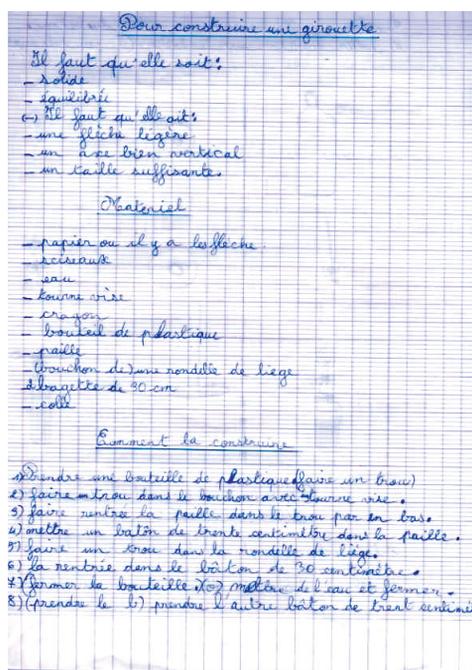
## Exemplos de resultados obtidos com esta primeira construção

- Rotação contínua em volta de eixo horizontal;
- rotação interrompida e estabilização nas posições que não indicam a direção do vento;
- estabilização e orientação em direção ao ventilador (neste caso, o professor pede ao aluno para construir outra forma “também eficiente” para ajudá-lo a analisar esse sucesso).



## Exemplos de registros pessoais

Figura 5. Pode-se, por exemplo, fazer a classe observar todos os dispositivos “que funcionam” e todos os dispositivos “que não funcionam”. As crianças então criarão idéias de transformação que podem colocar em prática e testar. As possíveis formas referenciais do espaço poderão ser evocadas neste estágio, mas igualmente numa aula posterior.



### Tradução

Para construir uma girimpa, ela deve ser:

- resistente
  - equilibrada
- Ela deve ter:
- Uma flecha leve
  - Um eixo bem vertical
  - Tamanho suficiente

### Material

- Papel
- Tesoura
- Água
- Chave de fenda
- Lápis
- Garrafa de plástico
- Palha
- Rolha para fazer arruela de cortiça
- 2 varetas de 30 cm
- Cola

### Como construir

- 1) Pegar uma garrafa de plástico (fazer um furo)
- 2) Fazer um furo na rolha com a chave de fenda
- 3) Fazer entrar a palha no furo, por baixo
- 4) Colocar a vareta de 30 cm na palha
- 5) Fazer um furo na arruela de cortiça
- 6) Colocá-la na vareta de 30 cm
- 7) Fechar a garrafa (colocar água e fechar)
- 8) Pegar a outra vareta de 30 cm
- 9) Colar as flechas sobre o lado da vareta
- 10) Colar a vareta sobre a vareta (quase igual)

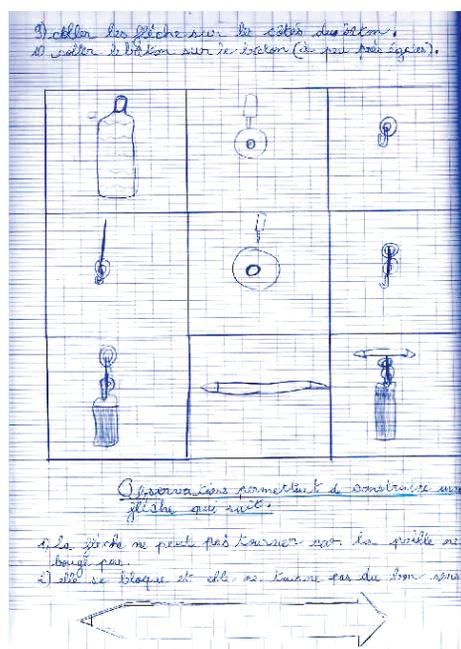


Figura 6

## Aula 5. Construção de uma grimpa (galinho)

Os alunos constroem um galinho de telhado conforme os critérios determinados pela classe, com base em realizações e experimentações anteriores.

### Objetivo

Construir o objeto com características predefinidas e conferir se ele obedece as especificações.

Agora, cada aluno (ou cada equipe) constrói uma grimpa conforme os critérios definidos pela classe. Pode-se fazer o registro de cada projeto por escrito (texto e esquemas) e por trocas, organizadas pelo professor, e submetê-los a leituras críticas e argumentadas.

Os projetos serão, então, conferidos para que estejam devidamente de acordo com os critérios definidos.

## Aula 6. Para que procurar saber de onde vem o vento?

Por intermédio de documentos, os alunos tentam saber qual o papel histórico e social da necessidade de conhecer a direção do vento no passado, comparando-o com as necessidades atuais desta informação. “Por que procurar saber de onde vem o vento, ele serve para quê?”

### Exemplos de respostas dadas pelos alunos

- “Para se deslocar por meio de certos dispositivos (veleiro, carro a vela...)”
- “Para ter mais segurança nas viagens (carros, navios, aviões: biruta perto da pista).”
- “Para acamparmos, pois quando erguemos a barraca, esta deve ser orientada em função da direção do vento...”
- “Quando se faz fogo ou churrasco no jardim, no verão, pois o fogo deve ser posicionado em função do vento, para que a brasa que cai na grama seca não provoque incêndio e para que a fumaça não atrapalhe os vizinhos.”
- “Quando se planta árvores deve-se levar em conta a direção dos ventos dominantes.”
- “Quando o vento vem do Norte, temos tempo bom; quando vêm do Sul, traz chuva... (em função das regiões, é claro...)”

### Documentos

Coleção de ditados e formulações diversas.

Documentos destinados a entendermos o papel histórico da grimpa (galinho).

Documentos mostrando a variedade de formas de grimpas imaginadas e construídas pelo homem.

Para este módulo, principalmente documental, podemos recorrer aos recursos recomendados. Na medida do possível, adotaremos informações ligadas à atualidade ou baseadas em entrevistas realizadas com pessoas com experiência (pessoas idosas, agricultores, jardineiros, navegadores, pescadores, bombeiros etc.). Talvez seja mais fácil realizar esse tipo de trabalho na ocasião de uma saída. Documentos de época ligados à história também são uma excelente fonte de informações.

## Aula 7. Como reconhecer a direção do vento?

Os alunos tentam identificar a direção do vento (em volta da escola, com o auxílio de um mapa, ou na bancada de teste) para abordar a noção de referências locais (o muro da escola, por exemplo) e geográficas (pontos cardeais).

Esta matéria pode ser introduzida durante a aula 3 ou de maneira independente, quer seja na ocasião de um trabalho sobre o galinho de vento, quer seja em outro momento do ano.

Como corresponde a outro ponto do projeto, esta aula não será comentada aqui. No entanto, cada aluno deverá ter a oportunidade de utilizar o ponto de referência que mais lhe convenha.

## Aula 8. Quais são os ventos dominantes?

Os alunos registram periodicamente a direção do vento indicada pelo galinho de telhado e criam, assim, um registro extenso que evidencia as direções prediletas dos ventos locais.

Esta aula é ligada ao ensino de geografia e de matemática.

É possível confeccionar um disco sobre o qual são indicados os pontos cardeais. A cada medição (uma vez por dia, por exemplo), um adesivo é colado sobre o círculo, no lugar que corresponde à direção verificada. O acúmulo de adesivos é ligado à noção estatística de “nuvem de pontos”. A extensão dessas “nuvens” informa a variabilidade do vento e a incerteza das medições.

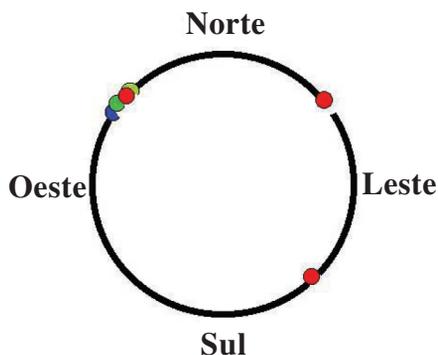
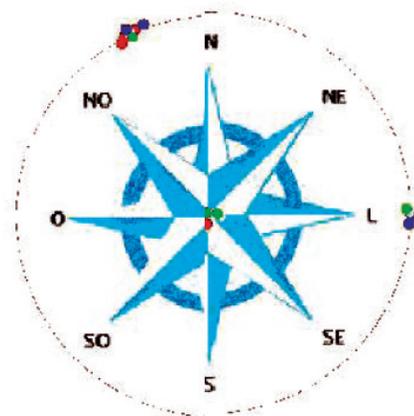


Figura 7

### Exemplos de registros obtidos

O acúmulo de adesivos permite deduzir quais os ventos dominantes; no caso: N-NO e L.

| Dia        | Vento     |
|------------|-----------|
| Segunda 2  | N-NO      |
| Terça 3    | N-NO      |
| Quinta 5   | N-NO      |
| Sexta 6    | sem vento |
| Segunda 9  | sem vento |
| Terça 10   | sem vento |
| Quinta 12  | L         |
| Sexta 13   | L         |
| Segunda 16 | L         |
| Terça 17   | sem vento |
| Quinta 19  | sem vento |
| Sexta 20   | N-NO      |



No esquema acima foi colado um adesivo no centro quando não havia vento. O número de adesivos poderia, assim, ser representado por uma fita de papel com comprimento proporcional ao número de ocorrências. Poderiam ser construídos diversos diagramas, conforme a familiaridade que os alunos têm com determinado tipo de representação construída em matemática ou interpretada em geografia.

## Condições de implementação do módulo

O módulo proposto baseia-se em trabalhos realizados em diversas classes de 2ª à 4ª série; porém, a pergunta dupla “Vocês conhecem objetos que podem ser utilizados para saber de onde vem o vento? Como se faz?” também foi feita para os alunos mais jovens. A análise comparativa das respostas permite medir a persistência de certas representações e a influência de seu ambiente cotidiano, como, por exemplo, “o vento age apenas sobre objetos leves”, “são as nuvens que fabricam o vento”...

Este módulo, que não é modelo, tem a intenção de propor para cada uma das partes de “Alicerce de um módulo”<sup>3</sup> exemplos que permitam ao professor construir ferramentas transferíveis para outras partes do projeto.

A dimensão social e histórica do objeto e o trabalho acerca do vocabulário específico podem ocupar considerável tempo do módulo. Esta perspectiva é bastante óbvia, pois o objeto “grimpa”, embora gere um interesse pedagógico certo, não tem mais, hoje em dia, a utilidade social que teve no passado. Ele pode, inclusive, ser completamente desconhecido no ambiente urbano atual. Assim, a finalidade não é apenas construir uma grimpa, mas também explorar todas as situações de aprendizagem que este objeto tecnológico possibilita.

### Material

– Para a classe:

Ventiladores com tela de proteção.

– Para cada par ou grupo de alunos:

Palhas, espetinhos, papel, cartolina, barbante, lã, presilhas bailarinas, tecido, carretéis de linha de costura vazios, pivôs, papelão, rolhas, tesouras, cola, massa de modelar...

Para fazer a base: uma garrafa de plástico com areia (ou pode ser com água) e uma tabuinha de madeira ou material semelhante.

Outros materiais serão utilizados em função do que os alunos tiverem proposto (e que for possível obter) para a aula 3.

### Duração previsível

No mínimo quatro aulas, no máximo seis, talvez oito aulas.

## Para ir mais longe

Este módulo pode ser considerado uma oportunidade de introduzir outros módulos ou de reaproveitar o que se aprendeu anteriormente. Dois exemplos:

### Módulo “O funcionamento da alavanca”

O fato de já ter trabalhado com as alavancas permite aplicar as noções ligadas às alavancas para equilibrar o cata-vento no seu eixo. Caso tenha sido feita outra escolha, as noções necessárias, abordadas por testes e ensaios durante o módulo acerca da grimpa, poderão ser mobilizadas subsequente de maneira explícita, para estudar as alavancas.

### Módulo “O ar é matéria?”

Se o módulo “Como saber de onde vem o vento?” for realizado depois, pode-se perguntar “Se o ar é matéria, quais efeitos ele pode ter sobre os objetos quando está em movimento em relação a estes?”. É justamente por ser matéria que o ar é capaz de agir sobre os objetos quando está em movimento. Esta ação é produzida pelo deslocamento relativo do ar e do objeto. É condicionada pela superfície do objeto que resiste ao vento, estando o ar (havendo vento) ou o objeto em movimento.

3. Vide Introdução: “Pontos de referência para a implementação de um módulo”.

Se o módulo “Como saber de onde vem o vento?” é realizado antes, então ele pode ser considerado como situação de partida, conduzindo a pergunta “O que é vento?”. Fazendo comparações com outros meios de exercer forças sobre objetos, o professor poderá, por exemplo, orientar os alunos para o questionamento “O que é ar?”; O ar é matéria?”.

## Indicação de livros, fitas de vídeo e sites

### No Brasil:

Os alunos podem utilizar estes sites durante as fases de pesquisa documental e o professor para preparar suas seqüências. Os primeiros dois foram usados nos testes em sala de aula.

[www.folha.uol.com.br/folha/almanaque/ciencia](http://www.folha.uol.com.br/folha/almanaque/ciencia) (artigo intitulado: porque sopra o vento).

[www.jctm-hidromet.com.br/equip/met\\_05.htm](http://www.jctm-hidromet.com.br/equip/met_05.htm) (este site descreve a construção de uma biruta).

[www.canalkids.com.br/meioambiente/cuidandodoplaneta/eolica.htm](http://www.canalkids.com.br/meioambiente/cuidandodoplaneta/eolica.htm) (o vento é tão forte que parece que vamos voar com ele).

[www.canalkids.com.br/meioambiente/cuidandodoplaneta/fazendas.htm](http://www.canalkids.com.br/meioambiente/cuidandodoplaneta/fazendas.htm) (fazendas de vento; ainda é caro produzir energia utilizando o vento, mas alguns países já conseguiram fabricar geradores bem eficientes).

[www.canalkids.com.br/meioambiente/cuidandodoplaneta/forca.htm](http://www.canalkids.com.br/meioambiente/cuidandodoplaneta/forca.htm) (o vento assobia e gera luz. Os moinhos são exemplos antigos de como a força do vento pode ser útil).

[www.cerpch.efe.br/eolica.html](http://www.cerpch.efe.br/eolica.html) (energia eólica).

[www.perso.vivreaupays.fr/girouettes/www.civilization.ca/tresors/www.ane-art-chic.fr](http://www.perso.vivreaupays.fr/girouettes/www.civilization.ca/tresors/www.ane-art-chic.fr)

[www.abacom.com](http://www.abacom.com) (exemplos de grimpas – em francês).

[www.venta.com.br/escala\\_beaufort.htm](http://www.venta.com.br/escala_beaufort.htm) (escala Beaufort).

### Livros de histórias infantis

#### No Brasil:

MARTINS, E. P. Filhote de vento. São Paulo: Moderna, 1992. (Coleção Hora da Fantasia). *História do vento entrando no quarto.*

BRANCO, S. Ventinho gostoso e gotinha de orvalho. 9. ed. São Paulo: Scipione, 2003. (Coleção Do-Ré-Mi-Fá). *Protegida por uma folha, a gotinha de orvalho não evaporou. Sentia-se sozinha até que surge o Ventinho...*

MACHADO, A. M. Avental que o vento leva. São Paulo: Ática, 1994. *É a história de uma menina que gostava de pintar com os dedos. Para se limpar usava um avental até que um dia... um vento... levou.*

### Livros paradidáticos

#### No Brasil:

• WOOLFITT, G. Ar. São Paulo: Scipione, 1996. (Os elementos). *Este livro mostra a importância do ar em nosso cotidiano. Mostra como o ar em movimento é aproveitado para produzir energia.*

### Vídeos

#### No Brasil:

*Para onde vão os balões perdidos?* Produzido por Coronet Films, 1987. O personagem do filme – um gato – perdeu seu balão e, então, ele quer saber para onde ele foi levado. Esse filme mostra o comportamento dos gases que compõem o ar.

*O que é o vento?* Produzido por Encyclopaedia Britannica Films, 1965. Apesar de não vermos o ar que envolve a Terra, ele está sempre em movimento.

*O vento e o que faz.* Produzido por Encyclopaedia Britannica Films, 1965. São apresentados no filme instrumentos para indicar a direção do vento, como a biruta, e para medir sua velocidade, como o anemômetro.

*Vento.* Produzido por National Films Board of Canadá, 1972. Neste desenho animado, uma criança descobre o vento em suas mais variadas manifestações. O filme explora as sensações que o vento provoca nas pessoas e até as violências na natureza.

*Vento*. Produzido por TV-Ontário – Canadá, 1986. (Série Dê uma olhada, v. 4). Fala do vento e do ar em movimento em decorrência das diferenças de temperatura.

### Fontes

.....

- Na França: CM1 de l'école Montaigne, Sevrans.
- CM2 de l'école Simone de Beauvoir, Saint-Fons.
- No Brasil: Escola Municipal de Educação Básica Profa. Dalila Galli, em São Carlos, SP – 2ª série.

# A água na escola maternal

O tema água domina este texto. A importância dessa matéria em todas as áreas científicas é evidente (a água é um importante componente do planeta Terra e o ambiente natural de desenvolvimento de todos os organismos vivos). Também sabemos que a água atrai os alunos de todas as faixas etárias. Graças às suas propriedades (a água corre...), às transformações pelas quais passa (mudança de estado) e às que causa a outras substâncias (misturas, soluções), ela é empregada em grande número de atividades capazes de ajudar o aluno a realizar as primeiras abstrações (a idéia de matéria e de conservação, aproximação do estado líquido...). O tema da água volta ao longo de toda a escolaridade. Após uma primeira aproximação predominantemente sensorial na escola maternal, o aprendizado continua nos anos seguintes, em que são enunciadas as primeiras propriedades. Lembramos que o estudo das propriedades da água continua até o ensino superior.

No começo da educação infantil, a pedagogia se baseia frequentemente em oficinas que utilizam materiais familiares. Os princípios da organização de oficinas científicas têm por objetivo ultrapassar a simples descoberta livre (parte “Princípios da organização de atividades científicas”). A parte “Oficinas sobre o tema água” apresenta um exemplo da evolução dessas oficinas com alunos de 3 a 4 anos. Progressivamente, a criança adquire capacidades que lhe permitem contemplar módulos de aprendizado compostos de aulas sucessivas e articuladas entre si. Dois exemplos mostram como encenar um questionamento científico e como dirigi-lo para obter aquisições científicas em quatro ou cinco aulas. O primeiro exemplo está adaptado às diversas idades (a parte “Situações problemáticas com crianças de 2 a 3 anos ou de 4 anos em relação ao transporte da água”). O segundo concerne especificamente a crianças de 4 anos (parte “Uma seqüência para crianças com mais de 4 anos – aproximação do fenômeno da dissolução”).

Levando em conta o caráter particular do ensino na escola maternal, o plano deste módulo é um pouco diferente do esquema geral adotado para os outros módulos.

## Contexto programático

### Objetivos do conhecimento

#### Descobertas sensoriais

– Exploração das características gustativas e olfativas de alguns alimentos.

#### Exploração do mundo da matéria

Abordando numerosas e variadas matérias, a criança aprende a modelar, talhar, cortar, despedaçar, misturar, compor, afixar, transportar, transvasar e transformar.

Associando a água à torneira, à chuva, à neve e ao gelo, a criança começa a elaborar um nível inicial, muito modesto, de abstrações. Começa a entender que essas diversas realidades convergem para uma mesma substância: a água. Compara as misturas: xaropes, tintas.

Esta exploração conduz a diálogos com o professor que permitem encontrar, classificar, seriar e designar matérias, objetos e suas qualidades.

#### Descobrir o mundo dos objetos, educação para a segurança

A conscientização dos riscos ocupa lugar importante nesta área de atividades:

– Os riscos do ambiente familiar imediato (objetos perigosos e produtos tóxicos) ou mais remoto (riscos maiores).

### Objetivos deste documento

Qualquer projeto no qual trabalhamos sem necessariamente ter vocação científica requer o uso de materiais variados. O professor deve escolher de maneira ponderada. A confecção de roupas (tamanho real ou para brinquedos) que protegem contra a chuva leva a questões de permeabilidade e de impermeabilidade e gera comparações de diversos materiais entre os quais se deve escolher.

Também se deve aproveitar ou provocar situações nas quais o aluno deve agir sobre a matéria para modificar suas propriedades em função de seu projeto. É o caso das atividades culinárias, quando se precisa decidir sobre acrescentar sal ou açúcar para alterar o sabor de um preparo, farinha ou água para modificar a consistência de uma massa. A fabricação de massa salgada, além de suas características elásticas, oferece a oportunidade de provar os efeitos de dosagens certas ou erradas. Misturas de tintas levam a resultados fortuitos no começo, mas podem ser desastrosas quando o trabalho for mais metódico.

Muitas situações podem ser encontradas ou provocadas sem conduzir, necessariamente, a um projeto elaborado. Mas além da simples constatação é necessário pensar em sua exploração. Exemplos: nas aulas de natação, os alunos percebem diferenças entre seus deslocamentos no ar e na água. De volta à sala da aula, ensaios mais sistemáticos podem ser realizados, com objetos de diversas formas sendo deslocados dentro de bacias com água.

Esses conhecimentos iniciais marcam o começo de um aprendizado que continuará durante a escolaridade posterior.

- Da educação infantil à 2ª série: a água (líquida) e o gelo são dois estados de uma mesma substância. A água é líquida em temperatura acima de zero grau e sólida em temperaturas abaixo de zero grau. A matéria não aparece nem desaparece, mesmo se, às vezes, não for perceptível.
- Da 2ª à 4ª série: o objetivo principal é consolidar o conhecimento da matéria e de sua conversão. Estados e mudanças de estado físico da água. Misturas e soluções.

## Oficinas sobre o tema da água – uma seqüência para alunos de 3 a 4 anos

O número de alunos deve ser adaptado em função do material e dos equipamentos. Em média, quatro alunos em volta de uma caixa com água ou de uma bacia grande parece ser razoável.

Cada aula tem duração de aproximadamente quarenta e cinco minutos, incluindo a introdução, a arrumação e a recapitulação, o que equivale a quinze minutos de manipulações efetivas. A introdução e a recapitulação são realizadas com a classe toda. Estes momentos devem ser breves, mas repetidos com regularidade no período em que acontece a progressão. Os alunos participam com investimentos diferentes que evoluem ao longo da aula. As repetições, a verbalização do que eles já viram ou verão mais tarde concorrem para o aprendizado tanto da língua quanto da ciência.

| Aulas  | Pergunta inicial                          | Principais atitudes desejadas                                       | Atividades com os alunos   | Conhecimento, saberes e habilidades  |
|--|---|---|--|--|
| Aula 1   | O que acontece quando brinco com água?    | Segurança, limpeza, respeito aos outros e ao material.              | Descoberta sensível. Jogos com as mãos, com recipientes variados (transvasamento, imersão dos recipientes...). | Descrição das ações realizadas. Aproximação das propriedades do estado líquido: “corre, molha, transborda, tomba...”.                                      |
| Aula 2   | O que é água para mim?                    | Segurança. Controle das ações para operar com quantidades pequenas. | Comparação dos líquidos, mobilização dos sentidos para analisá-los e diferenciá-los.                           | Critérios de reconhecimento da água: cor (não é azul!), opacidade, transparência, cheiro e eventualmente gosto da água. Aquisição de um método. Prevenção. |
| Aula 3   | Que barulho a água faz?                   | Respeito às condições de escuta.                                    | Análise de um documento de áudio. Identificação dos diversos barulhos da água no cotidiano, na natureza.       | Discriminação auditiva. Aproximação inicial das características de um som.   |
| Aula 4   | O que a água faz com os outros materiais? | Procura do rigor. Preservação.                                      | Experimentos sobre mesclagens com matérias idênticas. Classificação.   | Descrição das misturas observadas. Aproximação das noções de dissolução.   |
| Aula 5   | Como se faz cubos de gelo?                | Formulação de hipóteses, antecipação de resultado.                  | Descoberta sensorial do gelo. Fabricação de cubos de gelo utilizando diversas formas.                          | Aproximação da mudança do estado sólido/líquido da água. Aproximação das diferenças entre o estado líquido e o estado sólido.                              |
| <i>Observação:</i> as aulas 1 e 2 são independentes. As aulas 3 e 5 são “semi-orientadas” eventualmente com a ajuda de um auxiliar de educação. A aula 4 é orientada pelo professor. |   |   |  |  |

# Aula 1. O que acontece quando se brinca com água?

## Material

- Caixa com água transparente, vários recipientes com tamanho e forma diferentes;
- colheres, garfos de plástico, roupas de boneca, funis, peneiras;
- aventais impermeáveis, esponjas, panos de chão.

## Instruções

“Brinquem com água; experimentem todo o material que possuem; fiquem em cima da caixa; enxuguem com esponja se for necessário.”

## Expressão oral

Descrição das ações (encher, esvaziar, transvasar, derramar, enxugar com esponja...) e dos estados (seco, molhado, úmido...).

## Aprendizados científicos

- Aproximação do estado líquido da água: ela escorre; ela atravessa uma peneira, um pano de chão...
- explicitação do movimento da água (ao elaborar a idéia de conservação é importante seguir os movimentos da água para que os alunos se acostumem, pouco a pouco, a evitar que ela não desapareça<sup>1</sup>): a água está na garrafa, eu a derramo em um tambor; eu sequei a água com a esponja, quando eu pressiono a esponja a água escorre; etc.

## Ligação com outras situações existentes na escola ou no lar

O professor encoraja os alunos a estabelecerem ligações pertinentes (um copo de água derramado na mesa e que é preciso secar, a chuva que molha e que encharca a roupa...).



1. Para crianças até 5 anos, limita-se aos casos em que os fenômenos de evaporação não intervêm.

### **Extensões possíveis**

A explicitação dos problemas encontrados (é difícil reter a água nas mãos; é difícil brincar sem se molhar, sem molhar o chão) conduz a eventuais extensões.

Como se proteger ao brincar com água? (noções de permeabilidade, impermeabilidade; teste com tecidos diferentes).

Com que se pode secar o chão? (noções de absorção, testes com diferentes tecidos, com diferentes papéis).

## **Aula 2. O que é a água para mim?**

### **Introdução à aula: prevenção, educação para a saúde**

Os produtos preparados não são tóxicos e são dosados em pequenas quantidades. Isso é explicado às crianças. Mas elas também devem saber, e o professor lembra-as nesta introdução de que elas jamais devem provar algo sem saber o que é.

### **Material**

– Várias garrafas pequenas contendo líquidos diferentes, mais ou menos viscosos, transparentes, opacos, coloridos (água de torneira, água com gás, água com açúcar, água com extrato de amêndoa amarga, suco transparente, água com limão, água com sal, água com vinagre, água com extrato de anis, água com óleo...)

e uma ou duas garrafas contendo água de torneira;

– adesivos azuis e vermelhos;

– adesivos transparentes, baldes;

– uma jarra que os próprios alunos encham com água de torneira.

### **Instruções**

“Sem colocar água na boca, identifique a água da torneira entre as garrafinhas. Use pequenas quantidades do líquido para compará-lo com a água da jarra. Se não for igual, cole um adesivo vermelho na garrafa, se for igual cole um adesivo azul na garrafa.”

### **Expressão oral**

Descrição do aspecto (cor, presença de bolhas, clara, turva, espessa, fluida...), dos gostos (doce, salgado, picante, amargo, ácido...), presença de um cheiro (“sinta, não há cheiro nenhum, tem cheiro bom, tem cheiro ruim”).

### **Aprendizado científico**

Aproximação de um trabalho: olhar (o que basta para descartar certos líquidos), em seguida sentir e, por último, degustar. Em geral, nem é preciso tocar.

### **Ligações com outras situações encontradas na escola ou no lar; educação para a segurança**

Evocação dos recipientes contendo líquidos, encontrados em casa, que não podem ser degustados (detergente, sabão líquido, produtos para limpeza da casa, produtos para o jardim...). Identificação de rótulos e de símbolos assinalando perigo.

### **Extensões possíveis**

Jogos acerca do conhecimento dos líquidos por meio de degustação com os olhos vendados (xaropes, leite, água).

## **Aula 3. Que barulho a água faz?**

### **Material**

– Uma gravação feita na escola com essa finalidade reproduzindo os ruídos da água que os alunos conhecem (dez minutos). É interessante ter “intrusos” (canto de pássaros, voz humana imitando o barulho da água, som de um instrumento musical...) e repetições destes mesmos sons com intensidades sonoras diferentes;

- fotos ou desenhos ilustrando as diversas situações gravadas (chuveiro, torneira, descarga, bacia, irrigador, mangueira de jardim, enchimento de copos...);
- fotos ou desenhos ilustrando a água em situações que não constam nas gravações (torrentes, mar, chuva, fontes...);
- fotos ou desenhos de “intrusos” evocando o ruído da água (piano, harpa, campainhas, pássaros...);
- uma caixa para guardar as fotos e outras ilustrações.

### **Instruções**

“Escutem as fitas e organizem as fotos ou os desenhos. Coloquem na caixa o que conseguem ouvir, e deixem na mesa o que vocês não escutam.”

### **Expressão oral**

Caracterização de um som: forte, fraco, agudo, grave, curto, longo.

### **Aprendizado científico**

Aproximação da caracterização de um som: intensidade, altura, timbre.

### **Extensões possíveis**

Utilização de gravações de ruídos menos familiares (torrentes, ondas...). Imitações possíveis. Instrumentos musicais (maracás de água, percussão sobre copos de vidro mais cheios ou menos cheios). Jogos de escuta. Comparação do barulho de uma gota de água que cai sobre uma tampa, sobre uma cerâmica ou sobre outro material. Imitação do barulho da água: simulação de sons.

## **Aula 4. O que faz a água com os outros materiais?**

### **Introdução à aula**

Vários produtos se misturam mais ou menos bem com água. Evocam-se situações do dia-a-dia escolar (merenda, cozinha, lavanderia): “o que acontece quando se coloca água com açúcar, xarope, areia, balas, alface...?”. Os alunos respondem em seu vocabulário: desaparece, derrete, alface não derrete etc.

### **Material**

- 4 jarrinhas cheias de água;
- 12 a 16 vidrinhos vazios de papinha de bebê, transparentes com tampa;
- 4 caixas ou tigelas baixas ou bandejas de serviço;
- 4 colheres de chá, 4 colheres pequenas para sorvete;
- etiquetas adesivas e uma caneta;
- materiais sólidos e líquidos: farinha, açúcar, grãos, balas, bolo, tinta, giz, palhetas, papel, terra, cola, grama, casca de árvore, café solúvel, chocolate, leite, óleo, giz de cera...

### **Instruções**

“Em um potinho, misturem um único produto com água. Fechem bem os potinhos antes de agitar. Digam o nome do produto misturado para ser escrito na etiqueta. Tentem os outros produtos. Vocês podem colocar muito produto em um potinho e pouco em outro. Esta oficina não é para degustação.”

### **Papel do professor**

O professor orienta os alunos por meio de perguntas (será que as mesmas misturas dão os mesmos resultados?). Acompanha os alunos em suas reflexões, incentiva-os a procederem com cuidado, a contarem o número de espátulas de produto que acrescentam à água.

### **Expressão oral**

Tal produto mistura outro não mistura.<sup>2</sup> Visual da mistura: turvo, claro...

### **Aprendizado científico**

Primeira aproximação da dissolução e da saturação. Conscientização acerca da reprodutibilidade (as mesmas causas produzem os mesmos efeitos) e da necessidade de dosar cuidadosamente. Aproximação da medida, da dosagem.

### **Extensões possíveis**

Quando se segue uma receita (cozinha, massa salgada, preparo de tintas para artes plásticas...) devem ser respeitadas as quantidades indicadas.

## **Aula 5. Como se faz cubos de gelo?**

### **Introdução à aula**

O que acontece quando se tira cubos de gelo do congelador? O que se pode fazer com os cubos de gelo? Como fazê-los?

### **Material**



- Um estoque de cubos de gelo (tirar da geladeira aos poucos);
- recipientes diversos para fazer moldes;
- massa de modelar (para fazer moldes ou para ser moldada nos recipientes).

### **Instruções**

“Peguem os pedaços de gelo, brinquem com eles, usando as mãos e os recipientes.”

Um pouco mais tarde, após as frases da descoberta livre: “Podemos fabricar pedaços de gelo? Com quê? Podemos utilizar a água do gelo derretido para refazer o gelo?”

### **Papel do professor**

Solicitar as hipóteses e as antecipações: “Como podemos fazer pedaços de gelo? Todos eles terão a mesma forma?”.

Adaptar as instruções às capacidades das crianças. Crianças de 3 a 4 anos, muitas vezes, não conseguirão fazer moldes de massa de modelar. Também os incentivar a encherem um molde com massa de modelar, para que eles se dêem conta de que um mesmo molde leva a uma forma única,

---

2. Para crianças de 3 anos, é prematuro querer introduzir o termo exato “dissolver-se”.

tanto enchendo-o com água ou com massa de modelar (forma-padrão).  
Enfatizar a transformação do gelo em líquido.

### **Expressão oral**

O cubo de gelo, o gelo (polissemia da palavra: gelo alimentar, cor gelo...). Derreter, congelar (polissemia).

### **Aprendizado científico**

Primeira aproximação das mudanças de estado físico da água e de suas reversibilidades.

## **Situações-problema para alunos de 3 a 4 anos acerca do transporte de água**

Quando oficinas de exploração (livres e dirigidas) são organizadas em espaços regulares de tempo, tendo por finalidade os aprendizados comportamentais, os alunos, mesmo pequenos, adquirem a atitude que convém para experimentar e pesquisar. Sendo adquirida esta última atitude (esta condição é importante), os alunos podem ser confrontados com situações chamadas aqui de “situações-problema”: após levantada uma questão, os alunos tateiam, procuram, experimentam para encontrar a melhor resposta. É a atividade experimental que, sobretudo, comprova os métodos imaginados pelos alunos. Cada aula apresentada aqui traz a solução de uma situação-problema em que se deve transportar água da cuba de água (ou de uma bacia grande) para tigelas menores. As instruções são formuladas pelo professor (no começo) e em seguida pelas crianças. Elas aprendem rapidamente a lógica do módulo. Após uma fase de ação, as aulas terminam em uma recapitulação. Em cada caso, serão determinadas as aquisições que podem ser consideradas. Enfim, cada aula se prolonga pela elaboração de desenhos que os alunos fazem individualmente e cujas legendas ditam para o professor. É interessante bater fotos dos alunos, em intervalos regulares, quando estão fazendo seus experimentos, pois estas servem de suporte para as aulas de linguagem, que podem ter lugar em outro momento do dia. Os desenhos e as eventuais fotos tiradas durante as atividades são colocados em um grande livro de experimentos compilado em conjunto e colocado à disposição dos alunos, que sempre vão gostar de consultá-lo. Essas extensões são importantes e podem ser introduzidas sistematicamente. Devem eventualmente ser comunicadas aos pais, pois não serão lembradas na descrição de cada aula.

### **Com as mãos**

É muito importante que as crianças tenham contato físico com a água. As manipulações são realizadas primeiro sem a intermediação do professor.

### **Instrução**

“Transportar a água que se encontra na caixa maior para as pequenas tigelas vazias colocadas a alguns metros.”

### **Exemplos de comportamentos observados**

As crianças são freqüentemente desestabilizadas pela falta de material. No começo, algumas não têm coragem de mexer com a água. Não sabem como fazer. Elas criam coragem, fazem uma concha com a mão e correm a fim de perder o menos possível. Trazem a tigela mais perto da caixa com água. Algumas cooperam, uma delas segura a tigela acima da caixa e outra transfere a água com as mãos.

### **Recapitulação, estruturação**

As crianças exprimem suas ações, suas dificuldades: “Coloquei as mãos assim”; “É difícil”. Formulam explicações para suas dificuldades: “A água foge”; “A água rola”; “Nossas mãos estão furadas”.

### **Com material**

A colocação em prática e as instruções são idênticas às da atividade anterior, mas os alunos podem utilizar várias ferramentas mais ou menos adaptadas: regadores, garrafas, copos, travessas, funis,

peneiras, garrafas furadas (um furo ou vários furos)... A lista não é exaustiva. Os alunos podem buscar outros utensílios.

### **Exemplos de comportamentos observados**

Alguns alunos persistem muito tempo na utilização de ferramentas pouco eficientes (recipientes pequenos demais). Outros tentam tudo que está a seu alcance, aparentemente sem refletir. Outros chegam rapidamente a métodos otimizados (recipientes de tamanho apropriado). Há alunos que pegam suas tigelas e as mergulham na caixa grande.

### **Recapitulação**

Os alunos descrevem o que fazem: “Tampar a saída do funil com um dedo”; “Trabalhar em duplas para tampar os furos na garrafa”; “Correr, assim a água não tem tempo para sair”.

Em seguida, o professor os convida a formularem as razões pelas quais certas ferramentas são mais eficientes que outras: “Certas ferramentas não funcionam; têm furos”. Eles nomeiam as ferramentas, descrevem-nas, comparam-nas: “É possível tampar o buraco do funil, mas não é possível tampar todos os furos da peneira”.

### **Selecionar as ferramentas**

Desde o começo da escola maternal é comum incentivar os alunos a utilizarem símbolos para designar um sucesso ou um fracasso. Aqui, os alunos fazem a mesma coisa com as ferramentas que têm à disposição para transportar água.

### **Instrução**

“Tentar transportar água com um objeto. Guardar os que funcionam em uma bacia e os que não funcionam em outra.”

### **Estruturação**

Vários documentos, a serem adaptados conforme a idade dos alunos e o momento do ano, podem ser criados a fim de registrar os testes realizados.

- Organização das fotos: confecção de um painel “funciona” e de outro “não funciona”;
- documento individual: a partir de imagens dos objetos (fotos, desenhos), atribuir o símbolo apropriado; variante: recortes, colagem na coluna certa etc.

### **E com menos água...?**

Após as numerosas manipulações da terceira etapa, as crianças aprenderam a escolher o material adequado para o transporte de água. Assim, enchem rapidamente as pequenas tigelas e o nível da água da caixa grande desce visivelmente. Isso gera um novo problema: as ferramentas que funcionavam melhor antes (garrafas, regadores) tornam-se pouco práticas.

### **Instruções**

O problema consiste em uma formulação com os alunos.

“Quando temos muita água, esvaziamos com nossas ferramentas. Agora, quase não temos água e certas ferramentas não funcionam mais. Como terminar de esvaziar a cuba maior com as ferramentas que temos?”.

### **Exemplos de comportamentos observados**

Os alunos encontram soluções: eles utilizam os objetos menores que ainda podem ser enchidos; alguns utilizam recipientes pequenos para encher os maiores.

### **Recapitulação, estruturação**

Os alunos nomeiam as ferramentas que ainda funcionam.

O professor os orienta em formulações mais completas e mais complexas acerca da língua. Eles explicam porque os recipientes grandes não funcionam mais: “não se pode enfiar mais a garrafa

porque ela toca o fundo”. Eles justificam suas escolhas: “eu escolhi a colher pequena porque o regador não funciona”. Eles formulam comparações: “a colher é melhor do que o regador porque ela é muito menor”. Por meio dessas últimas formulações, os alunos se aproximam da noção de volume.

### **A água quase acabou**

A etapa anterior e suas conclusões introduzem o seguinte problema: o que fazer se resta pouca água e nenhuma ferramenta funciona?

#### **Instrução**

“Remover toda a água da cuba grande e transportar para as cubas pequenas.”

#### **Material**

Além dos recipientes utilizados até agora (que são conservados, apesar de tudo, para deixar aos alunos a possibilidade de tentar) são propostos objetos diferentes e materiais mais ou menos adaptados (pano de chão, esponjas, papéis absorventes, cartolina, papéis diversos, folhas de alumínio, vassourinhas, rodos...).

#### **Exemplos de comportamentos observados**

Alguns alunos ignoram o material e utilizam suas mãos. Mas, graças à experiência cotidiana, eles se dirigem facilmente para as esponjas e os panos de chão. O professor encoraja os comentários e as comparações com a vida familiar. Ele os incita a tentarem outras ferramentas e outros materiais. Ele se assegura de que os alunos presem os diferentes materiais e vejam a água sair. Isso é importante para entenderem que, se a água saiu, ela deve ter entrado.

#### **Recapitulação, estruturação**

Os alunos nomeiam as diferentes ferramentas e verbalizam suas ações: absorver com a esponja, espremer... Eles descrevem o que acontece: “a esponja absorve a água; escorre quando se aperta a esponja”. Eles explicam porque o material é adequado ou não: “A água não entra”; “A água danifica o papel”.

Essas atividades dão aos alunos a oportunidade de se familiarizarem com a noção de absorção. Entretanto, parece prematuro querer que eles utilizem o vocabulário científico (a esponja absorve a água).

### **Classificar os materiais**

Os alunos já classificaram os diversos objetos. Agora, eles classificam os diversos materiais (absorventes ou não).

#### **Instrução**

“Tentar transportar água com um dos materiais. Guardá-lo na bacia apropriada, tenha funcionado ou não”.

#### **Estruturação**

Pode se referir ao parágrafo tratando de uma questão parecida (organizar as ferramentas). A escolha pode ser feita na mesma ordem.

### **Extensões possíveis**

Atividade de cozinha: fazer uma pasta, para mostrar alimentos que incham sob a ação da água: “a água entra no trigo e não sai mais”. Comparar o transporte da água ao transporte de pedras: as ferramentas não são as mesmas. Com base no que já viram, os alunos entendem a diferença entre o estado sólido e o estado líquido.

Relacionar o tamanho do recipiente, o esforço necessário e o número de viagens: “Com recipiente grande é mais pesado, porém se faz menos viagens”. Aproximação da medida: quantos recipientes são necessários para encher uma tigela etc.

## Uma seqüência para crianças com mais de 4 anos – aproximação do fenômeno da dissolução

No início da escola maternal, uma criança já sabe bem que se um objeto desaparece do campo de visão dela, este objeto não deixou de existir. Ela pode, por exemplo, fazer manha para que lhe seja devolvido o brinquedo que foi guardado. Tudo acontece como se ela fosse capaz do seguinte raciocínio: “Eu sei que o brinquedo ainda existe, ele não desapareceu, mesmo se não o vejo mais”. Claro que a criança não faz esse raciocínio de maneira consciente. Podemos, porém, dizer que a idéia da permanência do objeto está presente. Ela não é capaz de exprimi-la em palavras, mas a exprime em atos. Podemos dizer que a criança utiliza ou coloca em prática um começo de raciocínio *conservativo* (consciente ou não). O termo conservativo refere-se à permanência da matéria e à sua conservação, propriedade fundamental em física e química clássica (“Nada se perde, nada se cria”, dizia Lavoisier).

Os objetos são apenas casos especiais entre as múltiplas formas que a matéria pode ter. São visíveis, possuem uma forma característica que não se altera, se não for muito pouca. Quando são guardados dentro de um móvel, conservam todas as suas características. Nesta seqüência, tratamos do fenômeno da dissolução. Quando dissolvida, a matéria muda a aparência. Uma colher de açúcar dissolvida na água não pode ser vista. Porém, a água é transparente. Vê-se através dela. Por que não se enxerga o açúcar? Desapareceu? O adulto sabe que uma substância dissolvida não desapareceu, mesmo se não a vê mais. Seu sistema cognitivo está perfeitamente integrado à conservação da matéria e ele sabe que sua validade é geral, independentemente das aparências. Em torno dos 4 ou 5 anos, a criança adquire a habilidade de conservação em certos casos, especialmente quando suas percepções imediatas não estão sendo colocadas em risco. Mas, para ela, ainda não é uma propriedade geral.

Para ajudar as crianças a progredirem rumo ao conceito de conservação, mesmo se as aparências forem contrárias, a idéia é explorar algumas situações nas quais os sentidos (a visão, o paladar) ainda podem ser usados como referência. O sabor doce da água é um indício (mas não uma prova) do não-desaparecimento do açúcar. A aula 4 “O que a água faz com outros materiais?” apresenta, neste módulo, um exemplo de aproveitamento desta idéia.

Baseando-se na visão, a seqüência apresentada aqui prossegue no mesmo sentido. Como material principal, propõe-se balas (bem conhecidas pelas crianças dessa idade), cujo recheio de chocolate é envolvido em açúcar (de cor branca) e este coberto por um glacê com cores variadas (serão em seguida chamadas de “balas cobertas” ou, simplesmente, “balas”). A dissolução dessa película externa colorida transfere sua cor para a água, motivando diversas atividades apresentadas em seguida. Essas atividades, em síntese, são determinadas em relação ao comportamento de outras substâncias (especialmente o sal e o açúcar manipulados durante as oficinas). O açúcar, o sal e a película das balas se dissolvem na água; o açúcar e o sal desaparecem da vista, mas o sabor permanece; a película envolvendo as balas desaparece (não se vê mais a mesma como tal), mas a cor permanece na água. O ponto de apoio sensorial (sabor, cor) e o paralelismo estabelecido entre as diversas substâncias podem contribuir para que seja iniciada a elaboração do conceito de dissolução.

### Precaução

As balas cobertas utilizadas são produtos alimentícios. As substâncias que se dissolvem na água não se conservam (emboloram em pouco tempo). Por isso não se deve guardar as soluções obtidas, nem de um dia para outro. A limpeza deve ser feita de maneira sistemática logo após cada atividade.



## **Raspar as balas para torná-las brancas**

Balas cobertas são descoloridas passando-as embaixo da torneira e secando-as antes da chegada dos alunos. São colocadas na mesa de forma visível e distribuídas aleatoriamente.

### **Exemplos de cenário**

Os alunos descobrem as balas e reagem de imediato: “São brancas; não têm cor!”. O professor finge estar apavorado: “Roubaram a cor das balas!”. Os alunos não são bobos e imediatamente encontram uma explicação: “Quando são chupadas, elas ficam brancas...”.

O professor explica que ele não chupou as balas (não seria higiênico) e, tomando uma atitude enigmática, desafia os alunos a encontrarem idéias para remover sua cor. São elaboradas hipóteses. Exemplos: “cuspir em cima, raspar, esfregar, lavar com água, sabão, detergente...”. É firmado um acordo para descartar certas soluções (cuspir em cima) e testar as outras, começando pela idéia de raspar. Falta saber com quê. Diversas propostas são levadas em consideração: unhas, tesoura, garfos e facas do cantinho da cozinha, chave de fenda.

Os alunos ficam animados. O professor se junta a eles, raspa balas também, solicita reações e encoraja a discussão entre alunos. Exemplos das discussões:

- “É difícil”;
- “A cor. Ela quase não sai”;
- “Eu consegui, dá para ver um pouco de branco”;
- “A minha quebrou. Dá para ver o chocolate e o branco também”;
- “A cor, ela cai sobre a mesa”;
- (O professor) “Sim os pedaços de bala caem na mesa. Que cor eles têm?” etc.

O professor ajuda a melhorar as formulações (não é a cor que cai sobre a mesa, são os fragmentos coloridos) e a enriquecer o vocabulário (fragmentos, poeira, pedaços, pó...).

### **Resultados**

Os alunos, eventualmente orientados pelas perguntas do professor, deveriam conseguir formular uma frase refletindo o deslocamento da matéria: “raspando, a casca da bala se quebra. Os fragmentos caem na mesa”.

## **Lavar a cor, mas com quê?**

Chegou o momento de tentar a segunda idéia: lavar a cor com água, sabão, detergente. A atividade acontece em volta de uma “pia” improvisada. O professor fornece o sabão e o detergente quando os alunos pedem, tomando cuidado para que as soluções permaneçam diluídas.

### **Exemplo de cenário**

O professor deixa os alunos tatearem. Não procura obrigá-los a fazer um trabalho metódico, pois isso seria prematuro no início da oficina. Ajuda-os a distinguirem as diversas fases da descoloração: a película externa colorida se dissolve e, em seguida, surge a parte branca. Se continuar a brincadeira, chega-se ao recheio da bala, feito com chocolate. A dissolução do chocolate dá imediatamente uma cor marrom-escura à água. Todas as crianças conseguem descolorir suas balas. Também devem observar que a água perde sua transparência: “Fica toda suja”. De fato, a dissolução dos corantes de todas as cores resulta em uma cor marrom pouco apetitosa. Os alunos se divertem bastante com essa atividade, o que é totalmente normal, pois eles manipulam sem a menor metodologia. Todos os produtos são testados e misturados, tanto que não se sabe se uma solução é mais eficiente que outra. Assim, chega-se à decisão de instalar três postos de trabalho para realizar os testes outra vez, mas de maneira mais metódica: no primeiro, testa-se apenas a água, no segundo, água com sabão, e no terceiro, água com um pouco de detergente para lavar a louça. Todos os alunos passam pelos três postos.

### **Resultado**

Os alunos formulam suas observações, empregam o vocabulário adequado (colorida, descolorida): as balas descoloriram-se; a água coloriu-se; a água coloriu-se de marrom. No final, o objetivo é estabelecer a correlação entre a descoloração e a coloração da água: é porque as balas se descoloriram, que a água se coloriu.

## **Colorir a água com uma cor determinada com antecedência**

### **Exemplo de cenário**

O professor relembra a atividade anterior, enfatizando a cor da água. De onde vem sua cor marrom? Não faltam opiniões. “É sujeira; é porque a gente não lavou as mãos; é o chocolate que está aí dentro”, etc. Neste estágio, os alunos geralmente não entendem que a cor marrom vem da mescla de todas as outras cores. A primeira etapa consiste em verificar as diversas hipóteses. Todos devem lavar as mãos.

As balas são removidas assim que perdem a cor, antes de chegar ao chocolate.

A água usada está mais clara, mas sua cor ainda está nos tons de marrom.

O professor muda um pouco o problema: “E se quiséssemos obter água amarela, como deveríamos fazer?” As respostas evoluem rapidamente rumo à idéia esperada: “Basta usar apenas balas amarelas”.

Começa a classificação das balas conforme a cor e os alunos vão lavá-las em um potinho transparente.

Para comprovar a idéia inicial, esses potinhos são coletados no fim da atividade.

### **Resultado**

Lembram as conclusões do dia anterior: as balas se descolorem e, ao mesmo tempo, a água se colore.

Essa conclusão é completada: se as balas forem vermelhas, a água se colore de vermelho.

Se forem misturadas balas de todas as cores, a água se colorirá de marrom.

Crianças com mais de 4 anos geralmente conseguem relacionar essa conclusão com as mesclas de tintas: descolorindo balas amarelas e balas azuis, pode ser que o resultado seja água verde. É importante verificar essas hipóteses caso apareçam.

### **Comparar açúcar, sal, balas e outros materiais**

Na ocasião das oficinas consagradas à água, que tiverem lugar durante o mesmo período, os alunos misturaram substâncias à água. Constataram que umas “misturam”<sup>3</sup>, outras não. Podiam observar, a olho nu e mesmo com lente de aumento, que pequenos pedaços de açúcar “desapareceram” na água. Obviamente, lhes foi sugerido experimentar para perceberem que o açúcar, mesmo se tornando invisível, não desapareceu. Mas uma única ocasião não é suficiente para que o aprendizado se instale de maneira durável. As atividades com as balas oferecem a oportunidade de voltar à idéia da dissolução, enriquecê-la com outros exemplos e estruturá-la melhor.

### **Exemplos de cenário**

O professor prepara diversos materiais contidos em recipientes apropriados: sal, açúcar de confeitaria, uma bala coberta, leite em pó. Cada aluno dispõe também de pequenos recipientes transparentes contendo água. Os alunos começam a raspar a bala até obterem fragmentos coloridos. Em seguida, misturam cada substância na água e observam o que acontece. O professor os incentiva a se expressarem. O que é igual, o que não é igual?

### **Resultado**

As discussões e as reformulações conduzem às seguintes idéias:

No começo, é possível ver os grãos de sal, de açúcar, os fragmentos coloridos de bala, o pó do leite. Logo depois, não se pode mais vê-los.

Para o açúcar e o sal: não é possível visualizá-los, mas ao beber se sente o sabor.

Para o leite em pó: vê-se a cor branca.

É difícil ir mais longe e querer convencer os alunos da conservação das matérias. Na escola maternal, a importância da percepção imediata é maior do que qualquer outro argumento. A construção cognitiva da conservação da matéria será retomada na escola elementar. Será possível, por exemplo, encontrar as substâncias dissolvidas por evaporação. Apenas a partir da 4ª série poder-se-á esperar ter instalado nos alunos raciocínios conservativos estáveis que serão aproveitados no ensino médio.

---

3. Termo usado com os alunos para dizer “dissolvem”.

## Condições de implementação das seqüências

O objetivo geral é conseguir desenvolver no aluno uma atitude de “pesquisador”. Para isso, as atividades devem evoluir durante o ano, de maneira a desenvolver progressivamente os comportamentos indispensáveis para abordar verdadeiras oficinas científicas, com toda a independência necessária.

### Evolução das formas de atividade

Exploração livre: exploração dirigida pelas instruções do professor acerca das tarefas a serem executadas e das observações a serem feitas; sondagem experimental para explorar as propriedades mais precisas; confrontação com situações de pesquisa, necessitando de ensaios, erros e comunicação entre os alunos.

É nas oficinas de exploração livre e dirigida que os objetivos comportamentais são desenvolvidos com prioridade. Em um segundo momento, os objetivos científicos são desenvolvidos de maneira mais eficiente, por meio de atividades mais abertas (sondagem experimental e situações de pesquisa). O progresso deve ser medido o ano inteiro. É possível implicar os alunos em situações de pesquisa desde os 3 anos, vide, por exemplo, a parte “Situações problemáticas para alunos até 5 anos acerca do transporte de água”.

### Pontos de referência acerca dos objetivos comportamentais a serem desenvolvidos

Respeitar os colegas e a organização do grupo. Respeitar as regras de higiene e de segurança. Controlar suas ações. Evoluir de maneira autônoma em um ambiente preparado e balizado pelo professor. Aceitar entrar em um processo de aprendizado; ir ao fundo da tarefa; aceitar começar de novo; procurar qualidade. Aceitar os outros, comunicar, propor, prestar conta, mostrar suas descobertas, ajudar e aceitar ajuda...

### O papel do professor

A presença do professor não é constante em cada uma das oficinas ao mesmo tempo. As oficinas de exploração livre, após a exploração orientada, necessitam menos de sua presença. No início do ano, no momento em que as crianças são menos independentes, essas oficinas ocorrem de maneira mais oportuna. Quando os alunos se confrontam com tarefas mais complexas e depois com situações em que eles devem procurar e tatear, a presença do professor torna-se mais necessária para orientá-los para recomençar a atividade a partir de novas questões. Se os alunos adquiriram, durante os primeiros períodos do ano, independência suficiente, o professor poderá organizar oficinas que funcionem de modo independente, durante as quais ele animará e fará evoluir uma situação especial.

### Aproveitamento

As aulas terminam em um momento de recapitulação em que se intercambiam os trabalhos e se comparam as diferentes soluções experimentadas. É um momento importante da expressão oral (aquisição de vocabulário mais preciso, formulações mais corretas). O mais fácil, para um jovem aluno da escola maternal, é verbalizar suas ações (eu fiz isto, depois aquilo...). É útil ajudar a descentralizar e a formular proposições mais gerais em relação a um objeto, um material, um fenômeno, uma propriedade (a água é assim, ela se comporta como aquilo...). Em complemento às atividades exercidas, a verbalização é necessária para que se instalem as primeiras aquisições científicas. Registros visuais e escritos (painéis, fotografias, desenhos, textos ditados para o adulto...) prolongam e completam esses momentos de recapitulação e também contribuem para a aprendizagem.

### Precauções

As exigências de segurança impõem vigilância especial do professor que cuidará em particular de prevenir os alunos contra os riscos inerentes à manipulação de água em bacias, gelos, cuidando para que a temperatura não esteja muito baixa, e de produtos não consumíveis.

# Bibliografia

## Para os alunos

### Álbuns

- ADAMS G.; WILLGOSS B. *Au fond de l'eau*, Flammarion, 1992, coll. “Père Castor”. Livro ilustrado de canções infantis sobre o tema da vida submarina.
- BERREBY P.; BIELINSKY C. *Moi je suis pompier*, Casterman, 1999, coll. “Histoire quatre et plus.” Hoje em dia eu sou bombeiro, diz Oscar, mas quando se brinca com água é difícil não se molhar! (a partir de 3 anos).
- BOURRE M.; CHAPOUTON A. M. *Léa et le savon qui sent bon*, Flammarion-Père Castor, 1997, coll. “Câlin Castor”. No banho Léa brinca com o sabão. Cheira bem, faz bolhas, espuma, derrete e às vezes some na água... (a partir de 3 anos).
- DANDREL L.; HALLENSLEBEN G.; SAUERWEIN L. *Les Bruits: Barnabé et les bruits de la vie*, Gallimard Jeunesse, 1999, coll. “Mes premières découvertes de la musique”. Images-album non paginé + un CD audio. Barulho ou música? Para sensibilizar as crianças com a musicalidade da vida que as cerca: canto de pássaros, água viva, porta que range, aspirador... (a partir de 3 anos).
- FUHR UTE; SANTAI R. *Dans la mer*, Gallimard jeunesse, 2001, coll. “Mes premières découvertes” Álbum documentário ilustrado.
- GERVAIS B.; PITTAU F. *C'est dégoûtant*, Seuil, 2001, coll. “Jeunesse”. As experiências ilustradas de uma menina a quem nada espanta: beber água da banheira, cortar as unhas à mesa, subir nas cortinas (a partir de 3 anos).
- HANKIN R. *L'Eau merveilleuse*, Gamma jeunesse, 1998, coll. “Je découvre la vie”. Durante um passeio de bicicleta, duas crianças descobrem as numerosas utilizações da água... (a partir de 3 anos).
- MÜLLER A., WENINGER B. *Vive l'eau vive*, Nord-Sud, 2000, coll. “Jeunesse”. Quando se tem sede, nada mais simples do que se servir de um copo de água. Portanto, se um dia esta mercadoria desaparecer... Para sensibilizar a moderação do consumo de água (a partir de 3 anos).
- PONCHON C. *Je suis une goutte d'eau*, Aedis, 1996, coll. “Jeunesse”. Se tivesse sido uma gota de mel, de leite, ou mesmo de água com açúcar, minha vida certamente teria sido toda diferente. Talvez uma criança tivesse me deitado sobre seu pão, em uma grande tigela bem quente, misturado com chocolate amargo. Mas sou apenas uma pequena gota de água, uma pobre gotinha de água, uma pobre gotinha de chuva, e ninguém se interessa por mim... (a partir de 3 anos).
- PONTI C. *Blaise et le robinet*, École des Loisirs, 1998, coll. “Lutin Poche”. Blaise, o pintinho mascarado, decidiu brincar “na sala de banho”. Para isto é necessária uma torneira bem forte que joga água por todos os lados. Tem uma aqui, justamente no meio das colinas. Ela se chama Niagara Tibouze... (a partir de 3 anos).
- ROSENTIEHL A. *Bleus: air, eau, ciel*, Autrement Jeunesse, 2001, coll. “Petite collection peinture”. Um guia sobre a cor azul em todos os seus estados (a partir de 3 anos).
- SARA. *Bateau sur l'eau*, Épigones, 1991, coll. “La langue au chat”. O trajeto, em um fio de água, de um barco de papel.

### Vídeo

- *À propos de l'eau*, Musée du Louvre/La 5<sup>e</sup>/CNDP, 1996, coll. “Musée amusant”. 18 min + notice. Uma aproximação divertida da arte com a água como tema de ilustração.
- Le Merdy S., *Le Cirque de la tête à Toto: l'eau, Méliomelo dans le désert*, La 5<sup>e</sup>/CNDP/13 productions, 1998, coll. “La tête à Toto”. 2 x 26 min + 1 notice. “La tête à Toto” é uma revista audiovisual destinada a 3-6 anos.
- *Ma Petite Planète chérie*, tome I, Folimages, 1996. Uma fita cassete de 12 x 5 min + um livreto. Esta fita cassete é constituída de 12 episódios, de aproximadamente 5 min, abordando cada um um tema relacionado à natureza (os animais, o equilíbrio ecológico...), dentre os quais o ciclo da água.
- Pef et Serres A., *Tous à la piscine*, Gallimard Jeunesse, 1994. Une vidéocassette. Aventuras humorísticas na piscina.

## Outros suportes documentais

– *L'Eau, aventures musicales*, Radio-France, 1992.

Um disco compacto. Aventuras sonoras sobre o tema: a água.

– Michel F. *L'Eau: Richesse naturelle et source de vie*, Diapofilms, 1994. Série de diapositivos. A água sob diversos aspectos. Para todos os níveis.

– *Perlette goutte d'eau*, MDI, 1991.

Dezenove diapositivos + um anúncio. Ficção sobre o tema da água destinada aos alunos de maternais.

## Para os professores

– *L'Éducation enfantine* nº 6, février 2000. Caderno 2-6 anos. Fichas sobre o tema: a neve.

– Nesteroff A. et Bernardis M.A. *Le Grand Livre de l'eau*, La manufacture/Cité des sciences et de l'industrie, 1990.

Esta obra está esgotada, mas pode ser consultada em numerosas bibliotecas.

– Parent-Schaeber Y. “L'Eau potable: le temps des responsabilités”, *Textes et documents pour la classe*, nº 677, 1994.

– Pedoya C. *La Guerre de l'eau: genèse, mouvements et échanges, pollutions et pénuries*, Frison-Roche, 1990.

## Sites indicados para os professores

### No Brasil:

[www.canalkids.com.br/alimentação/agua.htm](http://www.canalkids.com.br/alimentação/agua.htm) (a importância da água para o corpo)

[www.canalkids.com.br/meioambiente/planetaemperigo/falta2.htm](http://www.canalkids.com.br/meioambiente/planetaemperigo/falta2.htm)

(soluções para a falta d'água no planeta! Dessalinização.)

## Livros com histórias a serem contadas

### No Brasil:

BRAIDO, E. *As gotinhas e o arco-íris*. Ilustrações de Martinez. São Paulo: FTD, 1994. (Coleção Vira Vira.)

MATTOS, N. S. *O ciclo da água*: plim. 7. ed. São Paulo: FTD, 1999. (Coleção Viva a Natureza.)

OLIVEIRA, T. C. *O sobe-e-desce de cristal e fofura: o ciclo da água*. São Paulo: FTD, 1995.

SOUTTER-PERROT, A. *A água*. São Paulo: Melhoramentos, 1985. (Primeiro Livro da Natureza.)

ZIRALDO. *A água nossa de cada dia*. São Paulo: Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, s.d.

## Vídeo

### No Brasil:

*Para onde vai a água da chuva?* Produzido por Coronet Films, 1987.

O personagem do filme tenta descobrir para onde vai a água da chuva depois que cai.

*A vida em uma gota d'água*. Produzido por Coronet Films, 1970.

Existe vida em uma minúscula gota d'água, podendo ser observada somente com o microscópio.

*Água*. Produzido por Norm Bearn Films, 1989.

Vivemos num planeta repleto de água. A importância da água para nosso dia-a-dia.

*Chuva*. Produzido por TV-Ontário – Canadá, 1986. (Série Dê uma olhada, v. 4). A importância da água e seu ciclo.

## Fontes

.....

• Na França: Trabalho experimental em Issy-les-Moulineaux na escola maternal Des Acacias, em Vaulx-en-Velin na classe de seção média da escola maternal Martin Luther King e em Seynod na classe de seção maior da escola de La Jonchère. Uma parte do trabalho encontrou sua inspiração nos seguintes sites da internet: [www.ac-grenoble.fr/savoie/Disciplines/Sciences/Index.htm](http://www.ac-grenoble.fr/savoie/Disciplines/Sciences/Index.htm) et [www.innopale.org](http://www.innopale.org).

• No Brasil: Creche Municipal José Marrara, em São Carlos, SP.