

## METODOLOGIA DE ENSINO DE DISCIPLINAS DA ÁREA DE CIÊNCIAS DA NATUREZA, MATEMÁTICA E SUAS TECNOLOGIAS DO ENSINO MÉDIO: FÍSICA, QUÍMICA E BIOLOGIA

Curso II (Continuidade)

### Ciência, Cotidiano e Saber Escolar

Profa. Dra. Glaucia Maria da Silva



Material Pedagógico para uso do professor

Venda Proibida

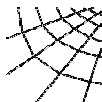


(16) 3602-3670 e-mail: [teiadossaber@ffclrp.usp.br](mailto:teiadossaber@ffclrp.usp.br)

Acompanhe a programação pela internet: <http://sites.ffclrp.usp.br/laife>

**Coordenação Geral**

Prof. Dr. Mauricio dos Santos Matos

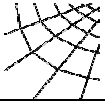


## CIÊNCIA, COTIDIANO E SABER ESCOLAR

*Profa. Glucia Maria da Silva*

### APRESENTAÇÃO DOS PROFESSORES RESPONSÁVEIS PELO MÓDULO DE ENSINO

☛ **Profa. Glucia Maria da Silva:** Sou Bacharel e Licenciada em Química (1988, DQ/FFCLRP/USP), com Mestrado e Doutorado em Ciências, na área de Físico-Química (1991, 1998 IQSC/USP). Comecei na carreira docente como professora de Ciências numa turma de 8ª série e, em seguida, trabalhei com alunos de várias séries do Ensino Médio como coordenadora da área de Química. No período de abril de 1994 a fevereiro de 2003, fui professora no Departamento de Química da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (graduação e pós-graduação). Desde março de 2003 sou professora da área de Ensino de Química do DQ-FFCLRP-USP e atualmente sou coordenadora do Curso de Licenciatura em Química. Ah, além disso, participei da organização de semanas acadêmicas e de outros eventos como o II Fórum de Professores de Química do Ensino Médio, o I Encontro Paulista de Pesquisa em Ensino de Química e as versões anteriores do programa Teia do Saber..



## APRESENTAÇÃO DAS ATIVIDADES A SEREM DESENVOLVIDAS

Na abordagem do tema proposto (Ciência, cotidiano e saber escolar), pretendemos contribuir para uma reflexão sobre algumas das características do ensino de ciências, discutindo, entre outros aspectos, o uso da história da ciência e do cotidiano, relatos de sala de aula e propostas de atividades bem como livros didáticos.

### **Primeiro momento: 8h30 – 10h.**

Atividade 1: Leitura e Discussão do texto *Educação em Ciências: Novas orientações* de José Antônio Marques Costa.

### **Segundo momento: 10h30 – 12h00**

Atividade 2: Leitura e Discussão de um trecho do livro *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos* de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (pág.115-122)

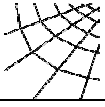
Atividade de sala de aula: Discussão de duas propostas que podem ser realizadas em sala de aula e suas implicações pedagógicas.

### **Terceiro momento: 12h00 – 13h30**

Análise em grupo de livros didáticos de Química, Física, Biologia, Matemática ou Ciências e elaboração de um painel.

Apresentação das análises de livros didáticos realizadas pelos grupos.

---



## **Atividade 1**

Nesta nossa primeira atividade, vamos ler e discutir um texto do Prof. José António Marques Costa da Escola Superior de Educação de Viseu (ESEV) no intuito de analisarmos e refletirmos sobre o Ensino de Ciências. Este texto foi obtido na revista Millenium on line (<http://www.ipv.pt/millenium>) nº 19 de junho de 2000, que é editada pelo Instituto Superior Politécnico de Viseu em Portugal.

### **EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: NOVAS ORIENTAÇÕES**

Ao pretender apresentar uma panorâmica sobre as tendências actuais no ensino das ciências, forçoso se torna fazer alguma referência acerca do que tem sido o ensino das ciências nas últimas décadas e do seu efeito na aprendizagem dos alunos.

Durante muitos anos o ensino das ciências nos diferentes níveis de escolaridade esteve centrado na memorização de conteúdos (factos e leis), na realização de actividades de mecanização e na aplicação de regras à resolução de questões semelhantes às anteriormente apresentadas e resolvidas pelo professor (Costa, 1999). Esta visão mecanicista entendia as ciências como um corpo organizado de conhecimentos e regras a aprender e a aplicar sem qualquer ligação com a realidade (Domingos, Neves & Galhardo, 1987).

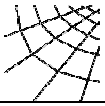
Marcado por um domínio dos objectivos cognitivos de nível mais baixo, consistindo essencialmente na aquisição de factos e leis e de regras de resolução de exercícios-tipo, este ensino das ciências conduzia o aluno à aquisição de um conjunto de conhecimentos teóricos e de técnicas que lhe permitiam, em estudos posteriores, aprender novas técnicas e novos conhecimentos igualmente teóricos, assim como obter os mecanismos necessários para dar resposta aos testes de avaliação.

Os currículos e os programas eram elaborados tendo em vista as necessidades de estudos posteriores, centrando-se quase exclusivamente na aquisição de capacidades intelectuais, sem qualquer preocupação no desenvolvimento das capacidades afectivas e sociais (Yager, 1981).

Esquecidos eram também os conhecimentos adquiridos pelos alunos fora da escola, conhecimentos esses que, juntamente com as suas concepções e atitudes face às ciências, influenciam fortemente a aprendizagem. A importância destes conhecimentos prévios no processo ensino-aprendizagem foi bem sublinhada por Ausubel (1986) ao defender que o factor com maior influência na aprendizagem é o conhecimento que os alunos já possuem, e ao recomendar que se esclareça primeiro o que os alunos sabem e se ensine de acordo com esse conhecimento.

A comunidade educativa reconhece, hoje, que um ensino mecanicista conduz a uma aprendizagem insuficiente e limitativa, ao desinteresse e ao conseqüente insucesso dos alunos. O que se propõe, presentemente, não é renunciar à aquisição de conhecimentos por parte dos alunos, mas antes é estimular o desenvolvimento de um conjunto de atitudes e capacidades tais como saber aprender, pesquisar, seleccionar informação, concluir e comunicar. Num mundo em evolução cada vez mais rápida, é preciso que os alunos investiguem, questionem, construam conhecimentos, utilizem novos meios tecnológicos disponíveis e, sobretudo, ganhem autonomia ao longo da aprendizagem adquirindo, assim, a capacidade de resposta às situações novas que irão encontrar no futuro.

Num mundo onde a ciência e a tecnologia penetram cada vez mais profundamente na vida quotidiana do indivíduo e da sociedade, a escola tem um importante papel a desempenhar, não somente na aquisição de conhecimentos científicos e técnicos, mas também no desenvolvimento de



atitudes susceptíveis de assegurar, aos cidadãos do futuro, a aplicação e a avaliação desses conhecimentos (DGEBS, 1993). Neste contexto, a disciplina de Ciências da Natureza pode prestar um contributo muito particular e importante à formação dos jovens, proporcionando-lhes uma educação científica que lhes será útil num mundo necessariamente diferente do actual.

Como refere Rubba (1982), "muito do modo como se organiza o ensino, como se escolhem recursos ou como se decide sobre que metodologias seguir depende, em larga medida, das finalidades que nos propomos desenvolver" (pág. 14).

Uma das razões que justificam a inclusão das Ciências da Natureza no currículo do ensino básico é a necessidade de os alunos adquirirem um conjunto de conhecimentos e competências essenciais para se iniciarem no estudo das ciências. Este é o papel da disciplina de Ciências da Natureza visto na perspectiva da própria ciência. O papel desta disciplina no currículo justifica-se também na perspectiva do indivíduo pelo seu importante contributo para o desenvolvimento de capacidades na criança. Justifica-se, ainda, na perspectiva da sociedade ao permitir à criança adquirir uma compreensão científica dos fenómenos e acontecimentos que compõem o mundo físico e social de que faz parte (Pereira, 1992).

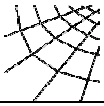
Actualmente, e tendo presentes as investigações realizadas nesta área, é possível pensar numa diferente visão do ensino das ciências no Ensino Básico. Em seguida, apresenta-se um conjunto de princípios que reflectem as novas orientações para o ensino das ciências, e que resultam de numerosos estudos, experiências e recomendações, realizados nos anos 80 e 90, um pouco por todo o mundo, por vários autores-investigadores. Estes princípios serviram de referência à organização das aulas que fizeram parte da investigação.

- A ciência e a tecnologia definem-se tanto por aquilo que fazem e como o fazem como pelos resultados que obtêm. Para as compreenderem, como modos de pensar e de agir, é necessário que os alunos adquiram alguma experiência com os tipos de pensamento e acção típicos dessas áreas (Rutherford & Ahlgren, 1995).

- Os professores devem iniciar o ensino da ciência pelas questões e fenómenos que são interessantes e familiares aos alunos e não por abstracções ou fenómenos que estejam fora do alcance da sua percepção, compreensão ou conhecimento. Os alunos do Ensino Básico devem começar a tomar contacto com as coisas à sua volta - incluindo dispositivos, organismos e materiais - e a observá-las, a coleccioná-las, a manipulá-las, a descrevê-las, a ficar intrigados com elas, a colocar questões sobre elas, a argumentar acerca delas e, por fim, a tentar encontrar respostas para essas questões por eles levantadas. Assim, ensino das ciências no Ensino Básico deve partir dos problemas do dia-a-dia, conhecidos dos alunos e não de uma exploração do conhecimento científico para dar um novo sentido ao que já se sabe (AAAS, 1989; Watts, 1991; Williams, et al. 1995; Martins, 1994).

- Os alunos necessitam de muitas e variadas oportunidades para coleccionar, seleccionar e catalogar; para observar, tomar notas e fazer esboços; para fazer entrevistas, sondagens e levantamentos e para usar, com frequência, o material de laboratório existente na escola. Devem fazer medições, contar, desenhar gráficos e calcular, explorar as propriedades químicas e físicas de substâncias comuns, plantar e cultivar e observar sistematicamente o comportamento social dos seres humanos e de outros animais. Entre estas actividades, uma com particular importância é a medição, uma vez que o cerne de grande parte da engenharia e da ciência está na selecção daquilo que se deve medir, dos instrumentos a utilizar, o modo de verificação do rigor das medições e o modo de dar configuração e sentido aos resultados (Domingos, Neves & Galhardo, 1987; AAAS, 1989).

- Os novos programas do ensino básico preconizam a resolução de problemas como eixo organizador e integrador das diversas áreas do currículo e como actividade fundamental do ensino das ciências. Este ponto de vista tem implicações importantes na sala de aula. Propõe-se que conceitos, técnicas, competências e processos a adquirir surjam a partir de actividades diversas,



nomeadamente a resolução de problemas e situações problemáticas com significado para o aluno. A resolução de problemas surge, assim, como fonte e campo de aplicação de conceitos e como meio de consolidação e desenvolvimento de competências e conhecimentos científicos.

... Watts (1989, citado em Jorge, 1992), também preconiza o uso de estratégias de resolução de problemas nas aulas de ciências. Segundo este autor, as questões levantadas na sala de aula, quer pelos alunos quer pelo professor, "podem constituir problemas, servindo de motor à elaboração de hipóteses e ao nascimento de pequenos projectos de pesquisa participados pelos alunos, desde o seu planeamento à consecução e avaliação" (p.38).

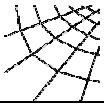
Os alunos devem, portanto, resolver problemas - a níveis adequados à sua maturidade - que os levem a decidir quais os aspectos mais relevantes e a dar as próprias interpretações do significado desses aspectos. Este processo dá prioridade, tal como acontece em ciência, à observação cuidada e à análise bem estruturada. Os alunos necessitam de orientação, de encorajamento e de prática na recolha, selecção e análise de dados e na construção de argumentos com base neles (Baroody, 1993; Woolnough, 1994; Bentley, 1995; Rutherford & Ahlgren, 1995; Shoring, 1995).

- Para além da resolução de problemas, outro aspecto importante, é a perspectiva histórica dos acontecimentos científicos. Durante a escolaridade, os alunos devem contactar com muitas ideias científicas apresentadas no respectivo contexto histórico. Não importa tanto o episódio particular seleccionado pelos professores (devendo este, no entanto, estar integrado nos conteúdos programáticos) como o facto da selecção representar o alcance e a diversidade do empreendimento científico. Os alunos poderão desenvolver a compreensão do modo como a ciência realmente acontece, aprendendo algo acerca do crescimento das ideias científicas, do caminho que conduziu à compreensão actual de tais ideias, dos papéis desempenhados por diferentes investigadores e comentadores e da interacção entre as provas e a teoria ao longo do tempo (Rutherford & Ahlgren, 1995; Carvalho, 1992).

Tal perspectiva histórica é importante para o ensino efectivo da ciência, também pelo facto de poder conduzir a perspectivas sociais - a influência da sociedade no desenvolvimento da ciência e da tecnologia e o impacto da ciência e da tecnologia na sociedade (Ziman, 1986). É importante, por exemplo, que os alunos tomem consciência de que as mulheres e as minorias têm dado contributos significativos, apesar das barreiras que a sociedade colocou no seu caminho; que saibam que as origens da ciência e da tecnologia recuam às culturas egípcia, grega, árabe e chinesa e que consciencializem o facto de que os cientistas trazem para o trabalho os valores e os preconceitos das culturas em que vivem (NSTA, 1994; Bentley, 1995).

- A comunicação oral e escrita eficaz é tão importante em todas as facetas da vida que os professores de todas as disciplinas e de todos os níveis de ensino devem considerá-la uma das prioridades para todos os alunos. Para além disso, os professores de ciências devem salientar a clareza de expressão, porque as provas científicas e a réplica inequívoca a estas não podem ser compreendidas sem algum esforço de expressão rigorosa dos processos, das descobertas e das ideias de cada um e de decodificação das explicações de outrem (NSTA, 1994; Carvalho, 1995).

- A natureza colaborativa do trabalho científico e tecnológico deve ser fortemente reforçada através de actividades de grupo frequentes na sala de aula. Os cientistas trabalham normalmente em grupos e com menos frequência como investigadores isolados. De forma semelhante, os alunos devem ganhar experiência na partilha de responsabilidades para a aprendizagem em conjunto. O recurso a uma estratégia de trabalho em grupo nas aulas de ciências pode promover a compreensão do funcionamento da ciência. As estratégias de grupo têm muitas vantagens no ensino: por exemplo, ajudar os jovens a perceber que todos podem contribuir para atingir objectivos comuns e que o progresso não depende do facto de todos possuírem as mesmas capacidades. No processo de discussão acerca de uma ideia e na procura de noções comuns, os alunos de um mesmo grupo têm de informar frequentemente os colegas acerca de procedimentos e significados, argumentar acerca de descobertas e avaliar a evolução da tarefa. No contexto da responsabilidade de equipa, o



feedback e a comunicação tornam-se mais realistas e tomam um carácter muito diferente da abordagem comum e individualista do papaguear do manual escolar ou do trabalho de casa (Johnson & Johnson, 1990; Martins, 1991; Cavaco, 1992; OCDE, 1992; NSTA, 1994; Osborne & Freyberg, 1995; Davies, 1996).

- Em ciência, métodos e conclusões estão intimamente ligados. A natureza do método depende daquilo que está a ser investigado e aquilo que se aprende depende dos métodos usados. Um ensino da ciência que procure apenas transmitir aos alunos os conhecimentos acumulados de uma determinada área não conduz à compreensão dos conceitos científicos nem dos processos, nem desenvolve a capacidade de raciocínio e pensamento crítico (Rutherford & Ahlgren, 1995; Kyle, 1995). Por outro lado, ensinar o raciocínio científico como um conjunto de processos sem relação com qualquer conteúdo particular - o método científico, por exemplo - é igualmente fútil. Como refere Gago (1990), os professores de ciências devem ajudar os alunos a adquirir tanto o conhecimento científico do mundo como os hábitos mentais científicos que a ele conduziram.

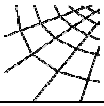
- O objectivo essencial do ensino da ciência deve ser a compreensão, e não o vocabulário. Contudo, a utilização de uma terminologia clara e inequívoca é fundamental na comunicação científica e na sua compreensão. Alguns termos técnicos são úteis para todos, pois facilitam a comunicação. Contudo, o número desses termos essenciais, a aprender pelos alunos, deve ser relativamente pequeno. Se os professores introduzirem termos técnicos somente quando necessários à clarificação do pensamento e à promoção da comunicação efectiva, então os alunos formarão gradualmente um vocabulário funcional que sobreviverá para lá do teste seguinte. A concentração dos professores no vocabulário, porém, pode implicar uma menor atenção à ciência como processo, o que coloca em risco a sua compreensão (AAAS, 1993; Ciari, 1997).

- A ciência é mais do que um corpo de informação e um modo de acumular e validar essa informação. É também uma actividade social que incorpora certos valores humanos (Ziman, 1986). A alta estima votada à curiosidade, à criatividade, à imaginação e à beleza não é algo que se confine à ciência - como também o cepticismo e o desagrado pelo dogmatismo não se restringem a ela. Contudo, tudo isto é altamente característico do empreendimento científico. Ao aprender ciência, os alunos devem encontrar estes valores como parte da sua experiência e não como afirmações vazias (Bentley, 1995; Rutherford & Ahlgren, 1995).

- A ciência não cria a curiosidade. Aceita-a, estimula-a, incorpora-a, recompensa-a e disciplina-a, e o mesmo deve fazer um bom ensino da ciência. Assim, os professores de ciência devem encorajar os alunos a levantar questões acerca das matérias em estudo, sugerir-lhes modos produtivos de encontrar respostas e recompensar aqueles que levantam e tentam investigar questões fora do comum, mas relevantes. Numa aula de ciências as questões devem ser tão valorizadas como os conhecimentos (AAAS, 1993; Chambers & Forth, 1995).

- Os cientistas prezam muito o uso criativo da imaginação. As aulas de ciências devem ser um local onde a criatividade e a invenção - como qualidades distintas da excelência académica - sejam reconhecidas e encorajadas. Na verdade, os professores podem dar expressão à própria criatividade inventando actividades nas quais serão recompensados pela originalidade e imaginação dos alunos (Penick, 1992).

- A ciência prospera devido ao cepticismo institucionalizado daqueles que a praticam. O princípio central é o de que as provas científicas que justificam determinado problema, a sua lógica e as afirmações de alguém serão questionadas e que a experimentação será sujeita a réplica. Nas aulas de ciências os professores devem levantar muitas questões de modo a que os alunos desenvolvam a capacidade de pensamento crítico e criativo. Alguns exemplos de questões podem ser os seguintes: De que modo chegámos a este conhecimento? Quais as provas científicas que justificam este problema? Como explicas? Há explicações alternativas ou outras maneiras melhores de resolver o problema? O objectivo deve ser habituar os alunos a colocarem eles mesmos este tipo de questões e a procurar respostas para elas (Matthews, 1994; NRC, 1994; NSTA, 1994).



- Os alunos devem compreender a ciência como um processo para alargar o conhecimento e não como uma verdade inalterável, o que significa que os professores não devem transmitir a impressão de que eles próprios e os manuais escolares são autoridades absolutas cujas conclusões estão sempre correctas. Ao discutirem a credibilidade das afirmações científicas e ao promoverem a interpretação dos desacordos entre cientistas os professores de ciências podem ajudar os alunos a manterem o equilíbrio entre a necessidade de aceitarem grande parte dos conhecimentos científicos e ao mesmo tempo a importância de manterem uma mente aberta no sentido de estarem também atentos e receptivos a possíveis mudanças (AAAS, 1993).

-Muitas pessoas consideram a ciência fria e nada interessante. Contudo, a compreensão científica de fenómenos como, por exemplo, a formação das estrelas, o azul do céu ou a estrutura do coração humano não envolve necessariamente a destruição dos significados românticos e espirituais desses fenómenos. Além disso, o conhecimento científico pode possibilitar prazeres estéticos adicionais tais como a percepção do padrão de difracção das luzes da rua, vistas através de uma cortina, o pulsar da vida num organismo microscópico, a imponência do arco de uma ponte, a eficiência da combustão nas células vivas, a história presente numa rocha ou numa árvore. Há ,também, como que uma estética nas ideias e nas explicações científicas. Os professores de ciências devem estabelecer um ambiente de aprendizagem em que os alunos sejam capazes de alargar e aprofundar a sua reacção à beleza das ideias, dos métodos, dos instrumentos, das estruturas, dos objectos e dos organismos vivos (Rutherford & Ahlgren, 1995).

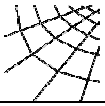
- Os professores devem reconhecer que, para muitos alunos, a aprendizagem das ciências envolve sentimentos de ansiedade e o medo de fracassar. Isto, sem dúvida, é uma consequência, em parte, daquilo que é ensinado e do modo como é ensinado e, em parte, de atitudes transmitidas acidentalmente nos primeiros tempos de escolaridade por pais e professores que, eles próprios, não se sentem à vontade com a ciência. Contudo, em vez de desprezarem a ansiedade relacionada com a ciência como algo sem fundamento, os professores devem garantir aos alunos que compreendem estas suas particularidades e que trabalharão com eles no sentido de as ultrapassarem. Trata-se, assim, de desenvolver a auto-estima dos alunos através do ultrapassar de tais receios e inquietações (AAAS, 1989).

Desta forma, os professores devem assegurar-se que os alunos obtenham algum sucesso na aprendizagem das ciências. Consequentemente, devem deixar de salientar o acertar em todas as respostas como critério principal de sucesso. No fundo, a própria ciência, como diz Alfred North Whitehead (citado em Rutherford & Ahlgreen, 1995), nunca está completamente certa. A compreensão de alguma coisa nunca é absoluta e pode adoptar muitas formas. Do mesmo modo, os professores devem esforçar-se para que os alunos, principalmente aqueles que demonstrarem menor autoconfiança, tomem consciência dos respectivos progressos e devem encorajá-los a prosseguir os seus estudos.

- Muitos alunos receiam utilizar os instrumentos de laboratório e outras ferramentas comuns na actividade científica. Este medo pode ter sido originado pela falta de oportunidade para, com segurança, utilizarem esses instrumentos. As raparigas, particularmente, parecem sofrer, em muitos países, com a noção errónea de que os rapazes estão mais aptos a lidar com ferramentas e aparelhagem laboratorial. Começando nos primeiros anos, todos os jovens deviam adquirir gradualmente familiaridade com os materiais de laboratório e aprender a usá-lo correctamente. No final da escolaridade todos deviam ter tido experiências com esses materiais (NSTA, 1994; Woolnough, 1994).

Devido ao facto das profissões nas áreas da ciência terem sido predominantemente desempenhadas por indivíduos ocidentais do sexo masculino, os alunos do sexo feminino e de minorias raciais podem facilmente adquirir a impressão de que estas áreas estão para além das suas capacidades ou que não são adequadas para eles por quaisquer outros motivos. A confirmar isto, são sobejamente conhecidos os estudos em que se pede a crianças para desenharem um cientista e,





infalivelmente, a imagem que surge é o de um homem de certa idade com fisionomia ocidental. Esta percepção desanimadora - reforçada demasiadas vezes pelo ambiente exterior à escola - persistirá, a não ser que os professores trabalhem activamente no sentido de a alterarem. Os professores devem seleccionar matérias de aprendizagem que ilustrem o contributo das mulheres e das minorias, apresentar indivíduos como modelos e tornar claro aos estudantes do sexo feminino e das minorias que se espera que aprendam os mesmos assuntos e ao mesmo nível que todos os outros e obtenham resultados igualmente bons (AAAS, 1993).

- Uma insistência exagerada na competição por notas altas entre os estudantes distorce aquilo que devia ser o primeiro motivo para estudar ciência: compreender melhor o mundo que nos rodeia. A competição entre os estudantes na aula de ciências pode também ter como consequência que alguns deles desenvolvam aversão à ciência e percam a confiança na própria capacidade para a aprenderem (Rutherford & Ahlgren, 1995).

- As crianças aprendem com os pais, irmãos e outros parentes, com os colegas e amigos, bem como com os professores e outras pessoas. Aprendem com os livros e revistas, com os filmes, com a televisão, com a rádio, com os computadores, quando vão aos museus e ao jardim zoológico, a festas e a reuniões de clubes, a concertos de música e a eventos desportivos, com os livros escolares e no ambiente escolar em geral. O ensino das ciências deve explorar os vastos recursos da comunidade num sentido mais alargado e envolver, de formas úteis, os pais e outros adultos interessados.

... - Também é importante que os professores reconheçam que parte daquilo que os alunos aprendem informalmente pode estar errado, incompleto e deficiente, ou mal compreendido, podendo constituir formas alternativas de saber que são avessas à mudança. No entanto, a educação formal pode ajudar a reestruturar esses conhecimentos e a adquirir outros novos que se aproximem mais dos conhecimentos cientificamente aceites (Cachapuz, 1995).

- O professor deve ser um organizador e orientador do trabalho a desenvolver dentro e fora da sala de aula dando pistas que o aluno poderá explorar por si mesmo ou em colaboração com outros elementos da turma. No percurso que oriente não pode considerar fases rígidas, uma vez que a educação em ciências é um processo dinâmico onde as operações mentais se entrelaçam (DGEBS, 1991; Dekk, 1995; Davies, 1996).

- O ensino deve ser investigativo, convertendo-se num ensino aberto em que o aluno é sujeito activo do processo educativo. Isto implica alterações em relação à maneira como, actualmente, muitos professores ensinam ciências: por exemplo, o livro deixa de ser o único suporte de aprendizagem, sendo importante a aquisição de métodos de trabalho diversificados (DGEBS, 1991; DGBS, 1993).

- Na aprendizagem da ciência os alunos necessitam de tempo para explorar fenómenos, fazer observações, optar pelo caminho errado e dar pelos seus próprios erros, testar ideias, repetir as coisas muitas vezes. O tempo é necessário também para construir coisas, calibrar instrumentos, coleccionar objectos, construir modelos físicos e matemáticos, para testar ideias através de experiências, para inquirir à sua volta, ler e argumentar. Para além disso, qualquer tema de ciência que seja ensinado apenas numa aula ou numa unidade não terá qualquer probabilidade de deixar rasto no final da escolaridade. Para se fixarem e amadurecerem, os conceitos não devem ser apresentados apenas de tempos a tempos, mas estudados periodicamente em diferentes contextos e segundo níveis crescentes de complexidade (Rutherford & Ahlgren, 1995). A abordagem de uma mesma noção várias vezes não significa repetição, pois existem graus de conceptualização, conforme os diferentes níveis de desenvolvimento.

Em suma, a resolução de problemas reais com interesse para os alunos, os métodos activos centrados no aluno e o envolvimento destes na aprendizagem das ciências, entre outros, parecem ser os pontos fortes desta breve revisão de literatura, acerca do ensino das ciências. O trabalho de projecto, enquanto metodologia pedagógica, parece ser uma proposta interessante a seguir nas aulas



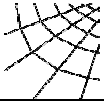
de ciências, pois vai ao encontro das propostas actuais para o ensino das ciências defendidas internacionalmente e também a nível do nosso país (Costa,1998).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Association for the Advancement of Science (AAAS). (1989). Science for all Americans (Project 2061). Washington DC: American Association for the Advancement of Science.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS).(1993). Benchmarks for science literacy. ( Project 2061). N Y: Oxford University Press.
- Baroody, A. J.(1993). Problem solving, reasoning and communicating, k-8. New York: Macmillan
- Bentley, M. (1995). US science education: Prospects for reform. Australian Science Teachers Journal, 41,(3), 20-27.
- Carvalho, A. D.(1992). A Educação como Projecto Antropológico. Porto: Edições Afrontamento.
- Carvalho, A. D. (Org.) (1995). Novas Metodologias em Educação. Porto: Porto Editora.
- Cavaco, M. H. (1992). A Educação Ambiental para o Desenvolvimento: testemunhos e notícias. Lisboa: Escolar Editora.
- Chambers, F. & Forth, I. (1995). A recipe for planning a project: a novice manager's guide to small project design. International Journal of Education Development, 15(1), 61-70.
- Ciari, B. (1997). As Novas Técnicas Didácticas (2ª Edição). Lisboa: Editorial Estampa.
- Costa, J. A. (1998). Planear, Investigar, Produzir e Partilhar: Contributos do Trabalho de Projecto na Aprendizagem das Ciências da Natureza. Tese de Mestrado não publicada, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Costa, J.A. (1999). O papel da escola na sociedade actual: implicações no ensino das ciências. Millenium (Revista do Instituto Superior Politécnico de Viseu), 15, 56-62.
- Davies, G. (1996). Cooperative Education - Experimental, Cooperative, and Study Abroad Education. Journal of Chemical Education, Vol. 73, nº 5, 438440.
- Dekker, R. (1995). Learning Mathematics in Small Heterogenous Groups. L'Educazione Matematica, 2(1), 9-19.
- DGEBS (1991). Organização curricular e programas do 2º ciclo do Ensino Básico (vol. 1). Lisboa: Ministério da Educação.
- DGEBS (1993). Objectivos gerais de ciclo: Ensino básico, 2º e 3º ciclos. Lisboa: Ministério da Educação.
- Domingos, A. M.; Neves, I. P. & Galhardo, L. (1987). Uma forma de estruturar o ensino e a aprendizagem.(3ª ed.) Lisboa: Livros Horizonte.
- Gago, M. (1990). Manifesto para a ciência em Portugal. Lisboa: Gradiva.
- Johnson, D. W.& Johnson, R. T. (1990). Using Cooperative Learning in Math. In N. Davidson (Ed.), Cooperative Learning in Mathematics (pp. 103-125). Menlo Park, California: Addison-Wesley.
- Jorge, M. M. (1992). Educação em ciência: perspectivas actuais. In Oliveira, M. T. (Coord.), Didáctica da Biologia (pp. 29-41). Lisboa: Universidade Aberta.
- Kyle, W. (1995). Scientific Literacy: Where Do We Go From Here? Journal of Research in Science Teaching, 32(10), 1007-1009.
- Martins, I. P. et al. (Eds.) (1991). Didáctica: Projecto de Formação e Investigação. Actas do 2º Encontro Nacional de Didácticas e Metodologias de Ensino. Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Martins, I. P. (Coord.)(1994). Investigação Didáctica e Ensino Inovador das Ciências 1º e 2º Ciclos



- do Ensino Básico. Actas do IV Encontro Nacional de Docentes de Ciências da Natureza. Aveiro: Universidade de aveiro.
- Matthews, M. R. (1994). Science teaching: The contribution of history and philosophy of Science. New York: Routledge.
- National Research Council. (1994). Draft national science education standards. Washington, DC: National Academy Press.
- National Science Teachers Association (1994). NSTA Reports!, p. 10.
- OCDE (1992). A Ecologia e a Escola: Propostas de Pedagogia Activa. Rio Tinto: Edições ASA.
- Osborne, R. & Freyberg, P. (1995). Learning in science. Auckland, NZ: Heinemann Press.
- Penick, J. (1992). Teaching for creativity. Em J. Reay e J. George (Eds.), Education in science and technology for development. Perspectives for the 21 st century. West Indies: ASETT/ICASE.
- Pereira, M. (Coord.), (1992). Didáctica das Ciências da Natureza. Lisboa: Universidade Aberta.
- Ruba, Jr., P. A. (1982). Scientific literacy: The decision is ours. Em J. Staver (Ed), AETS Yearbook. An analysis of the secondary school science curriculum and directions for action in the 80`s, pp. 4-13. Columbus: Ohio: AETS.
- Rutherford, F. J. e Ahlgren, A.(1995). Ciência para todos. Lisboa: Gradiva.
- Shoring, N. (1995). Project work: Why should you include it in your teaching program?. Australian Science Teachers Journal, 41,(3), 28-29.
- Watts, M. (1991). The science of problem-solving. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Williams, R., et al. (1995). Ciência para Crianças. Lisboa: Instituto Piaget.
- Woolnough, B. E. (1994). Effective science teaching. Bristol: Open University Press.
- Yager, R. (1981). The current situation in science education. In J. Staver, (Ed). An analysis of the secondary school science curriculum and directions for action in the 1980`s. Columbus, Ohio: ERIC.
- Ziman, J. (1986). Science Education - for whom. Em J. Brown, A. Cooper, Tootes e D. Zeldin (Eds), Science in school. Milton Keynes: OUP.



## Atividade 2

Para complementar o primeiro texto, vamos utilizar um trecho muito ilustrativo do livro *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos* de Delizoicov, Angotti e Pernambuco que fala sobre cenas e questões de um cotidiano escolar. (DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Ed. Cortez, 2002.)



### Aluno: sujeito do conhecimento

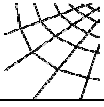
#### 1. Cênas e questões de um cotidiano escolar

Você preparou bem sua aula: reviu o conteúdo, organizou uma seqüência de explicações, partindo do mais simples para o mais complexo, buscou exemplos práticos para os conceitos que vai apresentar, pensou em como relacionar o que vai trabalhar com a aula de laboratório prevista para esta semana, teve até tempo de buscar vídeos e imagens para ilustrar sua exposição. Selecionou exercícios para resolver em sala e para os alunos fazerem em casa, com um questionário sobre os principais pontos que você mesmo elaborou.

"Hoje a aula vai ser ótima... Vai ser uma boa estréia na nova escola", pensou.

Na sala dos professores, você toma um café, enquanto conhece os novos colegas. Um leve frio na barriga, você está um pouco ansioso, mas todo primeiro dia de aula é assim.

Entra na sala de aula animado e depara com uma zoeira geral: 40 garotos e garotas, entrando na adolescência, muito mais ansiosos que você com a estréia do novo professor, dividem-se entre os que já estão escrevendo bilhetes uns para os outros, os que falam sem parar com os colegas vizinhos, os que estão rigidamente sentados com o caderno aberto e a caneta em punho nas carteiras da frente e os que estão em pé ao fundo, falando alto e descaradamente, ignorando



Você respira fundo, pega seu diário de classe e inicia a chamada, para pôr ordem no espaço. Assim que se calam, começa imediatamente "sua aula".

O que acontece daqui para a frente depende um pouco das particularidades de sua turma, da escola e, sobretudo, de algo que no dia-a-dia chamamos de "domínio de sala", apesar de nunca nenhum professor de Didática ter falado sobre isso em suas aulas.

Em um resumo rápido, podemos dizer que, se você tem bom "domínio de sala" e/ou condições favoráveis de turma e de escola, vai conseguir driblar as provocações e os desafios da turma do fundo e obter silêncio suficiente para cumprir, pelo menos em grande parte, o que havia planejado. Se as condições não existirem, ou se as provocações o deixarem inseguro, é provável que sua estréia seja marcada por um bate-boca com os "alunos-problema", talvez até tenha de pôr um deles para fora da sala... Outra possibilidade é você tentar ganhar-lhes a simpatia, abrindo espaço para perguntarem sobre sua vida pessoal ou sobre as últimas novidades do telejornal ou da novela da noite anterior, e, quando perceber, pegar-se contando casos ou dando sua opinião sobre os acontecimentos mais recentes, sem ainda ter começado a "aula".

Geralmente, as coisas caminham em uma ou em outra direção até que chega a primeira avaliação, e — com raras e honrosas exceções — é aí que nós, professores, "caímos na real": depois de tanto esforço, a sensação é de o resultado ter ficado muito aquém do esperado.

Os alunos erraram questões óbvias que você pôs na prova só para ajudar, muitos responderam de uma forma que mostra que não sabem ler e nem sequer entenderam a questão proposta... Se você usou algum gráfico ou tabela, pediu algum raciocínio que envolvesse valores

numéricos ou pediu a aplicação dos conceitos a uma situação nova, aí então é que o desastre foi geral. Às vezes, dá até vontade de desistir: tantas vezes a gente repetiu uma informação em sala de aula, indicou os exercícios, explicou de diferentes formas, e tanta gente erra uma questão dessas...

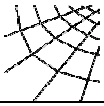
Que fazer? Na maioria das vezes, enfrentamos o desânimo confortando-nos com os dois ou três alunos que conseguiram fazer boas provas e passamos a "dar aula" para os bons alunos.

"Afinal, são os únicos que são sérios na turma, que querem estudar; não vou perder meu tempo com um bando de preguiçosos que não querem nada", pensamos.

Ou vamos desanimando e deixando de preparar as aulas, entrando no ritmo de "empurrar com a barriga", já que ninguém quer nada mesmo, nem os alunos nem a escola.

"É um caos. O diretor não liga para o que está acontecendo, e, se eu não comprar atrito com a turma, não vai haver problemas com a administração — é isso que eles querem inventar."

Rapidamente estamos fazendo parte do coro de reclamações, na sala dos professores, sobre falta de preparo anterior dos alunos, salário, falta de condições de trabalho. Nem sequer achamos ser possível participar das lutas para melhorar essas condições. Até que, um dia, nem mais disso reclamamos: aproveitamos o intervalo para fugir desse inferno que é ser professor e passamos a conversar somente acerca das dificuldades de casa, das últimas fofocas, quem está com quem, comprar jóias da auxiliar da secretaria ou bebidas importadas do rapaz da xerox, que faz um preço tão barato e divide de forma que podemos pagar.



E os alunos?

— Bom, o problema é dos pais deles... Muitos são assim mesmo, porque a família não cuida; alguns nem sequer têm família, imagine!

A gente esquece que já teve 12, 13, 14 anos... Ou, quando nos lembramos, é para dizer quanto éramos diferentes de nossos alunos, como conseguimos superar todas as adversidades para chegar aonde estamos com nosso esforço e como eles não querem nada, não vão ser nada mesmo.

Esquecemos a ansiedade que sentíamos em relação a nossa capacidade de aprender, o que nossos colegas pensavam de nós, as expectativas de nossos pais sobre nosso desempenho escolar.

Esquecemos, até, porque, às vezes, ainda sofremos quando nos lembramos de como tínhamos medo de ser rejeitados por falar uma asneira em sala de aula, de que a mudança era tão grande em nosso corpo e em nossos sentimentos, que às vezes acreditávamos que iríamos morrer ou não conseguiríamos nunca mais ir à escola depois de um vexame. Esquecemos quanto, outras vezes, fomos agressivos, porque tínhamos a impressão de que todos queriam nos sufocar, que estávamos excluídos do mundo, que ninguém nos entendia. Ou como a escola era sufocante, cheia de regras e proibições, como ansiávamos por poder "viver", estar "lá fora", onde as coisas aconteciam, e não ter de decorar um monte de nomes e informações sem sentido.

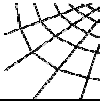
Queríamos um lugar para poder conversar sobre nossa vida, sobre a dificuldade de assumir os papéis de homem e de mulher, sobre como enfrentar o desencontro entre as coisas novas que estávamos vivendo, às vezes na própria escola, e os valores e a forma de

entender a vida existentes em nossa casa ou no ambiente em que fomos criados. Aproveitávamos todas as oportunidades para conversar com os colegas, já que nunca essas questões eram tratadas em aula.

Se nos lembrarmos e soubermos de nossos colegas de escola, os que continuaram a estudar, os que pararam, os que se tornaram marginais, os que são infelizes, descontentados, vamos ver que muitos dos que considerávamos brilhantes (ou eram assim considerados pelos professores) nem sempre se deram bem na vida e que alguns dos bagunceiros, pelos quais ninguém dava nada, depois se ajeitaram e estão hoje com uma vida organizada.

E o que, de fato, aproveitamos e usamos hoje do conhecimento que fomos obrigados a estudar na escola? O que lembramos tem utilidade para nossa vida fora do espaço escolar? O que, de fato, aprendemos, ou seja, aquilo de que nos apropriamos e podemos usar para compreender e intervir? E o que aprendemos em aula? O que só aprendemos, de fato, quando começamos a ensinar? O que aprendemos quando discutíamos com nossos colegas, quando fazíamos trabalhos juntos ou quando ensinávamos nosso irmão ou amigo mais novo?

Quanto tempo e esforço para perceber uma relação que hoje achamos óbvia e que, muitas vezes, só fomos entendê-la anos depois do término de nossos estudos sobre ela. Quanta coisa ainda hoje repetimos como papagaios, até que alguém nos faz uma pergunta inesperada e descobrimos que, de fato, não sabemos o que estamos dizendo. Às vezes, a curiosidade despertada faz com que voltemos aos velhos livros ou busquemos novos, ou simplesmente fiquemos a matutar, fazer esquemas, pensar sobre a pergunta até conseguirmos resolvê-la ou decidirmos abandoná-la de vez.



A formação do professor de Ciências de modo geral, privilegia o aprendizado de conteúdos específicos de sua licenciatura — na maior parte dos casos, em Ciências Biológicas —, aprendidos de forma fragmentada em disciplinas separadas durante sua graduação e, com frequência, independentemente de qualquer discussão sobre seu significado filosófico, sobre seu papel histórico e sobre os processos de ensino. Por ser um conhecimento muito articulado, acaba prevalecendo um entendimento do ensino de Ciências Naturais que “enfatiza a natureza lógica e explicativa correta sobre conhecimentos anteriormente adquiridos, afirmando uma definitiva e verdadeira organização e aplicação do método científico em sala de aula, desconsiderando o conhecimento prévio do aluno” (Harnes, 1999).

Sobre as concepções de ensino e de ciência dos professores de Ciências, vale a pena consultar HARNES, J. B. S. Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da ciência e suas implicações para o ensino. *Instituições em Ensino de Ciências* — Revista do Instituto de Física da UFPRGS, Itaipoguaçu, v. 4, n. 3, dez. 1999. Versão eletrônica disponível em [www.fisica.ufprgs.br/revista/](http://www.fisica.ufprgs.br/revista/).

Por que vamos atrás de pensar, “perdendo tempo” com uma coisa que, muitas vezes, não é uma necessidade imediata? O que nos faz querer resolver uma situação só porque ela parece paradoxal? Alguma coisa nos move a buscar novos conhecimentos. Quem não se lembra do prazer que é o *insight*, a percepção repentina, a compreensão que parece vir pronta, de uma vez só, de uma questão que nos incomodava já há algum tempo? Às vezes, ocorreu quando estávamos só re-moendo idéias; outras vezes, foi algo que alguém disse (nem sempre o professor da matéria); outras, um texto ou imagem que permitiram uma síntese ou a reorganização de aspectos que víamos anteriormente como isolados. Para os professores, é muito comum isso ocorrer em sala de aula, quando estamos nos esforçando para ensinar. Ao falarmos, parece que tudo se torna claro, pelo menos para nós.

De novo esquecemos os alunos, empolgamo-nos com nosso próprio processo. Falamos sozinhos, muitas vezes escrevendo no quadro, sem nem sequer olhar para a turma. Mergulhamos em nossa empolgação de estar recriando, muitas vezes aprendendo, nosso tema de aula e esquecemos até o que estamos fazendo ali na sala, sobretudo nós, professores de Ciências.

No fundo, porém, nossa gratificação maior, o que dá sentido a nossa presença na sala de aula, é ver os alunos aprenderem, ver como estão crescendo e descobrindo novos mundos, por nossa causa. Ai vem o desânimo, quando a realidade nos mostra que isso não acontece ou, pelo menos, não acontece o tanto que desejávamos.

Qual de nós ainda não sonhou em fazer diferença

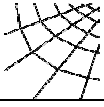
professor que vence todas as dificuldades e resistências e term.na sendo amado até pelos alunos mais rebeldes? Ou como o professor que é lembrado, no futuro, como o que deu a oportunidade para determinado sujeito mudar de vida ou lhe ensinou aquilo que ele, de fato, precisou para se estabelecer na vida?

E qual de nós não se assusta com o índice de evasão escolar, com o fato de que ainda é muito grande o contingente de pessoas que passam pela escola, mas não permanecem, com o quadro dos índices globais da educação brasileira? Na hora em que uma manchete de jornal nos joga um desses índices na cara, em que vemos o aumento crescente da desigualdade social, não conseguimos manter nossa flegma e dizer que não temos nada que ver com isso, que o problema é dos alunos, das famílias, da direção da escola, do governo. Quando reconhecemos um aluno ou ex-aluno em um assalto ou descobrimos, anos mais tarde, que foi responsável por um desfalque, ou mesmo que se suicidou, fica, como uma agulha nos cutucando, a idéia de que estamos sendo cúmplices dessa situação, por mais incômoda que essa idéia nos pareça.

No fundo, se olharmos bem, o que nos mantém nessa profissão é o que acontece com os alunos. E quando facilmente esquecemos isso, em nosso dia-a-dia...

Quando descrevemos o quadro inicial, se você acompanha: com cuidado, vai perceber que os alunos só foram objeto da preocupação do professor quando “atrapalharam” a programação que havia feito... E, mais fortemente, quando não corresponderam às expectativas iniciais sobre seu desempenho.

É muito comum estarmos tão centrados nas exi-



## ALUNO, CONHECIMENTOS ESCOLARES E NÃO ESCOLARES

Ou, pelo menos, pensamos neles de forma genérica, como uma categoria, e não como pessoas concretas, com desejos, aspirações, dificuldades, capacidades... Despersonalizamos nossa relação, esquecendo que quem vai nos amar, quem vai ter sucesso em nossas provas são pessoas concretas, com nome, sobrenome, história de vida...

Sabemos pouco sobre nossos alunos: quem são, o que esperam da escola, o que os preocupa, como aprendem, como podem vir a ter prazer na aprendizagem.

Este capítulo pretende refletir um pouco sobre isso. Quem é esse nosso aluno? Como ele aprende? Como essas considerações intervêm em uma sala de aula, onde não trabalhamos individualmente com cada aluno, mas com uma turma?





## Atividade de sala de aula

Agora vamos discutir duas propostas que podem ser realizadas em sala de aula e suas implicações pedagógicas. Na primeira proposta, a proposição metodológica feita por DELIZOICOV, ANGOTTI e PERNAMBUCO<sup>1</sup> envolve três momentos pedagógicos (modelo TMP): problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. A outra proposta, feita por Andréa Infantsi Vannucchi<sup>2</sup>, envolve uma atividade sobre o tema Telescópio e nós vamos comparar a abordagem que ela utilizou com a de um livro didático de Física para o Ensino Médio<sup>3</sup>.

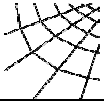


### 2. Exemplos

#### a) Poluição do ar

##### Contexto da atividade

A atividade a seguir, estruturada pelos três momentos pedagógicos, é exemplo que foi empregado (com pequenas adaptações) em curso de formação continuada de professores de Ciências da rede de ensino municipal de São Paulo, durante o ano de

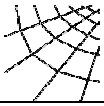


## INSTRUMENTAÇÃO PARA O ENSINO

1990, com o objetivo de explorar possibilidades e fornecer subsídios para uma prática educativa a ser desenvolvida com alunos do ensino fundamental (de 5ª a 8ª série). Um plano de ensino do tema “poluição urbana”, em que esta atividade está inserida, é exemplificado na 5ª Parte, que visa fornecer subsídios para a elaboração de programas na perspectiva da abordagem temática. Como será visto nessa parte, os conceitos unificadores constituem um dos eixos estruturantes da programação. O conceito unificador escala foi explorado nesta atividade e permitiu sua estruturação. Esse conceito caracteriza uma das atividades da produção científica, a saber, a da mensuração e matematização das variáveis envolvidas nos fenômenos, relacionados respectivamente à precisão e exatidão das grandezas. Tais procedimentos — mensuração e matematização — e valores — precisão e exatidão — são de fundamental importância, uma vez que estão na gênese da ciência moderna e constituem um dos diferenciais entre o conhecimento prevalente do aluno e o científico.

**Problematização inicial**

A discussão inicial ocorre no “pequeno grupo” (até quatro pessoas). Cada grupo deve anotar a síntese das conclusões, para posterior apresentação e discussão no “grande grupo” (toda a turma). O professor organiza e atende os grupos, dimensionando o tempo para essa atividade de acordo com o andamento do trabalho e seu planejamento. Na discussão no “grande grupo”, resgata as sínteses dos alunos, coordenando as discussões e desafiando-os a expor suas idéias. Explora posições contraditórias, sempre perguntando e solicitando aos alunos que se pronunciem. A meta é: 1) problematizar as falas; 2) ir direcionando para a introdução do que será abordado



## ABORDAGEM DE TEMAS EM SALA DE AULA

no momento seguinte — organização do conhecimento —, mediante outras questões, formuladas pelo professor, que serão objeto de estudo, ao se desenvolver o segundo momento. Esse aspecto da problematização inicial tem a função de procurar conscientizar os alunos das possíveis limitações e lacunas de seu conhecimento.

BASEIE-SE EM SUAS OBSERVAÇÕES E EXPERIÊNCIAS DO DIA-A-DIA E REALIZE A SEGUINTE DISCUSSÃO COM SEU GRUPO:

1) Você vive numa região onde há muito tráfego de automóvel, ônibus e caminhão? Já esteve numa região dessas? E em locais com indústrias?

Tente, descrevendo, dar algumas das características dessa região com base no que você lembra de suas observações. Por exemplo:





## INSTRUMENTAÇÃO PARA O ENSINO

- a) Qual a cor dos prédios?
- b) Qual a cor da poeira dos móveis? E das cortinas?
- c) Como ficam as folhas das plantas?
- d) As características são diferentes no verão e no inverno?  
Descreva, também, outros detalhes que você tenha observado.

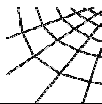
2) A seguinte notícia foi transmitida num jornal diário de uma emissora de rádio: "Cetesb informa: qualidade do ar em Cubatão é MÁ. No centro, a qualidade do ar é INADEQUADA".

- a) Você sabe o que é Cetesb? ([www.cetesb.sp.gov.br](http://www.cetesb.sp.gov.br))
- b) O que significa qualidade do ar "má"? E "inadequada"?

**Tabela 1** – Alguns poluentes do ar e as principais fontes lançadoras

Poluente	Fontes
Monóxido de carbono	Indústrias, veículos (queima de combustível)
Dióxido de carbono	Indústrias, veículos (queima de combustível)
Dióxido de enxofre	Indústrias, veículos, residências, termelétricas (queima de combustível)
Partículas de mercúrio	Indústrias de cloro, plásticos, papel e combustíveis de veículos
Partículas de chumbo	Indústrias de tintas, automóveis
Óxidos de nitrogênio	Aviões, automóveis, incineradores, queimadas
Partículas de amianto	Automóveis (pneus)
Inseticidas	Lançamentos sobre as plantações, indústrias de inseticidas
Cloro	Indústrias de cloro e de inseticidas organoclorados, spray
Cimento	Indústrias de cimento
Hidrocarbonetos	Veículos, indústrias (queima de combustível)
Partículas de carvão	Veículos, indústrias (queima de combustível)

Fonte: CECISP. *Ciências ambientais para 1º grau: 7ª e 8ª séries* – Poluição.



ABORDAGEM DE TEMAS EM SALA DE AULA

**Tabela 2 – Composição da atmosfera seca**

Componentes gasosos	Composição ppm (vol.)	Composição ppm (peso)
Nitrogênio	780.900	755.100
Oxigênio	209.500	231.500
Argônio	9.300	12.800
Dióxido de carbono	300	460
Neônio	18	12,5
Hélio	5,2	0,72
Metano	2,2	1,2
Criptônio	1	2,9
Óxido nítrico	1	1,5
Hidrogênio	0,5	0,03
Xenônio	0,08	0,36

OS OUTROS COMPONENTES GASOSOS DE ORIGEM NATURAL E DE CONCENTRAÇÃO VARIÁVEL SÃO:

- óxidos de nitrogênio: produzidos pelas descargas elétricas durante as tempestades;
- dióxido de enxofre; fluoreto de hidrogênio e cloreto de hidrogênio (erupções vulcânicas);
- sulfeto de hidrogênio: escapa das acumulações de gás natural ou dos vulcões;
- ozônio: formado fotoquimicamente ou por descargas elétricas.

Há ainda partículas sólidas ou líquidas de origem natural, constituídas de materiais do solo, da vegetação e do mar transportados pelo vento, bem como de poeiras meteóricas e de microorganismos e pólen.

**Organização do conhecimento**

O problema da qualidade e da poluição do ar em cidades como São Paulo tem origem em várias fontes poluidoras, conforme dados da tabela 1. Nesta atividade, será considerada a poluição do ar decorrente da queima de combustível no motor dos veículos.



## INSTRUMENTAÇÃO PARA O ENSINO

DESENVOLVER ESTE MOMENTO COM O MESMO PROCEDIMENTO ANTERIOR.

Analise a tabela 1 e responda às questões:

- 1) Que poluentes do ar decorrem da queima de combustível dos veículos?
- 2) Desses, você sabe identificar quais são gases e quais são sólidos?
- 3) Essas substâncias alteram a qualidade do ar? E a composição básica do ar, fica alterada? Explique. Consulte a tabela 2.
- 4) A quantidade de oxigênio ( $O_2$ ) do ar fica alterada? Explique. A tabela 3 fornece informações sobre alguns poluentes. Analise-a e responda às questões:
  - 5) O que significa  $g/m^3$ ? E  $mg/m^3$ ? E ppm? E  $\mu g/m^3$ ?
  - 6) Que principais efeitos o monóxido de carbono (CO) ocasiona? Em qualquer quantidade? Explique, consultando a tabela 4.
  - 7) Que principais efeitos o dióxido de enxofre ( $SO_2$ ) ocasiona? Em qualquer quantidade? Explique.
  - 8) E o chumbo (Pb)? Qual a origem do chumbo que fica no ar em consequência da queima de combustíveis?

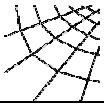
**Consultar:**

GEPEQ. *Interações e transformações III: química – ensino médio: química e a sobrevivência/atmosfera*. Livro do aluno e guia do professor. São Paulo: Edusp, 1998.

MOZETO, Antonio A. Química atmosférica: a química sobre nossas cabeças. *Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola*. Química ambiental, São Paulo, n. 1, p. 41-49, maio 2001.

QUÍMICA NOVA NA ESCOLA. Disponível em: <[www.s bq.org.br/ensino](http://www.s bq.org.br/ensino)>.

SANTOS, Wildson L. P. (Org.). Poluição do ar: estudo dos gases. In: \_\_\_\_\_. *Química na sociedade*. Brasília: UnB, 2000.



### Aplicação do conhecimento

1) Suponha que, durante 24 horas, em determinada região a qualidade do ar não se altere. Explique a que tipos de problema a população dessa região pode ficar sujeita, se a qualidade do ar (não alterada durante 24 horas) for:

- REGULAR;
- INADEQUADA;
- MÁ.

222

#### INSTRUMENTAÇÃO PARA O ENSINO

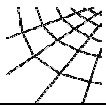
2) Segundo os padrões definidos pela Cetesb, como seria classificada a qualidade do ar, se as medidas apresentassem os seguintes dados:

a) Relativos à emissão de  $\text{SO}_2$  e partículas em suspensão durante 24 horas:

$\text{SO}_2$ ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PTS ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Produto ( $\text{SO}_2 \times \text{PTS}$ )
70	875	
350	200	
500	250	
900	385	

b) Relativos à emissão de CO durante 8 horas:

- 6 ppm:
- 25 ppm:
- 47 ppm:
- 12 ppm:
- 33 ppm:



## ANEXO AO CAPÍTULO 5 – A ATIVIDADE

**Tema:** Telescópio

**Finalidades:** Relações entre desenvolvimentos científico e tecnológico.

### Ao professor

Estas atividades buscam proporcionar aos estudantes a oportunidade de discutir alguns aspectos da atividade científica, confrontando suas concepções sobre Ciência e sua relação com a Tecnologia.

Pesquisas recentes têm investigado as concepções dos estudantes (e mesmo dos professores) sobre Ciência, Tecnologia, suas interações mútuas e com a sociedade. Díaz (1995) e Stiefel (1995) apontam alguns dos principais resultados:

- Ignoram-se os aspectos sociais da Ciência, não havendo alusões ao papel da comunidade científica, nem aos equívocos, crenças e dilemas dos pesquisadores.
- Quanto a suas repercussões sociais, identificam-se Ciência e Tecnologia como uma empresa única (“Tecnociência”).
- Muitos consideram a Ciência hierarquicamente superior à Tecnologia, sendo a segunda nada mais que a aplicação da primeira.





## ENSINO DE CIÊNCIAS: UNINDO A PESQUISA E A PRÁTICA

Entretanto, a Ciência não é necessariamente matriz da Tecnologia – esta relação de ciência-causa e tecnologia-efeito carece de respaldo histórico, como mostra o texto da Atividade. Por outro lado, o avanço científico eventualmente propiciado por novos aparatos está subordinado às teorias então disponíveis para sua interpretação – exemplos históricos mostram diversos momentos nos quais a comunidade científica não estaria ‘pronta’ para compreender novas teorias ou evidências empíricas.

O texto narra o motivo pelo qual se deu o aperfeiçoamento da luneta: finalidade militar. Apenas posteriormente o instrumento foi utilizado com fins científicos, no caso, astronômicos. Tem-se aí uma das distinções entre Ciência e Tecnologia, seus objetivos. No caso da Ciência, conhecimento; no caso da Tecnologia, um artefato ou seu processo de produção.

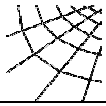
O texto mostra, também, que nem sempre o desenvolvimento tecnológico é precedido pelo desenvolvimento de teorias científicas afins, visto que a luneta foi desenvolvida sem que houvesse, até então, qualquer teoria ótica que explicasse seu funcionamento. Na verdade, o vínculo legítimo ocorre entre inovações tecnológicas anteriores e inovações tecnológicas modernas. Por exemplo, no episódio do aperfeiçoamento da luneta, foi a tecnologia de fabricação de lentes côncavas e convexas, e não a Ótica, que permitiu o aperfeiçoamento de um novo produto tecnológico, o telescópio.

A interação entre Ciência e Tecnologia está mais subordinada a fatores até certo ponto circunstanciais (pessoais, sociais, políticos e econômicos) do que a características permanentes dessas áreas do saber. Dessa maneira, a expectativa de produtos com utilidade prática, gerados por pesquisas científicas, é improcedente. Embora preocupações humanistas de melhoria das condições de vida sejam de fato pertinentes, trata-se de um equívoco esperá-las necessariamente contempladas pela pesquisa científica.

Há, todavia, indicações de uma relação vital entre Ciência e Tecnologia. Uma metáfora utilizada para caracterizar a interação é *simbiose*, que significa dependência mútua, isto é, relação simétrica, permitindo interações recíprocas sem um sentido preferencial.

**Ao estudante**

Estas atividades têm como base as novas descobertas astronômicas proporcionadas pela utilização de telescópios, aperfeiçoados no século XVII pelo



ANEXO AO CAPÍTULO 5 – A ATIVIDADE

estudioso e inventor italiano Galileu Galilei. A partir desse episódio será possível discutir alguns aspectos da atividade científica e das relações entre Ciência e Tecnologia.

Durante o verão de 1609, um holandês visitou Pádua, cidade onde Galileu Galilei residia na época, trazendo consigo um instrumento através do qual se avistavam os objetos em tamanho três vezes maior que a olho nu. O estrangeiro tentou vendê-lo ao governo local, mas como o preço solicitado era muito alto e ouvira-se da existência de instrumentos semelhantes com poder de aumento superior, o aparelho do holandês foi recusado. Soube-se, então, que o aparato consistia em um longo tubo, contendo uma lente de vidro em cada extremidade.

Galileu, além de professor, desenvolvia atividades de consultoria em problemas de engenharia civil e militar. Dessa forma, provavelmente prevendo a utilidade de tal instrumento para a frota naval de Veneza contra os turcos, decidiu tentar sua construção. E assim o fez, raciocinando que uma das lentes teria que ser côncava e a outra convexa. Lentes planas não produziriam efeito algum; uma lente côncava ampliaria o objeto, mas sem resolução e nitidez, enquanto uma lente convexa reduziria seu tamanho aparente, mas talvez pudesse eliminar a falta de nitidez. Tentando essa combinação, com a lente côncava próxima de seu olho, verificou o efeito de fato produzido: era possível observar objetos com suas dimensões ampliadas em três vezes.

Antes do final daquele mesmo ano, Galileu havia construído telescópios de qualidade satisfatória e poder de ampliação significativa para observações astronômicas.

Veja, a seguir, como é narrado o episódio por meio de um diálogo imaginado entre pessoas da época por Drake (1983), grande especialista em Galileu Galilei:

**Sarpi** Por volta de novembro de 1608, recebi da Holanda um pequeno folheto descrevendo um instrumento, elaborado por um fabricante de óculos de Middlebourg. Este instrumento ampliaria objetos distantes, fazendo-os aparentarem estar mais perto. Eu imediatamente escrevi para amigos no exterior indagando a veracidade do fato. [...] Jacques Badovere me respondeu dizendo que o efeito de ampliação era o fato real e que imitações da luneta holandesa já estavam sendo vendidas em Paris, onde ele mora, embora essas imitações fossem pouco potentes, praticamente brinquedos.



---

ENSINO DE CIÊNCIAS: UNINDO A PESQUISA E A PRÁTICA

---

[...] Eu e Galileu tínhamos, por diversas ocasiões ao longo dos muitos anos de relacionamento, discutido sobre Ciência, de modo que ele não havia jamais demonstrado maior interesse pela Astronomia, nem estava pensando em tal assunto quando ouviu falar da luneta holandesa.

**Sagredo** Pelo que eu conheço dele, seu interesse deu-se pela possibilidade de obter vantagem para Veneza sobre os turcos, através da posse de uma luneta pela nossa marinha.

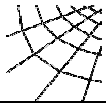
**Sarpi** Você tem razão. Em junho, ele havia requisitado um aumento de salário ao nobre Signor Piero Duono, que visitava Pádua, mas as negociações provaram-se infrutíferas. Nosso amigo ouviu falar da luneta pela primeira vez numa breve visita a Veneza, em julho, e então percebeu que talvez pudesse construir uma de valor naval para a República. Tão logo ouviu os relatos, nos quais alguns acreditavam e outros ridicularizavam, ele visitou-me para saber minha opinião. Eu mostrei-lhe a carta de Badovere atestando a existência do instrumento holandês e ele retornou imediatamente a Padua para tentar, em sua oficina, a reinvenção e construção da luneta.

**Sagredo** Quando eu voltei da Síria ouvir dizer que, justamente nessa época, um estrangeiro visitou Veneza com um desses instrumentos, tentando vendê-lo ao nosso governo por um preço alto, de modo que a oferta foi recusada. Tal coincidência surpreendente de fato ocorreu?

**Sarpi** De fato. E por coincidência ainda maior o estrangeiro chegou a Pádua imediatamente após nosso amigo tê-la deixado para visitar Veneza. Algumas pessoas em Pádua viram o instrumento, como nosso amigo descobriu em seu regresso, mas pelo mesmo golpe de destino, o estrangeiro havia acabado de partir para Veneza.

**Sagredo** Então nosso amigo obteve considerável benefício prático, podendo saber por outras pessoas de Pádua como o instrumento era construído.

**Sarpi** De modo algum, pois o estrangeiro não permitia a ninguém exame mais minucioso que o de olhar através da luneta. O preço que pedia por ela era de mil ducados, tanto que os senadores hesitaram agir sem aconselhamento e me indicaram para apreciar a questão. É claro que eu desejava estudar sua construção, mas fui proibido pelo estrangeiro de demonstrá-la. Tudo que pude des-



## ANEXO AO CAPÍTULO 5 – A ATIVIDADE

cobrir era que constava de duas lentes, uma em cada extremidade de um longo tubo. Portanto, isso é tudo que poderia ter sido relatado ao nosso amigo em Pádua. A luneta não era de fato muito potente, ampliando uma linha distante em apenas três vezes. Sabendo pelo folheto que os holandeses já possuíam lunetas mais potentes, aconselhei o Senado contrariamente a este gasto dos fundos públicos e o estrangeiro partiu contrariado.

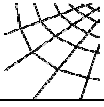
[...] Justamente nesta época, recebi uma carta de nosso amigo, que dizia ter obtido o efeito de ampliação, embora fraco. Também estava confiante de poder melhorá-lo consideravelmente, num tempo curto [...].

**Sagredo** Ele contou como havia descoberto o segredo tão rapidamente?

**Sarpi** Não naquela carta rápida. Mas, posteriormente, disse ter raciocinado que uma das lentes deveria ser convexa e a outra côncava. Uma lente plana não produziria efeito algum; uma lente convexa ampliaria os objetos, mas sem resolução e nitidez, enquanto uma lente côncava reduziria seu tamanho aparente, mas talvez pudesse eliminar a falta de nitidez. Experimentando duas lentes de óculos, com a côncava próxima de seu olho, ele constatou o efeito desejado. Os problemas eram, então, polir a lente côncava mais profundamente, o que se faz em óculos para míopes, e, também, moldar a lente convexa no raio de uma esfera grande, aguçando seu efeito. Por motivos óbvios, ele o fez por si mesmo, pois não desejava que nenhum polidor de lentes soubesse de seu plano. No meio de agosto, ele retornou a Veneza com uma luneta que ampliava oito vezes ou mais. Com ela, da campânula em São Marco, descreveu navios que se aproximavam, duas horas antes que pudessem ser avistados por observadores treinados.

**Sagredo** Sabemos que ele presenteou a luneta ao Duque e em retorno recebeu um salário dobrado e posição vitalícia na universidade, embora ele tenha logo deixado o magistério e se colocado a serviço de Cosimo II de' Medici, na corte toscana. Agora, o que fez com que ele voltasse este instrumento comercial e naval para os propósitos da Astronomia?

**Sarpi** O folheto dizia, no final, que estrelas invisíveis a olho nu eram observadas através da luneta. Talvez nosso amigo tenha logo verificado tal fato, ou tenha-o descoberto ele próprio [...].



## ENSINO DE CIÊNCIAS: UNINDO A PESQUISA E A PRÁTICA

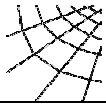
*Salviati* Talvez eu possa esclarecer o que aconteceu a seguir. Tendo presenteado sua primeira luneta ao Duque, nosso amigo desvencilhou-se de suas obrigações ao príncipe e aluno. Apresentou a Cosimo, em Florença, um instrumento semelhante, útil para fins militares. Ocorreu-lhe que outro, ainda mais potente, seria um presente apreciável para o jovem grão-duque. Tencionava aperfeiçoar ainda mais a luneta. Entretanto, para tal finalidade, necessitava de vidro duro e cristalino de espessura que não era utilizada pelos fabricantes de óculos. Recendo que outros antecipassem, caso tomassem conhecimento do material de que necessitava, solicitou o vidro em Florença, na qualidade e tamanho que desejava. Poliu, então, lentes apropriadas para um telescópio duas vezes mais potente que aquele construído anteriormente, que já era quase três vezes mais potente que os brinquedos feitos com lentes de óculos. Ele completou o empreendimento no fim de novembro e, enquanto testava-o ao entardecer, ocorreu de apontá-lo em direção à Lua, então crescente. Através do telescópio a Lua apresentou-se tão diferente do esperado, tanto em relação à sua porção iluminada, quanto à escura, que durante todo um mês ocupou a atenção exclusiva de nosso amigo.”

Assim, embora Galileu tenha transformado a luneta num instrumento que possibilitava até a investigação astronômica, não sabia explicar por que e como funcionava aquele objeto. Somente no ano seguinte, um astrônomo da época, Johannes Kepler, escreve um livro no qual deduz os princípios de funcionamento do telescópio, analisando geometricamente a refração da luz por lentes. Mas a formulação correta da lei da refração não era conhecida, como também não se tinha ainda um modelo aceitável para explicar por que, afinal, a luz era refratada pelas lentes. Esses fatos só seriam esclarecidos cerca de 70 anos mais tarde pelo holandês Christian Huygens.

Ou seja, apenas no ano seguinte ao aperfeiçoamento da luneta por Galileu, Kepler explicou *como* se dava seu funcionamento. Entretanto, *por que* o instrumento funcionava daquela forma só pôde ser compreendido 70 anos mais tarde.

### Questões

1. De que nova Tecnologia trata o texto? Que parte da Ciência descreve e explica seu funcionamento?



## ANEXO AO CAPÍTULO 5 – A ATIVIDADE

2. Por que motivo Galileu decidiu aperfeiçoar a luneta? Você saberia fazer um paralelo com os avanços que ocorrem nos dias de hoje, citando algum que tenha se dado pelo mesmo motivo?
3. Em que trechos você nota o descompasso entre desenvolvimento científico e tecnológico no século de Galileu?
4. Quais foram, afinal, as dificuldades enfrentadas por Galileu para a construção da luneta? Você as definiria como problemas científicos ou tecnológicos? Por quê?
5. Qual seria então a relação entre Ciência e Tecnologia e científicos e tecnológicos? Ela seria equivalente à que ocorre nesse episódio? E exemplos nos quais a interação seja diferente?

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Conforme indicado, os livros e artigos de revista a seguir foram utilizados na elaboração desta atividade. Você pode buscá-los como fonte para informações adicionais ou para a criação de novas atividades.

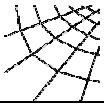
DÍAZ, J. A. A. Educación tecnológica desde una perspectiva CTS – una breve revisión del tema. *Alambique*, n° 3, p. 75-84, 1995

DRAKE, S. *Telescopes, tides and tactics: a Galilean dialogue about the starrymessenger and systems of the world*. Chicago: The University of Chicago Press, 1983.

KOESTLER, A. *O homem e o universo*. Tradução de Alberto Denis. São Paulo: Ibrasa, 1989. p. 426.

SMITH, Alan G. R. *A revolução científica nos séculos XVI e XVII*. Lisboa: Editorial Verbo, 1973. p. 215.

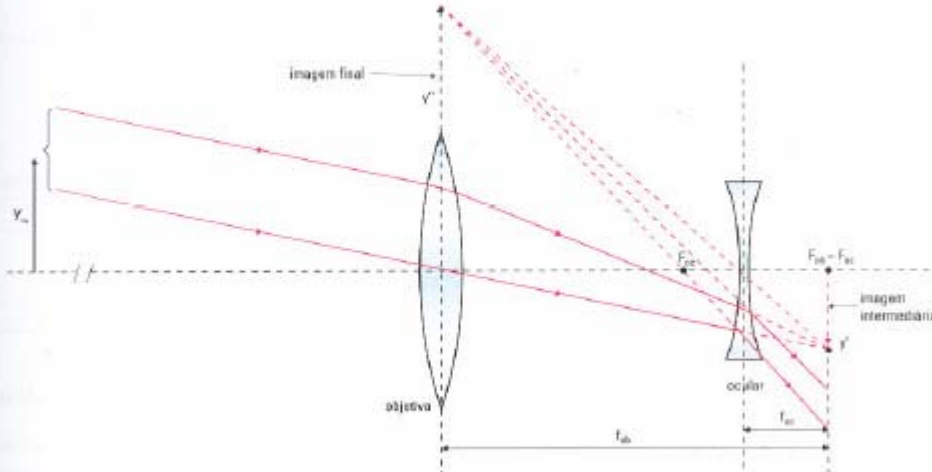
STIEFEL, B. M. La de la Ciencia enlennmayer los enfoques CTS. *ALAMBIQUE Didáctica de las Ciencias Experimentales*, n. 3, jan. 1995, p. 19-29.



### Telescópio ou luneta de Galileu

Aprofundamento

O telescópio ou luneta de Galileu, inventado provavelmente em 1609, é muito semelhante ao telescópio refrator, utilizando como ocular uma lente divergente. Veja a figura:



*Luneta de Galileu: a objetiva é uma lente convergente de distância focal  $f_{ob}$ , que produz a imagem  $y''$  de um objeto  $y$  localizado no infinito. A ocular é uma lente divergente, de distância focal  $f_{oc}$ , que conjuga a imagem final  $y''$  com a imagem intermediária  $y'$ .*

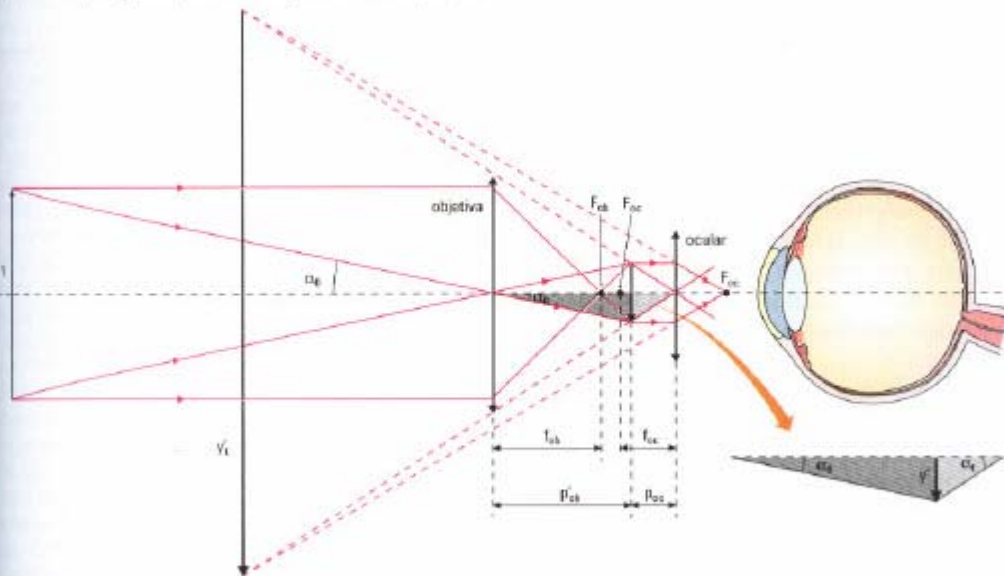
A sua grande vantagem é produzir uma imagem direita, o que a torna muito mais cômoda para observações terrestres. Atualmente ela só é utilizada para fins didáticos ou em lunetas ou binóculos muito simples, destinados preferencialmente a atividades didáticas e lúdicas.

### Aumento do telescópio refrator

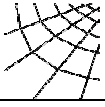
Dedução

A figura representa a ampliação do objeto  $y$ , produzida por um telescópio refrator. Observe que o ângulo visual  $\alpha_p$ , pelo qual se vê o objeto a olho nu, e  $\alpha_v$ , pelo qual se vê o objeto com o telescópio, se

referem à metade da altura do objeto e da imagem, o que não altera o resultado final da dedução.



*A objetiva conjuga com o objeto  $y$  a imagem intermediária  $y'$ . Com esta, a ocular conjuga a imagem final  $y''$ . O destaque mostra a relação entre  $\alpha_p$  e  $\alpha_v$  e a altura metade da imagem intermediária, o que não altera o resultado da dedução final.*



### **Atividade 3**

Agora é hora de colocar a mão na massa: vocês vão formar grupos e cada um desses grupos vai escolher um livro didático de Química, Física, Ciências **ou** Matemática e analisar um dos capítulos em relação à abordagem do cotidiano, da história da ciência **ou** da tecnologia. Gostaríamos também que vocês elaborassem um painel e se preparassem para apresentá-lo.