

**Fabio Heberton Sepka**

Recepção, transmissão e processamento de dados: aplicação de uma seqüência didática no ensino médio de física, estruturada sob a perspectiva CTS.

Dissertação apresentada como exigência parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação, do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina.

**Orientador: Prof. Dr. Arden Zylbersztajn**

Florianópolis  
Dezembro de 2004

## **Agradecimentos.**

Ao professor Angotti, pelo incentivo e;

Ao professor Arden, pelo exemplo.

Aos meus filhos, André e Bianca.

## **Resumo.**

O presente trabalho consistiu na elaboração, aplicação e avaliação de uma seqüência didática estruturada sob a perspectiva de ensino CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) para o ensino de física no nível médio. A experiência foi levada a efeito em duas etapas: uma aplicação piloto, com uma turma, no último trimestre de 2003 e, baseada na análise dos resultados observados nesta, uma segunda aplicação com algumas modificações visando torná-la mais efetiva, com outra turma, no primeiro trimestre de 2004, em uma escola pertencente à rede municipal de Brusque, Santa Catarina. Nesta dissertação são apresentados e discutidos de forma mais elaborada os resultados da segunda aplicação. Além destas duas aplicações a seqüência didática foi aplicada em mais duas turmas em cada etapa.

O objetivo principal da pesquisa foi analisar a inserção desta perspectiva de ensino em termos de motivação e aprendizagem dos alunos. Para a aplicação deste trabalho, como pressupostos metodológicos de ensino foram utilizados os *momentos pedagógicos* propostos por Delizoicov e Angotti. Como instrumentos para a coleta de dados foram utilizados materiais produzidos pelos alunos, questionários, entrevistas, gravação das aulas em áudio e, de partes de algumas, em vídeo.

Mesmo encontrando algumas dificuldades, os resultados foram positivos. Mais ainda, apesar do habitual receio e necessárias adaptações para adequar-se às novidades, foi verificado que não só os alunos, mas a comunidade escolar como um todo espera por mudanças no quadro atual do ensino de ciências em geral, e de física, em particular.

## **Abstract.**

The present work consisted on the planning, implementation and evaluation of a didactic sequence structured under the STS (Science, Technology and Society) teaching perspective for high school physics. The experience was carried on in two stages. A pilot was conducted with one class on the final third of 2003, the results of which served as a base for applying the sequence with improvements on a second class in the first third of 2004, both classes belonging to a school of the local educational authority of the city of Brusque, in the state of Santa Catarina, Brazil. In this dissertation the results of the second run are presented and discussed on a more elaborated way. The didactic sequence was applied on two more classes on each stage.

The main objective was to study the insertion of the STS perspective in terms of the motivation and learning of the students. For this work the *pedagogical moments* proposed by Delizoicov and Angotti were used as teaching methodology. The instruments for data collection were materials produced by the students, questionnaires, interviews, audio recording of the lessons, and video recording of parts of some.

In spite of some difficulties detected, the results were positive. Even considering the usual apprehension and the necessary adaptations linked to novelties, it was observed that not only the students, but the school community as a whole, wait for changes in science teaching in general and physics in particular.

## Sumário.

### I. INTRODUÇÃO.

#### I.1. O quadro atual.

I.1.1. O quadro social..... 01

I.1.2. O quadro escolar..... 04

I.2. As atuais propostas e o encontro com o enfoque CTS..... 06

### II. O ENFOQUE CTS.

#### II.1. Visão global.

II.1.1. Breve histórico.....15

II.1.2. A Perspectiva CTS.....17

II.2. O Ensino sob a perspectiva CTS.....18

#### II.3. A perspectiva CTS e os Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio.

II.3.1. PCNEM.....22

II.3.2. Pontos de Convergência.....24

### III. PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS DA SEQÜÊNCIA DIDÁTICA..... 28

#### III.1. Da produção científica e do ensino de ciências.

III.1.1. Da dinâmica da produção científica.....28

III.1.2. Do ensino de ciências.....29

III.2. Desafios para o ensino de ciências.....29

#### III.3. Bases conceituais necessárias.

III.3.1. Bases epistemológicas.....30

III.3.2. Visão de aluno.....31

III.3.3. O professor.....33

III.3.4. A escola.....33

#### III.4. A proposta.

III.4.1. Os temas.....34

III.4.2. Os momentos pedagógicos.....36

III.4.3. A seqüência didática.....38

### IV. APLICAÇÃO DA SEQÜÊNCIA DIDÁTICA.

IV.1. O contexto da aplicação.....43

IV.2. Descrição e análise das atividades da segunda aplicação.....44

IV.3. Avaliação da segunda aplicação.

IV.3.1. Avaliação das atividades pelos alunos.....	83
IV.3.1.1. O questionário.....	83
IV.3.1.2. As entrevistas.....	88
V. CONCLUSÕES.....	99
VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	107
VII. ANEXOS.	
VII.1. Anexo 1 - Resumo das atividades realizadas e comentários referentes à aplicação piloto.....	112
VII.2. Anexo 2 – Apostila utilizada.....	121
VII.3. Anexo 3 – Questionário utilizado para coleta de opiniões.....	139
VII.4. Anexo 4 – Roteiro de entrevista.....	140

## **I. INTRODUÇÃO.**

### **I.1. O quadro atual.**

#### **I.1.1. O quadro social.**

Desfrutamos hoje de inquestionáveis conquistas científicas e tecnológicas. Estão presentes nas áreas das comunicações, da medicina, da agricultura, em praticamente tudo que faz parte do nosso cotidiano e, em certos casos, até na educação, normalmente refratária a mudanças. Elas aumentaram nossa expectativa de vida, diminuíram distâncias, facilitaram em muitos aspectos nossas tarefas profissionais e domésticas e colocaram à nossa disposição informações em quantidade e sobre uma gama muito grande de coisas. Neste sentido, Gordillo e Cerezo lembram que:

*“Já é um tópico afirmar que um dos aspectos distintivos do século XX frente a qualquer outro momento histórico é a multiplicação dos conhecimentos científicos e a radical transformação tecnológica das condições da vida humana.”*

Winner (1987), por sua vez, chama a atenção para o fato de que o desenvolvimento tecnológico moderno levou à reestruturação de nossas idéias de espaço e tempo, bem como de nossas relações sociais e dos limites morais e políticos.

Esta forte influência da ciência e da tecnologia trouxe, porém, algumas conseqüências desagradáveis. Num primeiro pensamento lembramos dos prejuízos ecológicos por elas causados e de seus usos militares de impressionante poder destrutivo. Mas, detendo-nos um pouco mais nesta linha de raciocínio, podemos perceber outras conseqüências que não são, por vezes, tão flagrantes. A indução a um consumismo desenfreado, sistemas de organização de trabalho severos que não tomam em consideração a situação humana e, talvez o mais importante para nós educadores, o emascarar de uma realidade social, não permitindo que a clareza e a consciência do que somos e queremos possa desenvolver-se espontaneamente.

Bazzo (1998) nos adverte de que a confiança na tecnologia, como se fosse uma divindade, tornou-se um comportamento tão arraigado na vida contemporânea que somos levados a pensar desta maneira durante toda a nossa vida escolar. Assim, continua este autor, a lógica do comportamento humano passa a se confundir com a da eficácia tecnológica e as suas razões com as razões da ciência. Tudo isso é reforçado pela exaltação das

virtudes da ciência e da tecnologia; seus produtos são vendidos com a pregação de suas qualidades, embasadas em depoimentos “científicos”.

Demonstrando sua preocupação com a submissão atual da sociedade americana ao cientificismo e a tecnologia, Neil Postman alerta que o ideal de progresso humano conforme expressado por Francis Bacon no Século XVII foi substituído pelo de progresso tecnológico, onde a meta passa a ser do nosso ajuste às novas tecnologias e não a redução da ignorância, da superstição e do sofrimento. Para expressar este estado de dominação, ele criou o termo Tecnopólio:

*“Tecnopólio é um estado de cultura. Também é um estado de mente. Consiste na deificação da tecnologia, o que significa que ele procura sua autorização na tecnologia, encontra sua satisfação na tecnologia e recebe ordens da tecnologia. Isso requer o desenvolvimento de um novo tipo de ordem social e, por necessidade, leva à dissolução de muito do que está associado com as crenças tradicionais. Aqueles que se sentem mais confortáveis no tecnopólio são as pessoas que estão convencidas de que o progresso técnico é a realização suprema da humanidade e o instrumento com o qual podem ser solucionados nossos dilemas mais profundos.”* (Postman 1994, p.79).

Cabe neste momento também uma breve reflexão sobre o que é o progresso, pois, como ponderou Tuñón (2001), ainda que a crença no progresso seja um fato consumado, se os avanços técnicos não forem acompanhados de melhorias sociais e morais, o progresso pode converter-se em regresso.

Neste trabalho procuramos nos manter equidistantes tanto da visão tecnófila – promovendo uma apoteose a tecnologia – quanto tecnófoba – atribuindo a ela todas as coisas ruins. O que queremos preservar é a idéia de que existe uma imbricação muito forte entre sociedade, ciência e tecnologia que não pode ser desfeita e que deve ser levada em consideração em qualquer estudo que se proponha fazer sobre qualquer um destes assuntos.

Esta disposição é sentida, entre muitos outros, também por Tezanos et al (1997, p.5):

*“Nas sociedades de nossos dias existe uma inter-relação crescente entre todas as áreas do saber. A ciência e a técnica aparecem como processos sociais complexos, nos que influem fatores econômicos, políticos e culturais.”*

A visão tradicional da ciência e da tecnologia presente atualmente em alguns meios acadêmicos e sociedades é o modelo linear/tradicional de progresso, conforme apresentado em Auler (2002, p.26). Trata-se de uma concepção essencialista e triunfalista que podemos resumir na equação: mais ciência = mais tecnologia = mais riqueza = mais bem-estar social, segundo a qual, ancoradas em alguns mitos do sistema pesquisa e desenvolvimento (P&D), a ciência e a tecnologia, desde que garantidas sua autonomia, supririam os conhecimentos necessários acerca do mundo.

Resumidamente, com base em Bazzo, Linsingen e Pereira (2002) estes mitos são: mito de benefício infinito – o progresso da ciência e tecnologia conduz certamente a mais benefícios sociais; mito da investigação sem limite – qualquer linha de pesquisa pode produzir, cedo ou tarde, benefícios sociais; mito da rendição de contas – a arbitragem por pares dá conta das responsabilidades morais e intelectuais no sistema; mito da fronteira sem fim – os conhecimentos científicos e tecnológicos novos são autônomos em relação às suas aplicações.

Análises como estas nos fazem perceber a necessidade da comunidade científica, classe política e sociedade, fomentarem uma revisão epistemológica da natureza da ciência e da tecnologia com fins a desmistificar seu caráter essencialista e a refletir sobre sua autonomia:

*“É nesse contexto também que emergiu um novo modo de produção do conhecimento, o qual tem-se desenvolvido em um contexto de aplicação, com características mais transdisciplinares do que disciplinares e dando lugar a uma interação entre diferentes atores sociais, como cientistas, representantes dos governos, do setor produtivo, de organizações não-governamentais e da imprensa.” (Gibbons et al, apud Santos e Mortimer, 2000, p.135).*

Mais voltado ao contexto brasileiro, Paulo Freire expressou de modo eloqüente a necessidade atual da participação social em tais questões:

*“Nunca, talvez, a frase quase feita – exercer o controle sobre a tecnologia e pô-la a serviço dos seres humanos – teve tanta urgência de virar fato quanto hoje, em defesa da liberdade mesma, sem a qual o sonho da democracia se esvai.” (apud Auler, 2002, p.26).*

### I.1.2. O quadro escolar.

Temos percebido durante os anos em que lecionamos física no ensino médio que os conteúdos e atividades escolares tradicionalmente ministrados encontram-se bastante distantes deste quadro social que descrevemos. Dito de outra forma: o “mundo” da escola e o “mundo” dos alunos não são, muitas das vezes e sob vários aspectos, os mesmos.

No mundo dos alunos são inúmeras as inovações científicas e tecnológicas e os impactos que elas causam sobre o meio ambiente e social, enquanto a escola parece alienada a todo esse processo. Nos dias de hoje, em que essas inovações influenciam muito forte e rapidamente a sociedade, suas relações políticas, econômicas e de produção, este quadro torna-se ainda mais preocupante.

Nos PCN+ (Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio) encontramos a mesma preocupação:

*“Num mundo como o atual, de tão rápidas transformações e de tão difíceis contradições, estar formado para a vida significa mais do que reproduzir dados, denominar classificações ou identificar símbolos.” (Brasil, 2002, p.9).*

Esta rápida e drástica evolução das ciências e da tecnologia estabelece novas formas de organização social e política e uma nova concepção de cidadania. Discorrendo especificamente sobre a física, Cavalcante (1999, p. 551) afirma:

*“Temos que pensar organicamente sobre a Física, uma ciência em constante evolução. Este processo evolutivo se torna cada vez mais evidente, visto que o intervalo de tempo entre uma descoberta científica e suas aplicações tecnológicas tem se reduzido drasticamente”. Os nossos estudantes não podem receber uma mensagem atemporal e estática sobre a Física. Assumindo-se o conhecimento desta forma, nega-se qualquer tentativa de inserí-lo em um contexto de construção humana.”*

Esta defasagem entre o “mundo” da escola e o “mundo” dos alunos configura-se, a nosso ver, como uma das causas deles sentirem-se desmotivados à aprendizagem, não encontrando “significado” em seus objetos de estudo. Frequentemente, questões como: “Por

que estou estudando isto?”, ou, “Pra que isso vai me servir?”, são levantadas por eles e, não menos freqüentemente, nossos argumentos para responder a tais questões não lhes soam convincentes.

Uma outra queixa comum relativa aos nossos alunos é que eles estão muito distantes e despreocupados das questões sociais, que são acríticos, que “não estão muito aí pra coisa alguma”. Cabe-nos questionar: “E a escola?”. Nossa resposta é que ela precisa tornar-se mais participativa na sociedade em que está inserida, refletindo e interferindo, diante do possível, para sua melhoria.

Ainda com relação ao ensino de física, vale a pena destacar que a PC/SC (Proposta Curricular de Santa Catarina), já em 1997, condenava o excessivo treinamento para a aplicação de fórmulas na resolução de problemas – muitas vezes artificiais e descontextualizados – apresentado por este nível de ensino, criticando a preocupação descabida com os testes vestibulares, que desconsideram o aspecto de terminalidade para a maioria dos estudantes secundaristas.

Além dos conteúdos oferecidos pela escola tradicional estarem distantes e despreocupados com a realidade individual e social dos alunos e serem apresentados dentro de rígidas fronteiras disciplinares, os métodos e estratégias de ensino por ela desenvolvidos levam o alunos à passividade. Os PCN+ Ensino Médio reafirmam esta insatisfação com o ensino tradicional:

*“As características de nossa tradição escolar diferem muito de que seria necessário para a nova escola. De um lado, essa tradição compartimenta disciplinas em ementas estanques, em atividades padronizadas, não referidas a contextos reais. De outro lado, ela impõe ao conjunto dos alunos uma atitude de passividade, tanto em função dos métodos adotados quanto da configuração física dos espaços e das condições de aprendizado. Estas, em parte, refletem a pouca participação do estudante, ou mesmo do professor, na definição das atividades formativas. As perspectivas profissional, social ou pessoal dos alunos não fazem parte das preocupações escolares; os problemas e desafios da comunidade, da cidade, do país ou do mundo recebem apenas atenção marginal no ensino médio, que também por isso precisaria ser reformulado.” (Brasil, 2002, p.9).*

Outros professores, pesquisadores, instituições e grupos de trabalho têm exposto seus descontentamentos. Para Delizoicov e Angotti (1992) os conteúdos estão distantes das

situações vividas pelos alunos e existe uma preocupação excessiva com os testes vestibulares. O GREF (1995) critica a matematização excessiva e desarticulada dos conteúdos físicos, enquanto Ustra, Strieder, Terrazzan (1997) e Pinto e Zanetic (1999) reclamam da falta de atualização dos conteúdos.

E, quanto a esse ponto, é importante salientar, conforme o fez Snyders (1988), que atualização dos conteúdos, fator primordial para a renovação da escola, implica em uma transformação na sua matéria específica e essencial, que são os conteúdos culturais, cujo acesso por parte dos nossos jovens constitui-se na principal tarefa da educação.

## **I.2. As atuais propostas e o encontro com o enfoque CTS.**

Em 1996, quando da promulgação da atual LDB (Lei 9394), o Ensino Médio passou a ser considerado como parte da Educação Básica, tendo sido instituído o seu caráter de terminalidade, atribuindo-lhe um sentido próprio e esclarecendo que este nível de ensino não pode ser considerado apenas como instrumento preparatório para o ensino superior, mas:

*“...aprimorar o educando como pessoa humana; ...; garantir a preparação básica para o trabalho e a cidadania; dotar os educandos de instrumentos que o permitam ‘continuar aprendendo’, tendo em vista o desenvolvimento da **compreensão dos ‘fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos’**...”(grifo nosso)... Na perspectiva da nova Lei, o Ensino Médio, como parte da educação escolar, **‘deverá vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social’** (grifo nosso, Art. 1º § 2º da Lei 9.394/96).” (Brasil, 1999, p.22).*

Ruy Leite Berger Filho, Secretário de Educação Média e Tecnológica do Ministério da Educação, na época da apresentação dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, justificando a necessidade de se estabelecer novas diretrizes educacionais para este nível de ensino, já comentava que:

*“Tínhamos um ensino descontextualizado, compartimentalizado e baseado no acúmulo de informações. Ao contrário disso, buscamos dar significado ao conhecimento escolar, mediante a contextualização: evitar a compartimentalização,*

*mediante a interdisciplinaridade; e incentivar o raciocínio e a capacidade de aprender.” (Brasil, 1999, p.15).*

As novas formas de produção, impulsionadas pelo rápido desenvolvimento de conhecimentos científicos e tecnológicos, provocaram profundas mudanças nas relações sociais e no perfil da educação, justificando a necessidade de reestruturação do ensino médio.

Este novo contexto social foi percebido pela Proposta Curricular de Santa Catarina, ao reconhecer que a rapidez das transformações tanto do conhecimento científico quanto tecnológico, exige o trabalho com conteúdos científicos e tecnológicos e suas relações sociais no ensino médio:

*“Esta proposta procura também responder às novas condições do mundo contemporâneo, em que processos globais desafiam as sociedades dos diferentes países, nas suas sobrevivências econômica e cultural”..... “Hoje, vai se estabelecendo uma consciência cada vez mais clara de que um aprendizado básico de ciência e de tecnologia é essencial à construção da própria cidadania” (Santa Catarina, 1997, p.79 e 80).*

Tal aspecto foi contemplado pela LDB e em consequência pelos PCNEM, que vislumbraram, inclusive, um espaço favorável à aplicação das novas diretrizes para a educação. Tais Parâmetros consideram que, em decorrência da revolução tecnológica, a nova sociedade apresenta características possíveis de assegurar à educação uma autonomia ainda não alcançada.

As sugestões apresentadas pelos professores, pesquisadores, instituições e grupos de trabalho acima citados e por outros como: Fagundes, Pessoa Jr, Zanetic e Muramatsu (1997), Ostermann e Cavalcanti (1999), Cavalcante, Jardim e Barros (1999), Valadares e Moreira (1998), com a intenção de melhorar a qualidade do ensino, apontam para uma aproximação dos conteúdos didáticos às situações vividas pelos alunos, para a necessidade de atualização dos currículos, de tornar significativo o ensino da física mesmo para alunos que não dependerão dele para seu futuro profissional e para conteúdos e metodologias voltados à utilidade e universalidade dos conhecimentos.

Concordamos com estas sugestões enfatizando a contextualização, a interdisciplinaridade e a formação crítica e ética dos estudantes. A Proposta Curricular de Santa Catarina apresenta o mesmo direcionamento ao considerar a contextualização e interdisciplinarida-

de, enfatizando que o aluno é parte ativa na produção do conhecimento do qual se apropria, participando de um processo coletivo de questionamento e aprendizagem. As orientações desta Proposta vão ao sentido da compreensão dos conceitos científicos e aparatos tecnológicos presentes em nossas vidas e das galopantes transformações sociais subjacentes, procurando responder às novas condições do mundo contemporâneo e, neste aspecto, **mostrar a ciência e a tecnologia como instrumentos essenciais à construção da cidadania**. Sugerem ainda a investigação dos conhecimentos científicos e tecnológicos a partir dos fenômenos, procedimentos e equipamentos que fazem parte do cotidiano dos alunos, para então estabelecer relações mais abstratas e universais.

Estes objetivos são reforçados pelos PCNEM:

*“Mais que uma simples reformulação de conteúdos ou tópicos, pretende-se promover uma mudança de ênfase, visando à vida individual, social e profissional, presente e futura, dos jovens que freqüentam a escola média” (Brasil, 1999, p.236), e ratificado pelos PCN+ Ensino Médio: “Trata-se de construir uma visão da Física voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar da realidade.” (grifos nossos, Brasil, 2002, p.58)...*

*“O ensino de Física vem deixando de se concentrar na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas, ganhando consciência de que é preciso lhe dar um significado, explicitando seu sentido já no momento do aprendizado, na própria escola média.” (Brasil, 2002, p.60).*

Uma concepção curricular que contemple tais direcionamentos deve expressar a contemporaneidade. Mudanças na seleção, tratamento de conteúdos e incorporação de instrumentos tecnológicos são exigidas, privilegiando a aplicação da teoria na prática, relacionando ciência e tecnologia com a sociedade.

Apesar das novas concepções apresentadas nos PCNEM e PC/SC, elas ainda não chegaram “de fato” às escolas, (Ricardo, 2002; Ricardo e Zylbersztajn, 2003). Segundo estes pesquisadores, as poucas mudanças que porventura ocorrem são menos frutos de ações coletivamente organizadas, do que iniciativas individuais diante de transformações sociais que se refletem nas salas de aula. Um dos destaques destas pesquisas foi a verificação que não há uma percepção dos PCNs pelo grupo de professores entrevistados, pois

nenhum deles os leu por inteiro. Como consequência, constataram que lhes falta entendimento dos conceitos de: formação por competências e habilidades, interdisciplinaridade, contextualização, formação de valores e atitudes, entre outros. Este fato é explicado principalmente pela negligência dos órgãos responsáveis em disponibilizar as condições necessárias à implementação dos PCNs.

Em nossa prática pedagógica temos tentado adequar os conteúdos escolares às exigências que se impõem na atualidade. Trabalhando com esta perspectiva temos conseguido modestos, mas significativos resultados. Os momentos pedagógicos como orientações metodológicas sugeridas por Delizoicov e Angotti (1992), o material didático produzido pelo Grupo de Reelaboração do Ensino de Física – GREF (1998), orientações dos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNEM (Brasil, 1999) e Proposta Curricular de Santa Catarina – PC/SC (Santa Catarina, 1997) têm balizado nosso trabalho.

Em 2001, sob orientação dos professores Dr. José André P. Angotti e Dr. Nelson Canzian e partindo do tema “CD” (compact disk), elaboramos e aplicamos em nossas aulas de física, um módulo para 3<sup>as</sup> séries do ensino médio, explorando conhecimentos científicos relacionados às tecnologias do cotidiano (Sepka, 2001). Os resultados alcançados, evidenciando um maior envolvimento dos alunos nas atividades pedagógicas, nos animaram a prosseguir.

Procurando por recursos que pudessem incrementar tais resultados no sentido de tornar nossos alunos mais críticos, responsáveis e conscientes de sua aprendizagem e situação social, encontramos o enfoque CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade).

O ensino de ciências sob o enfoque CTS vem ao encontro destas expectativas como uma estrutura sobre a qual a contextualização, interdisciplinaridade e o desenvolvimento de valores éticos, morais e culturais podem ser ancorados. Trata-se de relacionar ciência e tecnologia, considerar seus caracteres institucionais, compreendendo a interferência que causam sobre o meio ambiente e social e deles recebem. Enfatizar a formação social do aluno além da conceitual, responsabilizando-o por sua aprendizagem e decisões que venha a tomar.

Para dar escoro a nossa intenção, gostaríamos de citar Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002, p.69):

*“Essa relação entre ciência e tecnologia, aliada à forte presença da tecnologia no cotidiano das pessoas, já não pode ser ignorada no ensino de Ciências, e sua ausência aí é inadmissível. Consideram-se, ainda, os efeitos da ciên-*

*cia/tecnologia sobre a natureza e o espaço organizado pelo homem, o que leva à necessidade de incluir no currículo escolar uma melhor compreensão do balanço benefício-malefício da relação ciência-tecnologia.”.*

Estes aspectos são convergentes tanto com os PCNEM, como com atual LDB:

*“... cabe compreender os princípios científicos presentes nas tecnologias, associá-las aos problemas que se propõe solucionar e resolver os problemas de forma contextualizada, aplicando aqueles princípios científicos a situações reais ou simuladas.” (Brasil, 1999, p.34).*

*“Em seu artigo 35 a LDB estabelece as finalidades do Ensino Médio como sendo as de consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental, preparar o aluno para o trabalho e para a cidadania, a formação ética e desenvolvimento do pensamento crítico, e a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, entre outras.” (Ricardo, 2002, p.4).*

Quanto à utilização do enfoque CTS, Auler (2002) aponta que, apesar dos desafios trazidos pelo mesmo, as possibilidades abertas têm levado educadores a explorarem suas potencialidades no contexto de sala de aula. Dentre elas, destaca o aumento do interesse, estímulo e motivação dos estudantes; a construção por parte de alunos e professores de uma imagem mais realista e contextualizada da ciência; relevância às aulas, atraindo a atenção de alunos que nunca haviam visto a necessidade de se preocupar com o ensino de ciências e a compreensão contextualizada do conhecimento científico.

Miranda (2001), analisando a produção sobre o enfoque CTS apresentados nos Encontros de Pesquisa em Ensino de Física (EPEFs-1988/2000) e em Encontros Nacionais de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPECs-1997/2000) constatou que o número de trabalhos nesta área aumentou de 3% nos primeiros encontros para 7% nos últimos. No entanto, ainda que tenha havido um aumento significativo, aquele autor julga, com razão, que considerando a importância do movimento CTS, bem como os avanços em ciência e tecnologia, o número de trabalhos apresentados foi ainda pequeno com relação ao total.

Uma constatação importante da pesquisa realizada por Miranda é que apenas cerca de 15% destes trabalhos são de intervenção, sendo em torno de 40% em forma de levantamento e 45% de análise teórica. Concordamos com ele quando coloca que:

*“Outro aspecto que notamos é a menor quantidade de trabalhos em forma de intervenção, apenas 15,16% do total, sendo que as contribuições dos mesmos são de suma importância, uma vez que **resultam em inovações pedagógicas** que contrapõem com o problema da fragmentação de conteúdos e o planejamento individual, propiciando aulas onde se acentua a participação dos alunos uma vez que possibilita a contextualização dos conteúdos abordados.”* (grifo nosso, Miranda 2001, pág.37).

Realizando uma análise por área de conhecimento, ele constatou ainda que cerca de 40% dos trabalhos apresentados foi enquadrado no que ele chamou de “aspecto interdisciplinar”, o que enfatiza uma tendência intrínseca do movimento à interdisciplinaridade.

Em uma análise preliminar do ENPEC de 2001 (Moreira et al [org], 2001) constatamos que cerca de 12% dos trabalhos apresentados podem ser enquadrados sobre a perspectiva CTS, sendo que destes, em torno de 25% são de intervenção e mais voltados à questão ambiental relacionada à disciplina de biologia. Já no EPEF de 2002 (Vianna et al [org], 2002), encontramos apenas duas comunicações orais, sendo uma de intervenção, pertencentes à área temática denominada Ciência, Tecnologia e Sociedade, correspondendo a cerca de 13% desta sessão dos trabalhos – comunicações orais –.

O pequeno número de trabalhos de intervenção, aliado ao fato de que, como bem assinalou Souza Cruz (2001), a nossa comunidade de pesquisadores em ensino de ciências necessita de estudos direcionados para a avaliação da utilização de enfoques educacionais voltados para a inclusão de questões científicas e tecnológicas contextualizadas socialmente, reforçam a nossa intenção de explorar o enfoque CTS em sala de aula. Também, e não menos importante, gostaríamos de colocar a necessidade da produção de materiais e direcionamentos estratégicos que possam auxiliar os professores de ensino médio nos trabalhos com esta perspectiva.

A proposição de Hart e Robottom acentua esta necessidade:

*“O processo da reforma na educação em ciências deverá ser elaborado de modo a criar condições para que os próprios praticantes reflitam criticamente, deliberem de maneira colaborativa e se engajem em pesquisa participante sobre os potenciais e os limites das propostas de reforma CTS para a educação em ciências. Assim como os alunos devem ser envolvidos na tomada de decisões sociais relacio-*

*nadas à ciência e à tecnologia, também os professores devem ser envolvidos na tomada de decisões sobre a educação em ciências.” (apud Santos e Mortimer, 2000, p.157).*

Como professor, sentimos a necessidade de trabalharmos conteúdos que respondam às questões levantadas pelos alunos no seu cotidiano, que possam ajudá-los na compreensão de novas tecnologias e os capacitem a tomar decisões na sociedade com a qual interagem.

Para colocar em prática tais orientações e sugestões com vistas à implementação do ensino de CTS elegemos um tema: o sistema bancário, o qual nos permitiu trabalhar com conteúdos científicos utilizando aparatos tecnológicos pertencentes ao cotidiano dos nossos alunos e com as implicações que as atuais mudanças neste setor têm provocado na sociedade. A Proposta Curricular de Santa Catarina reforça nossa escolha:

*“... para se estabelecer um diálogo real, em que alunos e professores possam efetivamente formular idéias e conferir seu aprendizado, pode-se recomendar o tratamento, desde a abertura de cada área da Física, de temas da vida diária, como equipamentos, sistemas, e situações reais...” (Santa Catarina, 1997, p.107).*

Nossa opção por trabalhar balizados por uma linha temática, além de seguir a maioria das sugestões apresentadas para o ensino sob o enfoque CTS é justificada também pelos PCN+ Ensino Médio (Brasil 2002), que ressaltam que os temas de trabalho podem transformar-se em estruturadores da ação pedagógica ao articularem conhecimentos e competências.

Especificamente, referindo-se à tecnologia envolvida no tema escolhido, torna-se interessante colocar uma citação utilizada por Auler:

*“... são consideráveis as conseqüências econômicas e sociais da revolução microeletrônica, havendo mudanças significativas na natureza do trabalho e nos padrões de emprego. Em sua análise, destaca que ‘parece’ que grande parte dos atuais níveis de desemprego, nos países industrializados, deve-se à automação das indústrias e dos serviços.” (Auler, 2002, p.111).*

Gostaríamos ainda de apontar algumas sugestões colocadas pela professora Susana de Souza Barros na conferência: “Reflexões sobre 30 anos da Pesquisa em Ensino de Física”, proferida por ocasião do VIII EPEF (Barros, 2002), sobre alguns temas que ela gostaria de ver desenvolvidos em curto prazo, pela possível contribuição que esses estudos poderiam dar ao sistema educacional brasileiro. Desta lista selecionamos alguns, que a nosso ver apóiam nosso trabalho:

- Conhecimento do cotidiano é a partir das experiências/vivências dos indivíduos. Bons exemplos substanciados;
- Método de desenvolvimento de projetos;
- Estratégias para o ensino fenomenológico;
- Utilização das tecnologias da comunicação e da informação de forma efetiva;
- Modelos de ensino/aprendizagem que considerem as teorias de comunicação, preparação de materiais didáticos e estratégias de implementação.

Nossa pesquisa consistiu na produção, aplicação e avaliação de materiais e atividades didático-pedagógicas desenvolvidas a partir da perspectiva CTS, com vistas a analisar a viabilidade da inserção do ensino de ciências sob o enfoque CTS no nível médio, como recurso motivador e facilitador da aprendizagem. Neste sentido, elaboramos, aplicamos e avaliamos uma seqüência didática que contemplou conteúdos científicos, tecnológicos e suas implicações sociais.

Mais especificamente, selecionamos conteúdos e estratégias seguindo a temática “Recepção, Transmissão e Processamento de Dados no Sistema Bancário”, que contemplaram os conceitos científicos necessários à compreensão dos fenômenos e fatos cotidianos dos alunos, relacionados a este tema, inclusos os objetos tecnológicos, bem como as influências sociais por eles provocadas.

Articulamos estes conteúdos e estratégias de modo a possibilitar uma seqüência didática que foi aplicada em salas de aula de ensino médio e elaboramos instrumentos avaliativos para acompanhar tanto o desenvolvimento quanto o produto da seqüência didática aplicada e os aspectos afetivos e cognitivos dos alunos, de forma a permitir reflexões e necessários reajustes durante e após o processo.

Nos capítulos seguintes da presente dissertação apresentamos os resultados desta investigação.

No capítulo II exibimos um breve apanhado histórico e a atual situação da perspectiva CTS tanto como movimento social quanto enfoque educacional, seus principais objetivos e justificativas para o ensino. Estabelecemos também um paralelo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, indicando os pontos de convergência entre esta proposta e aquela perspectiva de ensino.

No capítulo III apresentamos as principais idéias da proposta metodológica que assumimos para a elaboração e aplicação da seqüência didática.

No quarto capítulo oferecemos o contexto da aplicação da seqüência didática, a descrição das atividades realizadas e a análise dos resultados alcançados. Expomos ainda a avaliação apresentada pelos alunos através do questionário e das entrevistas realizadas.

Finalmente, no quinto capítulo, damos conhecimento das conclusões a que esta pesquisa nos conduziu e indicamos possíveis caminhos e desdobramentos para sua efetivação nas escolas de ensino médio.

## II. O ENFOQUE CTS.

“Pois, como coloca Dyson, fazendo eco de Haldane e Einstein, o progresso ético é, em última instância, a única solução para os problemas causados pelo progresso científico e tecnológico.” (apud Bazzo, Linsingen e Pereira, 2002).

### II. 1. Visão global.

#### II.1.1. Breve histórico.

Existe consenso entre diversos autores que os estudos sociais da ciência e da tecnologia (CTS) tiveram basicamente duas vertentes – ou tradições – originadas por volta do final dos anos sessenta e começo dos anos setenta. Uma européia, como programa acadêmico, composta por cientistas, engenheiros, sociólogos e humanistas, com a intenção de esclarecer as influências da sociedade sobre as investigações científicas e tecnológicas. Outra, de origem norte-americana, como movimento social, dos quais tomaram parte grupos pacifistas, ativistas dos direitos humanos, associações de consumidores e outros grupos que tinham relação com reivindicações sociais, preocupados com as consequências sociais e ambientais dos produtos tecnológicos.

Segundo Mitcham (1996, p.9), alguns criticavam a ciência e a tecnologia, outros a falta de conhecimento da sociedade sobre estes campos e outros pretendiam formar cientistas e engenheiros com responsabilidade social, mas em ambas vertentes dos estudos CTS estabeleceu-se um debate sobre a relação entre ciência, tecnologia e sociedade.

Referindo-se ao quadro mundial atual sobre os estudos CTS, Vilches e Furió (1999), colocam que:

*“Este campo de investigação se encontra na atualidade fortemente consolidado a nível internacional. As universidades, administrações públicas, associações e instituições de diferentes âmbitos se preocupam em oferecer cursos, disciplinas e programas sobre os aspectos sociais da ciência e tecnologia. Editam-se artigos, boletins, revistas e livros e, além disso, existem congressos, simpósios e encontros em nível internacional onde se debate sobre estes temas.” (tradução livre).*

Na América Latina, de acordo com Vaccarezza (1998), a origem do movimento CTS se encontra na reflexão da ciência e da tecnologia como competência das políticas públicas. O pensamento latino-americano sobre esta perspectiva nasce no final dos anos 60 como crítica à situação da ciência e da tecnologia e de alguns aspectos da política estatal. No espaço universitário, Jorge Sabato e Amílcar Herrera, por exemplo, realizaram trabalhos no sentido de buscar um desenvolvimento científico e tecnológico mais adequado para os países latino-americanos.

Da mesma forma, organismos internacionais como a UNESCO e a OEA se constituíram como pontes institucionais importantes para a introdução de políticas de ciência e tecnologia na América Latina. O referido autor destaca que, apesar de originariamente apresentar um enfoque como “movimento” CTS, hoje há o predomínio quase que exclusivo da tradição descrita como fundamentos históricos do movimento, acrescentando: “*o esforço intelectual CTS prescinde agora de seu caráter mobilizador e de sua pretensão de mudanças.*” (tradução livre).

No Brasil, referindo-se a falta de uma política científico-tecnológica nacional, Auler e Bazzo (2001, p.12) consideram que:

*“Temos aspectos peculiares ao contexto brasileiro, decorrentes, em grande parte, do nosso passado colonial e da nossa posição nas relações econômicas internacionais... Além disso, no contexto da industrialização, a importação/transfêrencia de tecnologia, sem a respectiva transfêrencia de conhecimentos, inviabilizou o desenvolvimento científico-tecnológico nacional... Como consequência, não há uma articulação dinâmica entre ciência, tecnologia e sociedade. Também, em nossa história, convivemos com um Estado predominantemente autoritário, no qual, geralmente, o povo brasileiro está alijado de qualquer participação.”.*

Diante deste contexto, Colombo e Bazzo observam o surgimento de preocupações, discussões e reflexões sobre algumas questões mais emergentes, que vem sendo debatidas em nível mundial.

Também para Auler (2002), apesar de algumas iniciativas importantes, comparativamente a outros contextos, no Brasil, o enfoque CTS apresenta-se de forma bastante embrionária. Souza Cruz (2001) já aponta que tais iniciativas estão limitadas a alguns grupos de pesquisa — o Grupo de Ensino do Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina, por exemplo, e o Instituto de Física da Universidade Federal do Rio de Ja-

neiro — e algumas teses acadêmicas. Ao que gostaríamos de acrescentar iniciativas como o Nepet (Núcleo de Estudos e Pesquisa em Educação Tecnológica) do departamento de engenharia mecânica da UFSC e o PPGECT (Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica) resultado de esforços conjuntos desenvolvidos pelos Centros de Ciências da Educação, de Ciências Físicas e Matemáticas e de Ciências Biológicas, desta mesma universidade.

## II. 1.2. A Perspectiva CTS.

Diversos pesquisadores envolvidos com as relações entre ciência, tecnologia e sociedade concordam que a imagem da ciência divulgada pelos meios de comunicação em geral e comungada pela sociedade – conhecida como visão tradicional, concepção herdada ou positivismo – a caracteriza como atividade neutra e objetiva, ou seja, livre de qualquer influência externa e preocupada apenas com a busca da verdade. Nesta mesma concepção, a tecnologia é vista como ciência aplicada e, por conseqüência, com as mesmas características, objetivando somente satisfazer as necessidades sociais.

A perspectiva CTS propõe uma ruptura com esta visão tradicional. J. A. López Cezezo resume o caráter dos estudos CTS em um silogismo que se baseia em três pressupostos principais que derivam uma conseqüência prática. (Gordillo et al, 2001, p.160):

- Em primeiro lugar, se considera que o desenvolvimento científico e tecnológico depende não só da própria ciência ou “tecnociência”, mas fatores culturais, políticos e econômicos também devem tomados em consideração.
- Em segundo lugar, se afirma que a política científico-tecnológica é algo que contribui essencialmente para modelar as formas de vida e de organização institucional.
- Em terceiro lugar, se considera que se comparte um compromisso democrático básico, no sentido de admitir o jogo das maiorias e assumir o diálogo como forma de relação social.
- A conseqüência que segue destas afirmações é que se deveria incentivar e favorecer a avaliação e o controle públicos por parte dos cidadãos sobre o desenvolvimento científico e tecnológico, por meio da construção das bases educativas para uma participação social formada e também pela criação de mecanismos internacionais.

Com o intuito de promover a efetivação do propósito acima citado é que surgiu e vem se desenvolvendo o que podemos chamar de estudos CTS.

*“Os estudos CTS buscam compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia, tanto desde o ponto de vista dos seus antecedentes sociais como de suas conseqüências sociais e ambientais, ou seja, tanto no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou econômica que modulam a mudança científico-tecnológica, como pelo que concerne às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança.” (Bazzo, Linsingen e Pereira, 2002).*

Podemos perceber, na caracterização acima, a imbricação das duas fortes tendências originárias do movimento CTS: a norte americana, com uma maior preocupação para a regulação social da ciência e da tecnologia bem como das suas implicações sociais e ambientais, e a européia, mais centrada nas influências dos diversos fatores sociais que interferem nas investigações científicas e tecnológicas.

Mesmo considerando algumas disputas existentes entre as duas tradições dos estudos CTS, Mitcham (1996, p.11) assinala que elas comungam da proposta de discutir o papel da ciência e da tecnologia na sociedade atual. Como movimento social questiona os resultados dos avanços científicos e tecnológicos. Como programa acadêmico, por um lado, reflete acerca dos riscos que a falta de controle social sobre as investigações científico-tecnológicas possa causar e, por outro lado, procuram oferecer aos indivíduos os conhecimentos sobre ciência e tecnologia, necessários ao exercício da cidadania nesta nova sociedade tão fortemente por elas influenciada.

Existem vários argumentos em favor do envolvimento público com as questões científicas e tecnológicas. Tentaremos concentrá-los em três: 1) a solução de muitos problemas não se restringe apenas a aspectos científicos ou técnicos; 2) a sociedade tem o direito de participar nas decisões que afetam seu destino; 3) o direcionamento das investigações científicas e tecnológicas nem sempre está voltado a interesses sociais.

Os estudos e programas CTS vêm se desenvolvendo em três grandes campos: da pesquisa: promovendo uma visão socialmente contextualizada de ciência e tecnologia; da política pública: defendendo a regulação social da ciência através de reflexões filosóficas e epistemológicas com participação do público e no campo da educação: procurando desenvolver uma estrutura conceitual, crítica e ética necessária ao estabelecimento desta perspectiva.

## **II. 2. O Ensino sob a perspectiva CTS.**

Para que ocorra a efetivação da participação pública torna-se fundamental que os indivíduos desta sociedade possuam os conhecimentos necessários relativos à ciência, à tecnologia e à sociedade, bem como das diversas e complexas relações entre elas. Os contextos históricos e sociais precisam ser tomados em consideração tanto no desenvolvimento da ciência e da tecnologia quanto na educação tecnocientífica, como bem coloca o projeto Argo (Gordillo et al, 2001).

Só uma população culta em relação a estes assuntos pode efetivamente participar na avaliação e no controle das deliberações políticas relativas à ciência e a tecnologia, e é principalmente na escola que a construção dessa cultura deve acontecer. Especialmente a escola pública, até pela sua abrangência do contexto nacional, tem a importante responsabilidade de disponibilizar os conhecimentos, desenvolver valores e habilidades necessários a esta participação.

Através do enfoque educacional CTS, tem-se proposto ensinar ciência buscando uma formação integral do estudante, ou seja, disponibilizar conhecimentos científicos e tecnológicos e a percepção de sua aplicação, objetivando uma melhor integração com o meio físico e social. De uma forma um pouco mais pontuada poderíamos dizer que, em termos de ensino médio, os estudos CTS procuram esclarecer o que é ciência, o que é tecnologia, promover uma tomada de consciência sobre a sociedade em que vivemos, suas inter-relações e imbricações, com fins a capacitação do estudante para tomada de decisões como cidadãos conscientes. Vejamos algumas citações de alguns autores que vêm trabalhando sobre esta perspectiva.

Acevedo Díaz em consonância com Waks, coloca que o ensino CTS propõe uma alfabetização científica e tecnológica para todas as pessoas, com vistas à formação de atitudes, valores e normas de comportamento, para que possam exercer responsabilmente sua cidadania e tomar decisões democráticas na sociedade civil.

Poderíamos dizer que o ensino CTS é, em última instância, uma outra maneira de perceber a função da escola diante do contexto em que está inserida. Uma visão mais ampla sem, todavia, perder o domínio das partes que compõe o todo e, talvez o mais importante, compreendendo a dimensão das relações existentes entre elas. É o assumir uma consciência que promova uma maneira de pensar e agir mais humanista no ensino de ciências, sem perder de vista a importância da aquisição destes conhecimentos. Mais ainda,

mostrar que estes podem contribuir significativamente para a melhoria de vida de seus estudantes.

O objetivo central da educação de CTS no ensino é promover a alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, auxiliando o aluno a construir conhecimentos, habilidades e valores necessários para tomar decisões responsáveis e atuar nas questões de ciência, tecnologia e sociedade.

Para Gordillo et al (2001), se houvésssemos que resumir em dois princípios os objetivos de ensino CTS, eles seriam a análise e desmistificação das funções da ciência e da tecnologia, para torná-las acessíveis e interessantes aos cidadãos, e a aprendizagem social, possibilitando sua participação nas decisões relacionadas com os temas científicos e tecnológicos.

As implicações sociais da ciência e da tecnologia são cada vez mais flagrantes nas nossas vidas, tornando-se premente o esclarecimento das relações e imbricações existentes entre elas e delas com a sociedade. A escola, como parte integrante e atuante desta sociedade, não pode furtar-se de tal responsabilidade. Ao contrário, deve ser instigadora na busca de informações científicas, tecnológicas, sociais e culturais necessárias e palco de debates e tomadas de decisões para resolução de problemas vivenciados em nosso cotidiano, considerando os diversos aspectos envolvidos. Souza Cruz e Zylbersztajn (2001), referindo-se à importância do engajamento escolar neste movimento, afirmam:

*“... Segundo uma perspectiva educacional abrangente, o papel mais importante a ser cumprido pela educação formal é o de habilitar o aluno a compreender a realidade (tanto do ponto de vista dos fenômenos naturais quanto sociais) ao seu redor, de modo que ele possa participar de forma crítica e consciente dos debates e decisões que permeiam a sociedade na qual se encontra inserido. É esta a perspectiva que fundamenta os argumentos a favor da alfabetização científica da população em geral, que fornece um fundamento racional sólido para que o ensino das ciências se torne cada vez mais relevante para um público cada vez mais amplo.”* (Souza Cruz & Zylbersztajn, 2001, p.171).

Não obstante muitos esforços, debates, eventos e publicações sobre ciência e tecnologia e sobre a análise dos riscos/benefícios provocados pelos seus avanços, a visão que considera a ciência e a tecnologia como conhecimento neutro, objetivo e essencialmente factual ainda é predominante na maioria de nossas escolas. A ciência e a tecnologia, nesta

perspectiva, permanecem alheias ao “mundo” dos alunos e passam a ser por eles consideradas como conhecimento erudito, sem relevância prática às suas realidades, que não possuem tais características. Tampouco, possibilita à escola a promoção do desenvolvimento de habilidades para tomada de decisões.

Neste sentido e referindo-se mais especificamente ao ensino de física, Angotti, Bastos e Mion (2001, p.185), nos advertem que:

*“No ensino de Física, por exemplo, por vezes esquecemos da nossa responsabilidade na construção da cidadania dos envolvidos, ao priorizar os valores internos desta ciência, ‘acima de qualquer suspeita ou acontecimento’... ensinar e aprender Física, é ao mesmo tempo adquirir conhecimentos científicos históricos e socialmente construídos, de modo a propiciar o entendimento de fenômenos da natureza bruta, bem como da transformada, com os quais interagimos diariamente.”*

O enfoque CTS, ao levar em consideração as implicações sociais causadas pelo conhecimento científico e tecnológico, propõe uma alfabetização científica para o público em geral. De maneira interdisciplinar procura dar significado aos conteúdos mostrando sua relevância na resolução dos problemas cotidianos dos alunos, envolvendo-os neste processo. Como bem colocam Souza Cruz e Zylbersztajn (2001), considerando a influência cada vez mais poderosa da ciência e da tecnologia na vida cotidiana, o ensino de ciências precisa ser mais rico em valores, envolver alunos e professores, tomando em conta suas preocupações para com isso desenvolver-lhes a capacidade de resolver problemas a ela relacionados.

A idéia principal é que o estudante adquira uma formação mais integral em que *os “conhecimentos factuais e técnicos possam fundamentar suas convicções políticas, éticas, religiosas, etc”* (Krasilchik, 1985, p.8). Que ele esteja apto a tomar decisões frente às novas situações com que possa se deparar ao longo da vida, no concernente ao contexto ciência, tecnologia e sociedade. Segundo esta perspectiva:

*“Em termos gerais, o objetivo mais freqüentemente apontado por inúmeros pesquisadores para os cursos com preocupação central na formação da cidadania refere-se ao desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão [Solomon e Aikenhead, 1994]. Essa relaciona-se à solução de problemas da vida real que envolvem aspectos sociais, tecnológicos, econômicos e políticos, o que significa prepa-*

*rar o indivíduo para participar ativamente na sociedade democrática.”(Santos e Schnetzler, 1997, p.68).*

Não se trata de mudanças apenas metodológicas ou da reordenação dos conteúdos tradicionais, mas sim de um novo enfoque dado às atividades pedagógicas. **O enfoque CTS não destitui nem pormenoriza o aspecto cognitivo**, mas desloca-o de sua posição central para colocá-lo a serviço da resolução dos problemas do cotidiano, de forma contextualizada e interdisciplinar. Auler (2002), referindo-se à orientação de aprendizagem pós-mudança conceitual, assinala que ela aponta para um ensino de ciências que valoriza as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente e que a perspectiva cognitivista continua presente.

**Enfocar a ciência e a tecnologia através de uma visão CTS não diminui a importância delas**, mas permite analisá-las como instituições que influem e são influenciadas pela sociedade, discutir sobre seus produtos. Mais ainda, acompanhar o direcionamento que a sociedade, principalmente os setores de produção e político, possa dar a elas.

O enfoque CTS admite trabalhar com estratégias e metodologias de ensino variadas, podendo o professor e os alunos elegerem a que mais lhes convier para o objeto em estudo. Hofstein, Aikehead e Riquarts (1988) apontam, entre outras, palestras, demonstrações, sessões de discussão, solução de problemas, simulações, debates, projetos individuais e de grupo, pesquisa de campo e ação comunitária. (apud Santos e Mortimer, 2000).

Quanto aos conteúdos, não existem critérios rígidos para sua seleção, todavia, como nos sugerem Santos e Schnetzler (1997), eles precisam evidenciar as inter-relações e interdependências entre ciência e sociedade, tecnologia e sociedade, ciência e tecnologia e entre estas e a natureza.

## **II. 3. A perspectiva CTS e os Parâmetros Curriculares Nacionais – Ensino Médio.**

### **II. 3.1. PCNEM.**

Partindo dos princípios definidos pela LDB 9394/96, o Ministério da Educação elaborou um conjunto de orientações e sugestões com o intuito de auxiliar na construção de um currículo mínimo para o ensino médio, baseado em competências e habilidades a serem desenvolvidas pelos estudantes. Estas orientações foram apresentadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM - em 1999 (Brasil, 1999). Dando con-

tinuação a este trabalho em 2002 foi lançado o PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.

O reconhecimento, pelos PCNEM, das rápidas e profundas mudanças sociais que estão ocorrendo, impulsionadas pela ciência e tecnologia são perceptíveis. Vejamos uma das proposições apresentadas:

*“... uma proposta curricular que se pretenda contemporânea deverá incorporar como um dos seus eixos as tendências apontadas para o século XXI. A crescente presença da ciência e da tecnologia nas atividades produtivas e nas relações sociais...” (Brasil, 1999, p.24).*

Os PCNEM defendem a necessidade urgente de mudanças no quadro educacional atual, reconhecendo que *“os velhos paradigmas educacionais”*, com seus currículos estritamente disciplinares, se revelam cada vez menos adequados ao contexto nacional atual, trazendo prejuízos tanto a aprendizagem como ao próprio convívio dos alunos, ao descon siderar as transformações que estão ocorrendo. Propõem um maior envolvimento dos professores e alunos com o contexto social, um projeto de ensino-aprendizagem recíproco, dinâmico, ativo e comprometido com uma formação humanista e que esteja próximo das questões reais apresentadas pela vida comunitária, pelas circunstâncias econômicas, sociais e ambientais.

O trabalho interdisciplinar compõe um dos *eixos norteadores* desta proposta:

*“Cada disciplina ou área de saber abrange um conjunto de conhecimentos que não se restringem a tópicos disciplinares ou a competências gerais ou habilidades, mas constituem-se em síntese de ambas as intenções formativas. (...) equacionar e resolver problemas reais, não se apartam de aspectos gerais e abstratos, de valores éticos e estéticos, ou seja, estão também associados a visões de mundo.”(Brasil, 2002 ,p.13).*

Os PCNEM apresentam as disciplinas científicas como cultura construída social e historicamente, que têm em comum a investigação da natureza e dos desenvolvimentos tecnológicos, compartilham linguagens para a representação e sistematização do conhecimento de fenômenos ou processos naturais e tecnológicos.

Nota-se claramente a sugestão de um ensino de ciências que tome em consideração os aspectos tecnológicos e suas implicações sociais. A contextualização, inclusive, é outro de seus eixos estruturados.

*“Em termos gerais, a contextualização no ensino de ciências abarca competências de inserção da ciência e de suas tecnologias em um processo histórico, social e cultural e o reconhecimento e discussão de aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo.” (Brasil, 2002, p.31);*

como sinaliza e exemplifica o quadro seguinte referente ao conjunto de competências relativas à contextualização sócio-cultural.

<b>Contextualização sócio-cultural</b>
<u>Ciência e tecnologia na história</u> : compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.
<u>Ciência e tecnologia na cultura contemporânea</u> : compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana e contemporânea.
<u>Ciência e tecnologia na atualidade</u> : reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social.
<u>Ciência e tecnologia, ética e cidadania</u> : reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.

### II. 3.2 Pontos de Convergência.

Estabelecendo um paralelo entre as propostas apresentadas para o ensino de CTS e as orientações sugeridas pelos PCNEM, percebemos várias coincidências tanto no referente aos aspectos filosóficos e epistemológicos quanto nos objetivos manifestados por ambos. Vejamos alguns com mais detalhes:

- Ambos compartilham da visão de mundo atual, reconhecendo as transformações sociais que vêm ocorrendo desde o cotidiano das pessoas até os sistemas de produção e serviços, ocasionados, em grande medida, por novos

conhecimentos científicos e tecnológicos, seja transformados em aparatos tecnológicos, em sistemas organizativos ou influenciando decisões políticas ou pessoais.

- Opõem-se a clássica visão essencialista e triunfalista da ciência e da tecnologia, defendendo a necessidade de uma contextualização social e histórica para seu estudo e avaliação, onde valores morais e éticos sejam tomados em consideração.
- Defendem uma ciência para todos e a necessidade de uma alfabetização científica e tecnológica sob um enfoque social como fundamento necessário à capacitação para tomada consciente frente a decisões de caráter pessoal ou coletivo. Um ensino de ciências voltado para a cidadania.
- Metodologicamente são consoantes com um ensino inter/transdisciplinar ancorados em pedagogias dinâmicas e participativas em que o estudante é parte integrante e responsável pela sua aprendizagem.
- Consideram que a escola – apesar de reconhecerem o excesso de funções a que está submetida – é um lugar privilegiado, capaz de reunir teoria e prática, onde reflexões, discussões e ações possam acontecer. Comungam com a urgente necessidade de uma mudança paradigmática, conseqüente reestruturação curricular e efetivação de novas propostas educacionais.

Com o intuito de tornar mais flagrante as coincidências entre os PCNEM e o enfoque CTS, apresentamos no quadro abaixo uma síntese das principais coincidências, para tornar mais cômoda sua comparação.

<b>CTS</b>	<b>PCNEM</b>
Alfabetização científica e tecnológica.	Analisar, argumentar e posicionar-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia.
Ciência para todos.	Aprendizado próximo das questões reais.
Formação de atitudes, valores e normas de comportamento.	Considerar as perspectivas profissional, social e pessoal dos alunos. Uma educação como projeto de realização humana, recíproca e dinâmica.

Exercer a cidadania de forma crítica	Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.
Compreender a dimensão social da ciência e da tecnologia e suas conseqüências sociais e ambientais.	Aspectos biológicos, físicos, químicos e matemáticos, presentes nas questões tecnológicas, econômicas, ambientais ou éticas das relações interpessoais e do sistema produtivo e dos serviços.
Oposição à visão essencialista e triunfalista da ciência.	Inserção da ciência e de suas tecnologias em um processo histórico, social e cultural e o reconhecimento e discussão de aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo.
O aluno responsável por sua aprendizagem.	Alunos e professores ativos e comprometidos.
Interdisciplinaridade.	Conhecimentos que não se restringem a tópicos disciplinares.

A ciência e a tecnologia experimentam, no presente momento, uma produção num ritmo nunca antes vivenciado. Seus produtos: sejam novas informações, novos aparatos ou sistemas, estão afetando a sociedade numa velocidade também sem precedentes. Esta, por sua vez, vem influenciando as pesquisas científicas e tecnológicas de uma forma contundente, por meio de deliberações políticas ou pelo incentivo ou desestímulo através do consumo.

Neste contexto, a escola precisa estar atenta e atualizada para poder orientar os jovens diante deste complexo quadro social em que estamos vivendo. É preocupante, contudo, que ela parece estar alheia a todo este processo e, ainda mais grave, reiterando uma concepção educacional que reafirma a passividade dos nossos alunos, num momento em que, mais que antes, a aquisição compreensiva e crítica dos conhecimentos científicos e tecnológicos é ferramenta fundamental para a interação com seu meio natural e social e necessária à participação democrática.

O enfoque CTS, apesar de ainda incipiente no cenário educacional brasileiro, vem desenvolvendo trabalhos no sentido de corrigir estas deficiências, configurando-se como uma oportuna e promissora proposta de ensino de ciências que pode ser adaptada a nossa realidade e necessidades.

Principalmente na escola pública brasileira, onde de certa forma estas deficiências são mais acentuadas, a partir da promulgação da nova lei de diretrizes e bases e mais tarde, com a elaboração dos parâmetros curriculares nacionais, podemos contar tanto com orientações como com apoio legal para realização de novas propostas, como a de ensino CTS, que contempla estas finalidades.

Os pontos de convergência entre a direção apontada para um ensino de ciências ancorado no enfoque CTS e as orientações apresentadas para esta mesma área do ensino médio, através dos PCNEM, mais do que possibilidades, podem, se adequadamente explorados, incentivar e dar suporte à estruturação de currículos com esta perspectiva e nos provocam à sua elaboração e aplicação.

Por outro lado, é importante salientar que nenhuma mudança educacional ocorre sem iniciar pela alteração da postura e do engajamento do professor. Como bem observou Bazzo:

*“Esta abordagem requer uma reestruturação das práticas didático-pedagógicas, através de uma nova postura epistemológica dos professores. Desse modo a educação estará contribuindo para a formação de profissionais com discernimento no trato da ciência e da tecnologia não apenas como instrumento de poder, mas sim de desenvolvimento humano”.*(Colombo e Bazzo).

### **III. PRESSUPOSTOS METODOLÓGICOS DA SEQÜÊNCIA DIDÁTICA.**

Como metodologia de ensino na elaboração e aplicação da seqüência didática, utilizamos os momentos pedagógicos desenvolvidos pelos professores José André P. Angotti e Demétrio Delizoicov (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002). Neste Capítulo destacaremos aspectos desta proposta metodológica, ressaltando a afinidade dos seus pressupostos com o enfoque utilizado em nossa pesquisa.

#### **III. 1. Da produção científica e do ensino de ciências.**

##### **III. 1.1. Da dinâmica da produção científica.**

A proposta encontra-se em sintonia com a intensa atividade científica e tecnológica bem como com suas implicações sociais. Com respeito ao apreço por teorias científicas os autores consideram necessárias algumas reflexões por parte dos professores de ciências.

Uma primeira reflexão nos remete as constantes transformações sofridas pelos conhecimentos científicos – resultados do contexto de produção – a respeito da compreensão dos fenômenos naturais e sociais, o que impede que sejam considerados como prontos e acabados. Este contexto precisa ser levado em consideração na abordagem dos conceitos contidos nos modelos e nas teorias. Da mesma forma, ele precisa ser considerado na atribuição dos critérios que deverão ser eleitos para seleção dos conteúdos que farão parte da programação escolar. Por último, a relação ciência-tecnologia não pode ser desconsiderada, até pela forte presença da tecnologia no cotidiano das pessoas. O balanço benefício-malefício desta relação e o direcionamento que as pesquisas nestas áreas sofrem por políticas de desenvolvimento científico e tecnológico, precisam ser contemplados nos currículos escolares.

No mundo em que vivemos, os conhecimentos científicos não só fazem parte da vida das pessoas como exercem fortes influências sobre elas. Segundo os autores:

*“A ciência não é mais um conhecimento cuja disseminação se dá exclusivamente no espaço escolar, nem seu domínio está restrito a uma camada específica da sociedade, que a utiliza profissionalmente. Faz parte do repertório social mais amplo, pelos meios de comunicação, e influencia decisões éticas, políticas e econômicas, que atingem a humanidade como um todo e cada indivíduo particularmente.*

*A escola está inserida neste mundo em mudança. É na tensão entre as possibilidades e os riscos criados pelo conhecimento das Ciências Naturais e sua tecnologia que vivemos no contemporâneo. No entanto, essa tensão raramente chega a nossas salas de aula” (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002, p.127).*

### **III. 1.2. Do ensino de ciências.**

Para os autores aqui tratados, a maioria das escolas, em todos os níveis, ainda mantém um ensino que prioriza a mera transmissão de conhecimentos, geralmente cristalizados, de forma mecânica. Esta tradição, que tem sido chamada de *senso comum pedagógico*, dificulta o uso das teorias e modelos produzidos para a compreensão dos fenômenos naturais e sociais. Além de caracterizar a ciência como um produto acabado e inquestionável, o senso comum pedagógico não dá conta, também, das transformações sociais que estão acontecendo.

As mudanças ocorridas no cenário educacional brasileiro não se limitam ao aumento significativo do número de alunos com acesso a escola, operando também no perfil destes alunos: suas formas de expressão, suas crenças, seus valores, expectativas e sua contextualização sócio-familiar.

Apesar da nossa produção acadêmica na área de ensino de ciências ser comparável à dos países mais avançados, destacam os autores, os resultados destas pesquisas praticamente não chegam às salas de aula, através da prática docente. Os cursos de formação de professores também se encontram atrasados com respeito à incorporação e debate sistemático destes resultados de pesquisa.

Outra limitação é a que o excesso da dependência do livro didático impõe aos professores. O livro didático é hoje o maior instrumento utilizado pelo professor, exercendo uma influência quase hegemônica na seleção de conteúdos e atividades propostas.

### **III. 2. Desafios para o ensino de ciências.**

Ciência e tecnologia fazem parte essencial da atividade humana, considerando seu contexto de produção, sua adaptação e usos a elas destinados. Disponibilizar estes conhecimentos a grande maioria da população escolarizada, juntamente com um trabalho docente direcionado à apropriação crítica pelos alunos é um dos desafios que precisam ser enfrentados. Como destacam os autores:

*“Nossa clara opção por um ensino/aprendizagem de C&T como cultura, sem perder de vista as relações benefício-prejuízo dessas áreas no convívio dos cidadãos deste novo século, justifica-se por convicção, mesmo antes das evidências da chamada cibercultura contemporânea, e é hoje, a nosso ver, imperativa, sob o risco de mantermos ou mesmo ampliarmos a exclusão (no sentido material, espiritual e também digital) das maiorias do conhecimento básico nessas áreas.” (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002, p.35).*

Outra necessidade é a de incorporar os resultados de recentes pesquisas em ensino de ciências na prática docente dos três níveis de ensino, provocando a construção do tema acompanhado de debates sistemáticos com fins a sua implementação em salas-de-aula.

Os professores precisam se libertar da excessiva dependência do livro didático, habituar-se ao uso crítico, consciente, articulado e sistemático de fontes alternativas como: livros, revistas, jornais, filmes educativos, CD-ROM, TVs educativas e de divulgação científica. Espaços de divulgação científica e cultural como museus, laboratórios abertos, planetários, feiras e exposições, clubes de ciências, precisam também ser explorados.

### **III. 3. Bases conceituais necessárias.**

#### **III. 3.1. Bases epistemológicas.**

Tradicionalmente a ciência estudada nos cursos de graduação é tratada como uma atividade neutra e desinteressada, uma combinação de lógica mais experiência, isenta de crenças e idiosincrasias, com desenvolvimento linear e comutativo, ou seja, uma visão fortemente marcada pelo empirismo/positivismo lógico.

Esta visão, contudo, não conseguiu ser sustentada no decorrer do século XX, principalmente pelos questionamentos de epistemólogos como Karl Popper, Gaston Bachelard, Thomas Kuhn e de Ludwik Fleck – os principais mencionados por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), que afirmam:

*“Esses autores propõem modelos e teorias díspares para compreender os caminhos da ciência; entretanto, ao argumentarem sobre a inconsistência do pressuposto da neutralidade epistemológica do sujeito do conhecimento – como queria a visão do positivismo e do empirismo lógico – para explicar o surgimento de novos conhecimentos científicos, compartilham da ênfase ao pressuposto do papel*

*fundamental que as interações não neutras entre sujeito e objeto exercem na produção de conhecimento...*

*É enfaticamente empregada e destacada a categoria descontinuidade na análise desses epistemólogos, em oposição à visão cumulativa que o empirismo lógico atribuiu à produção do conhecimento (idem, p.178).*

Estas teorias epistemológicas, sustentadas pela premissa de que existe uma interação não neutra entre *sujeito* – àquele que conhece – e *objeto* – aquilo que se quer conhecer – na gênese do conhecimento, precisa estar presente não só na esfera acadêmica, mas também na atividade docente aplicada à construção dos conhecimentos. Assim, na proposta de Delizoicov, Angotti e Pernambuco, o aluno é concebido como sujeito *ontológico* – possui características comuns a todos e a cada um dos seres humanos – e *epistêmico* – portador da capacidade de aprender –. Neste sentido é fundamental que as atividades docentes sejam planejadas para propiciar aos alunos uma interação que lhes permita se apropriar dos conhecimentos científicos tanto quanto produto (consubstanciado na forma de teorias, conceitos e modelos) como quanto processo.

A consideração de que existe uma significação dada aos objetos e que ela passa a ter sentido dentro do seu contexto histórico e social, por isso pode mudar, precisa ser transportada adequadamente para os objetos que fazem parte do meio físico e social dos alunos e sobre os quais constroem conhecimentos que lhe dão significado.

### III. 3.2. Visão de aluno.

Ao aluno é dada importância fundamental; ele é considerado sujeito de sua própria aprendizagem, já que é ele quem realiza a ação. E não é qualquer ação, ela é construída em uma interação entre o sujeito e o seu meio, natural ou social.

Para caracterizar o aluno os autores exploram três esferas da existência humana: a simbólica, a social e a produtiva.

Do ponto de vista **simbólico** concebem a linguagem como ferramenta indispensável para construção das explicações dos alunos acerca do meio natural e social em que vivem, como resultado dos tipos de relações experimentadas com este meio e de sua própria constituição orgânica. Este conjunto simbólico trazido pelos alunos quando chegam à escola precisa ser respeitado no planejamento, aplicação e avaliação das atividades.

As **práticas sociais** são focalizadas em quatro grupos: a família, a escola, o trabalho e outras relações sociais.

Devido à diversidade atual das organizações familiares, fruto das transformações estruturais das organizações sociais, os autores tratam-na num sentido amplo – grupo de relações que sustentam material e afetivamente o cotidiano –, tomando em conta que esta multiplicidade além de proporcionar à escola um conjunto bastante heterogêneo de alunos, altera inclusive, o seu perfil.

A escola constitui-se, também, em um importante espaço de socialização, onde se aprendem valores, regras e modos de convivência social. As relações passam a ser mais normativas que afetivas, construídas em torno da tarefa específica de aprendizagem. Não se pode esquecer, no entanto, que uma das finalidades principais da escola é garantir aos alunos o acesso ao conhecimento sistematizado, lembram os autores.

No referente ao trabalho, se pensarmos nos alunos das séries finais do ensino fundamental e nos alunos do ensino médio, podemos verificar que a maioria deles está imersa neste mercado, implicando sua inserção numa convivência determinada pela produção material e intelectual que possui regras próprias, marcadas pela impessoalidade das relações.

Relações como o namoro, amizade, participação em grupos e partidos ou pelo voto, são dimensões igualmente importantes na socialização dos alunos, no seu aprendizado de escolha e tomada de decisões.

Por último, na **esfera produtiva** e na **relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade** o ser humano emprega sua habilidade simbólica e sua interação social para mais além de sua subsistência. Mais que se adaptar ao meio natural, o ser humano procura adaptar o meio a ele. Esta ação do homem sobre o ambiente terrestre precisa ser consciente, tornando a escola responsável pela orientação reflexiva sobre esta ação. Delizoicov, Angotti e Pernambuco chamam a atenção para o fato de que a ação do homem vem causando mudanças tão grandes sobre o nosso ambiente, a ponto de gerar a percepção de que a sobrevivência do próprio ambiente e de nossa espécie foi colocada em risco.

A questão da sustentabilidade em face do momento em que vivemos no capitalismo moderno, das características atuais da atividade científica e sua responsabilidade, precisa ser refletida de forma constante nas escolas para que de fato, possibilitem a participação dos alunos, futuros cidadãos que precisarão tomar decisões a este respeito.

Em termos de divulgação científica para o público como um todo, os autores advertem que a mídia em geral ou passa uma visão catastrófica da ciência – destruidora do meio

ambiente – ou uma visão salvacionista – produtora de possíveis soluções para as questões ambientais –, aumentando a responsabilidade da escola no trato com estas informações.

### III. 3.3. O professor.

Os autores que estamos discutindo no presente capítulo reconhecem no professor, além do aspecto profissional, a qualidade de ser humano, com suas aspirações e angústias, e as dificuldades enfrentadas tanto individualmente quanto como classe. Identificam o crescimento dos alunos como a maior gratificação outorgada a um professor, pelo sentido que dá à sua presença na sala de aula. Alertam, todavia, para a necessidade dos professores tomarem em conta as características e expectativas dos alunos, no planejamento, aplicação e avaliação das atividades didáticas, sob pena de se desiludirem e verem frustrados seu trabalho e suas esperanças – e as dos alunos –, ou, se empolgarem demais como o próprio desempenho no processo de ensino, esquecendo da aprendizagem por parte dos alunos.

Eles concebem o professor como um mediador do processo de aprendizagem dos alunos e com a responsabilidade de tentar torná-lo prazeroso para ambos. Para isto, os professores devem conseguir que a aprendizagem seja significativa<sup>1</sup> tanto para os alunos quanto para eles próprios, tornando-a um desafio que todos possam vencer. Trabalhar de forma dialógica<sup>2</sup> com os fenômenos, processos e aparatos tecnológicos do cotidiano é um dos possíveis caminhos para alcançar esta intenção.

Para isso é necessário o professor refletir sistematicamente sobre sua prática, sob pena de repetir suas vivências anteriores como aluno – o que na maioria das vezes implica em recair no senso comum pedagógico – ou centrar-se em sua relação pessoal com o conhecimento, esquecendo do aluno.

### III. 3.4. A escola.

Como prática natural da escola e que tem permanecido ao longo do tempo e através das mudanças pelas quais ela tem passado, nossos autores consideram que uma de suas principais finalidades é a de garantir a possibilidade, por parte dos alunos, de terem acesso ao conhecimento sistematizado. Para isto se faz necessário situá-la histórica e geograficamente, tomando em conta o tempo e o espaço presente.

---

<sup>1</sup> No sentido de Snyders e Freire.

<sup>2</sup> No sentido atribuído por Freire.

A comunização do ensino provocou um grande aumento na quantidade e tipos de escolas, muitas vezes localizadas em novos meios sociais e culturais. Manter suas finalidades principais como o acesso reflexivo ao conhecimento, formar cidadãos participativos e conscientes com preocupações humanas e ecológicas configura-se como um grande desafio provocado pela conjuntura atual.

### **III. 4. A proposta.**

#### **III. 4.1. Os temas.**

A prática educativa estrutural da obra aqui apresentada é a *Abordagem temática*, considerada como uma perspectiva curricular cuja lógica de organização é estruturada com base em temas, com os quais são selecionados os conteúdos de ensino das disciplinas, em oposição ao tradicional paradigma curricular tradicional cujo princípio estruturante é a *Abordagem conceitual*, que se caracteriza como uma perspectiva curricular cuja lógica de organização é estruturada pelos conceitos científicos, com base nos quais se selecionam os conteúdos de ensino. (Delizoicov, Angotti e Pernambuco 2002, pág. 189-190).

Fundamentados nas obras dos educadores Paulo Freire e George Snyders os temas se constituem nos *objetos de conhecimento*.

Na proposição de Snyders estes temas devem estar articulados com contradições sociais, situações significativas para os alunos, que se tornam situações-problema a partir das contradições envolvidas nos temas, demarcando a inserção dos conhecimentos universais sistematizados necessários a sua compreensão e atuação na perspectiva das transformações. Estas transformações envolvem processos de continuidade-ruptura, no que diz respeito à cultura primeira do aluno e a cultura elaborada.

O significado e a interpretação do tema atribuído pelos alunos devem ser problematizados, na visão freiriana, numa perspectiva dialógica – incluindo também a compreensão que o professor possui sobre o tema –. Na interpretação de Delizoicov, Angotti e Pernambuco:

*“A dialogicidade do processo diz respeito à apreensão mútua dos distintos conhecimentos e práticas que os sujeitos do ato educativo – alunos e professores – têm sobre situações significativas envolvidas nos temas geradores, com base nos quais se efetiva a educação dialógica.” (idem, p.193).*

Tanto Snyders quanto Freire consideram a cultura primeira do aluno como obstáculo pedagógico a ser superado e como ponto de partida do processo ensino/aprendizagem. Tais rupturas precisam ocorrer para mais além da consciência do aluno,

*“... elas também apontam para as que precisam ocorrer no sistema educacional, nos mais diversificados níveis de educação. Em outros termos, a ação educativa, na perspectiva que aqui está sendo adotada, revela-se como um processo que, rompendo com práticas educativas já estabelecidas historicamente, vai promovendo as transformações necessárias.” (idem, p.196).*

Na interpretação dos autores desta obra, existem proximidades nas perspectivas de abordagem temática propostas por Freire e Snyders também na elaboração da programação e não apenas no desenvolvimento do conteúdo em sala de aula. Para eles, torna-se necessária a articulação estruturada entre os temas, a conceituação científica e as concepções primeiras dos alunos, que precisam ser conhecidas, problematizadas e superadas.

A constante e sistemática ação-reflexão-ação da e na atividade educacional é considerada fundamental pelos autores, visto que a prática escolar requer tomada de decisões a todo o momento e nas diversas esferas. E destacam:

*“... são, em síntese, três grandes eixos balizadores que estruturam a atuação docente nessa perspectiva de educação: 1) o conhecimento que se quer tornar disponível; 2) as situações significativas envolvidas nos temas e sua relação com a realidade imediata em que o aluno está inserido; 3) os fatores ligados diretamente à aprendizagem.” (idem, p.292).*

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), destacam também a necessidade do professor, ao organizar suas atividades, ter acesso a uma alternativa de materiais – além do livro didático – para encontrar os mais adequados, escolhê-los e adaptá-los à sua prática. Outro ponto importante a ser considerado pelo professor, acrescentam, é que o mesmo deve organizar suas atividades de modo a partir da oralidade, por ser esta mais presente em nossa cultura, o que a torna mais rica para introduzir novos conhecimentos e para promover o desenvolvimento da utilização dos códigos escritos.

O tema que escolhemos para a nossa seqüência didática: “Recepção, Transmissão e Processamento de Dados no Sistema Bancário”, permite explorar conteúdos físicos perti-

mentos ao programa proposto para a 3ª série do Ensino Médio, de forma contextualizada, através das tecnologias envolvidas neste sistema e das suas implicações ao nosso cotidiano. A aplicação destes conhecimentos científicos e tecnológicos na interação dos alunos com seu meio físico e social torna-os significativos à medida que pode influir nesta relação.

Ele envolve uma situação-problema ao abordar questões contraditórias como as influências da tecnologia contemporânea, das quais, as vantagens e desvantagens do auto-atendimento bancário podem ser tomadas como um exemplo, estando em consonância com o enfoque CTS.

### III. 4.2. Os momentos pedagógicos.

Os momentos pedagógicos configuram-se como uma dinâmica de atuação docente em sala de aula que contempla os aspectos aqui apresentados. Apresentaremos os três momentos transcrevendo-os na íntegra (Delizoicov, Angotti, Pernambuco 2002, p.200-202), justificado pela importância que assumem no nosso trabalho e pela clareza e objetividade com que os autores a apresentam.

#### ***Problematização inicial***

Apresentam-se situações reais que os alunos conhecem e presenciam e que estão envolvidas nos temas, embora também exijam, para interpretá-las, a introdução dos conhecimentos contidos nas teorias científicas. Organiza-se esse momento de tal modo que os alunos sejam desafiados a expor o que estão pensando sobre as situações. Inicialmente, a descrição feita por eles prevalece, para o professor poder ir conhecendo o que pensam. A meta é problematizar o conhecimento que os alunos vão expondo, de modo geral, com base em poucas questões propostas relativas ao tema e às situações significativas, questões inicialmente discutidas num *pequeno grupo*, para, em seguida, serem exploradas as posições dos vários grupos com toda a classe, no *grande grupo*.

Neste primeiro momento, caracterizado pela apreensão e compreensão da posição dos alunos ante as questões em pauta, a função coordenadora do professor concentra-se mais em questionar posicionamento – até mesmo fomentando a discussão das distintas respostas dos alunos – e lançar dúvidas sobre o assunto do que em responder ou fornecer explicações. Deseja-se aguçar explicações contraditórias e localizar as possíveis limitações e lacunas do conhecimento que vem sendo expresso, quando este é cotejado implicitamente pelo professor com o *conhecimento científico que já foi selecionado para ser abordado*.

Em síntese, a finalidade deste momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno, ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão.

O ponto culminante dessa problematização é fazer que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém, ou seja, procura-se configurar a situação em discussão como um *problema* que precisa ser enfrentado.

### ***Organização do conhecimento***

Os conhecimentos selecionados como necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são sistematicamente estudados neste momento, sob a orientação do professor. As mais variadas atividades são então empregadas, de modo que o professor possa desenvolver a conceituação identificada como fundamental para uma compreensão científica das situações problematizadas. É neste momento que a resolução de problemas e exercícios, tais como os propostos em livros didáticos, pode desempenhar sua função formativa na apropriação de conhecimentos específicos. No entanto, conforme se tem destacado, esse é apenas um dos aspectos da problematização necessária para a formação do aluno. Não raramente, há uma supervalorização da abordagem de problemas e exercícios desse tipo pela prática docente, em detrimento da localização e formulação de problemas de outra espécie, tais como os caracterizados no momento anterior e aqueles cuja abordagem é sugerida no momento seguinte.

### ***Aplicação do conhecimento***

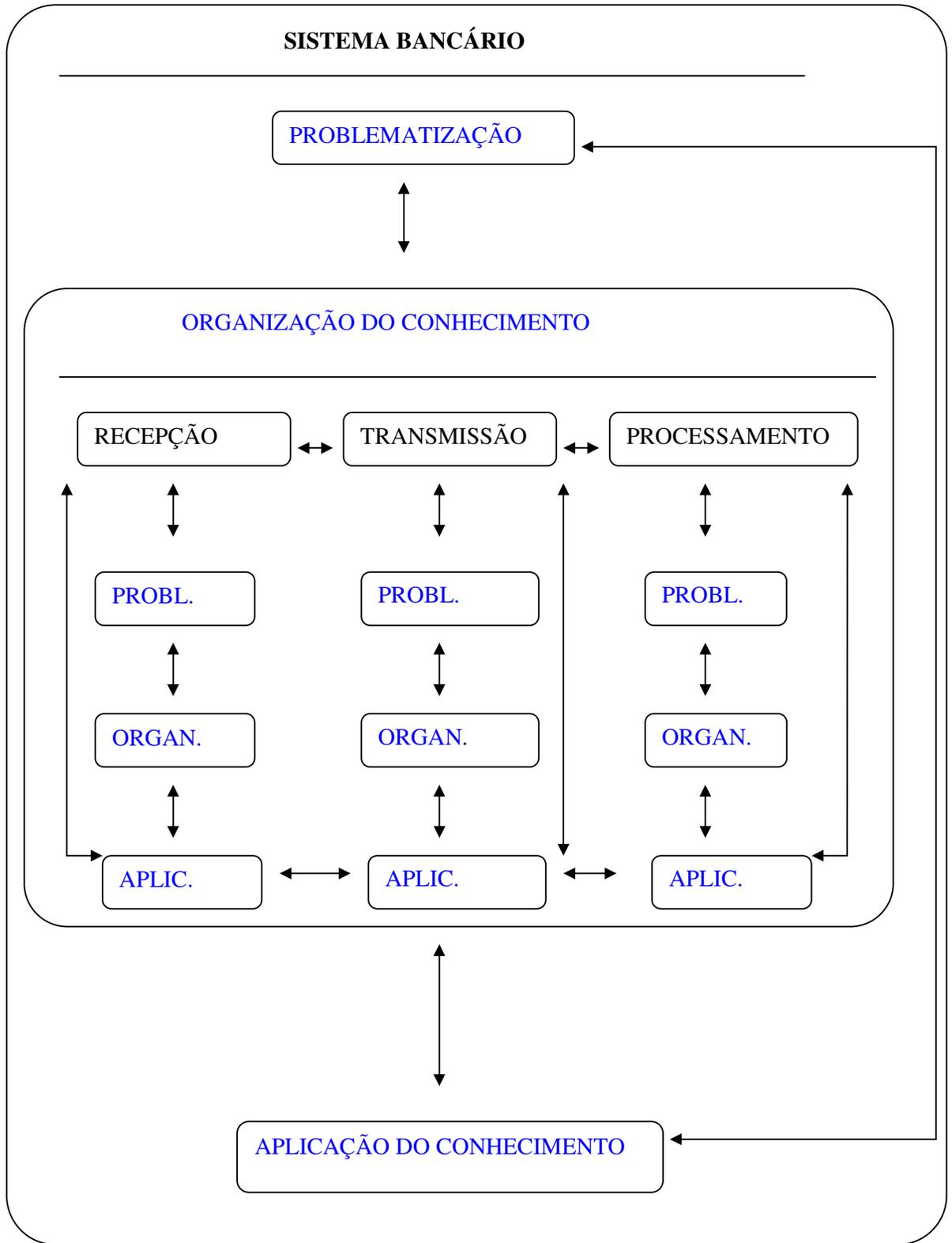
Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo como outras situações que, embora não sejam diretamente ligadas ao motivo inicial, podem ser compreendidas pelo mesmo conhecimento. Do mesmo modo que no momento anterior, as mais diversas atividades devem ser desenvolvidas, buscando a generalização da conceituação que já foi elaborada e até mesmo formulando os chamados problemas abertos. A meta pretendida com este momento é muito mais a de capacitar os alunos ao emprego dos conhecimentos, no intuito de formá-los para que articulem, constante e rotineiramente, a conceituação científica com situações reais, empregar algoritmos matemáticos que relacionam grandezas ou resolver qualquer outro problema típico dos livros-textos. Independentemente do emprego do aparato matemático disponível para enfrentar essa classe de problemas, a identificação e emprego da conceituação envolvida – ou seja, o suporte teórico fornecido pela ciência – é que estão em pauta neste momento. É um

uso articulado da estrutura do conhecimento científico com as situações significativas, envolvidas nos temas, para melhor entendê-las, uma vez que essa é uma das metas a ser atingidas com o processo de ensino/aprendizagem das Ciências. É o potencial explicativo e conscientizador das teorias científicas que precisa ser explorado.

### III. 4.3. A seqüência didática

No desenvolvimento de nossa seqüência didática, decidimos aplicar os momentos pedagógicos em dois níveis. Primeiro, planejamos aplica-los ao tema de uma forma mais ampla, problematizando, organizando e aplicando os conhecimentos relativos ao sistema bancário como um todo. No desdobramento do tema, os conhecimentos relativos à recepção, transmissão e processamento, bem como a maneira com que estes avanços tecnológicos têm influenciado a vida das pessoas – a automação bancária, por exemplo, proporcionada por uma interação científica e tecnológica, trouxe benefícios e prejuízos para a sociedade – serão novamente problematizados, sistematizados e aplicados a cada uma destas etapas.

O esquema abaixo representa esta nossa intenção. Em seguida incluímos o detalhamento da seqüência didática inicialmente por aulas.



## Seqüência didática planejada.

1ª aula: Problematização geral:

Questões para serem respondidas em grupos (3 ou 4 alunos):

Você vai ao caixa eletrônico de um banco pagar seu telefone. Se o sistema não estiver fora do ar, a coisa é simples e rápida. Você digita a opção desejada e a máquina pede pra passar o cartão magnético, depois colocar a fatura no leitor óptico e pronto. Dentro de alguns instantes o valor vai ser creditado na conta da companhia telefônica e debitado, infelizmente, de sua conta corrente. Tranqüilo, não é!

- 1) Como acontece esse processo?
- 2) Quais as tecnologias envolvidas?
- 3) Quais teorias científicas estão relacionadas?
- 4) Que vantagens e desvantagens você percebe nas mudanças que estão ocorrendo no sistema bancário, influenciadas pelo rápido desenvolvimento científico e tecnológico?

2ª aula: Para efeitos de estudo a seqüência será dividida em três etapas: recepção, transmissão e processamento dos dados.

Problematizando sobre a primeira etapa – recepção –, pedir aos alunos que, em pequenos grupos (3 ou 4 alunos), respondam as seguintes questões:

- 1) Como é feita a leitura do cartão magnético? E do código de barras?
- 2) Qual a tecnologia envolvida (equipamentos ou sistemas)?
- 3) Que teoria(s) física(s) está(ão) por trás da coisa?
- 4) Comente sobre algumas vantagens e desvantagens do auto-atendimento bancário.

3ª aula: Explorar os conteúdos: leitura e gravação de fitas magnéticas, laser e leitor de código de barras, presentes no CD Como as Coisas Funcionam.

4ª e 5ª aulas: Responder, em pequenos grupos, algumas questões propostas pelo professor com fins à exploração de alguns textos que receberão: cartão com tarja magnética, laser, código de barras, sistema binário (será pedido ao professor de matemática que paralelamente trabalhe este assunto com os alunos em suas aulas), conseqüências sociais da inserção de novas tecnologias.

6ª aula: Discussão das respostas com o grande grupo.

7ª aula: Relacionar o assunto em pauta com os conteúdos físicos: experiência de Oersted, campo magnético criado por correntes elétricas e lei de Faraday, já estudados anteriormente e voltar às questões iniciais, reelaborando-as se necessário.

8ª aula: Fechamento da primeira etapa – espaço reservado para dirimir dúvidas ou finalizar alguma atividade que tenha ficado em aberto ou realização de provas.

9ª aula: Problematização da segunda etapa – transmissão dos dados –. Em pequenos grupos, responder as seguintes questões:

- 1) Como são transmitidos os dados?
- 2) Qual a diferença entre sistemas analógicos e digitais?
- 3) A quantidade e qualidade das informações transmitidas atualmente trazem alguma implicação social? Se sim, quais?

10ª aula: Assistir a um vídeo sobre transmissão de dados.

11ª e 12ª aulas: Responder, em pequenos grupos, a algumas questões colocadas pelo professor para estudo dos textos: ondas eletromagnéticas, fibra óptica, quantidade e qualidade de informações nos dias de hoje e sistemas analógicos e digitais.

13ª aula: Explorar alguns sítios de busca na Internet para verificar a quantidade e qualidade de informações disponíveis.

Extra-classe: Voltar às questões iniciais, reelaborando-as se necessário.

14ª aula: Debate sobre o perigo do excesso e conseqüente necessidade de saber pesquisar, classificar e analisar informações.

15ª aula: Fechamento da segunda etapa.

16ª aula: Problematização da terceira etapa: processamento dos dados.

Em pequenos grupos, responder as seguintes questões:

- 1) Como é feito o processamento dos dados?
- 2) Quais tecnologias estão envolvidas?
- 3) Que teoria física dá suporte a estas tecnologias?
- 4) Que influências o atual processamento dos dados têm provocado na sociedade?

17ª aula: Assistir a um vídeo sobre o assunto.

18ª e 19ª aulas: Responder, em pequenos grupos, a questões propostas pelo professor para dirigir o estudo dos textos: circuitos lógicos, teoria quântica, semicondutores, revolução informática.

20ª aula: discussão coletiva das respostas.

Extra-classe: Voltar às questões iniciais.

21ª aula: Apresentação, por pequenos grupos, de breves seminários sobre a revolução informática.

22ª aula: Voltar às questões iniciais da problematização geral.

23ª aula: Debate sobre os prós e contras do progresso científico e tecnológico, em especial, do sistema bancário.

24ª aula: Fechamento.

Além de algumas aulas propostas para discussões relativas aos aspectos sociais na própria disciplina de física, como nas problematizações, pesquisas em sítios da internet, debates, apresentação de seminários e aplicação dos conhecimentos, contamos o apoio dos colegas professores das disciplinas de matemática, inglês e história ou sociologia.

Nestas disciplinas, respectivamente, os alunos trabalharam: sistemas binários, tradução de alguns textos constantes da apostila oferecidos na língua inglesa e os textos sobre automação bancária e fluxo de informações. Ainda, o planejamento previa estarmos constantemente acompanhando o desenvolvimento destas atividades e relacionando-os com conteúdos científicos e tecnológicos oferecidos, mais especificamente, pela disciplina de física.

## IV – APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.

### IV.1 – O Contexto da Aplicação.

A seqüência didática elaborada foi aplicada em uma escola pertencente à rede municipal de Brusque, Santa Catarina, localizada num bairro de classe média. Esta escola contava com uma boa estrutura física, administrativa e, pedagogicamente, com apoios como salas de vídeo e de informática, entre outros.

Realizamos uma aplicação piloto – ou primeira aplicação, como às vezes nomeamos – no último bimestre de 2003, com três turmas de terceiras séries de ensino médio, período noturno, no qual eram oferecidas três aulas semanais de física para cada uma delas. Elas possuíam 24, 21 e 22 alunos nas classes intituladas 3A, 3B e 3C, respectivamente, cuja grande maioria tinha entre 16 e 18 anos e trabalhava em torno de 8 horas diárias.

Estas turmas tiveram na primeira e segunda séries um “ensino tradicional”, em cujas aulas há o predomínio de exposição dos conteúdos por parte do professor e se prioriza mais o domínio da habilidade de trabalhar com algoritmos matemáticos do que os conceitos da física, sem a preocupação com questões relacionadas diretamente à vida dos alunos. Os conteúdos mais comumente por ele oferecidos na primeira série deste nível de ensino são a cinemática (em que muitos professores ainda chegam a dispensar todo o primeiro bimestre, quando não, o primeiro semestre), a dinâmica e a hidrostática. Na segunda série, a termologia (da mesma forma como acontece com a cinemática, dedica-se aqui muito tempo para cálculos de dilatação e conversão entre escalas termométricas), a óptica geométrica e a ondulatória.

Angotti, Delizoicov e Pernambuco (2002) denominam este ensino de “senso comum pedagógico” e o caracterizam principalmente pelo pressuposto de que a apropriação de conhecimentos ocorre pela mera transmissão mecânica de informações.

Quando começamos a ministrar aulas para estas classes no início da terceira série, implantamos algumas mudanças, como a tentativa da introdução de conceitos físicos a partir de fenômenos e equipamentos pertencentes ao cotidiano dos alunos, através da utilização do material elaborado pelo grupo GREF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física) e, embora de forma assistemática, apoiando-nos metodologicamente nos *momentos pedagógicos*. Método e estratégias que permaneceram até o terceiro bimestre quando iniciamos a aplicação da seqüência didática planejada.

Recolhemos e observamos os dados obtidos nas três terceiras séries em que foi realizada a aplicação piloto. Todavia, por questões práticas, registramos o material produzido por apenas uma das turmas: a 3A. A escolha dessa turma não obedeceu nenhum critério específico, até porque elas apresentavam características semelhantes. Esta opção foi apenas pelo motivo desta ter sido a primeira turma a terminar as atividades anteriores em que estávamos envolvidos.

Um resumo das atividades realizadas na aplicação piloto, bem como comentários sobre os resultados alcançados, estão apresentados no ANEXO 01.

A análise dos resultados alcançados na aplicação piloto sugeriu adaptações e correções – mencionadas no desenvolvimento deste capítulo – necessárias nos materiais e procedimentos didáticos que poderiam conduzir a uma maior efetividade instrucional. Tomadas em consideração, uma nova aplicação foi realizada no primeiro semestre de 2004 em outras três terceiras séries – também designadas 3A, 3B e 3C – de ensino médio, da mesma escola, também no período noturno e com mesma carga horária semanal. Cada turma possuía 18 alunos – no início do segundo bimestre um aluno trocou de turma, da 3A para a 3C – com características de aprendizagem e sócio-familiares semelhantes as anteriores. Já havíamos trabalhado com estas turmas desde o início da segunda série, utilizando o material elaborado pelo grupo GREF e fundamentados nos *momentos pedagógicos*.

Na primeira aplicação nós colocamos aos alunos que se tratava de um projeto de pesquisa e os seus objetivos. Na segunda, comentamos apenas que este trabalho tinha sido realizado no ano anterior e que as turmas envolvidas gostaram, recomendaram sua permanência e que fosse realizado já no início do ano.

Os instrumentos utilizados para coleta de dados foram: os materiais escritos pelos alunos, divididos em problematizações, questionários para orientação de estudos, provas escritas e questionário de avaliação do trabalho proposto; as anotações feitas pelo professor; gravações das aulas e das entrevistas em áudio e algumas tomadas das aulas feitas em vídeo.

#### **IV.2 – Descrição e Análise das Atividades da Segunda Aplicação.**

Para um acompanhamento mais detalhado incluindo a descrição das atividades, dos dados coletados e exposição dos respectivos comentários da segunda aplicação, elegemos uma das turmas: a 3C. A escolha desta turma também não obedeceu algum critério específico, dada a semelhança com que as turmas se apresentavam no início do ano letivo. Os

resultados conseguidos com as outras turmas, assim como ocorrera na aplicação piloto, não apresentaram diferenças aparentes de monta. Durante a apresentação indicaremos as diferenças ocorridas cuja menção consideramos relevantes.

Como a aplicação piloto foi realizada no último trimestre do ano letivo, já havíamos trabalhado as leis de Ampère, de Faraday e Lenz, que fazem parte do programa tradicional de ensino para as terceiras séries e são necessárias à compreensão da leitura magnética e do processo de geração de ondas eletromagnéticas numa estação transmissora. Uma vez que estes conteúdos estão contemplados no tema da nossa seqüência didática, antes da segunda aplicação, nos dedicamos ao estudo destas leis, ocupando para isto aproximadamente as três semanas iniciais do ano letivo.

Outra mudança ocorrida foi no quadro de professores da escola. Em conseqüência, na segunda aplicação, os textos sobre automação bancária e sobre o atual fluxo de informações – listados mais adiante –, tiveram seus estudos orientados pela professora de sociologia, ao invés do professor de história, como ocorreu na aplicação piloto.

A professora de matemática trabalhou os números binários com os alunos e a de inglês, na tradução do texto Digital electronics - Analog versus Digital, que fazia parte da apostila utilizada e estava nesta língua. Os textos Transmission lines e Simply Logic que integravam a apostila empregada na aplicação piloto, por razões que expomos mais adiante, não foram contemplados nesta segunda aplicação.

Na elaboração da apostila (ver ANEXO 02) selecionamos alguns textos de livros e de sítios da internet pertinentes ao tema trabalhado: Recepção, transmissão e processamento de dados no sistema bancário. Neste particular, gostaríamos de chamar a atenção para a dificuldade em encontrar textos, com linguagem adequada a este nível de ensino, referente a assuntos que não estão contemplados nos programas tradicionais de ensino de física. Por exemplo, o conceito e a caracterização de fóton, sua representação, as expressões “átomo imaginário” e “átomo real” pertencentes ao texto que utilizamos, requereram considerações adicionais para não representarem uma contradição com a concepção epistemológica pretendida.

Para esta apresentação, além de uma descrição das atividades realizadas em cada aula, acrescentamos os instrumentos utilizados, um resumo das respostas oferecidas pelos alunos e os respectivos comentários.

### **1ª aula: Problematização geral.**

Com o intuito de suscitar uma discussão sobre os conhecimentos científicos, tecnológicos e sociais presentes no ato cotidiano do pagamento de tarifas num caixa eletrônico, apresentamos a situação a seguir e solicitamos dos alunos que respondessem algumas questões.

**Você vai ao caixa eletrônico de um banco pagar seu telefone. Se o sistema não estiver fora do ar, a coisa é simples e rápida. Você digita a opção desejada e a máquina pede pra passar o cartão magnético, depois colocar a fatura no leitor óptico e pronto. Dentro de alguns instantes o valor vai ser creditado na conta da companhia telefônica e debitado, infelizmente, de sua conta corrente. Tranquilo, não é?**

- 1) Como acontece esse processo?**
- 2) Quais as tecnologias envolvidas?**
- 3) Que vantagens e desvantagens você percebe nas mudanças que estão ocorrendo no sistema bancário, influenciadas pelo rápido desenvolvimento científico e tecnológico?**

Na aplicação piloto esta atividade foi realizada com oito grupos. Eles entregaram as respostas por escrito ao final da aula e, na seguinte, fizemos uma discussão coletiva sobre elas. Nesta aplicação optamos por realizar esta atividade em uma só aula, oral e coletivamente. Outra mudança que efetivamos em relação à primeira aplicação foi a eliminação de uma questão desta problematização, referente às teorias científicas envolvidas, pois ela irá aparecer na seguinte, tornando-a repetitiva.

Esta mudança das estratégias empregadas nesta atividade para as duas aplicações, nos possibilitou estabelecer algumas comparações. Uma delas é que, em pequenos grupos, o número de alunos que participa na elaboração das respostas é maior que no grande grupo, pois desta última forma, alguns parecem sentir-se intimidados para expressar seus pensamentos. Outra, é que na apresentação escrita, os grupos têm a possibilidade de elaborar melhor seus pensamentos, tanto pelo tempo maior disponibilizado para isto quanto pela troca de idéias com seus colegas.

Em contrapartida a discussão oral com o grande grupo torna esta atividade mais dinâmica, intensificando a interação entre os colegas e com o professor. Além disso, amplia o leque de argumentos expostos, proporcionando uma melhor visão de conjunto.

No início desta atividade, perguntamos aos alunos se alguém já havia pagado uma conta telefônica (ou outra semelhante) no caixa eletrônico. Dois alunos responderam que sim. Então, pedimos que descrevessem as operações necessárias para fazê-lo. Com base nestas descrições, confirmando e reforçando os aspectos que mais convinham para esta atividade, solicitamos que comentassem como acontece este processo.

A idéia de que o processo é automatizado foi uma das principais a emergir, através de expressões como: “Passa o cartão e a máquina lê o cartão” e “Passa o código de barras e automaticamente o computador efetua o débito”.

A consciência de que os dados precisam ser processados, armazenados e transferidos também apareceu em colocações como: “Tem um processador que armazena os dados”, “Tem memória”, “Existe um banco de dados” e “Há transferência de dinheiro, de dados”. Também foi lembrada a necessidade de equipamentos como computadores, laser e um sistema que forneça energia elétrica.

Um aluno afirmou – o que outros concordaram – que o sistema precisa ser digital, embora, quando inquiridos do que isto significa, não souberam responder. Quando outro aluno comentou sobre a existência de tecnologias neste processo, perguntamos à turma, quais? A informática e a eletrônica foram as respostas apresentadas, complementadas pela fibra óptica. Sobre esta, indagamos de que forma ela é empregada no sistema, ao que alguns alunos responderam que é na operação de leitura do código de barras.

Com respeito às vantagens proporcionadas pelas inovações tecnológicas, as principais respostas apresentadas pelos alunos foram: maior rapidez, maior segurança – o que foi questionado por alguns colegas – e maior praticidade. Das desvantagens as mais lembradas foram o desemprego, dependência e a possibilidade de falhas no sistema.

Cabe colocar ainda que na aplicação piloto a maioria das equipes fez uma lista de aparatos tecnológicos, mencionando alguns sistemas: telecomunicações, informática, sistema digital, internet e intranet referindo-se à segunda questão e, para a terceira (Quais teorias científicas estão relacionadas?) apresentaram como teorias a experiência de Oersted, a “tecnologia digital e a analógica”, a corrente elétrica, laser, magnetismo e a teoria eletromagnética.

Com relação às vantagens ocasionadas acrescentaram a flexibilidade de horário, a diminuição de filas e a possibilidade da realização de muitas tarefas na própria casa e como desvantagens adicionaram a dificuldade que as pessoas idosas encontram para se adaptar as novas tecnologias.

## Comentários.

Podemos perceber nas respostas aqui apresentadas que a problematização cumpriu seu duplo papel de, por um lado, fazer emergir as concepções dos alunos e, por outro, conscientizá-los das limitações dos seus modelos explicativos, da necessidade de complementá-los e estruturá-los. Vejamos alguns exemplos.

Os alunos têm consciência que no sistema bancário o processo é, em sua maioria, automatizado. Que as instituições envolvidas possuem banco de dados que de alguma forma precisam ser acessados, atualizados e reciprocamente disponibilizados, mas não sabem explicar, com maior profundidade, como isto acontece. Como a “máquina lê o cartão magnético”, por exemplo, como é feita a comunicação entre as partes deste sistema ou como é realizado o processamento destas informações. Ou seja, eles possuem noções que existem conhecimentos científicos e tecnológicos envolvidos neste processo, mas não são capazes de explicitar onde e de que maneira eles se fazem presentes. Tampouco dominam os conceitos de tecnologia, de teoria ou de sistema – em nossa seqüência, utilizamos o conceito mais amplo de tecnologia, considerando-a como processo social. Nesta mesma linha, concebemos sistema como sócio-sistema, incorporando ao conjunto de aparatos tecnológicos, os aspectos organizacionais.

Apesar de fazer parte do nosso dia-a-dia e de estarmos constantemente recebendo informações sobre os sistemas com que convivemos como o deste exemplo, não é costume formalizar estas informações para que possam nos proporcionar um entendimento em profundidade e amplitude suficiente ao esclarecimento de sua estrutura e funcionamento. Ou seja, trata-se de procurar perceber e compreender o nosso entorno. E esta necessidade foi sentida pelos alunos durante esta e outras atividades, como eles mesmos expressaram.

Notamos também, não só pelas respostas aqui apresentadas, mas nas da aplicação piloto, nas das outras terceiras séries e pelas conversas em sala de aula, que apesar de serem predominantes as opiniões favoráveis aos benefícios oriundos dos avanços tecnológicos, os alunos têm a consciência de que existem conseqüências negativas.

É patente que os alunos detêm uma considerável quantidade de informações, principalmente sobre as coisas comuns e cotidianas, mas é importante atentarmos que muitas vezes elas consistem em um conjunto desarticulado e que justamente aí se manifesta umas das principais funções da escola, que é sistematizar estes conhecimentos.

## **2ª aula: Problematização da primeira etapa – Recepção dos dados.**

Para efeitos de estudo a seqüência didática foi dividida em três etapas: recepção, transmissão e processamento dos dados. Sobre a primeira etapa: a da recepção dos dados, foram apresentadas as seguintes questões para ser respondidas, por escrito. Nesta ocasião eles ainda não estavam de posse da apostila.

- 1) Como é feita a leitura do cartão magnético? E do código de barras?**
- 2) Qual a tecnologia envolvida (equipamentos ou sistemas)?**
- 3) Que teoria(s) física(s) está(ão) por trás da coisa?**

Os alunos reunidos em grupos de três – o que permaneceu até o final das atividades – dedicaram-se à elaboração de suas respostas.

#### **Resumo das respostas apresentadas.**

Com referência à leitura do cartão magnético, duas das seis equipes colocaram que a leitura dos dados armazenados na tarja magnética – utilizaram o termo faixa escura – do cartão é realizada pelo laser, outras duas equipes apenas expuseram superficialmente que o cartão é “passado” na máquina e que esta leitura é feita através de um sistema eletrônico. Uma das equipes deixou de responder a esta questão e outra esboçou uma grande confusão: “A leitura do cartão magnético é feita através do código de barras”.

Sobre a leitura óptica, cinco equipes disseram que a leitura do código de barras é feita através do laser, três delas detalharam um pouco suas respostas fazendo referência a espessura e a cor das linhas. Uma outra equipe colocou que esta operação é realizada através da fibra óptica e lembrou da necessidade destes dados serem processados pelos computadores e relacionados com seus bancos de dados.

Para a segunda questão, uma relação de equipamentos foi a ocorrência mais comum encontrada nas respostas dos grupos. Entre eles, o que figurou com maior freqüência – em praticamente todos – foi o computador, seguido pelo laser. A necessidade de um processador de dados e de energia elétrica foi citada por duas equipes. Memórias, programas e senhas eletrônicas foram citados cada um, por uma equipe. Uma das equipes apresentou também os caixas eletrônicos, acrescentando que eles precisam ser ligados em rede a um computador central.

O sistema digital e o de emergência de energia elétrica foram mencionados por um grupo e outro, implicitamente, apenas enunciou a informática e a eletrônica, não tornando possível a percepção se o grupo domina ou não o conceito de sistema.

Referindo-se à terceira questão três grupos apresentaram a óptica como teoria física envolvida no processo e duas, a eletricidade e o magnetismo. A energia também foi citada por dois grupos. Uma das equipes apresentou uma expressão sem sentido: “Fenômeno da reflexão e gravitacional” e outra tangenciou: “Tem muito haver com a física, porque para fazer o caixa eletrônico precisa da ajuda das teorias da física”. Apareceram também, soltos, sem contexto, em duas respostas, os aparelhos laser e câmeras.

Durante esta aula muitos alunos solicitaram esclarecimentos sobre o significado dos termos: sistema e teoria. Ao final entregamos aos alunos a apostila que elaboramos com os textos que serviram como referências ao estudo do tema.

### **Comentários.**

As respostas apresentadas e a interação com os alunos mostram que eles possuem noções sobre características do laser e da fibra óptica: que o laser é constituído por um intenso feixe de luz monocromático e que ele passa pelo interior da fibra mesmo se ela não estiver em linha reta, por exemplo. Todavia, fazem confusão quanto as suas aplicações. A maioria dos alunos supõe que na leitura do cartão magnético, como na do código de barras, é empregado o laser e nesta última, a fibra óptica. É possível perceber também que os alunos trazem para a escola uma melhor compreensão da leitura óptica que da magnética, indicando maior dificuldade para o entendimento deste processo. Grande parte deles tem conhecimento da existência da reflexão do laser nas faixas claras e escuras do código de barras e muitos fizeram referência, inclusive, ao significado da espessura das barras.

Como era de se esperar para este nível de ensino, não está claro o que é tecnologia, aparecendo as idéias de sistemas, áreas de estudo, técnicas e principalmente uma relação bastante grande de aparatos tecnológicos. A tecnologia, para eles, está muito associada a aparelhos eletrônicos.

Da mesma forma que havia ocorrido na problematização anterior, percebemos que apesar de fazerem uso, não dominam o significado do termo digital e fazem confusão entre conceitos científicos, teorias e áreas de atuação.

### **3ª aula – Aula expositiva sobre leituras magnética e óptica, com observação de aparatos.**

Partindo das respostas expressadas na atividade anterior, do conhecimento que eles já possuíam sobre eletromagnetismo e os adquiridos sobre números binários (estes últimos trabalhados com a professora de matemática), esclarecemos inicialmente a gravação em fitas magnéticas para depois compará-la com a tarja magnética presente nos cartões, relacionando-a com a lei de Faraday – o material magnetizado contendo os registros gravados, ao passar próximo à bobina da cabeça de leitura, induz nesta uma corrente devida a variação do fluxo magnético provocado pelo movimento relativo entre eles –. Prosseguimos a aula com explicações sobre a leitura óptica: a absorção e reflexão do laser ocorrida nas barras, sua captação por fotodiodos – já alertando para a presença do efeito fotoelétrico – e a associação dos pulsos elétricos com os números binários.

Alguns aparatos que se utilizam destas leituras, como: toca-fitas de carro, compartimentos de disquetes e de cd-rom de computador, unidades ópticas avulsas destes e de aparelhos de som domésticos, foram disponibilizados para que os alunos os observassem.

Os alunos participaram ativamente da exposição e na observação dos aparatos. Ao final da aula, deixamos duas perguntas relacionadas com pontos que apareceram no primeiro questionário.

- 1) Como é feita a leitura magnética? E a leitura óptica?**
- 2) Relacione as leis de Ampère e de Faraday com a leitura e a gravação magnéticas.**

#### **Resumo das respostas apresentadas.**

Com relação à primeira questão, três equipes responderam somente sobre a leitura magnética e, ainda, com descrições muito semelhantes à do texto de referência. Duas equipes responderam apenas sobre a leitura óptica e sem comentar dos fotodiodos – o que era importante para estabelecermos a relação com o efeito fotoelétrico – e uma equipe apresentou uma descrição correta, porém, com a leitura óptica muito “presa” ao texto.

Com relação à segunda questão, dois grupos apresentaram pensamentos confusos e superficiais, além de muito semelhantes: “... para acontecer as leituras magnética e óptica é necessário a formação de campos magnéticos e... um circuito fechado”. Dois outros mencionaram que para a leitura e gravação magnéticas há a necessidade de corrente elétrica e

campos magnéticos, acrescentando a observação de que um processo ocorre de forma inversa a do outro. Expuseram também as leis de Ampère e de Faraday, mas não esclareceram que a lei de Ampère esta relacionada com a gravação e a de Faraday, com a leitura magnética. Outros dois grupos apresentaram descrições que consideramos corretas como respostas à questão.

### Comentários.

É interessante notar que as dificuldades de assimilação dos processos de leitura magnética e leitura óptica não ocorreram de forma padronizada. Algumas equipes conseguiram entender o que outras não conseguiram, não acontecendo uniformidade.

Na aplicação piloto, das equipes que expressaram seus pensamentos com as próprias palavras para responder a primeira questão, quatro conseguiram descrever satisfatoriamente a leitura óptica, por exemplo: “... um laser emite uma luz sobre as tarjas pretas e brancas do código de barras que é refletida pelas tarjas brancas e direcionada para um fotodiodo,...” e: “O laser emitido sobre as barras do código é absorvido pelas barras pretas e refletido pelas brancas. A luz refletida é direcionada para um fotodiodo onde é passado corrente elétrica ...”; enquanto apenas uma, a leitura magnética.

Entendemos, naquela ocasião, que para a padronização na estruturação destes conhecimentos havia a necessidade de uma maior interferência por parte do professor, auxiliando tal sistematização. Da mesma forma, esta ação deveria possibilitar a percepção, por parte dos alunos, de que este processo é comum a todos os aparelhos estudados e outros que usam sistemas semelhantes, ou seja, uma vez adquirido, este conhecimento pode ser extrapolado para toda uma gama de fenômenos e aparelhos que têm uma base comum. Trata-se da aplicação do conhecimento que, a nosso ver, não aconteceu de forma satisfatória.

Referindo-se ainda a primeira aplicação, as relações pedidas na segunda questão foram descritas corretamente por três grupos – descrevemos a resposta apresentada por um deles, como exemplo: “Para se obter uma gravação magnética é preciso usar a lei de Faraday e a lei de Ampère, pois como a lei de Ampère cria primeiro uma corrente e depois campo magnético, a lei de Faraday cria campo magnético e depois corrente. Por isso, tendo as duas leis pode-se fazer uma gravação. Primeiro usa a lei de Ampère para fazer a gravação na fita e depois usa a lei de Faraday para se ouvir o que foi gravado”. –, um grupo não

conseguiu se expressar claramente, dois apenas enunciaram as leis de Ampère e Faraday e um só enunciou esta última. Duas equipes deixaram de responder a esta questão.

O estabelecimento das relações pedidas exige, além de outros fatores, a compreensão dos processos e das leis envolvidas, de tal forma que, as dificuldades encontradas na primeira questão, manifestaram nesta, seus reflexos. É conveniente lembrar que o “estabelecer relações” é uma ação complexa e que a dificuldade aqui encontrada é, portanto, um fato comum no ensino de ciências.

A análise das respostas apresentadas pelos alunos para estas questões na segunda aplicação confirma as dificuldades encontradas na primeira, principalmente com respeito à leitura magnética.

Mostramos aos alunos que a passagem de corrente elétrica por um condutor é capaz de movimentar a agulha de uma bússola e que o movimento de um ímã próximo a um solenóide faz com que um multímetro constata a existência de corrente. Disponibilizamos tanto simulações de computador onde puderam observar os processos de gravação magnética e leituras magnética e óptica em alguns aparatos que se utilizam destes processos quanto a manipulação de alguns destes aparatos. Contudo, estas estratégias parecem não ter sido suficientes para a compreensão e estabelecimento das relações solicitadas, isto é, para a aplicação destes conhecimentos.

A disponibilidade de um tempo maior para os alunos elaborarem estas respostas, o cuidado e a atenção que empregamos durante o trabalho com estes assuntos, não foram suficientes para dirimi-las.

Certamente são conteúdos que envolvem conceitos bastante abstratos – como o de campo, ou a compreensão de força como resultado da interação entre eles – e as atividades realizadas permitiram a observação de seus efeitos em aparelhos mais complexos. Por isto, talvez, num primeiro momento, seja necessária a criação de estratégias ou materiais didáticos que permitam situações didáticas mais concretas e voltadas às bases conceituais.

Além da dificuldade de compreensão destes conceitos, a complicação para explicá-los por escrito também se manifestou claramente.

#### **4ª aula – Observação de simulações em computador.**

Na sala de informática da escola, observamos as simulações sobre gravação e leitura de fitas magnéticas, leitura do código de barras e laser, encontrados no software: ‘Como

as Coisas Funcionam'. Para esta atividade foi utilizada cerca de metade da aula, no restante do tempo os alunos se dedicaram a responder as questões deixadas na aula anterior.

Houve bom empenho nas atividades e muitos questionamentos por parte dos alunos.

#### **5ª aula – Aula expositiva sobre absorção, emissão de fótons e laser.**

Baseados no átomo de hidrogênio, revisamos os conteúdos sobre absorção e emissão de fótons que havíamos estudado na série anterior e empregamos estas idéias para aprofundar um pouco mais os conhecimentos sobre o funcionamento do laser. Apoiados nas concepções que inicialmente levantamos com os alunos, iniciamos a explanação pela caixa de ressonância, prosseguimos com a emissão estimulada – ressaltando o estado meta-estável –, inversão de população e a ocorrência da amplificação da luz.

O restante da aula foi utilizado para a leitura do assunto na apostila.

#### **6ª aula – Resolução do primeiro questionário.**

Em grupos, os alunos responderam mais quatro questões que lhes foram passadas, referentes ao primeiro questionário.

- 3) Qual a condição para que um átomo absorva a energia de um fóton incidente?**
- 4) Descreva com as próprias palavras e de forma objetiva, como funciona o LASER.**
- 5) Qual a principal diferença entre emissão espontânea e emissão estimulada?**
- 6) Por que a existência de estados meta-estáveis é condição fundamental para que ocorra a amplificação dos fótons?**

Fomos bastante solicitados para esclarecimento de dúvidas e confirmação de respostas. As dúvidas que mais apareceram, por ordem de frequência, foram sobre: emissão espontânea e estimulada, condição fundamental para absorção de um fóton pelo átomo e as relações entre as leis de Faraday e Ampère com leitura e gravação magnéticas, relativas ainda às duas primeiras questões.

Julgamos necessário um reforço sobre o assunto referente às emissões estimulada e espontânea, o que fizemos oralmente, com o intuito de elucidar estas dúvidas.

## Resumo das respostas apresentadas.

Três grupos responderam corretamente à terceira questão, dois substituíram a palavra fóton pela palavra átomo na frase: “A energia do átomo precisa estar igual à diferença entre a energia do estado excitado e a energia do estado fundamental.” e outro expôs um equívoco: “O átomo precisa estar excitado”.

Concernente à quarta questão, duas equipes descreveram satisfatoriamente o funcionamento do laser, outras três ofereçam descrições incompletas. Todas as três esqueceram de mencionar a emissão estimulada, uma delas deixou também de colocar a inversão de população e outra, a cavidade óptica. Finalmente, uma das equipes apenas comentou das sucessivas reflexões sofridas pelos fótons nesta cavidade.

Na quinta questão, três equipes escreveram apenas que na emissão espontânea há a liberação de um fóton e que na estimulada são liberados dois, sem maiores esclarecimentos e três responderam corretamente a questão.

Cinco grupos ofereceram explicações satisfatórias no que diz respeito à necessidade de estados meta-estáveis para a ocorrência da emissão estimulada e conseqüente amplificação de fótons, referindo-se à sexta pergunta, e uma apenas comentou que é desta forma que haverá a liberação de dois fótons.

Para proporcionar significância aos comentários que tecemos a seguir, julgamos conveniente apresentar as respostas expressas pelos alunos na aplicação piloto, relativas a quarta e sexta questões, onde aparecem diferenças relevantes.

Referente ao processo de funcionamento do laser, das oito equipes, uma apresentou uma descrição muito superficial, comentando apenas sobre a absorção e as características dos fótons emitidos. Duas deixaram de respondê-la e duas apresentaram respostas sem sentido. Uma equipe apenas indicou a existência de estados meta-estáveis e outra, algumas partes que compõe o aparelho laser e algumas de suas aplicações. Os alunos de um dos grupos conseguiram descrever convenientemente este processo.

Cinco equipes justificaram a necessidade da existência de estados meta-estáveis, duas, porém, com descrição insuficiente. Outras duas fizeram cópia de parte do texto que descreve os estados fundamental e excitado e uma terceira não conseguiu elaborar uma resposta considerável.

## Comentários.

Com exceção de um grupo, tomando em conta também as trocas ocorridas entre professor e alunos durante as aulas, os demais parecem ter conseguido captar a idéia essencial da exigência de energias quantizadas para que um átomo absorva um fóton incidente. As inversões encontradas nas respostas de dois grupos indicam, a nosso ver, mais falta de atenção que de compreensão. Da mesma forma, acreditamos que as falhas verificadas nas respostas de três grupos na quinta questão representam mais do que falta de entendimento, dificuldade de expressão escrita.

Para a quarta e sexta questões, é possível perceber uma melhora nos resultados conseguidos se comparados com os da aplicação piloto. O motivo que atribuímos para este progresso é o fato de que os alunos já haviam adquirido certas noções dos assuntos sobre absorção e emissão de fótons, emissão espontânea e estimulada e o funcionamento do laser, na série anterior. Outra causa que podemos argumentar refere-se a uma melhor adequação das atividades didáticas que, como professores, conseguimos efetivar quando fazemos um determinado trabalho.

#### **7ª aula – Resolução do questionário, revisão sobre reflexão e refração da luz e exposição da difração e interferência.**

O primeiro terço da aula foi usado para conclusão das respostas às questões apresentadas acima, depois revisamos os assuntos sobre a reflexão e refração da luz e apresentamos algumas noções básicas sobre a difração e interferência, assuntos que ainda não haviam estudado.

Mostramos também, a difração produzida por uma fenda estreita quando atravessada pela luz laser, ou interceptada por um fio de cabelo, com a formação de uma figura de interferência projetada por esta luz.

#### **8ª aula – Discussão sobre modelos.**

Na primeira aplicação utilizamos um resumo histórico sobre os modelos de luz encontrado no livro Física – vol.4 – (Tipler, 1995, p.25). Este texto, intitulado ‘Luz’, mostrou ser de difícil compreensão para os alunos do ensino médio, devido a grande quantidade de informações apresentadas neste apanhado histórico. Para a segunda aplicação disponibilizamos aos alunos o texto ‘As idéias de Newton sobre a natureza da luz e as cores dos corpos’, retirado do livro Curso de Física – vol.2 – (Máximo e Alvarenga, 1993, p. 795), que

trata da polêmica entre Newton e Huyghens sobre os modelos corpuscular e ondulatório da luz.

Iniciamos esta atividade com a leitura do texto em voz alta. A seguir, questionamos e discutimos, de forma oral e coletivamente, o que são modelos e o que os faz desenvolver. Como continuação, colocamos aos alunos algumas idéias sobre o texto, que consideramos relevantes e que não foram levantadas durante a discussão como, por exemplo, o caráter subjetivo das pesquisas associado às evidências empíricas. Acrescentamos também a descoberta do efeito fotoelétrico, sua explicação baseada no modelo corpuscular e as características ondulatórias apresentadas pelo elétron.

Para finalizar, comentamos sobre o aspecto dual da luz e a equação  $E=hf$ , que relaciona os dois modelos. Rapidamente, conversamos também sobre o desenvolvimento do modelo atômico.

### **9ª aula – Término do primeiro questionário.**

Após advertirmos os alunos que apesar do fóton, tanto no texto de referência que eles possuíam quanto na simulação do software observado, estar representado como uma onda, ele é, a rigor, uma partícula que em determinados experimentos apresenta comportamento ondulatório, entregamos mais três questões concludentes do primeiro questionário.

**7) Por que se criam modelos físicos? O que os faz mudar?**

**8) Como acontece o efeito fotoelétrico?**

**9) Interprete a afirmação: O fóton é uma partícula de energia à qual se pode associar características ondulatórias.**

### **Resumo das respostas apresentadas.**

Em resposta ao porque se criam modelos físicos, as principais justificativas expressadas pelos alunos foram: para servir de exemplo; para facilitar a compreensão dos estudos; possibilita noções de espaço e forma daquilo que não podemos ver; para poder ter uma base e trabalhar com o que foi descoberto, para se estudar e seguir o modelo produzido e para representar idéias.

Os motivos expostos para as mudanças nos modelos foram: novas pesquisas; modelos mais aperfeiçoados que corrigem as falhas dos anteriores; a queda de alguma lei que sustenta um modelo provoca a necessidade de que seja apresentado outro satisfatoriamente

racional; quando existem argumentos que possam comprovar erros nos modelos atuais e se mostre outro modelo; quando se contestam os modelos existentes através de provas ou suas novas hipóteses são mais prováveis que as outras ou se descobre novas técnicas e experiências.

Todas as equipes ofereceram respostas satisfatórias para a oitava pergunta, bastante diferente do que aconteceu na aplicação piloto, onde quatro equipes apresentaram uma resposta superficial, colocando apenas que no efeito fotoelétrico a radiação incidente provoca a emissão de elétrons do material. Uma destas equipes, inclusive, fez uma indicação inversa quando escreveu: “quando em presença da luz o material isolante passa a não ter mais elétrons livres”. Um outro grupo, apesar de dar a entender ter compreendido o assunto, não conseguiu elaborar claramente seus pensamentos. Dois grupos não completaram sua descrição por não comentarem da possibilidade do estabelecimento da corrente elétrica e outro, servindo-se de um esquema, respondeu satisfatoriamente a questão.

Consideramos satisfatórias as interpretações expostas por quatro grupos, na nona questão. Pelo que escreveu uma outra equipe, interpretamos que houve entendimento do aspecto dual apresentado pelo fóton, mas eles atribuíram este fato mais ao caráter subjetivo manifestado pelos cientistas do que a fatos empíricos. Por fim, outro grupo encontrou dificuldade e explicitar seus pensamentos, embora tenha nos parecido que compreenderam a idéia.

### **Comentários.**

Consideramos, com relação à sétima questão, que os alunos conseguiram perceber as principais funções que os modelos desempenham para o conhecimento científico, de uma forma historicamente contextualizada. Também podemos notar a manifestação do caráter provisório dos modelos e, em consequência, do conhecimento científico; sua relação com a tecnologia, flexibilidade e possibilidade de progresso. Contudo, pelo que sentimos durante nossa interação com eles, para mais além das respostas aqui apresentadas, o caráter objetivo da produção científica prevalece no pensamento da maioria.

Satisfeitos, porém, procurando não ser otimistas demais para não cair na ingenuidade, estranhamos a totalidade de acertos conseguidos para a oitava questão. Visto que na primeira aplicação este foi um dos assuntos que necessitou ser reforçado e até porque temos consciência da dificuldade de compreensão do efeito fotoelétrico. É certo, porém, que

a experiência e preocupação com os resultados conseguidos na aplicação piloto nos conduziram à tentativa de uma explicação mais sucinta para a segunda aplicação.

Constatamos também, como na aplicação anterior, que a impressão que obtivemos quanto à compreensão dos conteúdos pelos alunos não foi a mesma quando conversamos com eles do que quando lemos o material por eles produzido. Ou seja, confirmamos a sensação de que os alunos compreendem mais do que escrevem, reafirmando nossa justificativa que parte das falhas verificadas nas respostas dos alunos se deve às dificuldades que apresentam com relação à expressão escrita.

### **10ª aula – Problematização da segunda etapa – Transmissão dos Dados.**

Nesta aula, em grupos e sem consulta aos textos que possuíam, os alunos se empenharam em resolver as questões relativas à problematização da segunda etapa, a da transmissão dos dados.

- 1) Como são transmitidos os dados?**
- 2) Qual a diferença entre sistemas analógicos e digitais?**
- 3) A quantidade e a qualidade das informações transmitidas atualmente trazem alguma implicação social? Se sim, quais?**

#### **Resumo das respostas apresentadas.**

Quatro equipes expressaram que os dados são transmitidos através da linha telefônica, um deles, inclusive, fez a conexão desta com os satélites: “... via linha telefônica que são passadas por um local (satélites, etc.) e que depois são transmitidas novamente via linha telefônica...”. Além desta equipe, outras duas também fizeram referência ao emprego de antenas, via satélite.

Dois grupos identificaram o cartão magnético como meio de transmissão de dados. Um deles apresentou até um duplo equívoco: que a leitura do cartão é feita pelo laser e que este o “atravessa” para a realização desta operação. O outro acrescentou o código de barras como meio de transmissão. A fibra óptica foi lembrada por um dos grupos e outro expôs ainda que é através de um sistema digital. Isolados, fora de conjunto, apareceram também os termos: senhas, digitais e chips.

Com relação à segunda questão, as principais diferenças enumeradas entre os sistemas analógico e digital foram: o digital é mais rápido e consegue um maior alcance a

partir da antena transmissora; o analógico tem controle mecânico enquanto para o digital basta digitar números ou letras; o analógico é mais antigo e o digital é mais moderno, mas ambos estão presentes no nosso dia-a-dia; o analógico utiliza o sistema binário e o digital usa diversas linguagens. Finalmente, um grupo preferiu exemplificar ao invés de citar alguma característica: “O controle do playstation é analógico e os de som e relógio são digitais”.

Dois grupos foram otimistas ao escrever sobre o fluxo de informações existente atualmente. Um colocou que isto traz maior rapidez, agilidade e segurança e outro que as informações chegam mais rápido a casa dos usuários. O primeiro expressou ainda a seguinte frase: “... estão mudando os hábitos das pessoas”, mas sem esclarecimentos com respeito a forma como isto acontece. Três outros grupos foram pessimistas, dois acreditam que este fato causa desemprego – um lembrou também da dificuldade que as pessoas idosas encontram para se adaptar aos avanços tecnológicos – e um quarto grupo que torna as pessoas preguiçosas, diminuindo seus exercícios mentais.

Com relação ainda à primeira questão, acrescentamos as respostas apresentadas para ela na aplicação piloto, devido à observação de uma importante diferença. Na ocasião, a transmissão via satélite compareceu em todas as respostas. Todos os grupos mencionaram, também, algum tipo de onda. Por ordem de frequência com que ocorreram, os tipos mais citados foram: ondas de rádio, sonora, ondas magnéticas e eletromagnéticas.

### **Comentários.**

Podemos notar que apenas uma equipe relacionou a fibra óptica com a transmissão dos dados, confirmando o equívoco da sua aplicação na leitura do código de barras. Algumas respostas apresentadas sustentam também a dificuldade na compreensão do processo de leitura magnética, verificada no primeiro questionário. Além disso, demonstram que a concepção primeira, manifestada na problematização da primeira etapa, de que o laser é empregado na leitura do cartão magnético, permaneceu.

A disparidade encontrada nas duas aplicações e que nos chamou a atenção é o fato de, na segunda, nenhuma das equipes ter mencionado ondas como meio de transmissão, enquanto que na primeira, ela foi lembrada por todas as equipes. Uma explicação para este fato pode ser que durante os três bimestre anteriores em que trabalhamos juntos com as turmas da primeira aplicação, tenhamos feito algum comentário a este respeito, ou, este conhecimento tenha sido resultado de algum trabalho em outra disciplina.

Alguns alunos confundiram ainda, meios de armazenamento e transmissão de informações quando fizeram referência ao cartão magnético e ao código de barras, mostrando a falta de esclarecimentos de como as informações são transmitidas.

Outro fato observável, principalmente na interação em sala de aula, é que as principais características que os alunos expressam em relação aos sistemas analógicos e digitais estão relacionadas à telefonia celular, provavelmente devido à presença destes aparelhos atualmente em suas vidas. Contudo, apesar destes termos fazerem parte de seus vocabulários, nenhum dos alunos mostrou dominar seu entendimento. Tal situação colaborou para confirmar a importância e funcionalidade deste momento pedagógico, principalmente, na conscientização dos alunos das limitações de seus modelos explicativos.

Reincide a constatação de que são entusiastas quando se trata dos avanços tecnológicos na maioria das vezes, mas conservam certo senso crítico em relação a eles.

#### **11ª aula – Teste escrito.**

Com o intuito de verificar o acompanhamento individual dos alunos e diferente da aplicação piloto onde realizamos apenas uma prova ao final do tema envolvendo todos os conteúdos, nesta, tentando minimizar o susto revelado por eles naquela ocasião, com respeito à quantidade de conteúdos, realizamos duas provas: uma englobando os assuntos relacionados à primeira etapa e outra envolvendo os conteúdos da segunda e terceira etapas. Foi permitida a consulta ao material.

Para a primeira prova, solicitamos dos alunos a resolução das seguintes questões:

- 1) Explique, de forma sucinta, como funciona o LASER.**
- 2) Relacione as leis de Ampère e de Faraday com a leitura e a gravação magnéticas.**
- 3) Por que, em presença da luz, certos materiais permitem a passagem de corrente elétrica?**
- 4) No Brasil, os bancos representam um dos maiores investidores em pesquisas que buscam a descoberta e desenvolvimentos de novos materiais e na maneira de empregá-los nas áreas de informática e eletrônica. Baseado nesta afirmação, comente sobre as relações aí existentes entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.**

## Resumo das respostas apresentadas.

Com referência à primeira questão, doze alunos apresentaram descrições incompletas sobre o funcionamento do laser. Nas respostas apresentadas por quatro destes alunos faltou explicar com mais detalhes como acontece a emissão estimulada e para um quinto, além desta, faltou também explicar melhor a inversão de população. Os outros sete alunos só comentaram do efeito da amplificação dos fótons devida às sucessivas reflexões sofridas por eles na cavidade óptica. Três destes, inclusive, confundiram excitação das moléculas com excitação dos fótons – na resposta de um deles percebe-se claramente uma simples troca de palavras, já na dos outros dois, por apresentarem uma descrição insuficiente, não foi possível determinar se houve esta simples troca ou se realmente pensam que são os fótons que se excitam.

Quatro alunos apresentaram respostas corretas, um, porém, de maneira muito resumida e outro com falta de clareza na descrição. Por fim, dois alunos apenas copiaram parte do texto que evidencia a idéia básica do laser, mas sem explicar como ele funciona.

Para a segunda questão, dez alunos salientaram a necessidade da existência de corrente elétrica e campo magnético para a ocorrência dos processos de leitura e gravação magnéticas. Dois deles incluíram a leitura óptica em suas respostas, indicando que ela acontece da mesma forma; quatro acrescentaram que a leitura e a gravação magnéticas são processos inversos e que a passagem de corrente elétrica pela bobina gera campo magnético. Um destes acrescentou o enunciado da lei de Ampère sem, todavia, estabelecer relação com a geração do campo magnético na bobina quando percorrida por corrente elétrica. Cinco alunos ofereceram descrições satisfatórias para responder a questão e um encontrou dificuldade para se expressar claramente, embora pareça ter compreendido os processos. Outros dois apenas enunciaram as leis de Ampère e de Faraday e outro, somente esta última.

Como houve uma considerável variação nesta questão, se comparada com a aplicação piloto, vamos transcrever também a essência das respostas oferecidas para ela naquela ocasião. Nove dos vinte e quatro alunos a deixaram sem resposta, quatro apenas enunciaram a lei de Faraday, outro as leis de Faraday e Lenz e dois expuseram expressões sem sentido para ela. Um aluno apresentou uma descrição condizente com o esperado, três, apesar de possibilitarem a percepção de que assimilaram os conteúdos, demonstraram dificuldade em expor claramente seus conhecimentos e outros dois alunos se apegaram demais ao texto. Enunciado da lei de Faraday, acrescido de confusão entre os processos de leitura

e gravação e um comentário de que “estais leis” possibilitaram a criação dos cartões magnéticos foram outras respostas encontradas.

Aludindo novamente a segunda aplicação, sete alunos explicaram razoavelmente o fenômeno envolvido na terceira questão e quatro expressaram apenas, de forma superficial, que a luz provoca emissão de elétrons. Quatro alunos acabaram fugindo da pergunta: dois enunciaram a lei de Lenz, um copiou parte do texto contendo o conteúdo sobre a absorção de fótons pelo átomo e outro descreveu a experiência de Oersted. Ainda, três alunos apresentaram descrições confusas: um escreveu que existem cargas elétricas na luz, outro fez um comentário sobre fluxo magnético e o terceiro ao invés de escrever que há a emissão de elétrons, escreveu que há a emissão de fótons, acrescentando que “... segundo Heinrich existem ondas eletromagnéticas presentes na luz e isto é o efeito fotoelétrico”.

Na quarta questão, sete alunos comentaram sobre a relação entre ciência e tecnologia. Para um deles: “A ciência inventa, a tecnologia avança e a sociedade consome.”, para outro os avanços tecnológicos se dão por meio de estudos científicos e para dois dos alunos a ciência e a tecnologia trabalham juntas. Outro aluno expressou que os avanços tecnológicos aperfeiçoam os estudos científicos e outro que a “ciência estuda a tecnologia”. O sétimo aluno escreveu que “A ciência está cada vez mais avançada e preocupada com... a tecnologia”.

Estes mesmos alunos também estabeleceram as relações da ciência e da tecnologia com a sociedade. Dois deles perceberam apenas aspectos positivos destas relações e cinco observaram ainda a existência de prejuízos. Da mesma forma, outro aluno evidenciou o fato da sociedade influenciar a ciência e a tecnologia, solicitando a satisfação de suas necessidades.

Um aluno estabeleceu apenas a relação da ciência com a sociedade: “As descobertas científicas provocam o desenvolvimento de todas as áreas com melhorias para a sociedade.” e cinco somente relacionaram a tecnologia com a sociedade. Três deles citaram consequência positivas e negativas desta relação e dois unicamente aspectos positivos.

Dois alunos não explicitaram qualquer relação entre ciência, tecnologia e sociedade, comentando apenas algumas vantagens e desvantagens proporcionadas pelas inovações científicas e tecnológicas. De maneira geral, tomando em conta todos os alunos nas duas aplicações, as principais vantagens colocadas, foram: flexibilidade no horário do atendimento bancário, maior segurança, rapidez, auto-atendimento domiciliar, diminuição de filas e a diminuição de custos empresariais. As desvantagens citadas foram: desemprego, dificuldade de adaptação às inovações por parte de algumas pessoas, dependência que a

sociedade atual possui em relação à ciência e a tecnologia e subtração dos contatos pessoais.

Ainda, com respeito às ligações existentes entre ciência, tecnologia e sociedade, consideramos que vale apresentar o pensamento exposto por um dos alunos. Para ele, os avanços científicos e tecnológicos têm o objetivo de melhorar a vida do ser humano, mesmo as pesquisas espaciais, que movimentam milhões, ou mesmo que as novas tecnologias não sejam introduzidas diretamente na sociedade ou sirvam para poucos.

Por fim, três alunos copiaram parte do texto: A Revolução Tecnológica nos Bancos, para responder esta questão.

### Comentários.

Tendo consciência da complexidade da pergunta referente à primeira questão, que exige para a resposta o domínio de conceitos como estímulo, estados meta-estáveis, amplificação e coerência, e que estes fenômenos precisam ser articulados de forma dinâmica e organizada, solicitando dos alunos capacidade de compreensão, sistematização e expressão escrita, podemos entender melhor os resultados encontrados. Poucos alunos apresentaram respostas que consideramos completas, contemplando todos estes domínios. Mas também, foram poucos os que se colocaram no outro extremo. Alguns deixaram de colocar alguns conceitos, outros tiveram dificuldade em estruturá-los e outros não conseguiram expressar-se de forma clara e coerente.

Apesar de uma pequena melhora em relação à primeira aplicação – devida provavelmente ao fato dos alunos já terem tido contato com este assunto no ano anterior – os resultados encontrados foram bastante semelhantes.

Já para a segunda questão os resultados obtidos demonstram uma melhora significativa em relação à aplicação anterior. Cerca de um terço da classe manifestou compreensão do assunto e, dos outros dois terços, a maioria percebeu a interação entre corrente elétrica e campo magnético, encontrando maior obstáculo para estabelecer as relações entre as leis e os processos. O que, como já comentamos, exige um maior nível de compreensão e expressão, configurando-se como uma dificuldade tradicional do ensino de física.

Quanto à terceira questão, apesar da ocorrência de um aumento de acertos, os resultados encontrados nesta aplicação assemelham-se bastante aos da primeira. O menor índice de acertos encontrados na prova, se comparados com o questionário, é um aspecto que se tornou mais agravante nesta aplicação, pois todos os grupos apresentaram respostas

corretas para esta questão quando resolveram o questionário. A explicação que encontramos para este acontecimento é que nem todos os alunos dos grupos devem ter participado na elaboração das referidas respostas.

Algumas constatações nos chamam especial atenção para a quarta questão. Uma delas é que apesar de grande parte dos alunos expressarem a dependência mútua entre a ciência e a tecnologia, um olhar com mais detalhamento mostra que a maioria considera que a tecnologia avança se servindo dos conhecimentos científicos. Apenas alguns percebem que elas “trabalham juntas” e poucos reconhecem que a ciência, além dos aparatos, também faz uso dos conhecimentos produzidos pela tecnologia.

Pelas respostas apresentadas na quarta questão, constatamos que os alunos perceberam algumas das relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Que a ciência e a tecnologia estão a serviço da sociedade, são interdependentes e são por ela influenciadas. A necessidade do balanço entre os benefícios e malefícios também é uma preocupação recorrente.

Com respeito a estas relações, as expressões mais frequentes referem-se ao uso que a sociedade faz dos equipamentos tecnológicos, provavelmente devido à presença destes aparelhos no cotidiano das pessoas. Ainda, são somente alguns alunos que incluem as relações também da ciência com a sociedade. Outra constatação é que mesmo tendo consciência das conseqüências positivas e negativas oriundas dos avanços científicos e tecnológicos, na maior parte dos alunos – mesmo que implicitamente – prevalece o pensamento de que a ciência e a tecnologia “facilitam” a vida das pessoas.

Por fim, o pensamento expresso por um aluno que expusemos acima, pode revelar uma concepção primeira – e que acreditamos possa ser comungada por outros – de que toda e qualquer pesquisa científica e tecnológica deve ser incentivada, independente das prioridades sociais.

## **12ª aula – Aplicação do conhecimento.**

Oral e coletivamente, discutimos sobre as possibilidades da aplicação dos conhecimentos adquiridos sobre leitura e gravação magnéticas, leitura óptica, laser e efeito fotoelétrico, para outros equipamentos e fenômenos cotidianos como: detectores de metais, cuidados para não deixar materiais gravados magneticamente próximos a campos magnéticos intensos, alarmes e portas automáticas, leitura de CD, uso do laser em pesquisas científicas e para fins militares, aplicação dos conhecimentos adquiridos sobre o laser para a compre-

ensão do funcionamento de uma lâmpada fluorescente, uso de fotocélulas como interruptores automáticos, entre outras.

Tecnologias e conhecimentos envolvidos no sistema bancário, pesquisas realizadas – os bancos são um dos maiores investidores em pesquisas científicas e tecnológicas nas áreas de eletrônica e informática, no Brasil – e as influências dos seus resultados na sociedade – desemprego no setor bancário, por exemplo –, também foram discutidas. Por último, estas idéias foram extrapoladas para além do sistema bancário, sempre procurando estabelecer ligações com os textos estudados na disciplina de sociologia, até para estimular os alunos à percepção da aplicação também destes conhecimentos.

Referindo-se aos investimentos em pesquisas, alguns alunos colocaram ainda os gastos com pesquisas esotéricas, ou seja, pesquisas que se concentraram em campos muito distantes dos problemas sociais cotidianos.

### **13ª aula – Aula expositiva sobre reflexão total, fibra óptica e cabos coaxial e paralelo.**

Expusemos o fenômeno da reflexão total – não haviam estudado na série anterior –, sua aplicação na fibra óptica e a dedução da fórmula do ângulo limite a partir da lei de Snell. Descrevemos a constituição da fibra e simulamos o fenômeno da reflexão total, nela ocorrido, com o auxílio de um aparato que construímos<sup>3</sup>.

Mostramos também aos alunos os cabos coaxial e paralelo e comentamos porque neles não há irradiação de ondas eletromagnéticas para as faixas de frequência das transmissões comuns, como de rádio e TV.

Ao final da aula, deixamos um exercício, já pertencente ao segundo questionário, relativo ao cálculo do ângulo limite na fibra óptica.

- 1) A fibra óptica possui em seu interior, por onde passa a luz (geralmente laser), um fio de quartzo muito fino (cerca de  $5\mu m$ ), envolvido por uma camada de vidro (cerca de  $125\mu m$ ). Dado o índice de refração do quartzo 1,54 e do vidro 1,5; encontre o ângulo crítico, entre o quartzo e o vidro, para que haja reflexão total.**

---

<sup>3</sup> Uma lâmpada fluorescente com cerca de metade de seu volume interior ocupada com água – turvada com um pouco de leite – e fechada com material transparente em uma das extremidades, onde incidimos a luz laser.

## Comentário das respostas apresentadas.

Todos os grupos responderam corretamente esta questão, posto que ela exigia apenas a substituição direta dos dados apresentados, na fórmula do ângulo limite. Como tínhamos resolvido um exemplo e na apostila havia outro, esta foi uma resolução que denominamos do tipo “siga modelo”, ao que os alunos foram habituados através do método tradicional do ensino de física.

### **14ª aula – Entrega do primeiro questionário e do teste e discussão das correções e dos resultados alcançados.**

Entregues os referidos instrumentos, nos colocamos a disposição dos alunos para esclarecimentos e retirada de dúvidas. Em virtude disto ter sido feito individualmente, quase toda a aula foi ocupada. Após, reforçamos as principais idéias sobre laser e leitura e gravação magnéticas.

Ressaltamos que, a nosso ver, os resultados encontrados – principalmente no teste – não condiziam com o que observamos durante as atividades e pedimos mais empenho dos alunos, porque cada vez mais, infelizmente, está se consolidando nos alunos – principalmente do noturno – a falta do hábito de “estudar para as provas”.

Oferecemos a eles a oportunidade de refazer este teste, o que foi aceito por sete. Seis obtiveram êxito, aumentando o índice de acertos em relação ao primeiro teste. Todavia, como não houve a ocorrência de novas idéias, para evitar repetições não apresentaremos a descrição das respostas encontradas e seus respectivos comentários.

### **15ª aula – Aula expositiva sobre ondas eletromagnéticas e circuito oscilante.**

Iniciamos a exposição pela origem de uma onda qualquer, partindo depois para a onda eletromagnética e usando como exemplo uma antena transmissora de rádio. A seguir, apresentamos o esquema de um circuito oscilante – considerando-o ideal –, evidenciando a presença das leis de Lenz e Ampère.

Em prosseguimento, montamos um esquema de transmissão de ondas, formado pelo circuito oscilante (circuito fechado) e antena transmissora (circuito aberto), relacionando a interação eletromagnética entre estes circuitos, com a lei de Faraday.

Para finalizar comentamos algumas características das ondas eletromagnéticas, seu emprego nas comunicações e o uso de satélites.

## **16ª aula – Visualização de simulações em computador dos assuntos trabalhados na aula anterior.**

Na sala de informática, observamos simulações sobre o circuito oscilante e ondas eletromagnéticas encontrados em sítios da internet, objetivando complementar e reforçar as exposições da aula anterior. Aproveitamos também para observar uma simulação da leitura de um CD-ROM e as transformações dos pulsos luminosos refletidos pelo disco e recebidos pelos fotodiodos, em tensão, corrente e sistema binário. Acompanhamos cada grupo, oferecendo explicações e esclarecimentos.

## **17ª aula – Resolução do segundo questionário e reaplicação do teste.**

Os sete alunos citados acima refizeram o teste e os demais, em grupos, se dedicaram à resolução de mais duas questões pertencentes ao segundo questionário.

- 2) Considere um circuito oscilante ideal, formado por uma bobina e um capacitor, já carregado. Nestas condições, como o capacitor é recarregado? Como a lei de Lenz está relacionada?**
- 3) Como são produzidas as ondas eletromagnéticas numa estação transmissora?**

Na interação com os alunos, pareceu-nos terem compreendido o conteúdo referente as ondas eletromagnéticas. As principais solicitações feitas por eles foram para elucidar dúvidas sobre o processo de recarga do capacitor num circuito oscilante, complementar algumas idéias e, principalmente, auxílio para escrever.

### **Resumo das respostas apresentadas.**

Três grupos apresentaram respostas que consideramos corretas para a segunda questão, um deles, contudo, praticamente fez uma cópia do texto. Outro grupo comentou superficialmente da recarga do capacitor, sem explicar como aparece o campo magnético na bobina deste circuito e sem estabelecer a relação com a lei de Lenz. Dos outros dois grupos, um apresentou uma resposta não muito clara, escrevendo que “o campo magnético movimenta a corrente”, mas sem explicar como e onde este campo se forma. Outro grupo copiou parte do texto que se refere à indução de corrente a partir da variação do campo magnético sem esclarecer, também, como aparece este campo.

Para a terceira questão, uma equipe fez uma descrição confusa: "... a oscilação dos elétrons livres é provocada por uma carga elétrica como um flash.", outra apresentou uma resposta muito resumida, não esclarecendo como ocorre a variação do fluxo magnético na bobina do circuito oscilante e conseqüente indução da corrente na antena transmissora e, uma terceira, conseguiu expressar corretamente o processo de produção de ondas eletromagnéticas. As três outras equipes expuseram descrições incompletas: duas colocaram apenas que as ondas são produzidas por vibrações dos elétrons e uma acrescentou a isto a lei de Ampère, sem, contudo, estabelecer qualquer relação.

### Comentários.

As respostas aqui apresentadas para a segunda questão assemelham-se muito com as expressas na aplicação piloto, evidenciando a dificuldade que grande parte dos alunos encontrou para assimilar este assunto, principalmente, para associar o sentido da inversão da corrente no circuito, responsável pela recarga do capacitor, com a lei de Lenz . Sabemos, pela nossa experiência, que a compreensão desta lei, como também da de Ampère de Faraday, exige grande capacidade de abstração e estruturação mental e da mesma forma, como já comentamos, o estabelecimento de relações.

É verdade que a observação da simulação em computador mostrando o funcionamento de um circuito oscilante auxiliou para efetivação desta compreensão, porém, não foi suficiente. Acreditamos que a inclusão de demonstrações práticas da lei de Lenz possam servir de importante – talvez suficiente – ajuda neste processo.

Para a terceira questão, vale observar que todos os grupos conseguiram captar a idéia que as ondas eletromagnéticas são produzidas pela vibração de cargas elétricas – os elétrons, neste caso – o que, a nosso ver, já não é pouco. É certo que encontraram dificuldades para compreender a geração de um fluxo magnético variável no circuito oscilante, com conseqüente indução de corrente alternada no circuito da antena transmissora. Maior dificuldade ainda, insistimos, apresentaram para descrever estes processos, o que, reconhecemos, não é tarefa tão simples. Isto explica, segundo nossa percepção, as respostas muito “presas” ao texto e com falta de clareza, apresentadas na segunda e terceira questões. Como aconteceu, da mesma forma, na primeira aplicação.

### **18ª aula – Aula expositiva sobre sistemas analógicos e digitais.**

Iniciamos explicitando o significado dos termos e seu uso em eletrônica, exemplificando com aparatos comuns como relógios e termômetros analógicos e digitais.

Para aludir aos sistemas de transmissão, empregamos como exemplo um esquema de produção, transmissão, recepção e reprodução de uma onda sonora num sistema analógico de rádio. A partir deste inserimos o processo de digitalização, transmissão, recepção e decodificação desta informação.

Comentamos ainda as principais características dos sistemas analógicos e digitais e seus empregos nos sistemas de comunicação em geral, como rádio, TV, telefonia celular e outros. Observamos ainda o uso do termo digital como propaganda, induzindo ao pensamento que ele é sinônimo de qualidade.

### **19ª aula – Discussão sobre a quantidade e a qualidade das informações veiculadas atualmente.**

Na elaboração da apostila, para a seleção dos textos sobre automação bancária: a) A Revolução Tecnológica nos Bancos, b) Emprego Bancário - as 'razões' da redução, c) Tabela: número de ocupados no setor bancário Brasil - 1989/1999, d) Tendências atuais da automação bancária, e dos textos sobre a geração e transmissão de informações na atualidade: a) Fluxos de informações, b) Excesso de informações provoca ignorância e c) Excesso de informações acaba sendo armadilha, contamos com a colaboração de colegas de disciplinas da área social.

Nesta segunda aplicação da seqüência didática, obtivemos o apoio da professora da disciplina de sociologia que, em suas próprias aulas e procurando manter a melhor sincronia possível com os conteúdos científicos e tecnológicos que estávamos trabalhando na nossa disciplina, desenvolveu atividades de leitura, interpretação, reflexões e debates sobre estes assuntos. Mantivemos constante contato para promover o relacionamento entre esses estudos.

Em algumas aulas de física, como esta, por exemplo, debatemos sobre a quantidade e a qualidade das informações veiculadas atualmente, estabelecendo a ligação com o trabalho que os alunos realizaram com a professora de sociologia.

As principais questões que emergiram referiram-se à necessidade de tomada de consciência de que existe este excesso e os cuidados que devemos ter, não só com a quantidade, mas principalmente, com a qualidade destas informações. Neste último aspecto, em particular, chamamos a atenção para a internet, que não possui filtros de controle como

jornais, revistas e livros e se configura como exemplo de uma das conseqüências decorrentes dos avanços científicos e tecnológicos.

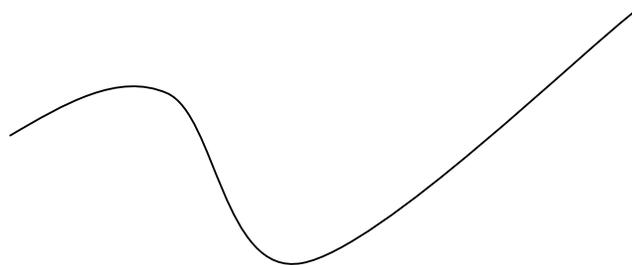
Outro aspecto interessante levantado pelos alunos foi a influência que meios de comunicação de massa como rádio e TV exercem na formação da opinião pública.

Para encerrar, refletimos sobre o envolvimento da ciência e da tecnologia nesta situação, não apenas no concernente a quantidade e qualidade na produção dos próprios conhecimentos científicos e tecnológicos atuais como seu uso para a criação e aperfeiçoamento de equipamentos e sistemas.

### **20ª aula – Resolução do segundo questionário.**

Os alunos, em grupos, utilizaram este espaço para resolução de mais duas questões deste questionário.

- 4) Comente sobre a quantidade e a qualidade das informações veiculadas atualmente, sejam por rádio, TV, internet, meios impressos ou outros. Como a ciência e a tecnologia estão envolvidas neste processo?**
- 5) Utilizando espaços de  $0,5\text{cm}$  e o sistema binário, digitalize o segmento de onda abaixo.**



Por ordem de frequência com que ocorreram, os principais questionamentos levantados por eles durante a aula, foram sobre o processo de digitalização de uma onda e, relativos às questões anteriores, sobre a função do circuito oscilante numa estação transmissora, como acontece a recarga do capacitor neste circuito e como são produzidas as ondas eletromagnéticas. Houve empenho dos alunos para a realização desta atividade e solicitações de auxílio para escrever.

**Resumo das respostas apresentadas.**

Na quarta questão, uma das equipes fez uma observação sobre a má qualidade dos programas e do poder de sedução que os meios de comunicação de massa como o rádio e a TV exercem sobre nós. Quanto ao envolvimento da ciência e da tecnologia, disseram apenas que elas são dependentes uma da outra. A este respeito, outra equipe escreveu que a ciência “descobre novas fórmulas, materiais, composições, etc.” e a tecnologia cria e aperfeiçoa “determinados aparelhos para que possam ser usados pela ciência”. Ainda, que a ciência e a tecnologia estão ligadas à sociedade através dos meios de comunicação, transporte e indústrias. Lembraram também do desemprego causado pela substituição do homem pela máquina.

Uma outra equipe também mencionou o desemprego. Sobre o envolvimento da ciência e da tecnologia escreveu que elas estão aperfeiçoando cada vez mais os meios de comunicação, proporcionando informações atualizadas, com maior rapidez e qualidade. Para os alunos de outra equipe, a ciência e a tecnologia avançam utilizando as descobertas uma da outra. Não fizeram comentários sobre a qualidade das informações veiculadas atualmente e, quanto à quantidade, consideram que a pessoa, individual ou coletivamente, é capaz de selecionar as informações que lhes são pertinentes.

Outro grupo apenas escreveu sobre a baixa qualidade das informações transmitidas atualmente, dando ênfase a existência de erros e falsidades, não se manifestando quanto ao envolvimento da ciência e da tecnologia neste processo. O sexto grupo concordou com a existência do excesso de informações, ponderando que nosso cérebro possui mecanismos que evidenciam as informações relevantes e ocultam as que não “servem mais”. Relacionou a qualidade das informações com a rapidez com que são transmitidas: “... quanto mais rápido você adquire essa informação, menos qualidade ela terá”. Com respeito ao envolvimento da ciência e da tecnologia colocaram apenas que são dependentes uma da outra na criação de equipamento e sistemas.

Todos os grupos responderam corretamente a quinta questão.

### Comentários.

O excesso de informações veiculadas atualmente parece não preocupar a maioria dos alunos, aliás, muitos nem a reconhecem. Apenas dois grupos se manifestaram sobre o problema, ponderando, todavia, que as pessoas possuem mecanismos de proteção eficazes contra este excesso. Apenas duas equipes, também, se pronunciaram quanto à qualidade das informações veiculadas. Uma observou a existência de informações erradas, até mes-

mo falsas, e outra, o poder de influência que os meios de comunicação de massa exercem sobre a formação de opinião das pessoas.

A dependência mútua entre a ciência e a tecnologia foi reconhecida por quatro equipes. Quanto ao seu envolvimento com as informações, praticamente todas as equipes concordaram – embora, apenas três explicitamente – que a ciência e a tecnologia proporcionam avanços nos meios de comunicação, com consequência positivas como a disposição de informação atualizada, de forma mais rápida e com maior facilidade de acesso e negativas como o desemprego – citado por duas equipes e provavelmente se referindo aos avanços científicos e tecnológicos em geral.

A quinta questão revelou-se uma grata surpresa – tanto na aplicação piloto como na segunda –, pois os alunos conseguiram compreender o processo de digitalização de uma onda, resultado que não havíamos conseguido alcançar em outras tentativas anteriores a aplicação deste trabalho, com outras turmas e em outras escolas.

## **21ª aula – Término do segundo questionário e problematização da terceira etapa – Processamento dos Dados.**

Os primeiros quinze minutos foram usados para a conclusão do questionário. Após, problematizamos sobre o processamento dos dados.

Para esta atividade realizamos o levantamento das questões oralmente, com a participação de toda a classe. A grande maioria dos alunos ofereceu contribuições à discussão.

### **Descrição da atividade.**

Iniciamos indagando aos alunos o que significa processar dados. As principais respostas por eles apresentadas foram: separar, arquivar, transmitir e transformar os dados. Em seguida perguntamos como os aparelhos eletrônicos fazem isto. As duas principais idéias expostas pelos alunos foram que o sistema é digital e que o computador “pega” a informação, transforma e apresenta no monitor.

Insistimos, mas como isto é feito? As principais explicações oferecidas por eles é que existem circuitos eletrônicos responsáveis por exercer determinadas funções, que existem Chips, processadores e que os aparelhos são programados para realizar certas funções. Aproveitamos para perguntar o que é um “chip”? Se já viram algum? Não conseguiram conceitua-lo, mas a maioria disse conhece-los, que geralmente eles têm uma “capinha preta”.

Perguntamos, então, onde eles estão presentes. Como respostas, os alunos citaram uma gama de aparelhos eletrônicos com os quais convivemos como aparelhos de som e vídeo, computadores, forno de microondas e muitos outros. Prosseguimos solicitando informações dos materiais de que são feitos. De manganês, silício e por fios de cobre foram os materiais citados. Perseveramos em procurar saber: “Como uma pastilhazinha de silício consegue pensar?” Porque tem memória e foi programada para isto, responderam alguns alunos.

Finalmente, perguntamos como o computador vem mudando a vida das pessoas. As citações mais freqüentes fizeram alusão ao desemprego. A obsessão, fazendo referência ao uso desnecessário do computador por muitas pessoas, foi citada por um aluno. Outros comentaram das facilidades que o computador proporciona e com outro emergiu novamente a idéia de que o excesso destas facilidades está tornando as pessoas “malandras”.

### **Comentários.**

Pelas manifestações de alguns dos alunos notamos que eles possuem satisfatória concepção sobre o significado da expressão ‘processar dados’, que apresentam boas noções de quais componentes eletrônicos são responsáveis por esta tarefa, não dominando, todavia, os conhecimentos científicos e tecnológicos que a possibilitam. Podemos observar novamente a colocação do termo digital sem seu respectivo domínio.

As facilidades proporcionadas pelos avanços tecnológicos, representados pelo computador, neste caso, aparecem como conseqüência recorrente. Porém, seu uso muitas vezes desnecessário, expressado por um aluno, é uma constatação que surpreende para este nível de ensino.

### **22ª aula – Vídeo sobre semicondutores, transistores e circuitos integrados.**

Como primeiro momento para a sistematização dos conhecimentos sobre o processamento dos dados, assistimos ao vídeo: “Eletrônica, base da moderna tecnologia”, da enciclopédia Barsa, enfocando os transistores, chips e semicondutores. Aproveitando das imagens, complementamos as explicações sobre os semicondutores, apresentadas no vídeo, já preparando os alunos para a aula seguinte.

### **23ª aula – Aula expositiva sobre semicondutores.**

Tomando como exemplo semicondutores formados por silício, aprofundamos os conceitos vistos em vídeo na aula anterior, justificando sua característica quanto a condução elétrica devido a sua estrutura molecular e expondo as maneiras possíveis de torna-los condutores. O processo de introdução de impurezas, nesta estrutura, com elementos tri e pentavalentes – boro e arsênio, no nosso exemplo – transformando-os em portadores de lacunas e elétrons livres, respectivamente, foi empregado para classificá-los como semicondutores do tipo p e do tipo n.

Em seguida, entregamos aos alunos o terceiro questionário e disponibilizamos alguns componentes eletrônicos: resistores, capacitores, transistores, diodos e algumas placas de circuitos eletrônicos de aparelhos de som domésticos, para que observassem. Comentamos também das principais funções e características destes componentes nos circuitos eletrônicos.

#### **24ª aula – Aula expositiva sobre diodos e transistores.**

Após uma breve exposição sobre a constituição dos diodos mais comuns e escorados na coincidência ou oposição entre o campo elétrico formado na região de junção do diodo e o campo elétrico estabelecido no circuito elétrico pela fonte, justificamos a condução elétrica unilateral do diodo.

Seguindo esta mesma linha de pensamento expusemos os fenômenos de amplificação ou interrupção de corrente proporcionado por um transistor em um circuito.

Algumas aplicações destas características dos diodos e transistores em circuito eletrônicos também foram mencionadas.

#### **25ª aula – Resolução do terceiro questionário.**

Em virtude do excesso de aulas que deixaram de ser ministradas devido à realização de outras atividades escolares e a coincidência de feriados ocorridas nesta turma, solicitamos que os alunos resolvessem este questionário extraclasse e utilizamos esta aula para esclarecimentos e sua conclusão. As perguntas apresentadas para este questionário foram as seguintes:

- 1) Qual a principal característica dos semicondutores que permite seu uso em eletrônica?**
- 2) Como é preparado um semicondutor do tipo p? E do tipo n?**

- 3) **Quais as principais funções exercidas pelo transistor nos circuitos eletrônicos?**
- 4) **O que é um diodo? Qual sua principal característica?**
- 5) **De que forma o transistor amplifica a corrente? E como a interrompe?**
- 6) **De que forma o rápido avanço científico e tecnológico está influenciando a sociedade? E de que forma a sociedade interfere na ciência e na tecnologia?**

Os principais questionamentos levantados pelos alunos foram sobre a formação da zona de junção dos diodos e a principal característica dos semicondutores que permitem seu uso em eletrônica.

### **Resumo das respostas apresentadas.**

Como resposta a primeira pergunta, um dos grupos expôs a possibilidade dos semicondutores se comportarem tanto como isolantes quanto condutores, sem, contudo, esclarecer a vantagem disto. Outros dois indicaram a possibilidade do controle sobre a corrente elétrica, porém, de forma não muito clara. Duas equipes acabaram fugindo da pergunta, descrevendo o tipo de ligação que os átomos de silício fazem para formar a rede cristalina. Uma delas acrescentou a característica dos semicondutores apresentarem resistividade intermediária entre condutores e isolantes. Por último, um grupo apresentou uma descrição sem sentido para esta pergunta.

Quatro equipes apresentaram respostas que tomamos como corretas para a segunda questão, uma, porém, muito apegada ao texto de referência. Nos escritos de outra equipe apareceu a idéia de que os semicondutores do tipo n estão ligados a presença de elétrons livres em sua estrutura molecular e os de tipo p, a presença de lacunas, contudo, de uma forma um pouco confusa e sem oferecer maiores detalhes. Outro grupo manifestou uma confusão para explicar a obtenção de semicondutores do tipo p: inseriram átomos de boro numa estrutura molecular de arsênio.

Igualmente, quatro equipes apresentaram respostas corretas para a terceira questão e duas, citaram apenas uma das características solicitadas: uma colocou somente o uso do transistor como amplificador de corrente e outra sua função de processar sinais elétricos.

Para a quarta questão, duas equipes caracterizaram corretamente o diodo, mas, o definiram muito superficialmente, comentado unicamente que são dispositivos eletrônicos. Um outro grupo fez alusão ao transistor ao invés do diodo e na resposta apresentada por outra equipe foi possível perceber a compreensão do assunto, todavia, a maneira com que

se expressaram pode levar ao entendimento de que o diodo sempre interrompe a corrente elétrica. As duas outras equipes responderam satisfatoriamente a esta questão.

Cinco equipes apresentaram respostas corretas para a quinta questão, uma, porém, apresentou uma descrição não muito clara e outra, muito semelhante ao texto. Um outro grupo desviou da pergunta comentando apenas que com a junção de cristais do tipo p e do tipo n obtemos um dispositivo eletrônico.

Na sexta questão, a dependência que a sociedade atual apresenta com relação à ciência e a tecnologia figura nas expressões de três equipes. Além desta situação, uma destas equipes citou a dependência mútua existente entre elas – utilizaram como exemplo o uso que a ciência faz da tecnologia para certas descobertas na medicina –, acrescentando que seus avanços estão influenciando toda a sociedade. Para outra, se por um lado a sociedade possui esta dependência, por outro é ela quem controla a manutenção e investimentos em aparelhos tecnológicos, sem, contudo, mencionar a ciência neste comentário. Para a terceira equipe, além da dependência, estes avanços estão tornando as pessoas preguiçosas e causando desemprego. Segundo eles, a interferência da sociedade se dá através do consumo e de julgamento – citam a clonagem como exemplo.

Para outro grupo, a ciência e tecnologia satisfazem as necessidades da sociedade que, por sua vez, não só aceita como cobra mais avanços, querendo sempre melhorias e facilidades. Outra equipe focou sua resposta no consumo: ciência e tecnologia fabricam os produtos e induzem ao seu consumo, muitas vezes desnecessário – exemplificam com o uso do celular e cirurgias plásticas –. É através do consumo também, que a sociedade “comanda” a ciência e a tecnologia. O último grupo citou algumas vantagens e desvantagens provocadas pelo avanço científico e tecnológico, como a praticidade, rapidez e desemprego. Considera que a sociedade acompanha estes avanços, mas sem interferir.

### **Comentários.**

A primeira pergunta foi lançada aos alunos como “questão desafio”, já que não explicitamos sua resposta e da mesma forma ela não figurava nos textos de referência. Nossa intenção era que ao longo dos estudos sobre o assunto e fazendo uso de sua perspicácia os alunos fossem capazes de perceber que a vantagem dos semicondutores consiste principalmente no fato de podermos controlar a passagem de corrente através deles, conforme nossa conveniência. Isto foi conseguido, em parte, pela maioria da turma.

A segunda, terceira e quarta questões eram relativamente simples de ser respondidas e os alunos não demonstraram maiores dificuldades de compreensão em relação aos assuntos a que elas se referiam. O que ficou flagrante em todo o questionário, principalmente nestas questões – somos obrigados à redundância –, é a dificuldade que os alunos sentem para exprimir seus pensamentos e conhecimentos.

Embora a maior parte dos grupos tenha oferecido respostas que consideramos corretas à quinta questão, nossa interação durante as aulas proporcionou a impressão que muitos alunos encontraram dificuldade para compreender este assunto. A explicação que nos parece razoável apresentar para esta discrepância é a de que os alunos que conseguiram compreendê-lo foram os responsáveis pela elaboração da resposta para o grupo.

Parece-nos que as relações entre ciência, tecnologia e sociedade foram percebidas pela grande maioria dos alunos. Principalmente as influências da tecnologia sobre a sociedade, mas também a interação entre ciência e tecnologia e entre ciência e sociedade. A dependência mútua entre a ciência e a tecnologia foi reconhecida e, sobretudo, a dependência que a sociedade atual tem da ciência e da tecnologia, com seus pontos positivos e negativos.

Outro ponto interessante e que queremos ressaltar é percepção por parte dos alunos da possibilidade que a sociedade sustenta de poder interferir nos avanços da ciência e da tecnologia, seja através do consumo ou do julgamento dos produtos científicos e tecnológicos. O que aparece em maior evidência nas manifestações dos alunos – com razão, para a realidade brasileira, já que praticamente inexistem mecanismos que permitam a participação pública na tomada de decisões e espaços para julgamentos das deliberações políticas – é a interferência através do consumo.

Uma observação também importante apresentada por um grupo é que, se por um lado as empresas induzem ao consumo, por outro a sociedade incentiva a produção. Merecem consideração também a reflexão e exemplos apropriadamente apresentados de que, muitas vezes, este consumo é desnecessário.

## **26ª aula – Aula expositiva sobre circuitos lógicos e aplicação dos conhecimentos.**

Partindo de uma soma simples:  $2 + 3$ , procuramos mostrar, através de uma tabela verdade, a aplicação dos transistores em circuitos lógicos e do estudo dos números binários vistos na disciplina de matemática.

Em seguida, examinamos as possibilidades de aplicar os conhecimentos vistos sobre reflexão total, transmissão via cabos, ondas eletromagnéticas e sistemas analógicos e digitais em fenômenos e aparelhos do nosso cotidiano como binóculos, visor de máquina fotográfica, linhas telefônicas, TV a cabo, transmissões de rádio, telefonia celular, TV comum, para citar alguns exemplos.

### **27ª aula – discussão sobre o livro Tecnopólio.**

Após a leitura de um resumo deste livro (constante na apostila que utilizamos), perguntamos aos alunos o que mais lhes tinha chamado à atenção neste texto. Uma primeira colocação referiu-se à citação do parágrafo em que o autor considera as invenções do relógio, do telescópio e da imprensa como origem da tecnocracia. Questionamos se os alunos compreenderam a referência feita por ele e, após, complementamos algumas reflexões levantadas.

Outro aluno expôs que não entendia como os médicos podem ser usados pela tecnologia. Depois de algumas discussões no grande grupo, aproveitamos para aprofundar um pouco o exemplo da medicina apresentado pelo autor neste livro e também alguns exemplos que ocorrem habitualmente em nossas vidas, enfocando o uso exagerado da tecnologia no concernente a este aspecto.

Ainda, a criação da burocracia como uma das conseqüências do avanço tecnológico, da mesma forma, foi evidenciada.

Para concluir, ressaltamos a necessidade das pessoas criarem consciência que para tomar certas decisões, mais que resultados de relatórios técnicos, os aspectos éticos e axiológicos precisam ser considerados, ou seja, os valores humanos não podem ser desprezados.

### **28ª aula – Discussão sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade.**

A turma foi dividida em duas partes, uma encarregada de argumentar em favor das pesquisas e avanços científicos e tecnológicos e outra de mostrar os aspectos negativos destes. Na metade da aula estas incumbências foram trocadas.

Os principais argumentos levantados em favor da ciência e da tecnologia foram: proporcionam maior conforto e rapidez, avanços na medicina, criação de sistemas e equipamentos mais eficazes, produção de bens e serviços em maior quantidade e qualidade, maior segurança e criação de aparatos que podem diminuir a poluição.

Os principais aspectos contrários expostos foram: causam dependência, tornam as pessoas preguiçosas, desemprego, muitos investimentos em ciência e tecnologia são voltados apenas para parte da população, a ciência e a tecnologia podem ser colocadas a serviço de interesses financeiros, usos militares, invasão de privacidade e poluição.

Outro ponto importante que apareceu durante a discussão e que merece ser mencionado é o chamado “mito salvacionista” da ciência ou tecnologia, ou seja, em poucas palavras, a idéia de que elas podem suprir todas as nossas necessidades e resolver todos os nossos problemas.

### Comentários.

Nossa intenção que os alunos consolidassem o pensamento de que os avanços científicos e tecnológicos podem e devem ser questionados e que, para isto, são capazes de encontrar argumentos tanto em seu favor como contra eles, foi alcançada. Acreditamos que, mesmo que inconscientemente, isto reforce neles a constatação da importância de tais reflexões.

É importante lembrar que muitas respostas aqui apresentadas não reproduziam o pensamento de quem as levantou, e sim o objetivo de contrapor os argumentos levantados pela equipe oposta. Por exemplo, o mito salvacionista, levantado por um dos alunos, não representava sua posição pessoal, mas uma tentativa de justificar a necessidade de novas pesquisas, que era função de seu grupo e que foi combatida pelo grupo opositor.

Claro que não somos ingênuos a ponto de imaginar que este e outros mitos, como da neutralidade da ciência e da tecnologia, foram totalmente abandonados pelos alunos. Foi possível perceber que estas concepções fazem parte da sociedade e que a maioria dos alunos as traz para a escola. A nosso ver, isto só corrobora a necessidade da escola conceder espaço e orientações para o desenvolvimento do senso crítico nos alunos, a este respeito.

### 29ª aula – Teste escrito.

Para verificar a compreensão dos conteúdos trabalhados na segunda e terceira etapas do tema, os alunos, individualmente e com consulta ao material, responderam as seguintes questões:

- 1) **Explique o fenômeno físico envolvido na fibra óptica.**
- 2) **Como são produzidas as ondas eletromagnéticas numa estação transmissora?**

- 3) **Que são semicondutores?**
- 4) **Comente a seguinte afirmação: A ciência tem como principal objetivo a busca da verdade e, por isto, não se deixa influenciar por empresas, governos ou outras instituições sociais. A tecnologia, por sua vez, procura aprimorar sistemas e aparelhos tendo como única intenção a satisfação das necessidades sociais.**

#### Resumo das respostas apresentadas.

Quatro dos dezenove alunos que realizaram a prova apresentaram respostas que tomamos como corretas para a primeira questão, um deles, contudo, com falta de clareza na descrição. Dez alunos descreveram a constituição da fibra óptica. Destes, um, também de uma maneira não muito clara, outros dois acrescentaram algumas de suas aplicações e três o comentário de que na fibra ocorre o fenômeno da refração da luz. Dois alunos apenas citaram o fenômeno da reflexão total, sem, todavia, explicá-lo e dois apresentaram respostas sem sentido para a pergunta. Ainda, um aluno deixou de respondê-la, outro colocou apenas que mesmo que a fibra esteja dobrada a luz continuará “saindo do outro lado” e outro copiou parte do texto da apostila que se referia a reflexão total.

Para a segunda questão, dez alunos ofereceram descrições incompletas: quatro escreveram apenas que as ondas eletromagnéticas são criadas a partir da vibração dos elétrons livres da antena, três descreveram somente o processo de geração de corrente alternada no circuito oscilante enquanto outros dois esqueceram de mencioná-lo e outro aluno expôs unicamente que a variação de um campo magnético induz um campo elétrico. Seis alunos responderam corretamente a questão, embora a descrição de um deles tenha permanecido muito apegada ao texto. Dois alunos deixaram a questão em branco e outro manifestou idéias soltas, sem conseguir estruturar seus pensamentos.

Referente à terceira questão, doze alunos expressaram que, devido a sua estrutura molecular, são materiais que apresentam resistividade intermediária entre os condutores e os isolantes. Cinco apresentaram respostas que consideramos corretas. Um deles, porém, com descrição um pouco confusa. Outro aluno focou sua resposta no tipo de ligação química existente entre os átomos de silício e um outro se referiu a semicondutores do tipo p e do tipo n.

Relativa à quarta questão, um aluno concordou com as duas afirmações apresentadas, dois concordaram apenas com a primeira afirmação e dois deixaram de comentar sobre ela em suas respostas. Cinco alunos concordaram com a segunda afirmação, um deles,

inclusive, ressaltou que a tecnologia é capaz de resolver algum problema que porventura venha a causar. Três sustentaram a mesma opinião manifestada na segunda afirmação, mas complementaram-na: para um “... a tecnologia, às vezes, acaba complicando” e para os outros dois, pode causar desemprego.

Para oito alunos a ciência sofre ingerências políticas e financeiras. Três destes alunos acrescentaram o seguinte comentário: a cura da AIDS, por exemplo, “dizem” que já se conhece, mas ela não é divulgada atendendo aos interesses dos laboratórios que fabricam os remédios atualmente utilizados em seu tratamento. Outro destes oito alunos manifestou que, em certas ocasiões, a ciência atende aos interesses de uns poucos, um segundo que ela realiza algumas pesquisas esotéricas, um terceiro lembrou das pesquisas bélicas, que não têm como objetivo atender as necessidades sociais e outros três alunos incluíram a tecnologia nestes comentários. Com respeito ainda sobre a interferência da sociedade um aluno colocou que, apesar da ciência tentar resistir, ela sofre influências financeiras. Outro foi dramático: “A ciência está acabando com tudo. Inventou o clone humano, por exemplo.”.

Sobre a tecnologia, dois alunos expressaram que seu objetivo é o lucro, um, até mesmo, completou: sem se preocupar com as conseqüências negativas, como a poluição. Outro manifestou que a tecnologia traz coisas boas e ruins e, por isto, precisamos ter o controle sobre o seu avanço. Para outro, é o homem que, através de suas necessidades, gerencia os avanços tecnológicos.

Um aluno citou também algumas vantagens e desvantagens dos avanços científicos e tecnológicos, ressaltando que a sociedade deve acompanhá-los sem interferir e dois deixaram a questão em branco.

## **Comentários.**

Relativa à primeira questão, com respeito à complicação observada para elaboração das respostas – semelhante inclusive, com o acontecido na aplicação piloto –, a consideração que podemos tomar refere-se à aplicação do conhecimento. Ou seja, a maioria dos alunos não conseguiu transferir os conhecimentos adquiridos sobre o fenômeno da reflexão total para a sua aplicação prática na fibra óptica, visto que, durante as aulas, não demonstraram obstáculos para assimilação deste conteúdo.

As dificuldades que os alunos encontraram para responder sobre a geração de ondas eletromagnéticas numa estação transmissora, por ocasião da resolução do questionário, repetiram-se também na prova. Contudo, vale ressaltar que nesta houve uma pequena me-

lhora, podendo indicar que alguns alunos refizeram seus questionários após sua correção, o que seria uma conquista significativa para alunos do período noturno.

Com relação à terceira questão, esperávamos como resposta que os semicondutores, além de apresentarem resistividade intermediária entre condutores e isolantes, são materiais que nos possibilitam o controle da passagem de corrente elétrica. Todavia, reconhecemos que a generalidade na formulação desta pergunta tenha induzido os alunos às respostas oferecidas.

Nas expressões dos alunos, referentes à quarta questão, é possível detectar que alguns deles ainda mantêm concepções ingênuas – ou mitos, como são comumente denominadas nos estudos CTS – como a neutralidade da ciência e a crença que a própria tecnologia é capaz de solucionar os problemas por ela causados. Por outro lado, podemos reconhecer a percepção, por parte de alguns, da existência de pesquisas esotéricas, que a ciência e a tecnologia podem ser colocadas a disposição de poucos e a realização de pesquisas com fins militares. Um comentário também interessante apresentado por um dos alunos, é o reconhecimento da necessidade de “se ter controle” sobre os avanços científicos e tecnológicos.

Da mesma forma podemos notar que a interferência financeira na ciência e principalmente na tecnologia é a concepção expressa pela maioria dos alunos, seguida da ingerência política, sofrida principalmente pela ciência.

Chamou-nos a atenção a forte acusação destinada à ciência sobre a cura da AIDS, feita por alguns alunos. Pela quantidade e semelhança das expressões, provavelmente seja uma consequência de alguma discussão em classe, noutra disciplina.

Também foi oferecida aos alunos a oportunidade de refazer este teste, o que foi aceito por cinco alunos. Deste, quatro conseguiram aumentar o número de acertos em relação à primeira prova.

### **IV.3 – Avaliação da Segunda Aplicação.**

#### **IV.3.1 – Avaliação das atividades pelos alunos.**

Considerando o aluno como parte integrante do processo ensino-aprendizagem, necessariamente o maior interessado, é mister que ouçamos o que ele tem a dizer. Com esta perspectiva, para mais além da coleta de dados que sustentem nossas hipóteses de pesquisa, objetivamos também com estes instrumentos oportunizar a participação dos mesmos na avaliação do trabalho realizado.

Dois instrumentos foram utilizados para a coleta de dados de avaliação. Para atingir a totalidade dos os alunos envolvidos, optamos pela aplicação de um questionário, que de acordo com o tipo de pergunta, segundo Richardson (1985) pode ser incluído na categoria de questionários que combinam perguntas abertas e fechadas. Complementarmente, visando atingir uma maior profundidade nas informações fornecidas pelos participantes, nos valemos de entrevistas semi-estruturadas, conforme denominação atribuída por Triviños (1987).

Na elaboração e aplicação destes instrumentos foram seguidas algumas orientações propostas por Demo (2001) em concordância com as expostas também pelos autores acima citados, que, de maneira sucinta, descrevemos a seguir: as perguntas devem ser elaboradas à luz das hipóteses de pesquisa, embasadas teoricamente; o pesquisador deve colocar-se na pele de quem vai responder; as questões devem ser convergentes; saber conduzir a conversa, evitando as digressões e oportunizando liberdade ao entrevistado; evitar excessos de manipulação; levar em conta o tempo e o ambiente de aplicação, estabelecer um roteiro de entrevista.

#### **IV.3.1.1. - O Questionário.**

O questionário (ver ANEXO 03) teve o intuito de proporcionar a participação da totalidade dos alunos na avaliação do trabalho realizado. Foi aplicado nas seis turmas, envolvendo 54 alunos na segunda e 61 na primeira aplicação. Vamos transcrever aqui a essência das opiniões expressas apenas pela turma sobre a qual estamos escrevendo este relatório – 3C –, até porque, as manifestações verificadas nas outras turmas foram bastante semelhantes. As colocações relevantes apresentadas pelas outras duas turmas envolvidas na segunda aplicação – 3A e 3B – e que não coincidiram com nenhuma das opiniões relacionadas para a turma em questão, foram acrescentadas ao final.

#### **Resumo das respostas apresentadas.**

Dos dezenove alunos pertencentes à turma a que se refere este relato, onze disseram que anteriormente a este trabalho já tinham consciência da influência da ciência e da tecnologia na sociedade atual e oito, que não. Todos, porém, reconheceram a importância de refletir sobre estas questões. Seis dos alunos consideraram importante estas reflexões porque elas proporcionam a percepção do nível de envolvimento e interferência da ciência e da tecnologia no meio em que vivemos, três não apresentaram justificativa para este reconhe-

cimento, três escreveram apenas que isto nos ajuda e para três alunos esta importância reside na disponibilidade de um maior conhecimento.

Um aluno colocou que através destas reflexões podemos melhorar nossos conceitos, outro, que assim adquirimos conhecimentos de como as coisas funcionam e um terceiro constatou que são assuntos ligados diretamente a nós. Para um dos alunos esta é uma forma de estimular o raciocínio e, por fim, um aluno escreveu: ***“Porque só assim nós paramos para refletir sobre estes assuntos”***. Nas outras turmas, dois alunos expressaram que estas reflexões possibilitam a tomada de consciência das nossas ações e de suas consequências e outro aluno que elas fazem a sociedade melhorar seu modo de vida.

Referente à terceira pergunta, quatorze alunos consideraram bom estudar física relacionando a teoria com fenômenos e equipamento do nosso entorno e cinco atribuíram um grau satisfatório para esta estratégia de ensino. A relação entre os conhecimentos científicos e tecnológicos com as questões sociais foi considerada importante para dezesseis alunos e, para três, isto não faz diferença para o ensino de física.

Cinco alunos julgaram difíceis os conteúdos estudados e para quatorze alunos eles não podem ser considerados nem fáceis, nem difíceis. Os métodos e estratégias utilizados facilitaram a aprendizagem na avaliação de treze alunos, não fizeram diferença para cinco e dificultaram a aprendizagem segundo a opinião de um deles.

Quatorze alunos declararam ter mudado sua visão sobre o ensino de física em virtude desta experiência e cinco que conservaram a visão que possuíam. Dos que manifestaram sua mudança, oito perceberam que a física não é só cálculos, três destes acrescentaram a percepção de que a física faz parte do nosso dia-a-dia e dois a de que ela está relacionada com muitas outras coisas. Outro colocou ainda que desta forma diversificamos, saímos da rotina e aumentamos nosso conhecimento.

Um aluno reconheceu a importância de estudar física e outro despertou sua consciência sobre as influências da ciência e da tecnologia. Para três alunos a física se tornou mais interessante, para outro, esta maneira de estudar física facilita e motiva à aprendizagem. Das outras turmas, um aluno colocou que trabalhar desta forma proporciona a compreensão dos assuntos e não se fica só na “decoreba”. Ainda, para um destes alunos, o interessante foi a possibilidade de estudar o funcionamento dos aparelhos e outro considerou que desta forma o estudo se tornou mais atrativo e atualizado.

Dos alunos que expressaram ter permanecido com sua tradicional visão do estudo de física, os argumentos colocados foram que da mesma maneira é preciso estudar e que

continuaram não entendendo. Nas outras turmas dois alunos colocaram que, de qualquer forma, não se interessam pela física.

Estudar física relacionando-a com o cotidiano e sob a concepção CTS foi considerada mais interessante por dezoito alunos e indiferente, por um. Dezesete alunos recomendaram a aplicação regular desta seqüência didática, um não concordou e um deixou de se pronunciar. Seis alunos argumentaram que é um método que facilita a aprendizagem – ao que um acrescentou a motivação – e dois, que aborda assuntos interessantes. Um aluno justificou que é um conhecimento importante e outro que possibilita a tomada de consciência.

Um outro aluno expôs a necessidade de nos mantermos atualizados sobre o que está acontecendo em nosso meio e outro que este tipo de trabalho traz uma nova concepção do que é a física. Para um terceiro é uma maneira mais interessante de aprender e para um quarto o espaço concedido para a troca de idéias entre os alunos é importante no aprendizado. Nas outras turmas um aluno observou que, apesar de ser um método interessante, não podemos esquecer dos “métodos antigos”, um outro recomendou a aplicação regular desta seqüência porquê ensina para a tomada de decisões e um terceiro, que desta forma se mostra a importância da física. O aluno que não a recomendou declarou que achou muito difícil.

Em relação à décima pergunta, sete alunos escreveram que não precisa mudar nada, dois sugeriram mais aulas práticas, um, que as explicações “sejam mais simples e menos filosóficas”, outro recomendou tirar o texto em inglês e outro propôs oportunizar palestras com pessoas que estejam envolvidas com o assunto. Dois alunos das outras turmas colocaram que as perguntas deveriam ser menos complexas, um sugeriu que os alunos construíssem pequenos aparelhos e outro a resolução de cálculos, por causa do vestibular.

Na décima primeira questão alguns alunos ofereceram mais algumas sugestões: maior número de aulas para explicações e debates; substituir as provas por debates; fazer um resumo dos tópicos mais importantes para que os alunos possam tê-lo no caderno; aplicar um número maior de provas envolvendo um número menor de conteúdos e realizar as correções dos questionários antes da aplicação das provas.

Ainda, um aluno recomendou insistir com atividades de ensino que exijam interpretação e escrita, outro reclamou que: “... nossas respostas deveriam ser mais valorizadas” e um manifestou o reconhecimento da importância deste tipo de reflexões, mas, que se deveria conceder outro espaço para isto e não durante as aulas de física, pois vai prejudicar no vestibular.

## Comentários sobre o questionário.

Apesar de estarmos apresentando neste relatório apenas as respostas relativas à segunda aplicação, para não torna-lo enfadonho e repetitivo descrevendo também as repostas expressas na primeira, julgamos conveniente considerá-las em nossos comentários.

Na aplicação piloto a grande maioria dos alunos declarou ter consciência do que a ciência e a tecnologia representam atualmente para a sociedade e quase a unanimidade considerou importante refletir sobre estas ligações, demonstrando que os nossos jovens estão preocupados com estas questões.

A necessidade de obter conhecimentos e entender o entorno foram os argumentos que apareceram em maior frequência. Nossa interpretação é que os alunos percebem a importância da aquisição de conhecimentos para interagir o melhor possível com o meio em que vivem. Vamos mais além, entendemos que esperam que a escola os ofereça, fortalecendo o princípio de que esta é uma das suas principais funções. Como efeito, hoje mais do que antes, é inevitável que se compreenda o que é ciência e tecnologia e suas relações com a sociedade. Esta percepção figura em muitas das justificativas apresentadas e nos faz presumir que nossos principais objetivos para o ensino de física sob o enfoque CTS foram alcançados.

A complexidade destas relações, a necessidade de termos espaços para estas reflexões, troca de idéias e o fato de que alguns alunos ainda não tinham despertado para o tema, reforça o valor de um ensino que tenha esta concepção. A boa aceitação por parte dos alunos do estudo dos conhecimentos físicos a partir de fenômenos e equipamentos presentes no nosso cotidiano e a concordância de que é importante o envolvimento da disciplina com as questões sociais são consoantes com esta compreensão.

A maioria dos alunos considerou os conteúdos vistos, quanto ao nível de compreensão, de médio a difíceis. Reconheceram, todavia, que esta concepção de ensino facilitou a aprendizagem.

Grande parte dos alunos manifestou a aquisição de uma nova visão do estudo de física, percebendo que seus conteúdos podem ser aplicados em seus cotidianos, que podem ser articulados com os conteúdos de outras disciplinas, que se relacionam com a tecnologia e a sociedade e não se resumem a um conjunto de conhecimentos alienados de suas realidades. Alguns, contudo, acharam que a amplitude atingida acabou dificultando a compre-

ensão da disciplina e poucos se pronunciaram a favor do ensino tradicional, argumentando que é uma maneira mais fácil de aprender e que prepara melhor para o vestibular.

Dos alunos que declararam ter conservado a visão da disciplina que possuíam antes deste trabalho, a maioria justificou já ter consciência da sua importância, outros permaneceram com a visão de que a disciplina é de difícil compreensão e que isto nem sempre é reconhecido pelo professor, agravando este quadro ainda mais. A maioria dos alunos considerou que estudar física desta forma é mais interessante, alguns manifestaram indiferença e, para nós, o mais importante, poucos a rejeitaram.

A grande maioria dos alunos também recomendou a aplicação deste trabalho a futuras turmas. As principais justificativas referem-se a uma nova forma de aprender que desperta interesse, prendendo a atenção dos alunos; facilita a aprendizagem e gera reflexões fundamentais; desperta a consciência de que a física está presente no dia-a-dia e da influência da ciência e da tecnologia sobre a sociedade, tirando a imagem de que ela é a pior disciplina. Alguns alunos, mesmo encontrando dificuldade de compreensão, reconheceram que é uma boa forma de estudar. Os principais argumentos dos que não o recomendaram baseiam-se na falta de explicações, de contas e do preparo para o vestibular. Imaginamos que estes alunos continuem preferindo o método tradicional de ensino.

Nas sugestões apresentadas para a melhoria deste trabalho podemos perceber a estranheza, a que já nos referimos, da introdução de um novo assunto sem a habitual explicação do professor. Alguns alunos consideraram difícil o vocabulário da apostila – o que reincidiu nas entrevistas – e outros fizeram alusão ao vestibular. Neste ponto em particular cabe observar que, para turmas de terceira série que estavam prestes a se formar, foram poucas as preocupações manifestadas. Queremos salientar também, apesar das poucas ocorrências, as propostas para a aplicação desta concepção desde o início do ano e de maior número de aulas práticas.

Estes resultados, encontrados na primeira aplicação, foram confirmados também na segunda. Mais ainda, gostaríamos de chamar a atenção para o aumento no índice de aceitação e que praticamente não houve rejeição ao trabalho, nesta nova administração. Por exemplo, todos os alunos – das três séries – reconheceram a importância da reflexão sobre as interações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade e cerca de 90% dos alunos apoiaram a prática de relacionar os conceitos físicos às questões sociais.

Aproximadamente o mesmo número de alunos recomendou a aplicação regular deste trabalho a futuras turmas, sendo que em torno de **um terço argumentou que ele facilita**

**a aprendizagem e outro terço que é mais interessante e que desperta reflexões necessárias**, diretamente relacionadas às nossas vidas.

As correções que efetuamos para esta nova aplicação, baseados nos resultados e sugestões apresentados na primeira, surtiram o efeito esperado. Praticamente não houve reclamações desta vez com respeito à falta de explicações, sobre o vocabulário da apostila e da falta de tempo para a realização das atividades. As poucas queixas e principalmente as sugestões apresentadas relativas a esta aplicação, se olhadas com um pouco mais de vagar, revelam costumes adquiridos pelos alunos devido à tradicional concepção de ensino.

#### **IV.3.1.2 – As Entrevistas.**

Como seria difícil, por questões de prazo, realizar entrevistas com todos os alunos envolvidos e com o intento de conseguir uma amostra representativa, nossa escolha se baseou em dois critérios de classificação: que fossem alunos pertencentes a grupos de trabalho e de gêneros diferentes.

Na primeira aplicação não houve seleção de alunos com respeito ao aspecto cognitivo ou afetivo, neste sentido, inclusive, não havia diferenças significativas entre eles. Nenhum deles se sobressaiu nas atividades ou mesmo anteriormente a elas, durante o ano letivo. Na ocasião, foram realizadas entrevistas com quatro alunos, duas moças e dois rapazes.

Na segunda aplicação realizamos sete entrevistas seguindo basicamente os mesmos critérios: ouvir pelo menos um aluno de cada grupo e procurar manter o equilíbrio quanto ao gênero. A novidade introduzida nestas entrevistas foi a exploração sobre a dificuldade de expressão, principalmente escrita, apresentada pela maioria dos alunos durante a aplicação piloto.

Estas entrevistas foram gravadas com aparelho de áudio, transcritas e depois disponibilizadas aos entrevistados para que pudessem confirmar sua fidelidade, efetuar possíveis correções ou acréscimos que julgassem necessários. Não houve correções nem acréscimos e todos concordaram com sua possível utilização. As entrevistas eram semi-estruturadas em função de um conjunto de informações previamente definidas como relevantes para a pesquisa, a partir das quais foi elaborado um roteiro básico e flexível (ver ANEXO 04).

Como nos questionários aplicados para a coleta da opinião dos alunos, também optamos por não apresentar o resumo das entrevistas realizadas na aplicação piloto, mas

consideramos pertinente inserir um resumo das principais idéias nelas apresentadas, necessárias aos nossos comentários.

### Resumo das principais idéias expressadas nas entrevistas realizadas na aplicação piloto.

Dos quatro alunos entrevistados na aplicação piloto, dois declararam não ter, anteriormente a este trabalho, refletido sobre questões sociais e suas relações com a ciência e a tecnologia e dois disseram que já haviam se envolvido com tais questões, mas nas disciplinas pertencentes à área de ciências humanas como geografia, sociologia, filosofia e história.

Todos os entrevistados concordaram com a importância de tais reflexões, estranharam, mas foram favoráveis que elas sejam realizadas também na disciplina de física. Foi unânime também a aceitação em estudar conceitos físicos a partir de equipamentos e fenômenos relacionados ao cotidiano. **Aumento de interesse, facilidade de aprendizagem e aplicação dos conteúdos estudados foram os principais argumentos levantados.** Todos disseram também que passaram a ver a disciplina de física de uma nova forma, a qual deixou de ser apenas “teoria e fórmulas” e passou a ter significado e maior importância para as suas vidas.

Os alunos declararam ter acompanhado os conteúdos, porém, com alguma dificuldade, que um dos alunos conseguiu amenizar com a ajuda dos colegas e outro com as orientações do professor. Outros dois, contudo, confessaram não ter conseguido compreender satisfatoriamente todos os conteúdos, permanecendo com dúvidas em alguns deles.

Um dos entrevistados achou que os conteúdos estudados foram bastante “fortes” e dois, que foi bastante intenso o ritmo de trabalho imposto. Outro ponderou que encontrou maior dificuldade no início do trabalho porque estranhou as estratégias adotadas, diferentes das do método tradicional ao qual já estavam acostumados, mas que esta dificuldade foi sendo superada com o desenvolver das atividades.

Das dificuldades encontradas foram salientadas: de expressão, levantada por três dos alunos entrevistados e dificuldade em interpretar o vocabulário da apostila, levantada também por três alunos – não os mesmos –. O mesmo número de entrevistados sugeriu a aplicação deste método e concepção de ensino desde o início do ano.

Os quatro alunos recomendaram a continuação deste trabalho com futuras turmas, declararam sentir-se motivados e interessados durante praticamente todas as atividades e perceberem que o mesmo ocorreu com a maior parte dos colegas.

## Resumo das entrevistas realizadas na segunda aplicação.

### Entrevista realizada com a aluna S – 07/06.

#### *Breve perfil.*

É uma aluna que sempre participou das atividades propostas e acompanhou o estudo dos conteúdos propostos, desde a segunda série, quando começamos a trabalhar juntos.

#### *Resumo da Entrevista.*

A aluna declarou que anteriormente a este trabalho não manifestava maiores preocupações referentes às relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Procurava informar-se apenas sobre a tecnologia, principalmente informática, mais voltada ao manejo do computador. “Quanto ao resto, eu não estava preocupada como funcionava ou avançava”.

Com a realização deste trabalho ela passou a prestar mais atenção e compreender melhor algumas coisas do seu dia-a-dia, como as corriqueiras operações bancárias realizadas por seu pai ou a realização de um balanço dos benefícios e prejuízos causados pela tecnologia. A influência da sociedade sobre a ciência e a tecnologia se dá principalmente, segunda ela, pela busca da satisfação de suas necessidades. São elas que impulsionam os avanços científicos e tecnológicos.

Achou esquisito, mas interessante o envolvimento da disciplina de física com as questões sociais e percebeu a amplitude e aplicação dos conhecimentos científicos: “Tudo o que fazemos está relacionado com física”. Reconheceu ter encontrado dificuldades para compreensão de certos conteúdos, mas que, com a troca de idéias ocorrida no grupo, conseguiu esclarecer. Disse que o tema escolhido lhe chamou bastante a atenção, que encontrou significado em estudá-lo, relacionando-o com as coisas do seu cotidiano.

Inquirida sobre o interesse da classe, respondeu que tradicionalmente existem alguns alunos que demonstram desinteresse. Todavia, ressaltou que em alguns deles foi possível observar mudanças: “***Têm certas matérias que tanto faz como tanto fez e neste trabalho teve alunos que surpreenderam tanto a nós colegas, como outros professores***”.

A física para ela passou a ser menos complicada e recomendou a aplicação deste trabalho a todas as turmas, adequando-o, inclusive, também para a primeira e segunda séries. Reclamou, porém, do ritmo das atividades e do texto em inglês.

Quanto às atividades que exigiram interpretação e escrita disse não estar acostumada: “... estávamos acostumados com tudo mastigado”, mas que isto pode, até mesmo, ajudar no vestibular.

#### Entrevista realizada com o aluno D – 07/06.

##### *Perfil.*

Trata-se de um aluno que normalmente, mesmo antes deste trabalho, apresentava dificuldade para acompanhar certos conteúdos desta e de outras disciplinas e não demonstrava muito interesse pelas atividades realizadas.

##### *Resumo da entrevista.*

Este aluno revelou que nunca havia se preocupado com as relações entre ciência, tecnologia e sociedade: “... nunca me interessei por estas coisas. As palavras ciência e tecnologia não existiam pra mim”. Considera importante refletir sobre estas questões porque a tecnologia traz coisas boas, mas, também, coisas ruins. Acha que este trabalho não alterou muito a sua maneira de ser ou de ver as coisas: “... só entrei na linha sobre o que é ciência e tecnologia,...” – ele quis se referir à compreensão de seus significados – e que, apesar de reconhecer a importância destas reflexões, o mais provável é que não tome isto como um hábito para a sua vida.

Declarou que nunca gostou e entendeu física, mas que, mesmo encontrando dificuldade para acompanhar os conteúdos desta seqüência, o tema estudado foi interessante e o trabalho em grupo o ajudou. Também melhorou sua visão da disciplina de física, que passou a ser mais interessante e importante, não se resumindo a cálculos.

Recomendou a aplicação regular deste trabalho argumentando que ele proporciona a percepção “... do que a ciência e a tecnologia trazem pra nós”. Recomendou também a insistência com atividades que exijam dos alunos a interpretação e escrita, expondo, todavia, que: “É bom, mas complica pra nós... a gente não tava acostumado com isto”.

#### Entrevista realizada com o aluno I – 09/06.

##### *Perfil.*

Desde que nos conhecemos, na segunda série, notamos que este aluno tem por hábito participar das atividades e apresenta uma satisfatória capacidade para assimilação dos conteúdos físicos.

##### *Resumo da entrevista.*

Ele expressou que foi a partir das discussões em física que começou a pensar sobre as relações entre ciência, tecnologia e sociedade e como elas interferem na nossa vida: “Es-

te ano comecei a pensar mais, perceber que estas coisas estão ligadas diretamente a nós, como as descobertas, por exemplo.” Considera importante esta reflexão: “... porque está sempre ao nosso redor, estamos vivendo com isto.” e que isto vai se tornar um hábito em sua vida.

Gostou do estudo de física ligado a tecnologia do cotidiano e as questões sociais. Expressou ter conseguido aplicar os conhecimentos científicos aos aparelhos tecnológicos e aos acontecimentos sociais. Percebeu e também gostou da integração da física com as demais disciplinas.

Disse que conseguiu acompanhar os conteúdos, “... mas a gente tem que estudar sempre.” e segundo sua avaliação houve interesse da turma no estudo do tema: “... a turma tava sintonizada.” Concordou com o método e estratégias utilizados e com os trabalhos em grupos. Quando perguntado sobre o que achou de estudar física desta maneira, respondeu: “***Eu gostei, achei bastante interessante, juntando a sociedade e a tecnologia***”.

Para ele, “deveria ser padrão” a aplicação desta seqüência didática e sugeriu mais aulas práticas. Quanto à realização de atividades que exijam interpretação e escrita, colocou que em algumas disciplinas, principalmente filosofia, isto já era realizado. Apesar de ter encontrado alguma dificuldade – mais na compreensão do que na escrita, segundo ele – considera importante que elas aconteçam.

#### Entrevista realizada com o aluno T – 09/06.

##### *Perfil.*

Como ele mesmo manifesta nesta entrevista, é um aluno que sempre foi considerado “meio malandro” no tocante a participação das atividades e apresenta dificuldade para acompanhar certos conteúdos desta e de outras disciplinas.

##### *Resumo da entrevista.*

O aluno declarou que começou a pensar sobre a influência da ciência e da tecnologia na sociedade “***só por causa da aula mesmo***”. Fora dela ele se preocupava só com a tecnologia – informática, mais especificamente, que tem como passatempo predileto –, mas considera importante discutir estas questões e percebeu que “... têm coisas que a gente nem precisava tá usando a tecnologia,... , mas também dá pra fazer um monte de coisas que a gente não fazia antes.” E acrescentou: “Ciência e tecnologia são importantes.”

Considera-se “meio malandro” e acredita que enquanto for jovem não vai transformar estas reflexões em preocupações habituais em sua vida. Contudo, supõe que com a idade virá a responsabilidade, “... porque a gente quer o melhor para os nossos filhos”.

Tem em conta que conseguiu estabelecer as relações entre os conhecimentos científicos e tecnológicos com a sociedade e que isto despertou seu interesse pela disciplina – quando a disciplina se resumia à resolução de contas, ele não gostava –, principalmente o estudo de conceitos físicos a partir de aparelhos do cotidiano.

A cobrança de interpretação e elaboração de textos não foi novidade para ele, alegando ter encontrado maior dificuldade para a compreensão dos assuntos que para escrita – a troca de idéias no grupo o ajudou –. Gostou das atividades propostas, salientando a manipulação de aparatos tecnológicos, os softwares e vídeo utilizados.

Na sua avaliação, alguns alunos aprenderam muito bem os conteúdos, mas a maioria encontrou dificuldade em entender um ou outro assunto, embora tenham demonstrado interesse pelo trabalho. Recomendou futuras aplicações desta seqüência e quanto ao método e estratégias utilizados, manifestou: “... *eu recomendaria para todas as matérias, se fosse o caso... porque a pessoa aprende melhor*”. Apoiou também a oportunidade concedida para os alunos refazerem as avaliações: “A gente vê o erro e depois pode pesquisar e escrever melhor”.

#### Entrevistas com a aluna M – 09/06.

##### *Perfil.*

É uma aluna que normalmente não demonstra dificuldade para acompanhar os conteúdos das diversas disciplinas e participa das atividades propostas, todavia, passa a impressão que poderia aproveitar melhor seu potencial aplicando-se mais aos estudos.

##### *Resumo da entrevista.*

Esta aluna disse nunca ter se preocupado com as influências da ciência e da tecnologia sobre a sociedade ou como esta interfere naquelas. Agora, com este trabalho, está percebendo como elas se relacionam e considera isto bastante importante: “Porque temos que saber como as coisas estão acontecendo, como a ciência e a tecnologia estão evoluindo, como elas estão ligadas e em que estão nos beneficiando. Algumas coisas não vêm sempre para o bem, mas se tenta melhorar”.

Achou bom o envolvimento da física com as questões sociais e expressou ter conseguido fazer a ligação com os conhecimentos científicos e tecnológicos. Disse que encontra mais facilidade em fazer contas, mas que este trabalho, apesar das poucas contas, foi bom, porque “... são assuntos relacionados com o nosso dia-a-dia”.

Declarou ter gostado do tema e ter conseguido acompanhar os conteúdos. Que a dificuldade que encontrou foi para explicar as relações entre ciência, tecnologia e socieda-

de: “Eu aprendi, mas não sei explicar muito bem”. Revelou a aquisição de uma nova visão da disciplina de física – que para ela: “... era só aquela seqüência, aquela mesma monotonia, a mesma coisa, seguindo a apostila.” –, considerando-a mais interessante. Acha que também a turma se interessou, se entusiasmou e conseguiu “pegar bem” os conteúdos.

Disse que já estava acostumada à interpretação e à escrita em outras disciplinas e, mesmo encontrando dificuldade para escrever, acrescentou: “É interessante que a gente, pelo menos, ta tentando aprender. Porque antes a gente só copiava dos textos”. Segundo ela, esta dificuldade foi compartilhada por todo o grupo de trabalho ao qual pertencia.

Recomendou a aplicação regular desta seqüência, justificando: “***Para os outros aprenderem como eu. Eu nem imaginava ligar a sociedade com a ciência e a tecnologia. Agora eu vejo que uma depende da outra, que estão relacionadas. Para os outros verem que a física não é só um assunto chato, que têm coisas legais que a gente se interessa mais***”.

Entrevista realizada com o aluno R – 14/06.

*Perfil.*

Este aluno, desde a segunda série, apresenta grande potencial cognitivo, contudo, demonstra pouco interesse pelas atividades escolares.

*Resumo da entrevista.*

Ele colocou que suas reflexões sobre os problemas sociais, sobre as influências mútuas entre ciência, tecnologia e sociedade acontecem somente na escola e começaram a partir da primeira série, nas disciplinas de sociologia e história. Considera importante refletir sobre estas questões para que a sociedade saiba em que deve investir. Contudo, declarou que: “... na vida eu não fico pensando estas coisas”. Por outro lado, reconheceu a necessidade de adquirir conhecimentos e discutir sobre estes assuntos para poder participar das decisões e ações sociais.

Confirmou a relevância de relacionar estes assuntos com os conhecimentos da física “... porque todo mundo se interessa em falar sobre a sociedade” e que percebeu esta relação. Da mesma forma, conseguiu relacioná-los com a tecnologia. Na sua avaliação o tema escolhido foi interessante, tanto para ele quanto para a classe, e o que mais lhe chamou a atenção foi o conhecimento sobre o funcionamento dos aparelhos. Com respeito aos trabalhos em grupo revelou que não houve troca de idéias no grupo ao qual pertencia e que preferia ter trabalhado sozinho.

Recomendou novas aplicações desta seqüência: “*Porque fica mais interessante. A gente aprende os conceitos da física e depois passa para o cotidiano. Faz a comparação, fica melhor.*”, e a insistência com atividades que proponham a interpretação e escrita. Para finalizar, sugeriu que nas próximas aplicações se intercalem trabalhos individuais aos trabalhos em grupos.

Entrevista realizada com a aluna A – 14/06.

*Perfil.*

É uma aluna que naturalmente participa das atividades escolares e demonstra uma boa capacidade de assimilação, todavia, parece estar encontrando – na época da aplicação – problemas para conciliar suas outras tarefas diárias com as escolares.

*Resumo da entrevista.*

A aluna declarou que normalmente é uma pessoa que se preocupa com as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. “Na verdade eu sempre pensei, sempre fui contra alguns investimentos como na astronomia. Acho que este dinheiro poderia ser gasto para sanar o problema da fome, da miséria do país... Claro que este ano a gente mergulhou mais nestes assuntos, mas acho que todo mundo pensa sobre isto, principalmente quando a gente vê algo errado”.

Também disse que não imaginava discutir estas questões na disciplina de física: “Sempre imaginei que a física fosse só cálculo, não sabia que teria outros caminhos. Eu gostei”. Percebeu que a física está presente no dia-a-dia: “Que ela é usada, a gente ‘bate de frente’ com ela”. Encontrou sentido em estudar estes assuntos e conseguiu estabelecer as relações dos problemas sociais e dos conhecimentos tecnológicos com os conceitos físicos.

Quanto ao estudo da física a partir de equipamentos e fenômenos cotidianos, declarou: “Acho que os rapazes são mais ligados nisto. Eu nunca me dei bem com estas coisas, mas é bom a gente saber também”. Segundo ela, gostou das atividades realizadas, conseguiu acompanhar os conteúdos estudados e a turma demonstrou interesse pelo trabalho.

Revelou ter encontrado certa dificuldade para interpretar e elaborar textos, porque não estava acostumada com isto, mas: “É legal porque a gente tem que se virar,...”. Recomendou futuras aplicações para que outros alunos tenham a oportunidade de perceber este outro lado da física.

**Comentários sobre as entrevistas.**

Como podemos perceber, também nas entrevistas ficou reiterada a importância do estudo das relações entre ciência, tecnologia e sociedade, justificada por incitar à reflexão àqueles alunos que não o faziam e para desenvolvê-las com os que já possuíam esta prática, posto que estes estudos foram considerados fundamentais na atualidade.

A proposta de aprender os conceitos físicos aplicando-os aos fenômenos e equipamentos do cotidiano e à compreensão das interações sociais foi bem recebida pela grande maioria dos alunos, mais ainda, insistimos em dizer que mais que bem recebida ela é esperada por eles. Os alunos passaram a ter uma nova imagem da disciplina, na qual os assuntos estudados passam a ter significado, “servem” para suas vidas.

É certo que eles encontraram algumas dificuldades tanto para acompanhar os conteúdos quanto as atividades realizadas, pois não estavam acostumados ao ritmo de trabalho e ao vocabulário utilizado – verificadas principalmente na primeira aplicação – . Contudo, as maiores dificuldades, manifestadas por eles e também sentidas por nós, referem-se à interpretação e expressão – principalmente escrita –, capacidades que o ensino tradicional não desenvolve, conforme já comentamos.

Mas o que nos chama a atenção neste fato e contribui para legitimar nosso trabalho é que, mesmo encontrando dificuldades, os alunos concordaram com a proposta e recomendaram sua permanência.

**A consideração de que este tipo de trabalho motiva os alunos e facilita a aprendizagem foi unânime entre os entrevistados**, comprovando nossas hipóteses de pesquisa.

A análise das entrevistas realizadas na segunda aplicação confirmou os resultados encontrados na primeira. Mais ainda, verificamos um aumento na aceitação deste trabalho por parte dos alunos. Isto nos permite considerar que as correções efetuadas para esta aplicação, alcançaram seus propósitos. Em virtude delas, provavelmente, também diminuíram algumas reclamações expressas nas entrevistas referentes ao trabalho do ano anterior, principalmente sobre o ritmo intenso das atividades, estranheza do vocabulário da apostila e da falta de explicações relativas a alguns conteúdos.

Apesar de redundante, queremos ressaltar a responsabilidade de a escola relacionar os conhecimentos sistematizados aos aspectos tecnológicos e sociais envolvidos. Pois, como percebemos flagrantemente, este é o único espaço que muitos alunos encontram para refletir e discutir sobre as complexas relações entre a ciência e a tecnologia e sobre as mútuas influências com a sociedade. Vale repetir que, da mesma forma que nos questionários, também nas entrevistas os alunos foram unânimes no reconhecimento da importância da

abordagem destes assuntos pelas diversas disciplinas escolares, incluindo – pela maioria dos alunos – a disciplina de física.

Apesar do fato de todos terem expressado que, em maior ou menor grau, apresentaram dificuldades de interpretação, compreensão e escrita, é importante salientar que reconheceram a necessidade e recomendaram atividades que contemplem o desenvolvimento de tais capacidades.

### **Comentários gerais.**

Na segunda aplicação obtivemos progressos em relação à primeira, que julgamos pertinente ser mencionados.

Um deles se refere a melhor adequação de tempo para a realização das atividades. A exclusão de alguns conteúdos e inserção de maior número de aulas para a realização dos questionários permitiu o necessário exercício das capacidades de compreensão e expressão, proporcionando a produção de respostas melhor elaboradas e diminuindo o impacto da novidade na metodologia de trabalho. Tanto, que não consideramos necessária a reformulação dos questionários, como aconteceu na primeira aplicação.

Este exercício foi um dos aspectos mais relevantes do trabalho. Cabe, porém, comentar as reações que surgiram nas duas outras séries – principalmente na denominada 3A – às recorrentes observações que efetuamos nas correções do material que eles produziram. A colocação de um dos alunos ilustra bem o desconforto que alguns sentiram: “O professor quer que a gente escreva do jeito dele”. Este fato nos chamou a atenção até porque esta reação não ocorreu na aplicação anterior. Entre outros, como características individuais – alguns alunos desta turma têm o hábito de ‘reclamar de tudo’ –, o maior exercício e consequente cobrança destas capacidades, pode ser uma das causas.

A manutenção de várias aulas expositivas se justificou por amenizar o impacto entre a habitual metodologia do ensino tradicional em que os alunos são mais passivos e a que empregamos, onde a exigência da participação dos alunos é bem maior. Por outro lado, se voltarmos nossa atenção para o número de aulas, podemos perceber certo equilíbrio entre o tempo utilizado para aulas expositivas, para as de realização dos questionários e as disponibilizadas para discussões.

Um dos aspectos mais importantes a ressaltar é que permaneceu a intensa participação dos alunos durante todas as atividades realizadas. Este é, como já salientamos, um fato que comprova nossa hipótese de que um ensino que contemple conteúdos relacionados

diretamente ao cotidiano dos alunos, que reflita e discuta as imbricações entre os conhecimentos científicos, tecnológicos e suas conseqüências na sociedade em que vivem, pode motivar os alunos aos estudos e facilitar a aprendizagem.

A confirmação da capacidade que os professores demonstram em transformar as novidades introduzidas em práticas comuns à sala de aula pôde também ser observada. Na segunda aplicação já conseguimos superar alguns embaraços com que nos deparamos na primeira. Da mesma forma os alunos foram conseguindo, com o andamento das atividades, vencer muitos dos obstáculos encontrados inicialmente.

Outra confirmação verificada é a boa aceitação dos alunos às estratégias de ensino que empreguem recursos de multimídia, como computador e vídeo e a observação e manuseio de aparelhos tecnológicos. Diligências como estas contribuem para o aumento do interesse dos alunos pela aprendizagem.

Mais um fato ocorrido durante o trabalho e que vale ponderar diz respeito a nossa atitude com relação ao terceiro momento pedagógico, ou seja, o da aplicação do conhecimento. Planejamos duas aulas específicas para ele, uma ao final da primeira etapa e outra após os estudos da segunda e terceira etapas. Contudo, no decurso das atividades, nos sentimos melhor tornando-o uma constante durante todas as aulas, empregando-o quando conveniente, do que determinando aulas específicas para isto. Por este motivo, a última aula planejada para esta finalidade, não foi efetivada.

Baseados nesta experiência, este foi o *momento pedagógico* que encontramos, tanto alunos como professor, maior dificuldade para aplicação. Uma breve análise, todavia, nos permite compreender este fato: se trata de um estágio superior tanto do desenvolvimento do pensamento quanto do processo ensino.

Por fim, julgamos necessário mais um comentário. Referente à reclamação de alguns alunos – fundamentada, a nosso ver – à realização do primeiro e segundo testes sem a prévia verificação das correções do primeiro e terceiro questionários, respectivamente. Isto ocorreu devido à coincidência da data da entrega dos questionários com a dos testes. Foi uma opção nossa, que vale ser discutida, entre realizar os testes enquanto os assuntos estão “fresquinhos” na cabeça dos alunos – principalmente os do período noturno por não possuírem o hábito de estudar para as provas – e não “quebrar” a seqüência dos estudos da próxima etapa, ou adia-los, possibilitando o tempo necessário para a solicitada verificação.

## V. CONCLUSÕES.

Experimentamos nos dias atuais avanços científicos e tecnológicos sem precedentes. Mais que percebermos as intensas e rápidas mudanças provocadas por estes avanços, nós sentimos sua presença muito fortemente nas nossas vidas, pelo que elas representam de bom ou de ruim.

Não temos como nos manter alheios a este processo. Estes avanços invadiram nosso cotidiano profissional e familiar. Estão implícita ou explicitamente em praticamente todos os lugares e com uma frequência cada vez maior. Interferem na quantidade e qualidade de informações que recebemos diariamente, nas atividades que realizamos nas nossas casas, no nosso trabalho, na escola e demais instituições sociais.

Alteram nossas relações pessoais, profissionais e sociais em geral – como a simples interação com o sistema bancário, que é o tema do nosso trabalho e a que praticamente todas as pessoas estão submetidas – e muitos de nossos hábitos, de tal porte que chegam a substituir costumes e tradições. O tempo que as crianças passam em frente a computadores, vídeo games ou TV, a influência desta última no convívio familiar ou na geração e difusão de modismos e a necessidade de aprendermos a interagir cada vez mais com sistemas automatizados, são só alguns exemplos desta ampla e intensa interferência.

Muitos estudiosos de diversas áreas de conhecimento e de diferentes formas vêm tentando alertar a comunidade acadêmica para este importante fato, conscientizá-la e incitá-la a reflexões e tomada de atitudes fundamentais a este respeito. Fundamental também é que os resultados destas ações sejam disponibilizados à comunidade leiga. Mais ainda, é essencial que a sociedade seja convidada a participar destes questionamentos e das decisões subjacentes. Mas para isto a sociedade tem que estar preparada, e o melhor espaço – o único para muitos indivíduos – para que isto aconteça é na escola, principalmente a pública, devido a sua abrangência.

Não se trata da escola poder optar pela inclusão ou não destes estudos. Ela não tem como permanecer afastada deles. A questão que se impõe é qual a melhor maneira de “encarar de frente” esta situação para não ficar simplesmente a mercê de suas influências e interferências. Não temos – e falo agora na condição de professor – como “fugir” deste desafio emergente, sob o risco de descaracterizarmos tanto a função da escola como do nosso trabalho.

E não basta somente “treinar” nossos alunos para se adaptar a este “novo meio” que está se configurando. É essencial que a escola desperte-lhes a consciência do que está a-

contecendo, proporcione o desenvolvimento das capacidades necessárias para interagir o melhor possível com ele e, principalmente, possibilite-lhes a percepção de que eles podem interferir nesta configuração.

Como professor de ensino médio há muitos anos, temos consciência das inúmeras dificuldades e obstáculos oferecidos ao nosso trabalho regularmente. O excessivo número de aulas a que somos submetidos resultando, entre outros efeitos, na falta de tempo necessário a constante atualização e ao preparo das mesmas; a habitual falta de motivação tanto dos alunos quanto dos professores, ocasionada, entre outros fatores, pela desvalorização atual da escola como um todo – principalmente a pública – e a tradicional inércia inerente ao ser humano quando se trata de mudanças, precisam ser destacados.

Mesmo diante deste contexto, iniciativas como a deste trabalho precisam ser efetivadas, pois envolvendo nossos alunos com assuntos pertencentes ao seu meio físico e social, proporcionamos sua formação integral, oportunizando-lhes a percepção do significado dos seus objetos de estudo.

Esta experiência de ensino nos autoriza a defender sua introdução nas escolas, pois para mais além de contemplar a formação científica, tecnológica e social dos estudantes, empreendimentos como este nos permitem também amenizar ao menos dois dos principais obstáculos que enfrentamos diariamente e que afetam diretamente os resultados de nosso trabalho: a desmotivação e dificuldade de aprendizagem dos nossos alunos.

A necessidade da aquisição de conhecimentos e do desenvolvimento de capacidades para interpretá-los, seleciona-los, estrutura-los e aplica-los com o propósito de obter a melhor integração possível com o nosso entorno, foram os principais argumentos levantados pelos próprios alunos, objetivando sustentar a inserção e a permanência desta concepção de ensino. Esta percepção fundamenta um sólido alicerce onde a motivação pode se desenvolver.

Além do reconhecimento da importância da aquisição de conhecimentos para interagir o melhor possível com o meio no qual vivem, nossa interpretação é que os alunos esperam que a escola os ofereça, reafirmando o princípio de que esta é uma das suas principais funções. Com efeito, hoje mais do que antes, é inevitável a apropriação e compreensão não só dos conhecimentos científicos e tecnológicos, mas dos próprios conceitos de ciência e tecnologia e de suas relações com a sociedade.

Outro fato que verificamos é a existência dos chamados “mitos” a respeito da ciência e da tecnologia – como o da neutralidade política e ideológica; a crença de que elas podem suprir qualquer necessidade social ou resolver qualquer problema, mesmo os por

elas causados, e o pensamento de que seus avanços são inevitáveis e alheios ao controle social – apresentadas nas concepções primeiras de muitos alunos. Isto pode indicar que estas idéias são comuns à sociedade e, neste caso, é mister que a escola discuta estes mitos, pois eles podem contribuir para a preservação de ideologias dominantes que atendam a interesses de uns poucos mais favorecidos, em detrimento da coletividade.

A intensidade e a complexidade das diversas relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, a necessidade de fomentarmos e termos espaços para estas reflexões, trocar idéias e a constatação de que muitos alunos ainda não tinham despertado para o tema, reforçam o valor de um ensino que tenha esta perspectiva, promovendo o desenvolvimento do senso crítico nos alunos, a este respeito. Também, como percebemos flagrantemente, este é o único espaço que muitos alunos encontram para refletir e discutir sobre estas relações.

A realização deste trabalho ratificou também, o que todos os professores com certa experiência já sabem. Com o decorrer do tempo vamos conseguindo adequar melhor as novidades à prática da sala de aula. Na segunda aplicação, já nos sentimos mais a vontade para trabalhar certos assuntos que na primeira vez nos causaram certo embaraço. Consideramos importante esta lembrança como tentativa de aliviar a inevitável tensão que sentimos ao experimentar novidades de ensino. Da mesma forma os alunos foram superando, no transcorrer das aulas, certos constrangimentos que a novidade lhes causou.

Ademais, uma situação que foi recorrente durante todo o processo merece ser destacada. Pudemos perceber tanto nas anotações que fizemos quanto no envolvimento direto como participante das atividades e nos registros das aulas através de áudio e de vídeo, o engajamento dos alunos. A sua intensa participação durante todas as atividades realizadas é um fato que corrobora fortemente nossa hipótese de que um ensino envolvendo conteúdos que digam respeito diretamente às suas vidas e estruturados no enfoque de ensino CTS, motiva os alunos aos seus estudos e, não somente, mas até como consequência, facilita a aprendizagem.

É certo que esbarramos com dificuldades. Além das inerentes a qualquer mudança, como a insegurança diante do novo, as insipientes capacidades de reflexão, interpretação, expressão oral e principalmente escrita de nossos alunos foram os principais obstáculos apresentados à aplicação da nossa seqüência didática. Com efeito, a escola tradicional condiciona o aluno à passividade, situando-o como mero espectador do processo de ensino e, como todos sabem até empiricamente, pela observação das ações cotidianas, “só se aprende fazendo”.

A falta do hábito de estabelecer relações, refletir, interpretar e escrever – por parte dos nossos alunos –, são queixas comuns com as quais nos deparamos freqüentemente em salas de professores. O que, a nosso ver, só reafirma a carência de ações didático-pedagógicas capazes de pôr em prática estas capacidades, situação que o ensino tradicional não está dando conta. Este fato foi corroborado também pelos alunos – nas respostas oferecidas no questionário e principalmente nas entrevistas – que, apesar e até mesmo pelas dificuldades encontradas, reconheceram a necessidade do estabelecimento destas atividades na escola.

Tais obstáculos foram parcial e gradativamente sendo superados no decorrer deste trabalho. De maneira que, antes de desmerece-lo, configuram-se como mais um fator comprobatório de sua necessidade, por representar um caminho possível para auxiliar também na resolução destes problemas.

A despeito das dificuldades mencionadas, a maioria dos alunos conseguiu acompanhar os conteúdos estudados, mantendo os resultados, em termos de notas<sup>4</sup>, que lhes eram peculiares. Tendo em mente que o grau de exigência das atividades propostas foi superior ao que habitualmente estavam acostumados, este fato pode representar um forte argumento em favor desta iniciativa.

Cabe aqui estabelecer um parêntesis. É certo que nos deparamos com algumas dificuldades próprias de qualquer inovação, o que consideramos natural e, até salutar. Mas há que se declarar também que todos os envolvidos demonstraram predisposição para aceitá-la. Vamos mais além, tanto a administração da escola quanto os colegas professores, os alunos e a própria comunidade – representada aqui pelas pessoas que nos cederam os materiais com que trabalhamos (como os compartimentos de disquete e de cd-rom de computadores ou aparelhos de som queimados, entre outros) – manifestaram contentamento em poder auxiliar em iniciativas como esta. Durante conversas com os alunos também houve comentários que a reação por parte de alguns de seus pais foi a mesma.

Para nós este é um fato significativo. E, baseados neste e também em outros trabalhos que realizamos em outras escolas, seguindo esta mesma linha, sentimo-nos tranqüilos em afirmar que, se por um lado existem receios às mudanças, por outro elas são esperadas por todos. Indicando o descontentamento geral sentido em relação aos resultados conseguidos através do ensino tradicional. Salvo aqueles que consideram que a principal função

---

<sup>4</sup> Sabemos da precariedade desta comparação e, por isto, este não foi um dos critérios considerados na nossa avaliação do trabalho. Contudo, não deixa de ser interessante sua apresentação como comentário.

do ensino médio é a preparação para os testes vestibulares, o que, principalmente na escola pública, são minorias.

Mas, voltemos nossa atenção novamente para os resultados apresentados pelos alunos envolvidos com este trabalho. Mesmo considerando os conteúdos vistos, quanto ao nível de compreensão, de médio a difíceis, eles reconheceram que esta concepção de ensino, os métodos e estratégias utilizados facilitaram a aprendizagem.

Manifestaram a aquisição de uma nova visão do estudo de física, que passa a estar presente em seu dia-a-dia, se relaciona com a tecnologia e a sociedade e deixa de se resumir a um apanhado de conceitos e fórmulas desvinculados da realidade. A grande maioria dos alunos considerou que estudar física desta forma é mais interessante e, para nós o mais importante, poucos alunos rejeitaram esta proposta. Este baixo índice de rejeição contribui significativamente para o fortalecimento da nossa pesquisa.

Outro ponto fundamental que confirma a viabilidade desta pesquisa foi que, da mesma forma, a quase totalidade dos alunos recomendou a aplicação regular deste trabalho. Os principais argumentos apresentados para justificar esta indicação referem-se à promoção de motivação e facilidade para a aprendizagem e a provocação de reflexões necessárias. Favorece a percepção de que os conteúdos estudados pela física estão presentes em seu dia-a-dia – tirando a imagem de que ela é “a pior disciplina” constante nos programas curriculares de ensino médio – e da influência da ciência e da tecnologia sobre a sociedade.

Na segunda aplicação – provavelmente como resultado dos efeitos positivos ocasionados pelas mudanças realizadas a partir da análise da primeira – verificamos um aumento no índice de aceitação e praticamente a ausência de rejeição ao trabalho. Observando as respostas apresentadas pelos alunos no questionário disponibilizado para avaliação da proposta, verificamos que treze dos dezenove questionados manifestaram que ela facilita a aprendizagem e dezoito que é uma forma mais interessante para se estudar física, recomendando igualmente a introdução desta seqüência didática no currículo das terceiras séries.

Da mesma forma, e nas duas aplicações, a consideração de que este tipo de trabalho motiva os alunos e facilita a aprendizagem foi unânime entre os alunos entrevistados, confirmando a nossa hipótese de pesquisa.

Outro aspecto que precisa ser evidenciado é a viabilidade de se tratar questões de cunho social na disciplina de física – ou outra qualquer, poderíamos inferir – acompanhadas dos conceitos tecnológicos e científicos, sem pormenorizá-los. Uma visada no relatório

apresentado anteriormente, nos conteúdos pertencentes à apostila com a qual trabalhamos (ANEXO 02) ou mesmo nas descrições dos relatos de muitos alunos, pode facilmente confirmar esta declaração.

Muitos dos envolvidos com o ensino, principalmente os denominados “pessoal das exatas”, expressam o receio de que se estas disciplinas se envolverem com as questões sociais, a quantidade e qualidade dos seus conteúdos curriculares ficarão diminuídas. E como pudemos perceber, isto não acontece. Pelo contrário, pode contribuir como uma motivação adicional para seus aprofundamentos, além do que, desmistifica o pensamento inculcado nos alunos pela escola tradicional de que os conhecimentos estudados por uma disciplina estão alienados dos de outras ou de suas realidades.

A natureza – incluindo aí a dinâmica social – não distingue a matemática da física, ou da biologia, da geografia, sociologia e tantas outras. Além do que, se rompermos as barreiras disciplinares – e, por favor, entendam que estamos falando em romper barreiras e não em desestruturar uma disciplina – estudos de determinados assuntos em outras disciplinas solicitarão também que os conteúdos pertinentes às nossas sejam compreendidos.

Mesmo não sendo objetivo da nossa pesquisa a validação dos *momentos pedagógicos* como metodologia eficaz para o ensino de ciências, em geral, e de física, em particular – visto que já a havíamos consagrado em nosso cotidiano profissional nos últimos anos – esta aplicação ratificou mais uma vez não só a sua eficácia, mas evidenciou também duas das suas principais características: sua flexibilidade e amplitude.

Da mesma forma, a escolha por uma linha temática – ou *Abordagem Temática*, como denominam Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002, p.189) –, permitiu não só a visão de conjunto como também a necessária ligação entre as diversas partes que o compõe. Ainda, oportunizou aos alunos a visão de que o estudo de determinados assuntos extrapola as fronteiras disciplinares a que estão tradicionalmente acostumados.

O caráter multidisciplinar do nosso trabalho merece também ser destacado. Nos momentos em que mantivemos contatos mais diretos com os alunos, como durante as aulas ou nas entrevistas, pudemos observar tanto expressões de surpresa quanto de satisfação diante da novidade em perceber que os conteúdos disciplinares de física podem ser articulados com os de outras disciplinas. Que são mais amplos, expressivos e que não se resumem “a contas e fórmulas”.

Da mesma forma os colegas professores que se envolveram com este trabalho, demonstraram contentamento, o apoiaram e o perceberam como alternativa simples e eficaz para a satisfação desta antiga, porém, pouco praticada, solicitação didático-pedagógica.

Seguramente não descobrimos “a galinha dos ovos de ouro”, mas, a nosso ver, esta pesquisa contribuiu para fundamentar alguns princípios. Um deles é que a escola em geral e a disciplina de física em particular têm como principal objetivo a formação integral dos estudantes. Outro é que os alunos confiam que ela o faça e, ainda, ela é para muitos jovens – principalmente os da escola pública – o único espaço onde podem encontrar o indispensável auxílio para aquisição de uma formação plena.

Esta formação integral exige o oferecimento de mecanismos que possibilitem aos alunos a indispensável tomada de consciência, proporcionem a munição de conhecimentos e o desenvolvimento de capacidades que permitam suas aplicações com a finalidade de promover sua integração com o ambiente no qual vivem, tanto natural quanto social.

A concepção de ensino CTS contempla esta dimensão e devido também a sua flexibilidade e amplitude – admitindo diferentes métodos e estratégias e não se restringindo a um determinado assunto, disciplina ou nível de ensino – confirmou nossa expectativa que pode representar um grande auxílio para minimizar os problemas que comentamos e com que convivemos no ensino de ciências em geral, e de física em particular.

Diante dos resultados alcançados, sentimo-nos a vontade, portanto, para recomendá-la aos colegas professores como estrutura teórica suficiente para suportar diferentes práticas de ensino capazes de incrementar a motivação dos alunos e facilitar suas aprendizagens, permitindo, ainda, o exercício da criatividade e a preservação das peculiaridades individuais de cada profissional.

Os cuidados que devem ser tomados para a efetivação de tal proposta são poucos, como o senso da existência de reações às novidades, necessária ao seu planejamento e acompanhamento, e a consciência de que estas inovações requerem um tempo de adaptação certamente maior daquele disponibilizado à atividades que tanto os alunos como nós professores já estejamos acostumados. Os resultados, todavia, compensam estes esforços iniciais. Gostaríamos de acrescentar como sugestão aos colegas interessados em promover ações didático-pedagógicas tendo como base esta seqüência, que ampliassem para um semestre o seu tempo de aplicação. Isto permitiria, por exemplo, aplicar as equações matemáticas às leis de Ampère, de Faraday, efeito fotoelétrico, ou aprofundar questões epistemológicas.

Aos administradores e orientadores de escolas, sugerimos que busquem informar-se sobre estas iniciativas – que estão acontecendo em muitos lugares e com distintas abordagens –, incentivem e procurem disponibilizar os meios requeridos para sua efetivação,

pois, como sabemos, tanto quanto os professores, o objetivo principal de seu trabalho é a formação de nossos alunos, preparando-os para a cidadania.<sup>5</sup>

Esta mesma sugestão estende-se como solicitação às Secretarias de Educação, sempre preocupadas com a contextualização dos conteúdos escolares, sua significação e com a inter/transdisciplinariedade. A viabilização de cursos de formação de professores com esta perspectiva pode representar uma interessante opção capaz de produzir respostas adequadas ao alívio de tais preocupações.

Mais ainda, sugerimos às escolas e secretarias que aproveitem a oportunidade concedida pela atual legislação – que destina vinte e cinco por cento da carga horária total do ensino médio para a satisfação das peculiaridades locais de cada escola, denominando-a de parte diversificada do currículo – para a instauração e consolidação destas iniciativas.

Poder-se-ia facultar um espaço com carga horária semanal definida, por exemplo, para que projetos com esta perspectiva pudessem ser estabelecidos. Uma alternativa poderia ser aumentar a carga horária de algumas disciplinas pertencentes a professores que estejam interessados em levar a cabo estas iniciativas e que já constam da grade curricular do ensino médio – denominada pela atual legislação de base nacional comum –, oportunizando o espaço necessário para que elas possam ser efetivadas. Enfim, a concepção de ensino CTS proporciona condições para que as peculiaridades e interesses locais sejam atendidos e está em consonância com a nossa atual legislação educacional, de forma que temos os instrumentos necessários para que estes empreendimentos possam ser concretizados.

Não podemos esquecer das instituições formadoras dos profissionais de ensino. Se assumirmos – e devemos fazê-lo – a importância da concepção de ensino CTS para os dias de hoje, esta perspectiva de ensino não pode deixar de ser considerada em seus currículos. Além disso, se tomarmos em conta o fato de que a maioria dos professores, ao menos em parte, repete em seu trabalho a prática didático-pedagógica a que foram submetidos quando nos bancos escolares, a responsabilidade delas em considerar tais perspectivas assume a dimensão de sua função institucional.

Finalmente, com o intuito de incitar os estudantes de cursos de pós-graduação e os demais profissionais envolvidos com a causa da educação para a realização de pesquisas com caráter de aplicação prática, gostaríamos de lembrar as palavras de Kant. “*A teoria sem a prática é vazia, e a prática sem teoria, é cega*”. (Gordillo et al, 2001, p.12).

---

<sup>5</sup> Não temos intenção de discutir aqui o conceito de cidadania. Consideramos como cidadão a pessoa que tem a vontade e as condições necessárias para participar na sociedade a qual pertence.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

**Acevedo, J. A.** La Formación del Profesorado de Enseñanza Secundaria para la Educación CTS. Una cuestión problemática. OEI, Sala de Lectura CTS+I. Disponível em < <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo9.htm>>. Acesso em 14/07/2003.

**Angotti, J. A. P., Bastos, F. P. e Mion, R. A.** Educação em Física: discutindo ciência, tecnologia e sociedade. *Ciência e Educação, UNESP (Bauru)*, São Paulo: Escrituras, vol. 7, nº. 2, 2001, p.183-197.

**Auler, D.** Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de Ciências. Tese (Doutorado em Educação), CED, UFSC, Florianópolis/SC, 2002.

**Auler, D. e Bazzo, W. A.** Reflexões para implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. *Ciência e Educação, UNESP (Bauru)*, São Paulo: Escrituras, vol. 7, nº. 1, 2001, p.1-27.

**Barros, S. S.** Um olhar reflexivo sobre a Pesquisa em ensino de Física nos últimos 30 anos. In: Vianna, D. M.; Peduzzi, L. O. Q.; Borges, O. N.; Nardi, R. (Orgs.). *Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física.* São Paulo: SBF, 2002. (CD-Rom, arquivo: Conferência\_1.pdf).

**Bazzo, W. A.** Ciência, Tecnologia e Sociedade: e o contexto da educação tecnológica. Florianópolis: Ed. da UFSC. 1998. Disponível em: < <http://www.campus-oei.org/salactsi/walterpor.htm>>. Acesso em 10/06/2003.

**Bazzo, W. A.; Linsingen, I. von e Pereira, L. T. V. (ed).** Introdução aos Estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Madrid: OEI, 2003.

**Brasil.** MEC; SEMTEC. Parâmetros Curriculares Nacionais. Brasília, 1999.

\_\_\_\_\_. MEC; SEMTEC. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, 2002.

**Cavalcante, M. A.** O Ensino de uma NOVA FÍSICA e o Exercício da Cidadania. *Revista Brasileira do Ensino de Física.* São Paulo, vol 21, nº 4, 1999, p. 550/1.

**Cavalcante, M. A.; Jardim, V.; Almeida Barros, J.A.** Inserção de física moderna no ensino Médio: difração de um feixe laser. *Caderno Catarinense de Ensino de Física.*

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), vol 16, nº 2, 1999, p. 154-169.

**Colombo, C. R. e Bazzo, W. A.** Educação tecnológica contextualizada, ferramenta essencial para o desenvolvimento social brasileiro. Disponível em < <http://www.campus-oei.org/salactsi/colombo.htm>>. Acesso em 02/10/2004.

**Delizoicov, D. e Angotti, J.A.** Física, Coleção Magistério - 2º grau, 2ª edição. São Paulo: Cortez, 1992.

**Delizoicov, D; Angotti, J. A e Pernambuco, M. M.** Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002.

**Demo, P.** Pesquisa e informação qualitativa. Campinas, SP: Papirus, 2001.

**ELETRÔNICA, base da moderna tecnologia** [gravação de vídeo] / direção Guy Simonin, Jacques Bosc. - [São Paulo] : Barsa Consultoria, c1995. 1 videocassete (30min) : VHS/NTSC, son., color. + planos de estudo.

**Fagundes, M. A.; Pessoa Jr, O.; Zanetic, J.; Muramatsu, M.**

Ensinando a Dualidade onda-partícula sob uma nova óptica. *Atas do V EPEF*,

Belo Horizonte - MG, 1997, p. 529-538.

**Gordillo, et al.** Ciencia, Tecnología y Sociedad. (Projeto Argo). Asturias: Grupo Editorial Norte, 2001.

**Gordillo, M. M. e Cerezo, J. A. L.** Acercando la ciencia a la sociedad: la perspectiva CTS su implantación educativa. Sala de Lectura CTS+I. Disponível em < <http://www.campus-oei.org/salactsi/mmartin.htm>> Acesso em 15/07/2003.

**Grupo de Reelaboração do Ensino de Física – GREF.** Física 3 – eletromagnetismo – 4ª edição. São Paulo: EDUSP, 1995.

**Grupo de Reelaboração do Ensino de Física – GREF.** Leituras de Física. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1998. Disponível em:< [http:// axpfep1.if.usp.Br/~gref.>](http://axpfep1.if.usp.Br/~gref.>)

**Krasilchik, M.** Ensinando ciências para assumir responsabilidades sociais. *Revista do Ensino de Ciências*, v.14, p.8–10, 1985.

**Máximo, A. e Alvarenga, B.** Curso de Física – vol.2. São Paulo: Ed. Harbra, 1993.

**Miranda, G. C.** Análise da produção sobre o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade, apresentada nos Encontros de Pesquisa em Ensino de Física (1988-2000) e Encontros Na-

cionais de Pesquisa em Ensino de Ciências (1997-1999). 2001. 133f. Monografia (Especialização em Ensino de Ciências – Pró-Ciências). CFM/UFSC, Florianópolis.

**Mitcham, Carl.** Los estudios de ciencia, tecnologia y sociedade. Uma introducción conceptual. In: Alonso, Ayestarán e Ursúa (cords.). Para comprender CIENCIA, TECNOLOGIA Y SOCIEDAD. Estella (Navarra): Editorial Verbo Divino, 1996, p. 9-12.

**Moreira, M. A., Greca, I. M. e Costa, S. C. (Orgs).** *Atas III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. São Paulo: ABRAPEC, 2001. (CD-rom).

**Ostermann, F.; Cavalcanti, C. J. de H.** Física moderna e contemporânea no ensino médio: elaboração de material didático, em forma de pôster, sobre partículas elementares e interações fundamentais. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), vol. 16, nº. 3, 1999, p. 267-286.

**Pinto, C. A. e Zanetic, J.** É possível levar a física quântica para o ensino médio?. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, vol. 16, nº. 1, 1999, p. 7-34.

**Postman, N.** Tecnopólio: A rendição da cultura à tecnologia. Tradução: Reinaldo Guarani. São Paulo: Nobel, 1994.

**Ricardo, E. C.** As Ciências no Ensino Médio e os Parâmetros Curriculares Nacionais: da Proposta à Prática. *Revista Ensaio*, Fundação Cesgranrio, Rio de Janeiro – RJ, v. 10, nº. 35, p.141–160, abr./jun. 2002.

**Ricardo, E. C. e Zylbersztajn, A.** O ensino das ciências no nível médio: um estudo sobre as dificuldades na implementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), vol 19, nº 3, 2002, p. 351-370.

**Richardson, R. J. et al.** Pesquisa Social: métodos e técnicas. São Paulo: Atlas, 1985.

**Santa Catarina (Estado).** Secretaria de Estado da Educação e do Desporto. Coordenadoria Geral de Ensino. Proposta Curricular de Santa Catarina, Florianópolis, 1997.

**Santos, W. L. P. dos e Mortimer, E. F.** Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da Educação brasileira. *Revista Ensaio*, UFMG, v.2, nº 2, 2000, p. 132-162.

- Santos, W. L. P. e Schnetzler, R. P.** Educação em Química: compromisso com a cidadania. Ijuí: Ed. Unijuí, 1997.
- Sepka, F. H.** Tópicos de Física contemporânea no Ensino Médio. Monografia (Especialização em Ensino de Física), CED, UFSC, Florianópolis/SC, 2001.
- Snyders, G.** A alegria na Escola. Traduzido do original francês: *La Joie à L'école*. São Paulo: Ed. Manole Ltda, 1988.
- Souza Cruz, S. M. S.C.** O uso da Abordagem Centrada em Eventos: uma experiência com o enfoque CTS no Ensino Fundamental. Florianópolis/SC, Tese de Doutorado, UFSC/CED, 2001.
- Souza Cruz, S. M. S. C. e Zylbersztajn, A.** O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos. In: *Pietrocola, M. (org). Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: EDUFSC, 2001.
- Tezanos et al.** Ciencia, Tecnologia y Sociedad. Madrid: Editorial Sistema, 1997.
- Tipler, Paul.** Física - volume 4: óptica e física moderna. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A, 1995.
- Trivínos, A. N. S.** Introdução à Pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987.
- Tuñón et al.** Ciencia, Tecnología y Sociedad. Sevilla: Algaida Editores, 2001.
- Ustra, S. R. V.; Strieder, D. M.; Terrazzan, E. A.** Condicionantes estruturais para o ensino de física moderna. *Atas do V EPEF*, Belo Horizonte - MG, 1997, p. 539-545.
- Vaccarezza, L. S.** Ciencia, Tecnología y Sociedad: el estado de la cuestión en América Latina. *Revista Iberoamericana de Educación*, nº 18, septiembre–diciembre 1998. Disponível em < <http://www.campus-oei.org/oeivirt/rie18a01.htm>>. Acesso em 03/10/2004.
- Valadares, E. de C.; Moreira, A. M.** Ensinando física moderna no 2º grau: efeito fotoelétrico, laser e emissão de corpo negro. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), vol. 15, nº. 2, 1998, p. 121-135.
- Vianna, D. M.; Peduzzi, Luiz O. Q.; Borges, O. N.; Nardi, R. (Orgs.)**. *Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. São Paulo: SBF, 2002. (CD-Rom).

**Vilches e Furió.** Ciencia, Tecnología, Sociedad: Implicaciones en la Educación Científica para el Siglo XXI. In: *I Congreso Internacional "Didáctica de las Ciencias" y VI Taller Internacional sobre la Enseñanza de la Física – "La Enseñanza de las Ciencias a las puertas del siglo XXI"*. Cuba, 1999. Disponible em: < <http://www.campus-oei.org/salactsi/educacion.htm>>. Acceso em 03/10/2004.

**Winner, Langdon.** La Ballena y el reactor. Barcelona: Editorial Gedisa, 1987.

## **Anexos.**

### **Anexo 01.**

#### **Resumo das atividades realizadas e comentários referentes à aplicação piloto.**

##### **Alguns esclarecimentos iniciais.**

Nem todos os conteúdos e atividades planejadas para a aplicação piloto foram realizados. Quando iniciamos o trabalho existiam ainda previstas em calendário 33 aulas para ser ministradas até o final do ano letivo. Mas, devido à época do ano, muitas atividades que não estavam contempladas no calendário escolar, como visitas a instituições de ensino superior, palestras, viagem de formatura, festas, entre outras, acabaram acontecendo, de tal forma que apenas 23 aulas puderam ser ministradas. Como consequência, deixamos de trabalhar a última etapa prevista – a do processamento dos dados – e o último momento pedagógico – aplicação do conhecimento – também ficou prejudicado.

O estudo dos assuntos referentes às implicações sociais causadas pelo desenvolvimento da automação bancária, mais especificamente, e pelos avanços tecnológicos, em geral, foi orientado pelo professor de história. A professora de matemática trabalhou com os alunos os números binários e a de inglês na tradução de alguns textos que faziam parte da apostila.

Este breve relato se refere à turma indicada como 3A.

#### **Resumo das aulas ministradas na aplicação piloto.**

##### **1ª aula – problematização geral.**

A partir de um fato cotidiano: o pagamento de uma conta telefônica num caixa eletrônico – que expomos em detalhes no relatório da segunda aplicação –, apresentamos algumas questões que os alunos responderam em grupos que continham três alunos. Alguns encontraram dificuldades para interpretar as perguntas e expressar seus conhecimentos e pensamentos. Nem todos conseguiram terminar esta atividade em classe, levando-a para casa. Percebemos um bom empenho nas atividades durante toda a aula.

##### **2ª aula – discussão no grande grupo das questões levantadas na aula anterior.**

Nesta aula iniciamos a sistematização dos conhecimentos, organizando e estruturando os pensamentos expressos na aula anterior. Houve grande participação por parte de alguns alunos enquanto outros permaneceram mais como ouvintes.

3ª aula – problematização sobre a recepção dos dados.

Esta atividade seguiu a mesma estratégia da primeira aula. Contudo, a aula foi mais curta e tivemos interrupções. Por isto, trabalhamos pouco em classe e os grupos levaram as questões para terminar em casa. As interrupções também provocaram a dispersão dos alunos. Ao final da aula entregamos aos alunos a apostila contendo os textos que serviram como referência para o estudo do tema.

4ª aula – fomos à sala de informática explorar o CD: ‘Com as Coisas Funcionam’.

Neste software, os alunos exploraram as simulações referentes à leitura magnética, leitura óptica e laser. Houve muitas faltas devido à abertura da Fenarreco (Festa Nacional do Marreco, que ocorre tradicionalmente todo ano, na mesma época e com as mesmas características da Oktoberfest, de Blumenau). Os presentes, distribuídos em grupos de dois ou três alunos por computador, demonstraram interesse pelas atividades.

5ª aula – aula expositiva sobre absorção, emissão de fótons e laser.

Os focos das explicações foram: condição fundamental para absorção de um fóton por um átomo, emissão de fótons e funcionamento de um laser: inversão de população, estados meta-estáveis, emissão estimulada e cavidade óptica. Os alunos participaram com questionamentos.

6ª aula – trabalho com o primeiro questionário.

Foi entregue o primeiro questionário para os grupos responderem. Como houve troca na ordem das perguntas e a forma com que ele foi oferecido aos alunos na segunda aplicação – nesta aplicação todas as perguntas foram entregues de uma só vez, enquanto na segunda elas foram sendo apresentadas conforme o andamento dos conteúdos –, consideramos conveniente apresentá-lo neste relatório.

- 1) Nesta resumida história sobre a luz, podemos perceber a criação e as mudanças de “modelos”, na tentativa de explicá-la.
  - a) Por que se criam modelos físicos?
  - b) O que os faz mudar?
  - c) Que importante cuidado devemos ter ao trabalhar com modelos?
- 2) Baseado no texto e na advertência feita pelo professor, como você definiria um fóton?
- 3) Qual a condição fundamental para que um átomo absorva um fóton?
- 4) Qual a principal diferença entre emissão espontânea e emissão estimulada?
- 5) Por que o estado “meta-estável” é condição fundamental para que ocorra o fenômeno LASER?
- 6) Descreva com tuas palavras, de modo claro e sucinto, como o LASER funciona.

Houve muitos questionamentos sobre o que era um modelo. Tentamos esclarecer exemplificando com os modelos atômicos e do sistema solar e insistimos para que lessem o texto que se referia aos modelos ondulatório e corpuscular da luz. Todos os grupos trabalharam e durante toda aula houve intensa interação entre eles e com o professor.

7ª aula – aula expositiva sobre fótons e demonstração da difração da luz emitida por uma caneta laser quando interceptada por um fio de cabelo.

Fizemos uma breve revisão sobre reflexão e refração, relacionando com o texto acima citado. Explicamos a difração com formação de figura de interferência ocorrida na demonstração e chamamos especial atenção sobre a representação de fótons que eles tinham na apostila e viram no citado software que, a rigor, estão erradas. Que esta representação tinha a intenção apenas de facilitar o estudo. Comentamos também sobre a equação de onda do elétron. Houve uma boa participação dos alunos.

8ª aula – observação de aparatos tecnológicos e continuação dos trabalhos com o primeiro questionário.

Levamos para a sala de aula alguns aparatos que contém leitura magnética: toca-fitas de carro, compartimento de disquetes e disco rígido de computador e alguns de leitura óptica: parte óptica de um aparelho de som e de compartimento de CD de computador e algumas unidades ópticas avulsas destes compartimentos e daqueles aparelhos. Alguns alunos observaram os aparatos enquanto outros terminaram o questionário. Todos trabalharam e fomos muito solicitados durante toda a aula para as duas atividades. Nossa expectativa de que os aparatos chamariam bastante à atenção da grande maioria dos alunos foi, em parte, frustrada. Isto aconteceu apenas com três das oito equipes, provavelmente porque as outras estavam preocupadas com a resolução do questionário.

9ª aula – entrega do segundo questionário e continuação da observação dos aparatos.

Idem a aula anterior, mas com o segundo questionário. Pelos mesmos motivos expressos acima, na sexta aula, apresentamos também o segundo questionário relativo a esta aplicação.

- 1) Baseado no que você viu nas simulações em computador, na observação dos aparatos tecnológicos (toca-fitas, compartimento de disquete e disco rígido de computador, leitores ópticos de aparelhos de som e de compartimentos de CD de computador) e nos textos que você dispõe, descreva sucintamente o funcionamento da leitura magnética e da leitura óptica do código de barras.
- 2) Relacione as leis de Ampère e de Faraday com a leitura e gravação magnética.

- 3) Nós comentamos que a equação que relaciona o modelo corpuscular com o modelo ondulatório da luz é  $E=hf$ , onde  $E$  é a energia do fóton,  $f$  a frequência a ele associada e  $h$  é a constante de Planck, que vale  $h=6,62 \times 10^{-34}$  J.s. Sabendo que a luz possui uma faixa de frequência que vai de  $4,1 \times 10^{14}$  Hz (vermelho) à  $7,5 \times 10^{14}$  Hz (violeta) e usando esta equação, encontre a respectiva faixa de energia.
- 4) Como acontece o efeito fotoelétrico?

Houve um interesse um pouco maior pelos aparatos. Fomos, também, solicitados durante toda aula. Porém, nem todas as equipes trabalharam igualmente. Duas equipes demonstraram desinteresse nesta aula.

10ª aula – continuação dos trabalhos com o segundo questionário.

Também houve muita solicitação da nossa orientação por parte dos alunos. Queriam tanto esclarecimento como confirmações se estavam corretos em suas respostas. Uma equipe esqueceu em casa o questionário e, em consequência, praticamente não trabalhou nesta aula.

11ª aula – reformulação do primeiro questionário.

Entregamos aos grupos novamente o primeiro questionário com observações e sugestões escritas, para correções. Fizemos uma breve exposição ao grande grupo das principais dificuldades encontradas, procurando dirimi-las. No restante da aula os alunos se empenharam em efetuar as correções e responder as questões que haviam ficado em branco. Novamente fomos bastante solicitados. Nem todos terminaram e ficaram, portanto, de fazê-lo em casa.

12ª aula – problematização sobre a transmissão dos dados.

Apresentamos aos alunos questões sobre a transmissão dos dados – apresentados na descrição da segunda aplicação – para que respondessem em grupos e sem consulta ao material. Os alunos questionaram bastante sobre a interpretação das questões: ‘o que quer dizer dados’, por exemplo. Sistemas analógicos e digitais lhes chamaram bastante à atenção. Foi combinado que os textos sobre automação bancária seriam trabalhados, paralelamente, com o professor de história e que marcaríamos uma aula comum para fechamento. Conversas sobre formatura, ao final da aula, dispersaram a turma.

13ª aula – aula expositiva e demonstrativa sobre cabos coaxiais, fios paralelos e fibra óptica.

Levamos para a sala pedaços dos cabos e o aparato que construímos para mostrar a reflexão total. Explicamos porque nos cabos e fios não há irradiação de ondas eletromagnéticas para a faixa de frequência das transmissões comuns como linhas telefônicas e TVs, a

constituição e o princípio físico envolvido na fibra óptica e observamos as sucessivas reflexões sofridas pela luz de uma caneta laser ao atravessar o aparato. Ao final, leram o texto da apostila que fala sobre cabos e fios e o texto sobre reflexão total. Pareceu-nos que assimilaram a idéia da fibra óptica.

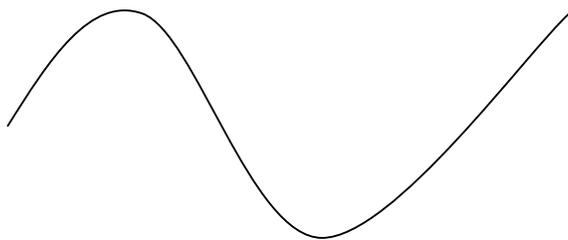
14ª aula – correção do segundo questionário e exposição sobre o efeito fotoelétrico.

Fizemos uma breve exposição sobre como acontece o efeito fotoelétrico. Entregamos novamente o segundo questionário com sugestões para correções, no que os alunos se empenharam o restante da aula.

15ª aula – exposição sobre a lei de Snell e distribuição do terceiro questionário.

Na primeira metade da aula fizemos uma exposição sobre a lei de Snell – pois não a haviam estudado na segunda série –, dirigindo-a para a reflexão total e para a fórmula do ângulo limite. Depois os alunos trabalharam no questionário a seguir.

- 1) A fibra óptica possui em seu interior, por onde passa a luz (geralmente laser), um fio de quartzo muito fino (cerca de  $5\mu\text{m}$ ). Dado o índice de refração do quartzo 1,54, encontre o ângulo crítico, entre o quartzo e o ar, para que haja reflexão total.
- 2) Por que nos cabos coaxiais não há irradiação de ondas eletromagnéticas com a passagem de corrente? E nos fios paralelos?
- 3) Como o capacitor é recarregado num circuito oscilante?
- 4) Como são produzidas as ondas eletromagnéticas numa estação transmissora?
- 5) Utilizando espaços de 0,5 cm e o sistema binário, digitalize o segmento de onda abaixo.



Em tempo, apesar de que o objetivo da primeira questão era apenas o treino do algoritmo matemático, devemos admitir que a forma com que foi colocada pode levar o aluno a pensar que na fibra óptica o fenômeno da reflexão total ocorre entre o quartzo e o ar. Isto implicaria num erro, por este motivo, esta questão foi modificada para a segunda aplicação.

16ª aula – aula expositiva sobre circuito oscilante e ondas eletromagnéticas.

Ocupamos quase toda a aula para isto. Baseados na geração, transmissão e recepção de ondas de rádio, começamos pela origem de uma onda eletromagnética – vibração dos elétrons da antena – e suas características, daí partimos para o circuito oscilante fechado, depois aberto e finalmente falamos da recepção. Alguns – poucos – alunos conseguiram antecipar a ocorrência da captação das ondas pela antena e conseqüente oscilação no circuito fechado do aparelho receptor. Houve boa participação. Para terminar a aula pedimos que lessem os textos referentes a estes assuntos.

17ª aula – observação de algumas simulações de computador.

Fomos à sala de informática observar as simulações de ondas eletromagnéticas, de circuitos oscilantes e do processo de leitura de um CD-ROM. Explicamos cada simulação para cada grupo. Todos os grupos se interessaram bastante pelas atividades.

18ª aula – aula expositiva sobre sistemas analógicos e digitais.

Começamos por explicar os conceitos, primeiro de uma forma mais ampla e depois seu uso restrito em eletrônica, exemplificando com os relógios analógicos e digitais. Aproveitamos o exemplo do rádio, usado anteriormente, empregando um sistema analógico e, a partir daí, introduzimos uma placa digitalizadora, explicando como acontece a digitalização de sinais analógicos. Terminamos por associar estes sistemas a exemplos do nosso dia-a-dia como telefonia celular, rádios e TV.

Questões como o uso da palavra digital – ‘marketing’ – simbolizando qualidade e da intenção da Microsoft em elaborar os programas que as futuras TVs digitais irão empregar, também foram levantadas.

19ª aula – aula integrada: história e física. – discussões sobre Ciência e Tecnologia e Sociedade.

Comparecemos em uma aula de história para fazermos o fechamento dos assuntos que eles haviam estudado com o professor desta disciplina. Empregamos a técnica da ‘tempestade de idéias’. Para iniciar levantamos a questão: Ciência e Tecnologia são importantes?

Opiniões como o uso da ciência e da tecnologia na astronomia, medicina e telecomunicações foram expostas. O desemprego causado pelas máquinas, consumismo desenfreado e a poluição, também. Uma aluna levantou o que chamamos de mito salvacionista da ciência e da tecnologia, combatida pela maioria dos colegas que usaram principalmente as tecnologias bélicas e a poluição como contra-argumentos. Nesta linha de discussão emergiu o caso do Oeste Catarinense, que sofre com problemas como da poluição da água.

Foi levantada também a regulação, ritmos de trabalho e dependência econômica e tecnológica que grandes empresas da região infringem aos seus associados, que são pequenos agropecuaristas.

Outra questão interessante que surgiu foi a constatação de que a ciência e a tecnologia não servem igualmente a todos, sofrendo influências de poder e financiamento e que, portanto, o mito da neutralidade não se sustenta. Foi levantado também o perigo do excesso de informações verificado atualmente. Nos últimos minutos da aula apareceu a questão da ‘deificação’ da ciência e da tecnologia.

Houve bastante participação por parte dos alunos e expressões de satisfação desta interação das disciplinas, tanto por parte dos alunos como do professor de história.

20ª aula – debate sobre o excesso de informações.

Inicialmente lemos os textos da apostila que tratam deste assunto e a seguir começamos a discussão. As principais questões levantadas foram: a necessidade de filtrar informações – principalmente da internet, visto que livros e revistas já possuem certo filtro – e a influência das informações veiculadas pela TV e rádio, pois atingem uma faixa bem maior de pessoas. A necessidade de reflexão sobre a competição profissional nos dias atuais, também foi levantada. Após, comentamos sobre as influências que este excesso exerce sobre a saúde, tanto física como psicológica, das pessoas. A quantidade de informação e formação necessária para o engajamento profissional foi outro fato comentado.

21ª aula – trabalho com o terceiro questionário.

Esta aula foi concedida para esclarecimentos e término do terceiro questionário. Da mesma forma que nos outros, houve muitas solicitações para esclarecimentos. Ao final da aula reclamamos com os alunos porque a maioria das atividades que foram deixadas para serem realizadas extraclasse não foi feita.

22ª aula – análise, pelos alunos, do primeiro e segundo questionários.

Entregamos os questionários já corrigidos para os alunos analisarem e esclarecerem dúvidas tanto das respostas quanto das correções. No restante da aula, alguns grupos que ainda não tinham terminado o terceiro questionário, aproveitaram para fazê-lo.

23ª aula – debate sobre ciência, tecnologia, sociedade e o ensino CTS.

Os primeiros minutos da aula foram dedicados à leitura do resumo do livro Tecno-pólio. Depois dividimos a turma em dois grandes grupos, que chamamos de: a favor e contra a ciência e tecnologia. Suas incumbências eram, respectivamente, apoiá-las e acusá-las.

As principais questões levantadas em seu favor foram: são importantes para a medicina; organizam a sociedade; oferecem confortos como meios de transporte, luz, flexibi-

lidade de horário e a possibilidade de podermos fazer muitas tarefas sem sair de casa; oferecem facilidades, rapidez e praticidade; produzem evoluções conforme nossas necessidades; velocidade de criação e transmissão de informação; ganho de tempo; prevenção de doenças.

Como pontos negativos apareceram: desemprego; danos à saúde; pode levar a extinção da humanidade; poluição; não está sendo usada para o bem; sedentarismo e emprego bélico.

Nos minutos finais fizemos um breve apanhando do que é e o que objetiva o ensino CTS.

Obs: A prova final foi aplicada pelo professor de história em duas de suas aulas.

### Comentários referentes à aplicação piloto.

A segunda aula, onde ocorreu uma discussão coletiva sobre as questões levantadas na primeira problematização, a décima primeira, décima quarta e vigésima segunda, utilizadas para reformulação dos questionários, não estavam planejadas, mas tiveram de ser introduzidas conforme o andamento dos trabalhos exigiu. O mesmo aconteceu com a décima quinta aula em que expomos a lei de Snell.

Em relação às dificuldades encontradas pelos alunos vale realçar a estranheza no ritmo e nas estratégias empregadas. Apesar de não ser de inteira novidade, eles ainda não haviam sido solicitados, ao menos de maneira mais formal, a expressarem seus conhecimentos sobre um assunto recém introduzido. A praxe era que qualquer assunto novo fosse introduzido através de uma exposição pelo professor.

Apesar de prevermos esta surpresa e por isto mantermos um número razoável – um pouco excessivo, inclusive, para o ensino CTS – de aulas expositivas, houve situações onde os alunos tiveram que, a partir de textos, recursos de multimídia, discussão com colegas, seu próprio conhecimento adquirido e auxílio do professor, estruturar e expressar seus conhecimentos. Percebemos, principalmente no início, que isto lhes causou certo desconforto, acalentado pelos momentos em que houve as tradicionais aulas expositivas.

Tínhamos consciência de que o novo requer um tempo de adaptação, mas esta aplicação mostrou que este fator precisa ser tomado em maior consideração e, em consequência, o número e o ritmo de atividades deve ser um pouco menos intenso que o normalmente previsto para metodologias a que os alunos já estejam acostumados. Por isto, retiramos alguns textos: sobre cabos coaxiais e paralelos e sobre circuitos lógicos e dispensamos um número maior de aulas para a elaboração dos questionários, na segunda aplicação.

Mesmo com estas complicações, os alunos demonstraram claramente, através de sua constante participação nas atividades propostas, a boa aceitação do estudo dos conhecimentos físicos a partir de aparatos e fenômenos cotidianos e o envolvimento da disciplina de física com as questões sociais.

Outro fato recorrente que merece ser destacado é a dificuldade de interpretação e de expressão, principalmente escrita, apresentada pelos alunos.

**Anexo 02 – Apostila utilizada.**

Recepção, Transmissão e Processamento de Dados.

## Recepção dos dados:

### Gravação e Leitura Magnéticas.

Texto: Armazenamento de informações e sua recuperação. – GREF, eletro 5, p. 146.

Obs: Se você quiser saber mais, visite as páginas: [www.cbpf.br/revistacbpf/pdf/magnetismo.pdf](http://www.cbpf.br/revistacbpf/pdf/magnetismo.pdf) e <http://www.moderna.com.br/moderna/fisica/faces/Cap.47.pdf>

## LASER

### Texto 1: Fótons - Ondas e/ou Partículas de Luz.

Albert Einstein foi quem primeiro sugeriu que um feixe de luz não é apenas uma onda eletromagnética com suas características usuais de frequência, amplitude e fase, para explicar certos fenômenos que atormentavam os físicos da época - como o Efeito Fotoelétrico, por exemplo - Einstein propôs que a luz é feita de entidades discretas (isto é, separadas e distintas entre si), com uma energia proporcional à frequência da onda luminosa: são os fótons.

Um feixe de luz monocromático de frequência  $f$  é formado por um enxame de fótons, cada um deles com uma energia  $E = h f$ , onde  $h$  é uma constante - a constante de Planck.

Como sabemos da ótica, a luz é uma onda. E os fótons? Os fótons são entidades ambivalentes. Apresentam características típicas de ondas (frequência, amplitude, fase, polarização como também de partículas (momento, localização espacial). Os físicos chamam isso de "dualidade onda-partícula" e garantem, baseados na experiência, que essa dupla personalidade faz parte da natureza da luz.

Vamos *simbolizar* um fóton por uma pequena onda com uma seta indicando sua direção de propagação. Isso só serve, é claro, para ajudar nossa percepção, sem nenhum compromisso sério com a realidade. O importante, para nosso intento de descrever o *laser*, é compreender algumas características ondulatórias dos fótons.



Os dois fótons mostrados em (A), por exemplo, têm a mesma frequência e a mesma fase.

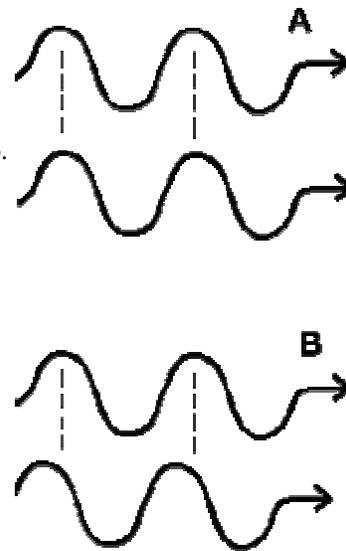
Já os fótons em (B) têm a mesma frequência mas fases diferentes: a crista de onda de um deles está adiantada em relação à crista do outro.

Em ambos os casos, os fótons têm a mesma polarização, isto é, vibram no mesmo plano - no caso simbólico, o plano da tela de seu computador.

Dois fótons que têm a mesma frequência, mesma fase e mesma polarização são ditos **coerentes**. Os fótons representados em (A) são coerentes. Os fótons em (B) não são.

Como veremos mais adiante, a principal característica da luz de um *laser* é:

**Os fótons que constituem o feixe de luz do *laser* são coerentes.**



## Texto 2: Processos de Absorção e Emissão de Fótons.

Para facilitar a visualização dos fenômenos de absorção e emissão de fótons por um átomo, usaremos uma representação gráfica. Você deve entender que isso é apenas um truque para simplificar nossa vida. Como todo modelo físico, é apenas uma "representação" do evento real.

Esse átomo imaginário pode ter dois estados, um com menor energia, chamado de **estado fundamental**, e outro, de maior energia, chamado de **estado excitado**. Um átomo real pode ter muito mais que apenas dois estados de energia mas, nessa simplificação, bastam dois.

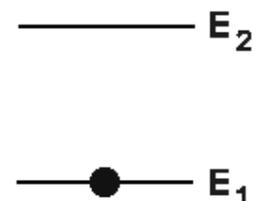
Einstein, na década de 20, identificou três processos através dos quais um átomo pode passar de um estado para o outro. Se o átomo estiver no estado fundamental é necessário fornecer a ele a energia certa para que ele passe ao estado excitado. Essa energia deve ser **exatamente** a diferença entre as energias dos dois estados.

Uma forma de fornecer essa energia é fazer incidir um feixe de luz sobre o átomo. Se a energia de um fóton constituinte da luz for **exatamente igual** à diferença de energia entre os dois estados do átomo, ele pode absorver esse fóton e passar do estado fundamental para o estado excitado.

Vamos reformular nossa descrição:

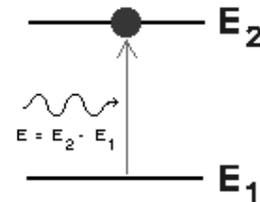
Um fóton de uma certa energia  $E$  incide sobre um átomo que está no estado fundamental. Se a energia  $E$  do fóton for **exatamente igual** à diferença entre a energia do estado excitado,  $E_2$ , e a energia do estado fundamental,  $E_1$ , isto é,  $E = E_2 - E_1$ , o átomo pode absorver o fóton e passar do estado de menor para o estado de maior energia.

Se a energia  $E$  do fóton for maior ou menor que a diferença  $E_2 - E_1$ , o fóton não pode ser absorvido e passa batido.

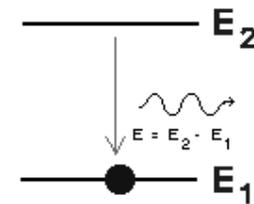


A forma "pictórica" de representar o processo de absorção é a seguinte: os dois estados do átomo são desenhados como tracinhos paralelos. O estado fundamental, de energia mais baixa  $E_1$ , é simbolizado pelo tracinho de baixo. A distância entre os tracinhos simboliza a diferença de energia  $E_2 - E_1$ . Se o átomo estiver no estado fundamental será simbolizado por uma bolinha no tracinho de baixo. É claro que você sabe como simbolizar o átomo no estado excitado.

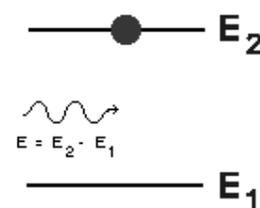
O fóton é simbolizado por um traço ondulado com uma seta na ponta. Veja como é representado o processo de absorção de um fóton de energia  $E = E_2 - E_1$ .



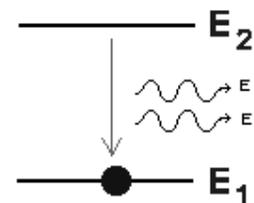
Um átomo excitado, normalmente, não fica muito tempo nesse estado. A não ser que algum fator externo o impeça, depois de um tempo muito curto ele volta ao estado fundamental. Alguns estados excitados, porém, podem ter vida mais longa e são chamados de **meta-estáveis**. Eles são essenciais para o funcionamento do *laser*.



Só existe um processo de absorção de fótons mas existem dois processos de emissão. No processo chamado de emissão espontânea o átomo passa do estado excitado para o estado fundamental sem nenhuma ajuda externa, emitindo um fóton de energia  $E_2 - E_1$ . Mas, existe outro processo de desexcitação, chamado de emissão estimulada, no qual a desexcitação é induzida por um fóton que tem exatamente a energia  $E = E_2 - E_1$ . O fóton estimulador passa incólume, sem perder nem ganhar nenhuma energia, mas provoca a emissão (estimulada) de outro fóton com a mesma energia.



Os dois fótons, estimulador e estimulado, são coerentes, isto é, têm a mesma frequência, mesma fase e mesma polarização.



Agora você já sabe o suficiente para entender como funciona um laser.

Texto 3: A Ação LASER (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation).

A idéia básica do funcionamento do *laser* é utilizar a **emissão estimulada** para desencadear uma avalanche de fótons coerentes, isto é, todos com a mesma frequência, fase, polarização e, principalmente, mesma direção de propagação. Como conseguir isso?

Vamos descrever um *laser* hipotético que tem apenas um átomo com dois níveis. É claro que essa é uma bruta simplificação pois um *laser* real tem  $10^{23}$  átomos ou mais. Mas, para nosso entendimento, basta um só átomo.

Esse átomo é colocado em um meio transparente entre dois espelhos. O espelho da esquerda reflete toda a luz que recebe e o espelho da direita reflete 99% da luz que incide sobre ele (espelho semi-prateado). Inicialmente, o átomo está em seu estado fundamental, mas um fóton vindo de fora com a energia certa irá excitá-lo (A).

O átomo demora-se nesse estado excitado que é **meta-estável** (B). Essa característica é essencial para que o *laser* funcione.

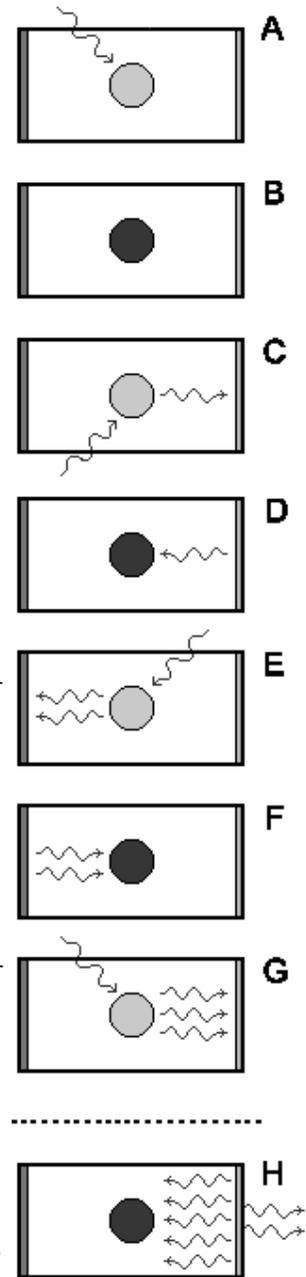
Eventualmente, ele decai emitindo um fóton. Esse fóton, emitido espontaneamente, pode ter qualquer direção e, na maioria das vezes, se perde pelas paredes laterais. Mas, em algum momento, um desses fótons sai na direção de um dos espelhos. Digamos que, enquanto o fóton se reflete no espelho da direita, outro fóton externo excita o átomo (C).

O fóton refletido vai encontrar o átomo no estado excitado e **estimula** uma nova desexcitação (D). Só que dessa vez a emissão é estimulada e o fóton resultante sai em fase e na mesma direção que o fóton estimulante - isto é, são coerentes. Enquanto isso, outro fóton externo excita novamente o átomo (E).

Agora, os dois fótons refletidos pelo espelho da esquerda vão estimular uma nova emissão (F). Teremos, então, três fótons coerentes dirigindo-se, em fase, para o espelho da direita (G).

Com a repetição continuada desses processos o número de fótons coerentes refletindo-se entre os dois espelhos cresce tanto que uma parte deles escapa pelo espelho semi-prateado (1% deles, mais ou menos). Essa luz que escapa é o feixe de nosso *laser* de um átomo. A luz desse feixe é coerente, o que faz com que o feixe seja estreito, concentrado, monocromático e bastante intenso.

**NOTA:** Na verdade, um *laser* só de dois níveis não funcionaria. Mas, para nossos propósitos puramente ilustrativos, essa simplificação serve.



Os textos acima são de autoria dos professores Ilde Guedes e José E. Moreira da UFC, encontrados no site: [www.física.ufc.br/laser1.html](http://www.física.ufc.br/laser1.html).

Obs: Consulte este site para saber sobre um pouco da história do laser e sobre os LASERS do filme Guerra nas Estrelas.

## Código de Barras.

Texto 1: Funcionamento do leitor de código de barras.

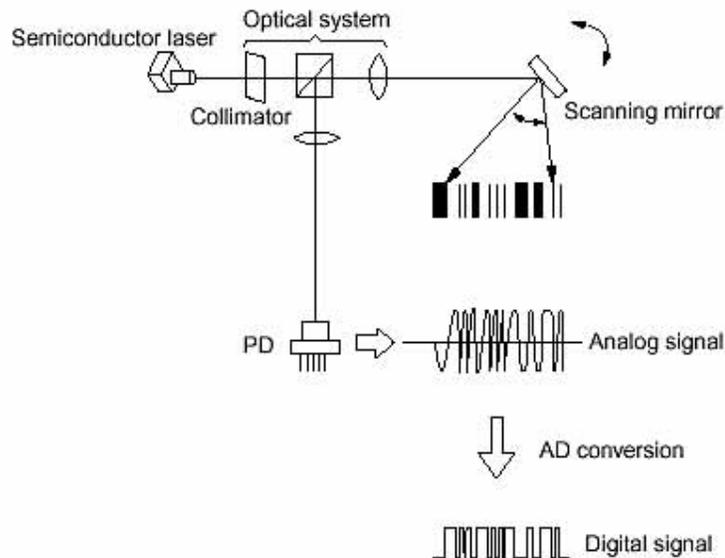


fig. 1-3

O laser emitido pelo diodo atravessa o sistema ótico e é refletido para escanear o código de barras. A luz emitida sobre as barras de código é absorvida pelas barras pretas e refletida pelas brancas. A luz refletida é direcionada para um fotodiodo, onde é convertida em sinais analógicos que representam o código de barras. Então os sinais analógicos são convertidos em digitais e decodificados, obtendo assim o significado do código.

Disponível no site: <http://tesla.eletrica.ufpr.br/ie02/1km95/aplicacoes.html>

Obs: Se você quer saber como ler o código de barras e calcular o dígito verificador, acesse o site:

<http://educar.sc.usp.br/youcan/upc/barcode.html>.

## Efeito fotoelétrico.

O efeito fotoelétrico é a denominação usada para a emissão de elétrons provocada por ação de radiação (luz), especialmente radiação ultravioleta. A primeira observação deste fenômeno foi feita por

Heinrich Hertz, em 1886 e 1887, enquanto realizava as experiências que vieram a confirmar a existência de ondas eletromagnéticas e a teoria de Maxwell sobre a propagação da luz.

Durante as experiências, Hertz percebeu que a luz ultravioleta facilitava a descarga elétrica entre dois eletrodos (a luz provocava a emissão de elétrons da superfície do cátodo).

Em 1900, Lenard comprova que a radiação faz o metal emitir elétrons. Estudos detalhados do efeito fotoelétrico levaram a teoria ondulatória da radiação eletromagnética a ser contestada, pois as características deste efeito não poderiam ser satisfatoriamente explicadas pela mesma.

Em 1905, Einstein propôs uma nova teoria para a luz segundo a qual a energia radiante é quantizada em pacotes concentrados, chamados fótons, de energia  $E=hf$ , onde  $f$  é a frequência da radiação e  $h$  a constante de Planck, proposta pelo mesmo originalmente para explicar a radiação de corpo negro.

Retirado com adaptações do site: <http://socrates.if.usp.br/~paulucci/arquivos>.

## Automação bancária.

### Texto 1: A Revolução Tecnológica nos Bancos.

Atualmente, mudaram as formas de execução e organização do trabalho bancário, diante da intensificação das inovações tecnológicas e organizacionais implementadas nos bancos. A tradicional matéria-prima do trabalho bancário, o papel, vai sendo substituída cada vez mais rapidamente pelos dados armazenados e manipulados em sistemas eletrônicos, baseados em redes de computadores. Transmutada em números e dados diversos, arquivados nas fitas e memórias dos computadores, a forma dinheiro de mercadoria adquire assim uma nova dimensão: torna-se capital-dinheiro sob a forma efêmera e volátil de impulsos eletrônicos.

No contexto de uma revolução tecnológica que se processa em nível mundial, caracteriza por Jean Lojkine pela “passagem da máquina-ferramenta ao sistema de máquinas auto-reguladas – o que implica a capacidade das instalações automatizadas de substituir não somente a mão humana, mas também as funções cerebrais requisitadas pela vigilância das máquinas-ferramenta”, a automação acarretaria mudanças de grande envergadura no cotidiano de trabalho nos bancos.

Inovações organizacionais com impactos na produtividade, nas condições de trabalho e no perfil dos trabalhadores, além de novas formas de gestão da força de trabalho, seriam introduzidas concomitantemente à informatização, lançando novos desafios ao movimento sindical e gerando manifestações variadas dos trabalhadores nos locais de trabalho.

A introdução da tecnologia de base microeletrônica no sistema financeiro nacional, a partir da década de 60, efetivou-se através de quatro momentos distintos, de acordo com Sônia Laranjeira (1993):

- O primeiro, no início dos anos 60, com a criação de centros de processamento de dados (CPDs) baseados em computadores de grande porte, centralizaram a grande massa de dados referentes a todas as transações das agências e do conglomerado como um todo. A partir de então, os lançamentos nas contas dos correntistas passam a ser efetuados à noite e as listagens atualizadas enviadas às agências no dia seguinte.

A criação dos CPDs modificava substancialmente a organização do trabalho nos bancos. As agências perdiam a relativa autonomia que detinham quanto aos serviços de contabilização. A partir daquele momento, grande parte das tarefas contábeis antes realizadas na retaguarda das agências são transferidas aos CPDs, iniciando-se um processo de fragmentação e esvaziamento no conteúdo do trabalho daquele bancário tradicional, conhecedor de contabilidade e detentor de uma visão mais global do processo de trabalho.

A cisão entre aqueles que concebem, planejam e controlam o processo de trabalho e aqueles que simplesmente o executam, fundamento da “organização científica do trabalho”, manifesta-se de modo peculiar no trabalho bancário.

Novos postos de trabalho relacionados às operações informáticas iam sendo criados nos bancos. Surgiam os digitadores e os conferentes, responsáveis pela entrada e conferência de dados, tarefas bastante simplificadas e padronizadas. Simultaneamente, cargos técnicos mais especializados iam sendo incorporados aos quadros de carreira dos bancos, nas funções de operação, programação e análise de sistemas.

- O segundo momento, chamado automação de “vanguarda”, nos primeiros anos da década de 80, com a implantação do sistema *on line*, que interconectava as diversas agências do banco em tempo real, através dos quais as movimentações das contas correntes são atualizadas imediatamente.

Mudanças importantes produziam-se na organização e no conteúdo do trabalho bancário. O trabalho dos caixas, por exemplo, alterava-se significativamente. A introdução do *on line* possibilitava aos caixas o acesso aos dados necessários à execução de suas tarefas diretamente no terminal de computador. Aumentava drasticamente sua produtividade. Por outro lado tornava mais seguro seu trabalho, diminuindo os riscos de erro.

O trabalho de suporte ao atendimento nas agências, chamado “de retaguarda”, diminuía de importância à medida que se automatizavam os bancos. Nos momentos iniciais ele foi transferido em grande parte aos CPDs, com a introdução do *on line*, diversas rotinas efetuadas na retaguarda das agências iam sendo eliminadas, enquanto se reduzia fortemente a quantidade de papéis a serem manipulados, ante sua absorção pelo computador. Configura-se, também, um processo de desvalorização das funções de digitador e conferente, que implicaria demissões ou transferências.

Desenvolveu-se o chamado auto-atendimento, através do qual os clientes operam diretamente os terminais de computador instalados nas agências, por meio de cartões magnéticos, dispensando a presença de funcionários.

- O terceiro, iniciado em meados de 80 e considerado automação de “retaguarda”, “constitui-se na utilização de terminais nas agências bancárias ligadas ao computador central, permitindo o fornecimento de dados, em rede, para o conjunto das agências do banco”.

Segundo Sônia Laranjeira, esse momento “caracteriza-se pela redução ou mesmo eliminação do trabalho *manual* de manuseio com papéis”. O sistema *on line* estende-se agora aos serviços internos dos bancos, em apoio às operações de cobrança, empréstimos, seguro e poupança, dentre outras.

- O quarto, finalmente, constituído a partir do final dos anos 80, caracteriza-se pela captura e transferência eletrônica de dados externamente às agências bancárias. Possibilitava às pessoas físicas ou jurídicas realizarem operações financeiras, tais como aplicações, transferências de créditos, pagamentos, nas residências, empresas ou lojas, mediante a utilização de serviços sofisticados, disponíveis para uma clientela seleta: videotexto (informações na tela de TV dos usuários), *áudio responder* (via telefone), *eletronic data interchange* – EDI (utilizado por pessoas jurídicas, possibilita pagamento eletrônico de contas, negociação de prazos de entrega de mercadorias, comunicação entre empresas, realização de investimentos e financiamentos, entre outras operações), *Office bank* (exclusivo para pessoas jurídicas, permite a realização de operações instantâneas através da conexão entre o computador da empresa e o do banco), *home bank* (computadores do banco conectados ao terminal de computador do cliente), poupança automática, entre outros.

Segundo Helena Ely (1992): “Com a difusão dos serviços de auto-atendimento, parte do trabalho de digitação, antes realizada pelo bancário/caixa, passa a ser feita pelo próprio cliente. A ligação eletrônica entre empresas e banco, através dos *home bank*, eliminou grande parte da troca de documentos e dos procedimentos relativos ao arquivamento destes papéis nos bancos. A difusão do uso dos cartões magnéticos, no comércio e nas agências bancárias, reduziu o uso dos cheques no mercado, diminuindo as atividades relativas ao processamento destes papéis na instituição financeira”.

Adaptação do texto - A revolução Tecnológica nos Bancos, capítulo 2 do livro: O mister de fazer dinheiro: automatização e subjetividade no trabalho bancário, de Nise Jinkings.

## Texto 2 - Emprego Bancário: as “razões” da redução.

São vários os fatores que têm contribuído para a redução do número de bancários. Entre os fatores estruturais destaca-se, em primeiro lugar, a *automação*. Esta permitiu eliminar a interferência direta do trabalhador em uma série de tarefas que compõem o processo de trabalho bancário. Observa-se um imenso investimento em infra-estrutura de telecomunicações e informática: somente nos anos de 1998 e 1999 foram investidos cerca de R\$ 4,3 bilhões.

Segundo dados da Federação Brasileira das Associações de Bancos (Febraban), o número de equipamento de auto-atendimento dentro e fora das agências passou de 31.400 em dezembro de

1994 para 97.697 cinco anos depois. No mesmo período, o número de usuários de *home/Office banking* passou de 107.600 para 5.920.000 (sendo 620 mil empresas). Alguns dos grandes bancos, O Banco do Brasil e o Banco Itaú, por exemplo, já divulgam que mais de 70% de suas transações são realizadas via auto-atendimento e atendimento remoto.

Parte do documento: Igualdade de oportunidades, para todos. Confederação Nacional dos Bancários. Formato PDF. São Paulo, 2001.

### Texto 3: Tabela - Número de ocupados no setor bancário Brasil - 1989/1999

Anos	Nº. de ocupados
1989	811.425
1990	740.745
1991	687.326
1992	669.413
1993	666.443
1994	624.756
1995	558.691
1996	497.109
1997	463.329
1998	420.218
1999	414.803

Fonte: Caged- MTB

Elaboração: Dieese

Tabela encontrada no artigo: Reestruturação e Automação Bancária versus Emprego: um balanço ao final dos anos 90. Arno Schmitz e Alzir Antonio Mahl. Disponível em [http://www.upf.tche.br/cepeac/download/artigo04\\_15.pdf](http://www.upf.tche.br/cepeac/download/artigo04_15.pdf).

### Texto 4: Tendências atuais da automação bancária.

Atualmente, as evoluções têm ocorrido especialmente (em termos físicos) fora da agência, os escritórios administrativos e nas instalações do cliente. O princípio básico é fazer com que o cliente não necessite se dirigir às agências, ou seja, o cliente pode realizar o maior número possível de operações em terminais externos ou em sua residência ou escritório. A primeira evolução significativa foi a instalação de caixas automáticos em locais públicos, as quais permitem ao usuário realizar operações como saques, depósitos, pagamentos e consultas de saldos. Após isso, passou-se a utilizar vários serviços, tais como o telemarketing, que possibilita o acionamento de serviços e atendimento aos clientes por telefone, e o office banking, utilizado especialmente pelos clientes pessoa jurídica na emissão de cobranças diretamente das empresas, eliminando-se, em alguns casos, a necessidade da entrega de documentos em agências.

Esses sistemas funcionam através de softwares que são instalados no computador pessoal ou da empresa, os quais ainda são uma forma restrita a algumas movimentações financeiras. Em expansão também está a instalação dos caixas automáticos que oferecem amplos serviços, sem que, para isso, seja exigida a presença de qualquer funcionário.

Existem, ainda, outros serviços em franca evolução, como o home banking e o internet banking, utilizados via acesso telefônico ou via internet no computador do cliente, oferecendo serviços em tempo real semelhantes aos serviços do office banking.

Atualmente, a qualidade dos serviços bancários oferecidos passa a estar baseada na capacidade de pôr à disposição dos clientes um sistema on-line em tempo real plenamente integrado, interativo e descentralizado. Enquanto os bancos procuram ficar com suas agências cada vez mais independentes e orientadas para o cliente, sua posição competitiva passa a depender do oferecimento ao cliente, em casa ou em local de trabalho, de informações completas que possam capacitar a tomada de decisões nos negócios em relação ao maior número possível de produtos.

Parte do mesmo artigo acima citado.

## Transmissão dos dados:

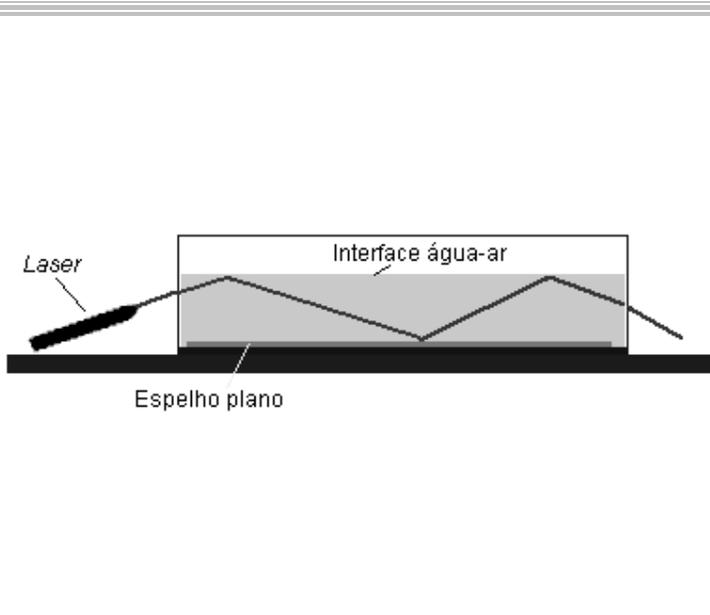
Linhas de transmissão.

Texto: Fibra óptica.

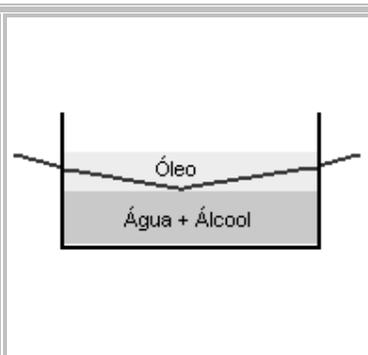
### EXPERIMENTO 1 – REFLEXÃO TOTAL

Essa experiência é uma demonstração desse fenômeno. Um feixe de luz é desviado por refração ao passar da água para o ar. Se o ângulo de incidência exceder o chamado "ângulo crítico", o feixe se reflete totalmente e permanece na água.

Use, de preferência, um aquário longo e raso. A fonte de luz pode ser um desses *lasers* de apontar que os conferencistas costumam usar. Faça o feixe de luz penetrar no aquário com um ângulo tal que a incidência na superfície entre a água e o ar seja maior que o ângulo crítico. Para uma interface entre o ar e a água o ângulo crítico é de uns  $50^\circ$ . Colocando um espelho no fundo do aquário é possível conseguir várias reflexões totais na interface superior, como vemos na figura ao lado.



Uma variação interessante consiste em formar duas camadas de líquidos diferentes, com índices de refração diferentes. Por exemplo, o óleo vegetal tem densidade menor que uma mistura de água e álcool isopropílico, e, portanto, flutua em uma camada superior. No entanto, seu índice de refração é maior que o índice de refração da mistura. Incidindo o feixe do *laser* sobre a interface entre os dois líquidos com um ângulo maior que o ângulo crítico, o feixe é refletido totalmente para cima. Nesse caso, temos uma situação semelhante a que surge nas miragens.



#### Análise

Esse fenômeno pode ocorrer quando a luz vem de um meio de maior índice de refração para outro de menor índice de refração. É o caso da luz vindo da água ( $n = 1,33$ ) para o ar ( $n = 1,0$ ). Se o ângulo entre o feixe incidente e a normal (isto é, uma reta perpendicular à interface no ponto onde a luz incide), for maior que o ângulo crítico o feixe de luz não atravessa a interface mas se reflete de volta para a água. O seu aquário é um modelo de fibra

óptica, onde a luz viaja confinada pela reflexão total.

O ângulo crítico nesse caso é de  $48,75^\circ$ . Como achar esse valor? Ele corresponde a um ângulo de incidência que resulta em um ângulo de refração igual a  $90^\circ$ . Usando a Lei de Snell,  $\text{sen } I / \text{sen } R = n(\text{água})$ , com  $R = 90^\circ$  e  $n(\text{água}) = 1,33$ , obtemos  $I = \text{ângulo crítico} = 48,75^\circ$ .

Texto extraído do site: <http://www.ced.ufsc.br/men5185/index.php?opcao=laser>

### Transmissão pelo ar:

Texto 1: Circuito oscilante. Apostila do GREF, eletro 5, p. 127.

Texto 2: Onda eletromagnéticas. Apostila do GREF – eletro 5, p.138.

Obs: Uma simulação de ondas eletromagnéticas pode ser encontrada no site acima.

### Circuitos analógicos e digitais:

Texto 1: Digital Electronis: Analog versus Digital. (Nicolescu, p. 89,92).

Texto 2: Analógico ou Digital? Apostila eletro 5 do GREF, p.148.

### Excesso de informação.

Texto 1: Fluxos de informação.

A revolução da informação assenta-se na emergência de um conjunto de indústrias que participam da onda contemporânea de inovação tecnológica. Ela movimentou uma gama crescente de mercadorias, que envolvem computadores pessoais, *softwares*, satélites espaciais, aparelhos de telefonia celular e videotexto, centrais e cabos telefônicos de fibras óticas e muitas outras que estão por vir. As suas ramificações abrangem setores tão distintos quanto a indústria de armamentos, a de telecomunicações e a de eletrodomésticos.

Contudo, provavelmente as suas maiores repercussões são as indiretas. A revolução da informação possibilita um salto na unificação do mercado mundial. A globalização dos mercados financeiros, deflagrada nos anos 80, não poderia ter sido fruto exclusivamente das idéias econômicas liberais. (...) Os satélites de comunicações e as redes de computadores tornaram possível a realização de operações entre os mercados de moedas, títulos e ações ao redor do planeta 24 horas por dia, em tempo real.

A etapa crucial dessa revolução foi ultrapassada a partir da configuração de uma autopista global da informação: a Internet. A rede nasceu nos Estados Unidos, no longínquo ano de 1969,

sob a denominação de Arpanet, a partir da interligação de pequenas redes locais operadas por centros de pesquisa e universidades. Entretanto, a sua expansão explosiva ocorreu apenas no início da década de 90, com a difusão dos computadores pessoais, dos cabos telefônicos de fibra ótica e das empresas de serviços *on-line*.

Sob o ponto de vista cultural, a Internet funciona como vanguarda da difusão da língua inglesa, que se consolida como idioma internacional. O seu poder de disseminação de modos de pensar e enxergar o mundo contribui para a circulação de mercadorias culturais, de diversão e entretenimento geradas nos Estados Unidos.

Cultura e economia caminham juntas. A autopista mundial da informação atua do sentido da padronização do gosto e das demandas de consumo, e da difusão global das marcas divulgadas pelas corporações. (...) Nesse sentido, a rede realiza a utopia empresarial de uma feira mundial de mercadorias, exposta permanentemente diante de todos os consumidores do planeta.

Adaptado do livro: Globalização: Estado Nacional e Espaço Mundial, p. 30/1.

## Texto 2: Excesso de informação provoca ignorância.

(Gilberto Dimenstein. Disponível em [www.aprendiz.com.br](http://www.aprendiz.com.br), 25 mai 2000).

Empresas americanas de alta tecnologia experimentam nova escala de trabalho para seus empregados mais qualificados. É o mês de apenas três semanas. Diante da percepção de que o fluxo de informação sobre descobertas assumiu proporções jamais vistas, empresas separam uma semana apenas para pesquisa e reciclagem. (...) O tempo de estudo permite atualização permanente, fator vital em negócios que não param de se renovar a cada dia – e, por isso, não param de tirar gente da competição.

Por trás desse movimento desesperado pela constante atualização, especialistas de recursos humanos e professores de administração identificam a crise do excesso de informação. É algo que seria tão ameaçador como carência de informação. Daí que começa a surgir nos Estados Unidos uma nova profissão com ares de moda: profissional do conhecimento. O profissional do conhecimento ajudaria as empresas a lidar com a torrente de dados, evitando desperdício de tempo e atenção. Eles transformariam informações em conhecimento. Ou seja, algo útil, aplicável em suas atividades.

(...) A imensa maioria dos leitores, telespectadores e ouvintes, mesmo os mais educados, não sabe onde leu, ouviu ou viu a notícia. Esse fenômeno já é verificável inclusive entre jornalistas, confusos diante de tantas fontes, lançando uma profusão de notícias simultaneamente.

Estudos lançados por especialistas em recursos humanos dão a seguinte dica: vai sobreviver quem melhor souber aprender como aprender. O trabalhador deve ter uma formação ampla, treinada na diversidade e flexibilidade, para acompanhar a velocidade. Perde quem memoriza, copia, decora, é preso a regras e costumes.

Adaptado do texto 1, p. 275, do livro: Geografia para o Ensino Médio, de Moreira e Sene. Editora Scipione, 2002.

### Texto 3: Excesso de informação acaba sendo armadilha.

(Daniela Falcão – Folha de São Paulo, 21 set. 2000).

Dificuldade de concentração, ansiedade, cansaço ao acordar e incapacidade de tomar decisões simples como escolher um filme ou que prato comer. Se você anda sentindo parte desses sintomas talvez seja o caso de pensar duas vezes antes de comprar mais um livro ou assinar a revista recém-lançada. A abundância de informações produzidas nos últimos 30 anos, a facilidade em acessá-las graças à Internet e a voracidade do homem em querer saber sempre mais – potencializada pela competição profissional – estão deixando executivos, médicos, analistas financeiros e profissionais de tecnologia literalmente doentes.

“Informação não é mais sinônimo de resolução de problemas. Muitas vezes, vira até a causa deles. O excesso de notícias pode ser tão ruim quanto a ignorância, dificultando a tomada de decisões e levando à paralisia”, analisa o psicólogo britânico David Lewis.

“O cérebro possui mecanismo de filtragem que evitam a absorção de informação em excesso. Mas, quando a pessoa quer prestar atenção em tudo, ela neutraliza o filtro e passa a absorver tudo. Só que não consegue processar essa enxurrada de informações direito e termina tendo um decréscimo de capacidade de raciocinar analiticamente”, explica a psicóloga Marilda Lipp, do Laboratório de Estresse da PUC-Campinas.

A reação do corpo à enxurrada de dados do mundo moderno tem boa explicação. Mais unidades de informação foram produzidas de 1970 para cá do que ao longo dos últimos 5000 anos. “O cérebro humano foi preparado para absorver um número limitado de informação por unidade de tempo. Mas o mercado de trabalho cada vez mais competitivo fez o homem desrespeitar os limites, indo além do que consegue dar conta”, afirma João Figueiró, psicoterapeuta do Hospital das Clínicas (SP).

A cada dia, mil novos títulos de livros são editados no mundo. Só a Índia produz 800 filmes por ano (nos Estados Unidos a média é 450), e cada norte-americano recebe pelo correio cerca de 60 bilhões de folhetos de propaganda anualmente. (será???)

Adaptado do texto 2, p. 276, do livro acima citado.

## Processamento dos dados:

Semicondutores:

Texto: A eletrônica e os computadores. (Amaldi, p. 320/327).

Resumo do livro: Tecnopólio. A rendição da cultura à tecnologia.

(Neil Postman.)

Neste livro o autor faz um alerta sobre as conseqüências que uma submissão tecnológica irrefletida podem trazer a um povo, em especial ao que ele chamou de rendição do povo americano à tecnologia. Ele não se coloca, em absoluto, contra a tecnologia, mas chama à atenção de que “o crescimento descontrolado da tecnologia destrói as fontes vitais de nossa humanidade. Cria uma cultura sem base moral. Mina certos processos mentais e relações sociais que tornam a vida humana digna de ser vivida.”, pretendendo ser “uma voz discordante para moderar a gritaria feita pelas multidões entusiásticas.”

Para um embasamento histórico classifica as culturas em três tipos: as que usam ferramentas, as tecnocracias e o tecnopólio.

A cultura das ferramentas se caracteriza pela integração entre estas e a cultura com a qual está relacionada – a idade média européia, por exemplo –. As ferramentas podem estar presentes em pequena ou grande quantidade nestas sociedades, mas não são invasoras, não ferem suas crenças ou a ideologias, não impõe contradições significativas às visões de mundo das pessoas que a elas pertencem.

Para o autor, as tecnocracias têm origem na idade medieval a partir de três invenções: o relógio mecânico, a imprensa e o telescópio. Mas foi a partir de Bacon, com sua visão de ciência e tecnologia voltadas à satisfação das necessidades humanas com fins ao desenvolvimento e riqueza, que a tecnocracia ganha um impulso maior.

A tecnocracia desenvolveu-se em detrimento dos costumes sociais e das tradições religiosas. As pessoas antes de filhos de Deus ou cidadãos, tornaram-se consumidores. A América do século XIX viveu esta cultura muito intensamente. Mas no início do século XX – o surgimento do fordismo, para alguns autores ou o julgamento de Scopes, para o autor deste livro – começa a cultura do tecnopólio.

Segundo Postman, um dos princípios básicos do tecnopólio é a “*idéia de que qualquer tipo de técnica pode pensar por nós*” e se caracteriza pela “*submissão de todas as formas de vida cultural à soberania da técnica e da tecnologia*”.

Uma preocupação demonstrada pelo autor é a busca e distribuição exacerbada por informações, originada pela prensa tipográfica e fortemente impelida, no tecnopólio, pelas tecnologias

atuais. Outra definição de tecnopólio, inclusive, apresentada pelo autor baseia-se nesta característica: *“De fato, uma outra maneira de definir um tecnopólio é dizer que seu sistema de defesa contra a informação é inoperante.”*, ou *“para dizer de outra maneira: o meio onde floresce o tecnopólio é um meio em que foi cortado o elo entre a informação e o propósito humano, ...”*.

O Tecnopólio *“é um estado de cultura. Também é um estado de mente. Consiste na deificação da tecnologia, ...”* onde as pessoas se convencem que o progresso técnico é a realização suprema do homem e através dele podem solucionar todos os seus dilemas. Onde elas não tomam decisões morais, só práticas.

Como o tecnopólio enfraqueceu as instituições sociais que controlavam o fluxo de informações, este fluxo descontrolado devastou as teorias nas quais se baseavam as escolas, as famílias, os partidos políticos, a religião e a própria nacionalidade e ele teve que, obsessivamente, correr atrás de mecanismos para realizar este controle, e o fez, com métodos técnicos: a burocracia, a especialidade e a maquinaria técnica.

Um exemplo interessante citado com detalhes pelo autor é o caso da medicina atual. Para fazer um resumo e usando suas palavras:

*“... a tecnologia não é um elemento neutro na medicina: os médicos não apenas usam tecnologias, mas também são usados por elas. ... a tecnologia cria seus imperativos próprios e, ao mesmo tempo, cria um amplo sistema social para reforçar seus imperativos. ... a tecnologia muda a prática da medicina, redirecionando para onde eles devem concentrar sua atenção e reconceitualizando a maneira como vêem os pacientes e a doença.”*

Outro exemplo colocado pelo autor refere-se às mudanças nas relações entre os homens com a informação, com o trabalho e com a própria natureza: *“... o computador redefine os humanos como ‘processadores de informação’ e a própria natureza como informação a ser processada.”* Ele alerta que o antropomorfismo “máquina-humana”, mais que divertido, reflete uma profunda mudança na percepção sobre relacionamento entre o computador e o homem. Se o computador tem características humanas como vontade e razão, também pode tomar decisões. E aí acontece o fenômeno chamado “mudança de agente” – termo que o autor empresta de Milgram –, isto é, responsabilidades humanas são transferidas a outros agentes, no caso, o computador.

Referências Bibliográficas referentes à apostila utilizada pelos alunos.

**Amaldi, Ugo.** Imagens da Física: as idéias e as experiências, do pêndulo aos quarks. São Paulo: Scipione, 1995.

**Church, J.** Código de Barras. Disponível em <<http://educar.sc.usp.br/youcan/upc/barcode.html>>. Acesso em 21.09.2003.

**Fazio, Luciano.** Igualdade de oportunidade para todos. Confederação Nacional dos Bancários. Formato PDF. São Paulo, 2001. Arquivo: Rostobancário (1012 bytes). Disquete 3,5. Pdf.

**Grupo de Reelaboração do Ensino de Física – GREF.** Leituras de Física: eletro 5. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1998. Disponível em:< <http://http://axpfep1.if.usp.br/~gref/>>. Acesso em 21.09.2003.

**Guedes, Ilse e Moreira, J. E.** LASERS. Física. UFC – sessões especiais. Disponível em <http://www.fisica.ufc.br/laser.htm>. Acesso em 21.09.2003

**Jinkings, N.** O mister de fazer dinheiro: automatização e subjetividade no trabalho bancário. SBSP: São Paulo, 1995.

**Magnoli, Demétrio.** Globalização: estado nacional e espaço mundial. São Paulo: Moderna, 1997.

**Miyasaki, L. K.** Diodo Laser SLD1137VS: Aplicações – funcionamento do leitor de barras de código. Disciplina: Instrumentação Eletrônica. Professor: Eduardo Parente Ribeiro. Disponível em <http://tesla.eletrica.ufpr.br/ie02/lkm95/aplicacoes.html>. Acesso em 21.09.2003

**Moreira, J. C. e Sene, E.** Geografia para o ensino médio: geografia geral e do Brasil: vol. Único. São Paulo: Scipione, 2002.

**Nicolescu, Adam.** Wonders of Technology. 2. ed. Vol. 2. Virginia Commonwealth University, 2000.

**Pádua, L. A. S.** Laser e Fibra Óptica. MEN - Departamento de Metodologia de Ensino – Centro de Ciências da Educação – UFSC. Disponível em <<http://www.ced.ufsc.br/men5185/index.php?opcao=laser>>. Acesso 21.09.2003.

**Pires, A. M., Machado, L. P. e Orselli, M. I.** Efeito Fotoelétrico – Relat Foto.pdf. Laboratório de estrutura da matéria – USP. Disponível em <<http://socrates.if.usp.br/~paulucci/arquivos>>. Acesso em 21.09.2003.

**Postman, N..** Tecnopólio: A rendição da cultura à tecnologia. Tradução: Reinaldo Guarani. São Paulo: Nobel, 1994.

**Schmitz, A. e Mahl, A. A.** Reestruturação e Automação Bancária versus Emprego: um balanço ao final dos anos 90. Teor. Evid. Econ., Passo Fundo, v.8, n.15, p. 67-82, novembro 2000. Disponível em <[http://www.upf.tche.br/cepeac/download/artigo04\\_15.pdf](http://www.upf.tche.br/cepeac/download/artigo04_15.pdf)>. Acesso em 21.09.2003.

### Anexo 03 – questionário para coleta de opiniões.

“Este instrumento tem por objetivo possibilitar a sua participação no processo de avaliação do trabalho realizado. Sua identificação é opcional justamente com o intuito de deixá-lo à vontade para que o preencha com tranquilidade e honestidade. Sua opinião é relevante, portanto, realize esta tarefa com a maior seriedade possível, tendo em mente que poderá auxiliar outros estudantes e professores.”

1. Anteriormente a este trabalho, você já tinha se dado conta do que a Ciência e a Tecnologia representam para a sociedade atual?

Sim  Não

2. Você acha importante estas reflexões?

Sim  Não

Justifique: .....

3. Estudar os conceitos da física, relacionando-os aos fenômenos e equipamentos do nosso dia-a-dia, pode ser considerado:

Bom  Satisfatório  Ruim

4. Estudar Física, relacionando os conhecimentos científicos e tecnológicos a questões sociais:

É importante.

A disciplina de Física não deveria se envolver com estas questões.

Tanto faz.

5. Quanto à compreensão, os conteúdos estudados podem ser considerados:

Difíceis  Fáceis  Médios

6. Esta maneira de estudar Física:

Facilita a aprendizagem.

Dificulta a aprendizagem.

Não faz diferença.

7. Esta experiência de ensino fez você mudar a maneira de ver o estudo da Física?

Sim  Não

Justifique: .....

8) Estudar Física desta forma é:

Mais interessante.

Menos interessante.

Não faz diferença.

9) Você recomendaria a aplicação deste trabalho em turmas futuras?

Sim  Não

Justifique:

.....

10) Se você respondeu sim na questão anterior, o que você acha que pode ser melhorado?

11) Fique a vontade para colocar neste espaço, sugestões, críticas ou algo que você gostaria de dizer e que não foi abordado.

#### **Anexo 04 – Roteiro de entrevista.**

- ✓ Reflexão sobre questões sociais:
  - Existência de preocupações sociais anteriores à experiência didática.
  - Alterações produzidas por este trabalho.
    - Percepção e reflexão sobre estes temas.
    - Visão da disciplina de Física.
- ✓ Opinião sobre a experiência de se estudar conceitos físicos a partir de equipamentos pertencentes ao dia-a-dia.
- ✓ Opinião sobre a experiência da inclusão de temas sociais na disciplina de Física.
- ✓ Conteúdos:
  - Quanto à compreensão.
  - Quanto ao interesse.
- ✓ Visão geral do estudo de Física com estas características.
  - Recomendação a futuras aplicações.
  - Correções sugeridas.
- ✓ Em aberto para qualquer outro comentário.