



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

Faculdade UnB Planaltina

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

PROPOSTAS DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA E OS OBJETIVOS EDUCACIONAIS ESTABELECIDOS PELA LEI DE DIRETRIZES E BASES DA EDUCAÇÃO NACIONAL, LDB/96.

José Cláudio Reis Santiago.

Brasília – DF

Novembro – 2011



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

Faculdade UnB Planaltina

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS

PROPOSTAS DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS NO ENSINO DE FÍSICA E OS OBJETIVOS EDUCACIONAIS ESTABELECIDOS PELA LEI DE DIRETRIZES E BASES DA EDUCAÇÃO NACIONAL, LDB/96.

José Cláudio Reis Santiago

Dissertação realizada sob orientação do Prof.^o Dr.^o Ivan Ferreira da Costa e apresentada à banca examinadora como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências. Área de Concentração: Ensino de Física, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da UnB.

Brasília, DF

Novembro - 2011

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

FICHA CATALOGRÁFICA

Santiago, José C. R.

Propostas de Atividades Experimentais no Ensino de Física e os Objetivos Estabelecidos pela LDB/96 / José Cláudio Reis Santiago – Brasília, 2011. Dissertação de Mestrado, apresentada ao Instituto de Ciências Biológicas, Instituto de Física, Instituto de Química do Programa de Pós-Graduação de Ensino de Ciências da Universidade de Brasília/UnB. Área de concentração: Ensino de Física.

1. Livros Didáticos. 2. Ensino de Física. 3. Experimentação 4. Ensino Médio. I. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

JOSÉ CLÁUDIO REIS SANTIAGO.

Atividades Práticas Experimentais no Ensino de Física e os Objetivos Educacionais Estabelecidos pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB/96.

Dissertação realizada sob orientação do Prof.^o Dr.^o Ivan Ferreira da Costa, sob coorientação da Prof.a Dr.a Eliane Mendes Guimarães, e apresentada à banca examinadora como requisito parcial e obrigatório para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências – Área de concentração: Ensino de Física, pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências da Universidade de Brasília – UnB.

Aprovada em _____ de novembro de 2011.

BANCA EXAMINADORA

Prof^o . Dr^o . Ivan Ferreira da Costa.
(Presidente – Faculdade UnB /Planaltina)

Prof^o . Dr^o . Élio Carlos Ricardo.
(Membro externo - USP / São Paulo)

Prof^o . Dr^o . Roberto Ribeiro da Silva.
(Membro interno - Instituto de Química da UnB /Brasília).

Prof^o . Dr^o . Paulo Eduardo de Brito.
(Membro Suplente – Faculdade UnB/ Planaltina).

Dedicatórias.

À Raimunda R. Santiago, minha atenciosa e trabalhadora mãe.

À Ana Cláudia R. Santiago, irmã amiga distante e sempre presente.

À Antônio Santiago, pai presente e conselheiro.

À David Santiago, irmão companheiro de toda a família.

Á todos os professores do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da UnB. Educadores, orientadores e pesquisadores.

José Cláudio.

Agradecimentos

Agradeço imensamente ao Professor Dr. Ivan Ferreira da Costa pela efetiva disposição para contribuir com a concretização deste trabalho.

Agradecimentos à Professora Dr.a, Orientadora e colega Eliane Mendes Guimarães pelo incentivo e indicação de excelentes fontes de pesquisa no momento preciso de alterar o curso do trabalho. Incentivo, atenção, inteligência e modéstia nos faz seguir de forma mais confiante e objetiva.

Agradeço ainda a todos os professores e funcionários deste Programa de Pós-Graduação por ter propiciado um ambiente organizado, de responsabilidade, de atenção, de integração e de respeito. Quase todos os professores, em algum momento, foram também orientadores.

José Cláudio Reis Santiago.

RESUMO.

Por meio de um estudo da adequação das propostas de atividades experimentais (AE) presentes nos livros didáticos de Física de ensino médio (EM) aos objetivos educacionais (OE) estabelecidas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional LDB/1996, buscamos investigar se tais propostas estão de acordo com os referidos objetivos. A nossa preocupação nesta pesquisa pode ser entendida na seguinte questão: As propostas de AE foram elaboradas de tal forma que seus conteúdos estejam relacionados aos OE? Como forma de avaliar a existência desta relação, empregamos uma metodologia quantitativa para, a partir das competências e habilidades presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNEM), encontrar a probabilidade mínima de que cada um, entre os quatro OE, recebesse a contribuição das propostas de AE. Para a interpretação qualitativa dos dados coletados, utilizamos um mini-corpus de expressões lingüísticas. Nossos resultados mostram que tais propostas estão em desacordo com as referidas finalidades das diretrizes oficiais do EM. Sabemos que a concretização dos OE depende da formação e da concepção de ensino dos professores, da necessidade de uso da experimentação como estratégia educacional e de uma infinidade de outros fatores. Entretanto, os resultados aqui obtidos trazem evidências de que há relação entre as propostas de AE e o objetivo I: consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no ensino fundamental. Por outro lado, encontramos evidências de que os demais objetivos que dizem respeito à cidadania, ao mundo do trabalho, à ética, à autonomia intelectual e ao pensamento crítico praticamente inexistem nestas propostas de AE. Como alternativa, apresentamos as Propostas de Atividades Experimentais Complementares (PAEC) que apresentam valor educacional e ampliam o conjunto de opções para o professor no momento em que ele precisa de um roteiro de AE de acordo com as diretrizes oficiais do EM.

ABSTRACT

By means of the study of the adjustment of the experimental activities purposes (AE) we find in the High School (HS) Physics textbooks to the educational goals (OE) established by the Law of Basic Tenets and Guidelines of National Education – LDB/1996, we seek investigating if such purposes are in agreement with the referred goals. Our concern in this research may be understandable in the following question: were the purposes of EA produced in such way that its contents are related with the EG? As an way of evaluating the existence of such relationship we applied a quantitative methodology seeking, starting form the competences and abilities we find in the Brazilian National Curricular Parameters (PCNEM), to find the smallest probability that each one of the four EG got contribution from the purposes of EA. In order to qualitatively interpret the collected data, we applied a mini-corpus linguistics. Our results show that such purposes are in disagreement with the referred goals of the medium school guidelines. We all know that making real the EG depend on the teachers instructions and conceptions of teaching, of the necessity of use the experimentation as an educational strategy and of a variety of other factors. In spite of that, the partial results we have got until now give us evidence that there is a relation between the purposes of EA and the goal I: to consolidate and go deeper into the knowledge acquired in the previews fundamental studies . On the other hand, we have found some evidences that the other goals that tell us about citizenship, on the world of work, on the ethics and intellectual autonomy they got an insignificant contribution that came about from the purposes of EA. We introduced as an alternative the Complementary Experimental Activities Purposes (PAEC): purpose of EA of educational value that makes bigger the options to the teachers when they need an experimental educational guide more in agreement with official purposes of medium school.

LISTA DE ABREVIACÕES.

AE	Atividades Experimentais
EM	Ensino Médio
LDBEN	Lei não 9.394/96. Lei de Diretrizes e Bases da Educao Nacional
LD	Livros Didáticos
OE	Objetivos Educacionais
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio
PAE	Propostas de Atividades Experimentais
PAEC	Propostas de Atividades Experimentais Complementares
PNLEM	Plano Nacional do Livro Didático do Ensino Médio
OCEM	Orientaoes Curriculares para o Ensino Médio

LISTA DE TABELAS; PÁGINA.

- Tabela 1. *Extrato da Ficha de Avaliação PNLEM/2007.....25*
- Tabela 2. *Extrato da planilha proposta por Santos (2006).....26*
- Tabela 3. *Continuo problema – exercício Borges, T. (2002).....38*
- Tabela 4. *Níveis de investigação no laboratório de ciências proposto por Tamir (1991)..... 38*
- Tabela 5. *Tipos de procedimento experimental42*
- Tabela 6. *Organizador que permite ao professor avaliar o grau de abertura da atividade prática.....43*
- Tabela 7. *Dez níveis de categorização propostos para as atividades experimentais investigativas43*
- Tabela 8. *Alguns identificadores empregados no mini-corpos....55*
- Tabela 9. *Exemplificando uma pequena parte de um mini-corpus na parte que se refere à mecânica.....57*
- Tabela 10. *Exemplificando uma pequena parte de um mini-corpus na parte que se refere à organização por habilidades.58*
- Tabela 11. *Relação entre os canais e objetivos.....61*
- Tabela 12. *Mecânica e Hidrostática.83*
- Tabela 13. *Termodinâmica, Calor e temperatura.....83*
- Tabela 14. *Óptica e Ondas.....83*
- Tabela 15. *Eletromagnetismo.....84*
- Tabela 16. *Fluxo total absoluto85*
- Tabela 17. *Critérios propostos por Souza e Vasconcelos (2003).....86*
- Tabela 18. *Critérios construídos para este trabalho.....87*
- Tabela 19 *Mecânica Total = 8.....88*
- Tabela 20. *Óptica e Ondas. Total = 5.....89*
- Tabela 21. *Termodinâmica, Calor e Temperatura. Total = 3.....90*
- Tabela 22. *Eletromagnetismo. Total = 6.....91*
- Tabela 23. *Total geral = 22.....92*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3. REFERENCIAIS TEÓRICOS.....	15
3.1 OS DOCUMENTOS OFICIAIS.....	15
3.2 O LIVRO DIDÁTICO.....	22
3.3 O PAPEL DA AE NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	33
4. NÍVEIS DE ABERTURA DAS ATIVIDADES PRÁTICAS.....	37
5. A METODOLOGIA EMPREGADA NA PESQUISA.....	46
5.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DA PESQUISA.....	47
5.2 O MINI-CORPUS LINGÜÍSTICO.....	52
5.3 RESULTADOS A PARTIR DO DIAGRAMA DE FLUXO.....	54
5.4 RESULTADOS A PARTIR DE CRITÉRIOS AVALIATIVOS.....	86
6. DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	93
7. CONCLUSÕES.....	107
8. PERSPECTIVAS.....	108
9. PROPOSTA DE AE COMPLEMENTARES.....	108
9.1 AO PROFESSOR: CONTEXTUALIZAÇÃO DAS PAEC.....	110
9.2 AS PROPOSTAS DE AE.....	112
10. APÊNDICE.....	132
10.1 FONTES E SORVEDOUROS.....	132
11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	133

1. INTRODUÇÃO.

Nesta pesquisa, expressamos a nossa preocupação pela busca de significado para o trabalho do ensino de Física por meio de atividades experimentais (AE) e, para viabilizar este propósito, escolhemos investigar as possíveis contribuições dos roteiros de atividades experimentais que se encontram nos livros didáticos de Física do nível do ensino médio (EM).

Durante o período de cinco anos em que trabalhei como professor substituto na universidade, já vinha observando que as aulas de Física Experimental tinham uma estrutura curricular tal que seriam quase inadmissíveis mudanças na forma de atuação do professor. Um ambiente em que predominavam roteiros de atividades experimentais bem estruturados e repetitivos no decorrer de vários anos, implicando que a cada semestre os estudantes responderiam às mesmas questões e fariam extensos relatórios de atividades e que, além do mais, eram bastante parecidos com aquelas tradicionais atividades realizadas em diversas outras Universidades federais no país. Um outro contexto que me fez refletir sobre os objetivos para o ensino por meio da experimentação, foi quando era estudante de cursos técnicos. Nestes, as aulas práticas experimentais de disciplinas técnicas apareciam quase como uma obrigação curricular. Apesar disso, me parecia claro, na época, o quanto os professores das disciplinas técnicas pareciam distantes do mundo de propostas pedagógicas e ações educacionais. O conjunto destas experiências me mostrou que, talvez, fosse necessário investigar se as aulas práticas experimentais teriam algum vínculo com proposições educacionais de caráter político mais avançadas tais como a LDB e os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM). A questão parecia bastante clara, mas não sabia bem quais caminhos seguiria para conduzir uma tal investigação. Sabemos que a experimentação no ensino das ciências é um tema que já vem sendo amplamente discutido e pesquisado. Apesar das dúvidas, ao cursar uma das disciplinas no curso Mestrado Profissional em Ensino de Ciências na UnB, Análise e Desenvolvimento de Recursos Didáticos, logo pareceu clara a idéia de que o estudo que buscava poderia ser conduzido por meio dos livros didáticos. O conjunto destas idéias me levou então a acreditar que elas poderiam ser um ponto de partida para a pesquisa que buscava realizar. Assim, acreditamos que este trabalho possa contribuir para preencher uma entre milhares de lacunas existentes entre o pensar e o fazer no ensino de ciências uma vez que, por um lado temos leis, planos e metas para o ensino brasileiro estabelecidos e

propostos predominantemente por órgãos e entidades oficiais da educação que pensam o ensino, e, por outro lado, os professores empregam a maior parte do seu tempo na efetiva aplicação de metodologias contribuindo para que o ensino e aprendizagem efetivamente se concretizem. É justamente na articulação entre o pensar as políticas para a educação e o fazer em sala de aula que este trabalho se localiza. Pois, certamente, é necessário articular leis e metas propostas para a educação com aspectos específicos do ensino, uma vez que as primeiras parecem se restringir predominantemente ao mundo político-administrativo da educação, enquanto que aspectos específicos, tal como ensino por meio da experimentação, muitas vezes ressentem-se de uma gigante dúvida ao se questionar a sua própria finalidade. Desta maneira, ao utilizar o Diagrama de Fluxo na nossa pesquisa, esperamos apresentar uma metodologia de pesquisa que ofereça um instrumento de análise que contribua para se reduzir o atual distanciamento entre o mundo das metas estabelecidas para a educação pelos extratos mais elevados da esfera governamental e o mundo do fazer em que se encontram os professores. E é nesse espírito que este trabalho justifica-se e torna-se realidade.

Como forma de introduzir uma visão mais geral e em busca de contextualização deste trabalho, começamos por comentar algumas entre as diversas questões relacionadas às atividades práticas experimentais no ensino médio. Num ambiente de aula experimental de ciências interagem quatro elementos: o professor, o aluno, o conhecimento e o material para a realização da prática (incluindo guia/roteiro como material instrucional). O material é certamente um meio que o professor utiliza para que o aluno possa desenvolver os seus conhecimentos prévios, sob o ponto de vista de uma aprendizagem significativa. De um modo geral, quando o aprendizado é insatisfatório, o professor busca outra forma de explicar o conhecimento, muitas vezes empregando o mesmo material. Com esta atitude, pode ocorrer a reconstrução da concepção do professor, da concepção do aluno ou mesmo buscar inconsistências no conteúdo. Porém, ao mesmo tempo, o material, muitas vezes, fica dispensado de avaliação. Isto leva a uma questão central: como se poderia melhor equilibrar o nível de atenção voltada para estes elementos para se obter melhores resultados de aprendizagem? Se por um lado, o uso de atividades experimentais como estratégia de ensino de Física tem sido apontado por professores e alunos como uma das maneiras mais frutíferas de se minimizar as dificuldades de se aprender e de se ensinar Física de modo significativo e consistente (ARAÚJO E ABIB, 2003; p.176), parece que a pesquisa das dificuldades de aprendizagem decorrentes da potencialidade para o ensino vistas a partir do próprio material

instrucional para experimentação não ganharam relevância.

Em relação aos laboratórios, um ponto importante que ainda se pode notar é a quase inexistência de materiais para leitura (tabelas, revistas e periódicos científicos e didáticos, roteiros) em diversas escolas que sirvam de referência para professores e alunos investigadores do conhecimento. Quando alguns deles existem, encontram-se esquecidos nas estantes das bibliotecas sendo vistos como materiais antigos que apenas servem para “preencher as estantes”. A questão do espaço físico destinado para a realização das aulas práticas também encontra-se muitas vezes longe de tornar-se digna de reuniões entre os professores e técnicos-administrativos da educação. Para muitos professores, do ponto de vista da aprendizagem, (e muitas vezes pela falta de material) é inviável levar toda a turma para o laboratório. Em muitas escolas, os funcionários da administração sugerem que “pode fazer assim mesmo”, enfatizando o ponto de vista prático-operacional. Não muito depois vem o esquecimento. Enquanto isso, diversas escolas públicas permanecem com estes espaços inutilizados há várias décadas sob as mesmas justificativas e não se sabe por quantos anos estas justificativas ainda sobreviverão. Certamente apenas o ensino científico-prático não é suficiente para resolver todos os problemas educacionais, mas para aproximar o conhecimento científico ensinado em sala de aula com aquele produzido pelos cientistas (PIETROCOLA, 2005; p.397) sabemos que ainda será preciso sanar muitas dificuldades, além do trabalho prático.

2. REVISÃO DE LITERATURA.

A própria natureza da pesquisa desenvolvida neste trabalho permite observar a presença integrada de três diferentes campos de investigação na área educativa: A experimentação, os livros didáticos e os objetivos educacionais propostos pelas diretrizes oficiais. Desta maneira, embora a maior preocupação deste trabalho esteja mais especificamente relacionada com a avaliação da adequação do livro didático (LD) aos objetivos educacionais, acreditamos que a dificuldade em encontrar abordagens mútuas entre estes campos justifica a inexistência de publicações na literatura que tratem mais especificamente do foco da nossa pesquisa. Esta afirmação tem por base o levantamento realizado, a partir do ano 2000 até o ano atual,

envolvendo os seguintes periódicos: Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Revista Brasileira de Ensino de Física, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Revista Investigações em Ensino de Ciências, Ciência & Ensino, Ciência e Educação, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Apesar das dificuldades inerentes ao próprio conteúdo da pesquisa, nesta revisão de literatura buscamos estudar artigos cujo conteúdo oferecesse-nos algum nível de suporte para dar seqüência ao trabalho. As discussões apresentadas mais adiante sobre o tema do livro didático e dos objetivos (estabelecidos pelas diretrizes oficiais) permitem mostrar a existência de implicações mútuas entre estes temas. Entretanto, a abordagem da experimentação inserida no contexto destes temas na literatura simplesmente inexistente. Desta forma, apesar de se haver discutido amplamente o papel da experimentação no ensino de Ciências e apesar do crescimento da atenção voltada para se avaliar a qualidade do LD, o vazio que se deixa na pesquisa do tema do livro didático encontra-se no esquecimento de um dos componentes que hoje se encontram em praticamente todos os livros de Física do EM: as propostas de atividades experimentais.

Enfim, como a busca na literatura não encontrou trabalhos que tragam a reflexão integrada do LD, dos OE e das AE, boa parte do capítulo que trata dos referenciais teóricos está, então, apoiada na discussão de fundamentos teóricos dos documentos oficiais que estabelecem os OE, e de elementos de avaliação dos LD referente às AE.

Objetivos deste trabalho.

Este trabalho tem a intenção de trazer novos elementos para reflexão sobre a relação entre as propostas de atividades experimentais (AE) presentes nos livros didáticos de Física do nível de ensino médio e os objetivos educacionais estabelecidos para este ensino pela LDB 9.394/96 em seu artigo 35.

Para atender estes objetivos, foram estudadas as diversas propostas de ensino constantes em documentos oficiais tais como as *Orientações Curriculares para o Ensino Médio*(2006), e os PCNs (BRASIL, 1999a) para fazer a relação entre os roteiros de AE e os objetivos da LDB.

No caso dos PCNEM, para concretizar este trabalho tomamos por base dez entre suas habilidades/competências na parte que se refere à *Matemática, Ciências da Natureza e suas*

Tecnologias. Estas habilidades/competências serão aqui entendidas como Canais que permitem chegar às finalidades da Lei.

3. REFERENCIAIS TEÓRICOS.

3.1 OS DOCUMENTOS OFICIAIS.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para o EM tem o seu texto caracterizado por estabelecer tanto as diretrizes quanto as bases para a educação nacional. A necessidade de uma nova lei educacional para a década de 90 não se estabeleceu de forma imediata como se poderia pensar. Contrariamente, o processo de tramitação do que viria a tornar-se uma Lei de Diretrizes e Bases (LDB) para a educação já passava pelo Congresso Nacional, desde 1988 (RAMAL, 1997). Do ponto de vista histórico, podemos apresentar como marco para a existência de LDBs, aquela criada em 1961, conhecida como Lei n. 4.024/61. Em seguida, surge uma nova versão em 1971 e, como aquela que vigora até o momento atual, temos a LDB/96. Esta última foi sancionada pelo então presidente da República Fernando Henrique Cardoso com data de 20 de dezembro de 1996 sendo que a sua publicação no Diário Oficial ocorreu em 23 de dezembro de 1996. Entre os pontos em destaque na redação desta última Lei estão: a flexibilização dos currículos dos ensinos fundamental e médio que passam a poder incorporar disciplinas que levem em conta o contexto e a clientela para quem o ensino se dirige, o fim da exclusividade do exame vestibular como forma de ingresso no Ensino Superior e há ainda a busca pela valorização do magistério principalmente ao se apontar a necessidade de estabelecimento de um plano de carreira para esta categoria. No texto da referida lei, o ensino médio passa a ser considerado etapa final da educação básica, sob o ponto de vista de que, ao concluir esta etapa de ensino, o estudante já deve ser capaz de exercer a sua cidadania bem como já deve ser considerado apto para progredir no trabalho e em estudos posteriores.

Art. 35º . O ensino médio, etapa final da educação básica, com duração mínima de três anos, terá como finalidades:

I – a consolidação e o aprofundamento dos conhecimentos adquiridos no ensino fundamental, possibilitando o prosseguimento nos estudos;

II – a preparação básica para o trabalho e a cidadania do educando, para continuar aprendendo, de modo a ser capaz de se adaptar com flexibilidade a novas condições de ocupação ou aperfeiçoamentos posteriores;

III – o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico;

IV – a compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.

Os quatro itens do artigo 35 apresentados acima, são portanto aqueles que deveriam orientar os passos da educação nacional nos anos subseqüentes. É claro que a pura e simples apresentação da Lei não pode ser vista como um passo imediato para mudanças essenciais na educação, uma vez que já se passaram aproximadamente 15 anos e vemos ainda que alguns pontos apresentados pela Lei ainda não foram concretizados. Apenas para ressaltar, questões como a relação entre o número de professores e de alunos em sala de aula e a situação desconfortável socialmente para aqueles estudantes que não têm condições de freqüentar o ensino médio estão entre algumas questões que, apesar de referidas na Lei, não encontraram nela um devido aprofundamento. Assim, ainda que as finalidades apresentadas para o Ensino Médio sejam bastante amplas, talvez fosse necessário incorporar nessas finalidades um maior nível de detalhes que melhor definissem as possíveis formas de implementação. É claro que a formulação de uma lei é resultado de acordos e alianças que alimentam um amplo conjunto de interesses sociais e políticos mas, ainda assim, a Lei não deixa de ser um grande ponto de partida que aponta novos rumos para a educação nacional (RAMAL, 1997).

Os PCNEM foram elaborados, em 1999, com a contribuição de pesquisadores e especialistas de universidades e das Secretarias de Educação, buscando explicitar as competências e habilidades básicas necessárias aos alunos do nível do EM (PCNEM, 2000; p.7). Entre as principais habilidades e competências listadas pelo documento estão as seguintes:

- 1 Compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade;*
- 2 Entender e aplicar métodos e procedimentos próprios da Ciências Naturais;*
- 3 Apropriar-se dos conhecimentos da Física, da Química e da Biologia, e aplicar esses conhecimentos para explicar o funcionamento do mundo natural, planejar, executar e avaliar ações de intervenção na realidade natural;*
- 4 Compreender o caráter aleatório e não-determinístico dos fenômenos naturais e sociais e utilizar instrumentos adequados para medidas, determinação de amostras e cálculo de probabilidades;*
- 5 Identificar, analisar e aplicar conhecimentos sobre valores de variáveis, representados em gráficos, diagramas ou expressões algébricas, realizando previsão de tendências, extrapolações e interpolações, e interpretações.*
- 6 Analisar qualitativamente dados quantitativos, representados gráfica ou algebricamente, relacionados a contextos sócio-econômicos, científicos ou cotidianos;*
- 7 Identificar, representar e utilizar o conhecimento geométrico para o aperfeiçoamento da leitura, da compreensão e da ação sobre a realidade;*
- 8 Entender a relação entre o desenvolvimento das Ciências Naturais e o desenvolvimento tecnológico, e associar as diferentes tecnologias aos problemas que se propuseram e propõem solucionar;*
- 9 Entender o impacto das tecnologias associadas às Ciências Naturais na sua vida pessoal, nos processos de produção, no desenvolvimento do conhecimento e na vida social;*
- 10 Compreender conceitos, procedimentos e estratégias matemáticas, e aplicá-las a situações diversas do contexto das ciências, da tecnologia e das atividades cotidianas;*

Apesar de se referir à experimentação em alguns momentos, o documento apresenta-a predominantemente de forma indireta. Por exemplo, ao comentar a Física como cultura, “quer-se que o ensino de Física na escola de nível médio contribua para a formação de uma cultura científica mais efetiva”. Neste contexto então é citado: “É necessário também que essa cultura em Física inclua a compreensão do conjunto de equipamentos e procedimentos, técnicos ou tecnológicos, do cotidiano doméstico, social e profissional” (PCNEM, 2000; p.22). Ainda na parte do documento dedicada a explicar as habilidades relacionadas à investigação, os autores comentam alguns elementos relacionados à experimentação.

“ Investigar tem, contudo, um sentido mais amplo e requer ir mais longe, delimitando os problemas a serem enfrentados, desenvolvendo habilidades para medir e quantificar, seja com réguas, balanças, multímetros ou com instrumentos próprios, aprendendo a identificar os parâmetros relevantes, reunindo e analisando dados, propondo conclusões” (idem).

Para finalizar, a experimentação aparece também no documento inserida como uma entre as possíveis formas de o aluno se expressar corretamente na linguagem em Física e cita alguns exemplos:

“ Expressar-se corretamente também significa saber relatar os resultados de uma experiência de laboratório, uma visita a uma usina, uma entrevista com um profissional eletricista, mecânico ou engenheiro, descrevendo no contexto do relato conhecimentos físicos de forma adequada” (ibidem).

Portanto, a partir das observações das informações contidas nos PCNs, com foco na experimentação, é possível constatar alguma contribuição incentivadora para aulas práticas de Física neste documento, ainda que não seja apresentada como destaque no texto.

Um outro documento oficial é o PCN +. Lançado em 2002, o documento se apresenta aos leitores como “Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ensino Médio: Física”, e está dividido em cinco partes: 1. A Física no Ensino Médio; 2. As Competências em Física; 3. Temas Estruturadores para o Ensino de Física; 4. Organização do Trabalho Escolar; 5. Estratégias para a Ação. O documento também comenta a importância das estratégias para a ação no ensino informando que

“ A discussão sobre as competências e os conhecimentos a serem promovidos não deveria ocorrer dissociada das estratégias de ensino e aprendizagem desejadas, na medida em que são essas mesmas estratégias que expressam, de forma bem mais concreta, o que se deseja promover” (PCN+, 2002; p.36).

De forma completa, o item cinco do documento é : “ Estratégias para a Ação. Que estratégias para o Ensino de Física favorecem o desenvolvimento das competências e habilidades, nas unidades temáticas propostas?” Após ressaltar que as estratégias indicadas não devem ser confundidas com a prescrição de técnicas a serem desenvolvidas em salas de aula, o documento apresenta como possíveis estratégias: O mundo vivencial do aluno, as concepções prévias de mundo dos alunos, o sentido da experimentação, formas de expressão do saber da Física, a resolução de problemas, a Física como cultura e a responsabilidade social.

A leitura atenta do texto mostra que, o nível de incentivo para diversas outras estratégias e enfoques no ensino de Física não encontra-se muito distante do incentivo às estratégias já indicadas acima. Portanto, de um modo geral, ainda que de maneira indireta, o documento comenta a experimentação como estratégia que está relacionada aos objetivos educacionais. Apenas para citar como exemplo, no item, *O Sentido da Experimentação*, destacamos duas afirmações:

“ É dessa forma que se pode garantir a construção do conhecimento pelo próprio aluno, desenvolvendo sua curiosidade e o hábito de sempre indagar (p.37),...” E, “ A questão a ser preservada, menos que os materiais disponíveis é, novamente, que competências estarão sendo promovidas com as atividades desenvolvidas.”(p. 38)

Com fins de distribuir um material de apoio à reflexão, o Ministério da Educação (MEC), por meio da Secretaria de Educação Básica (SEB) encaminhou para os professores da rede pública, no ano de 2006, o documento *Orientações Curriculares para o Ensino Médio*. De acordo com o próprio documento (MEC, 2006; p.5), tais orientações foram elaboradas a partir de ampla discussão com as equipes técnicas dos Sistemas Estaduais de Educação, professores e alunos da rede pública e representantes da comunidade acadêmica. A parte deste documento

voltada para as Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias apresenta-se dividido em Conhecimentos de Biologia, Conhecimentos de Física, Conhecimentos de Matemática e Conhecimentos de Química. Chamamos a atenção para os Conhecimentos de Física apresentados com atenção voltada para o item “Tratamento escolar dos conteúdos de Física: enfoques de estratégias para a ação didática” e para o item “História e Filosofia da Ciência”

No decorrer da leitura destes itens, a experimentação não é citada em nenhum momento. Em oposição, há um incentivo bem destacado para a HFC que é apresentada como enfoque relacionado aos objetivos educacionais. Pode-se citar duas passagens do texto:

“O uso da história da ciência para enriquecer o ensino de Física e tornar mais interessante o seu aprendizado, aproximando os aspectos científicos dos acontecimentos históricos, possibilita a visão da ciência como uma construção humana.....Já a filosofia da ciência tem maior importância, para o professor, na construção de sua concepção de ciência, com reflexos na hora de abordá-la em sala de aula”(p.64).

Em todo o documento, a experimentação aparece apenas como um comentário sobre a falta de material didático ao afirmar que *“É necessário material para desenvolver práticas experimentais indispensáveis para a construção da competência investigativa”*. Assim, observamos no documento a inexistência de incentivo, de forma direta ou indireta, para os professores a atingirem os objetivos educacionais por meio da experimentação. O conjunto destes documentos nos levam a crer portanto que há algumas contribuições incentivadoras destes documentos para o trabalho do ensino experimental ainda que estejam longe de ocupar uma posição de importância central nos documentos.

Este contexto faz-nos refletir ainda sobre os objetivos educacionais da experimentação. Como forma de justificar a sua própria criação, o documento PCN+ destaca que

“...frente a tantas solicitações, dimensões e recomendações a serem simultaneamente contempladas, os professores têm se sentido perdidos, sem os instrumentos necessários para as novas tarefas, sem orientações mais concretas em relação ao que fazer. Como

modificar a forma de trabalhar sem comprometer uma construção sólida do conhecimento em Física? Até que ponto se deve desenvolver o formalismo da Física ? Como transformar o antigo currículo? O que fazer com pêndulos, molas e planos inclinados? Que tipo de laboratório faz sentido? Que temas devem ser privilegiados? É possível ‘abrir mão’ do tratamento de alguns tópicos como, por exemplo, a Cinemática? E a Astronomia, o que tratar? É preciso introduzir Física Moderna? Essas e outras questões ainda estão para muitos sem resposta, indicando a necessidade de uma reflexão que revele elementos mais concretos e norteadores (PCN +, 2002 ;p.60)”.

Quatro anos após, o documento *Orientações Curriculares para o Ensino Médio* (MEC, 2006; p. 54) por sua vez, ao avaliar o impacto das diretrizes curriculares afirma que

“As diretrizes curriculares têm sido pouco discutidas na escola, e os PCNEM e os PCN+ sofreram por não apresentarem uma lista de conteúdos para as disciplinas curriculares, o que certamente facilitaria a vida do professor, mas contrariaria a essência da proposta” (OCEM, 2006; p.54).

De acordo com Borges (2002; p.293), a visão que os professores de ciências têm a respeito daquilo que ensinam está em grande parte relacionada com as metas estabelecidas pelos currículos. Este autor afirma que estas metas são reconhecidas como legítimas pelos professores de ciências. Portanto, nesta visão, as metas estabelecidas pelos professores de ciências, em muitos aspectos, coincidiria com aquelas presentes nos próprios currículos escolares. Ao serem elaborados por sua vez, estes currículos certamente sofrem uma enorme influência exercida por documentos oficiais tais como a LDB, os PCNEM e os PCN +, as OCEM entre outros. Não seria difícil duvidar de que muitos daqueles professores que não têm a sua visão de ensino construída por meio das diretrizes oficiais certamente adotam uma abordagem de ensino teórico ou experimental cujo único e último objetivo seria o conteúdo por si mesmo, e portanto distante de objetivos mais humanísticos tais como a educação para a cidadania, para o desenvolvimento da autonomia crítica e intelectual e para a formação ética. Para estes, seria em vão esperar que se fizessem alterações nos roteiros de experimentação

presentes nos livros didáticos para alcançar os objetivos educacionais. Uma, entre as possíveis questões relacionadas ao ensino de Física por meio da experimentação e aos seus objetivos seria: Qual é o lugar que a experimentação ocupa nos documentos oficiais? Até que ponto os princípios, diretrizes e reflexões apresentados nestes documentos incentivam e despertam os professores a conduzirem o ensino por meio de aulas práticas-experimentais? Possivelmente, na mesma proporção em que o ensino experimental encontra expressão ou voz em meio a estes documentos, melhor os professores ficam instrumentalizados para que suas aulas práticas se aproximem dos objetivos educacionais fixados pela LDB.

3.2 O LIVRO DIDÁTICO.

Ao comentar alguns programas governamentais que visaram estabelecer ações educacionais por meio do LD, Vasconcelos e Souto (2003; p.94) destacam a implementação em 1985 do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), pertencente ao MEC, como “um importante passo na direção de uma avaliação criteriosa do livro didático”. Segundo estes autores, um dos principais objetivos do PNLD foi o de coordenar a distribuição gratuita de LDs aos alunos das escolas públicas brasileiras. Abordando a qualidade do livro de Ciências, por sua vez, Amaral e Neto (1997) comentam que em 1994 a Fundação de Assistência ao Estudante (FAE), do Ministério da Educação e do Desporto (MEC), “encomendou uma avaliação dos livros didáticos de 1ª à 4ª séries nas áreas de Ciências, Estudos Sociais, Matemática e Português.” (AMARAL E NETO, 1997; p.13). Portanto, tal avaliação estaria ainda limitada aos livros didáticos do EF. A ampliação desta iniciativa governamental para os livros de 5ª à 8ª séries ocorreu em 1996 quando, apesar de já existirem propostas oficiais para os estados e municípios, os PCNEM ainda eram uma proposição do governo federal. Em 1997, os próprios autores (*idem*) chamam a atenção para a necessidade de que os autores de livros didáticos e as editoras levassem em consideração, ao menos, as bases teórico-metodológicas apontadas pelas pesquisas em Educação em Ciências ao divulgarem suas obras. Esta advertência se justificaria por considerar que, naquele período, apesar de terem sido empregados vários e diversificados critérios para analisar o LD, as bases fundamentais do ensino de Ciências apontadas pelas pesquisas educacionais desenvolvidas no Brasil não estariam compondo estes

critérios avaliativos. Exemplos destas bases seriam, as concepções de ciência, de ambiente e de educação. Tais critérios foram apontados pelos autores como “ mais fundamentais para se considerar uma coleção didática adequada ou não ao ensino de determinada disciplina” (AMARAL E NETO, 1997; p.13). Uma leitura do momento educacional deste último período nos levou a crer que o contexto da pesquisa das bases fundamentais e das propostas das diretrizes para o EM apresentou-se para os professores como uma iniciativa inédita que ampliaria as suas expectativas em relação às possibilidades de orientação para suas práticas pedagógicas. Entretanto conforme apontado mais adiante, parece que tais orientações teriam desaparecido na década seguinte (2000-2010) porque uma parte dos professores não entendeu claramente como implementar em sala de aula as proposições contidas nos PCNs (RICARDO E ZYLBERSZTAJN, 2008; p.258)

Em 2003, Vasconcelos e Souto comentam que apesar dos avanços significativos em questões relacionadas aos LDs “ uma considerável quantidade de professores ainda não tem acesso a instrumentos de análise de livros didáticos”. Com isto, propõe então uma série de critérios a serem empregados por professores do EF (6ª série) quando da escolha do seu livro didático” (VASCONCELOS E SOUTO, 2003; p.93).

A partir de 2004, com a implantação do Programa Nacional do Livro Didático para o EM (PNLEM), os estudantes das escolas públicas deste nível de ensino passaram a receber até o início do ano 2005 livros de Português e de Matemática. Em 2007 foram incluídas no programa as disciplinas Física e Geografia para serem utilizadas em 2009 (BRASIL, 2009). Nesta perspectiva, professores e escolas do EM passaram a dispor de um catálogo por meio do qual se poderia realizar a avaliação das obras didáticas. A ficha de avaliação *PNLEM/2007* apresenta critérios eliminatórios e critérios classificatórios. Para o primeiro tipo de critério pode-se observar claramente no extrato da ficha de avaliação apresentada (na página seguinte) que esta limita-se a informar apenas aquilo que deve ser evitado pela proposta de AE. Fica então claro que autores e editoras podem facilmente adaptar as obras para atenderem tais requisitos. Como bem destacam Neto e Fracalanza, (2003; p. 153)

“...os editores, submetidos à pressão do principal comprador de seus produtos, efetuam alterações nos livros escolares apenas nos itens considerados eliminatórios que os excluiria da possibilidade de escolha das obras pelo editores” (idem).

Em relação aos critérios classificatórios, a presença da experimentação melhor implicada aos OE (da LDB) aparece mais provavelmente nos dois primeiros itens do extrato da ficha de avaliação na segunda parte. Conforme se pode constatar, ainda que os LDs de Ciências de um modo geral possam ser avaliados como elaborados de acordo com os PCNs e/ou reformulados para atender a avaliação do MEC, os critérios de avaliação considerados classificatórios não podem assegurar que as propostas de experimentação presentes nos LDs de Ciências contribuam para se concretizar os objetivos educacionais. Isto é, se os LDs contribuem para tais OE, não podemos concluir que seja por meio das AE propostas.

Tabela 1. Extrato da Ficha de Avaliação PNLEM/2007

<p style="text-align: center;">Extrato da Ficha de Avaliação PNLEM/2007 1ª Parte</p> <p style="text-align: center;">ASPECTOS PEDAGÓGICO-METODOLÓGICOS.</p> <p>O livro do aluno e/ou do professor propõe atividades que:</p> <ul style="list-style-type: none">a. trazem riscos para alunos e professores de tal ordem que não devem ser realizadas.b. podem trazer riscos para alunos e professores que não impedem sua realização, mas observam-se insuficiência de alertas sobre riscos e também de recomendações de cuidados e procedimentos de segurança para preveni-los, no livro do aluno e/ou no livro professor. <p>() Sim (Apresentar argumentos abaixo justificando) () Não</p> <p>Observação:</p> <p style="text-align: center;">A METODOLOGIA EMPREGADA.</p> <p>A) São propostos experimentos e demonstrações cuja realização dificilmente é possível, que apresentam resultados implausíveis e/ou veiculam idéias equivocadas sobre fenômenos, processos e modelos explicativos. B) Os experimentos e as demonstrações têm função meramente ilustrativa, sem conexão com as teorias ou modelos explicativos. C) Os experimentos e as demonstrações desconsideram o impacto ambiental proveniente do descarte de resíduos gerados, quando existentes.</p> <p style="text-align: center;">Extrato da Ficha de Avaliação PNLEM/2007 2ª Parte</p> <p style="text-align: center;">ASPECTOS PEDAGÓGICO-METODOLÓGICOS</p> <ul style="list-style-type: none">a) Incentivo a atividades que exigem trabalho cooperativo, estimulando-se a valorização e o respeito às opiniões do outro. b) Incentivo à realização das atividades propostas, não apresentando em particular, o resultado esperado antes da realização das atividades.c) Viabilidade de execução dos experimentos/demonstrações propostos com base nas instruções fornecidas. d) Viabilidade da execução dos experimentos/demonstrações em termos da obtenção dos materiais necessários e da indicação de materiais alternativos para a execução dos experimentos, quando justificada.
--

Ressaltamos aqui um importante passo no sentido de aproximar as propostas de atividades experimentais aos OE. Em 2006, ao apresentar uma planilha para avaliação de livros didáticos de Química para o EM, Santos insere a experimentação como um dos itens para serem

analisados (SANTOS, 2006), contrariamente a diversas outras propostas de avaliação em que a proposta de atividade experimental encontra-se diluída na análise avaliativa de outros itens. A tabela a seguir apresenta uma parte da proposta:

Tabela 2. Extrato da planilha proposta por Santos (2006).

Atividades experimentais	
1.0 Podem ser facilmente realizadas com base nas orientações do roteiro.	
2.0 São sugeridas em um contexto problematizado estimulando a compreensão dos conteúdos.	
3.0 Enfocam o trabalho cooperativo.	
4.0 O LDQ estimula a realização dos experimentos, sem apresentar os resultados esperados.	
5.0 Evitam a formação de conceitos ou relações conceituais equivocados.	
6.0 Evitam apresentar a Química como uma ciência dogmática.	
7.0 Realçam a diversidade de métodos de produção científica.	
8.0 Sugerem procedimentos de segurança e adverte sobre os possíveis perigos.	
9.0 Não trazem riscos à integridade física dos alunos.	
10.0 Sugerem procedimentos para o descarte dos resíduos ou orientação para reutilização.	
11.0 Propõem a utilização de materiais alternativos para a execução dos experimentos. Propõem a utilização de quantidades reduzidas de reagentes, minimizando os gastos.	
12.0 Indicam medidas de emergência no caso de acidentes.	
Nota do Critério:	

De acordo com a sua avaliação, atribua valores para cada item a seguir:

0 = não se aplica. 1 = não. 2 = parcialmente. 3 = sim.

Observamos alguns itens como o 2.0, 3.0, 4.0 e o 7.0 que poderiam ser úteis para se avaliar a adequação das propostas de AE aos objetivos propostos para o EM. Apesar da proposta se voltar para o ensino de Química, observamos que certamente apresenta algum nível de convergência com o nosso trabalho. E, embora os critérios acima possam ser úteis para a equipe de especialistas do MEC avaliar a adequação das propostas de AE às concepções

educacionais de pesquisadores e professores de Química, não podemos dizer que estes critérios sejam suficientemente adequados para se avaliar a adequação de tais propostas aos OE.

Um outro elemento integrante deste contexto refere-se aos objetivos educacionais da LDB/96. É quase inquestionável a afirmação de que os documentos PCNEM e PCN+ exerceram uma grande influência na educação brasileira no que diz respeito ao incentivo às reflexões sobre possíveis mudanças em todos os níveis da educação nacional. Apesar disto, parece que a implementação em sala de aula das propostas presentes nestes documentos não ficou bem clara para os educadores. Ricardo e Zylbersztajn (2008) atribuem parte dos problemas ao uso de pressupostos teórico-metodológicos que não teriam sido bem compreendidos tanto pelos professores quanto pelos próprios autores que elaboraram tais documentos. Estes autores discutem alguns pressupostos fundamentais presentes nos PCNEM (competências, interdisciplinaridade e contextualização) sob o ponto de vista de alguns dos próprios autores do documento. Eles argumentam ainda que apesar de estes conceitos fazerem parte do discurso de boa parte dos educadores, não se pode concluir que suas práticas educacionais estejam em acordo com as propostas dos PCNEM e dos PCN.

Uma entre as preocupações centrais destes autores encontra-se ainda no fato de que, mesmo após dez anos de promulgação da LDB/96 “ algumas pesquisas indicam que não houve mudanças substanciais na escola, que os documentos são pouco compreendidos pelos professores” (RICARDO E ZYLBERSZTAJAN, 2002; p.258).

Sendo considerados eixos norteadores do currículo por competências (BRASIL, 2000), a interdisciplinaridade e a contextualização deveriam ser bem compreendidos pelos professores para que suas práticas pedagógicas aos menos se aproximassem dos objetivos educacionais da LDB/96. Em relação ao conceito de *competências*, apesar do seu uso em diversas páginas dos documentos (PCNEM e PCN+), os referidos pesquisadores constataram que o significado deste termo não aparece com clareza.

Diante deste quadro, o que podemos pensar dos livros didáticos do ensino médio que trazem a informação de que foram elaborados de acordo com os PCNEM ? Isto apenas para não se referir aos objetivos fixados pela LDB/96, uma vez que os PCNEM foram elaborados com o propósito de levar até as escolas os pressupostos fundamentais desta Lei ” (RICARDO E ZYLBERSZTAJAN, 2002; p.258). De modo convergente a esse âmbito de preocupações,

estas informações por si só seriam suficientes para diminuir as nossas expectativas de que os roteiros poderia ter sido elaborados em acordo com os PCNEM.

A dificuldade na escolha de livros didáticos de Ciências é um problema comum dividido entre muitos estudantes, pais e professores. Mas, os professores estão mais diretamente vinculados ao problema. Em sua prática pedagógica diária, os professores lidam com um ambiente de permanentes desafios e mudanças. O atual contexto educacional exige dos professores um ciclo de atenção, ação e reflexão no que diz respeito às ações e implementações para transformar o ambiente escolar em um local que contribua com a melhora na qualidade da educação levada aos estudantes. De um modo geral, estas decisões estariam associadas a questões como: quais conteúdos ensinar? De quais eventos participar? Quais as atividades são coerentes com o nível cognitivo dos estudantes? Qual metodologia empregar? Que materiais são relevantes para o laboratório? Como avaliar o conhecimento? Que livros seriam adequados para o seu trabalho?

O que faz o professor no momento da escolha do livro didático? De forma geral, ainda é uma realidade que muitos professores ainda não interferem neste processo. Pelo outro lado, os professores que o fazem, em sua maioria, ainda utilizam critérios mais baseados em suas sensações profissionais (HODSON, 1994; p.1) do que critérios adotados a partir de uma fundação teórico-metodológica coerente. A escolha do livro didático deveria considerar primeiramente o plano pedagógico escolar, (PCNEM, 2000) que, por sua vez, deveria estar em acordo com as diretrizes oficiais para o ensino médio no país. Desde o processo de sua elaboração até o momento de chegar à escola, os livros didáticos passam um longo exercício de adequação às proposições do ensino médio atual (NETO E FRACALANZA, 2003). Portanto, diversos autores e editoras têm consciência em torno deste quadro e, assim, precisam se submeter a alguns critérios eliminatórios e classificatórios que o permitam serem bem sucedidos ao integrar o Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM, 2009). No entanto, cabe ressaltar que pesquisadores do assunto têm apontado que “...o livro didático não corresponde a uma versão fiel das diretrizes e programas curriculares oficiais nem a uma versão fiel do conhecimento científico” (NETO E FRACALANZA, 2003; p.154), ou seja, ainda existem diversas críticas à forma como o conhecimento científico é tratada nos livros de Ciências. Entendermos que a idéia de *versão fiel do conhecimento científico* para o LD contraria a idéia de transposição didática. Ainda assim, o professor é quem faz a última escolha após uma seleção realizada por especialistas.

Em relação à atualização dos conteúdos, o documento PCNEM (2000) destaca a necessidade de reforma no ensino para atender as atuais demandas sociais:

“...Nas décadas de 60 e 70, considerando o nível de desenvolvimento da industrialização na América Latina, a política educacional vigente priorizou como finalidade para o Ensino Médio, a formação de especialistas capazes de dominar a utilização de maquinarias ou de dirigir processos de produção. Esta tendência levou o Brasil, na década de 70 a propor a profissionalização compulsória, estratégia que também visava diminuir a pressão da demanda sobre o Ensino Superior (PCNEM, 2000). Entretanto um modelo de educação como este, não mais se alinha com o ensino médio atual”(PCNEM, 2000;p.5).

Isto implicaria em que o livro didático agora, longe de estar alinhado com a formação de especialistas, poderia ser elaborado a partir de outra perspectiva, diferente daquela com foco eminentemente conteudista. Ainda de acordo com o documento

“...Propõe-se no nível do Ensino Médio, a formação geral, em oposição à formação específica, buscar informações; analisá-las e selecioná-las, a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercícios de memorização.”

Neste sentido é que os livros didáticos de Ciências devem integrar aos seus conteúdos não apenas melhor qualidade de ilustrações, capa e papel, antes deve-se integrar abordagens mais recentes da área de ensino de ciências tal como Ciência Tecnologia e Sociedade CTS, Educação Ambiental, aspectos da História e da Filosofia das Ciências, Modelos e Analogias, Experimentação e Transposição Didática. Todos estes são ingredientes que podem ser observados pelos professores no momento da escolha do livro didático de Ciências. A presença destas abordagens no livro de Ciências, numa perspectiva de ensinar tanto as ciência quanto ensinar sobre as ciências, permitiria a sua seleção como aquele mais próximo de cumprir o seu papel de estimular a reflexão e o desenvolvimento do espírito crítico.

Três LD de Física, entre outros, integraram o Plano Nacional do Livro do Ensino Médio (PNLEM) nos anos 2009, 2010 e 2011 dirigido pelo Ministério da Educação (MEC) e foram distribuídos por meio do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). Tais livros foram:

FÍSICA. Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga. São Paulo. Ed. Scipione, 2009.

FÍSICA, CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Paulo C. M. Penteado e Carlos M. A. Torres. Vol. 1, 2 e 3. São Paulo. Ed. Moderna, 2005.

FÍSICA. Volume Único. Alberto Gaspar. São Paulo. Ed. Ática, 2008.

Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga são autores bastante conhecidos entre diversos professores e estudantes, sendo sua obra fruto de sucessivas edições há vários anos. Antônio Máximo é professor adjunto do departamento de Física da Universidade Federal de Minas Gerais e Beatriz Alvarenga é professora emérita da mesma Universidade. Paulo César M. Penteado é professor de Física em cursos pré-universitários e Carlos Magno é professor de Física em cursos universitários, pré-universitários e de escolas do ensino médio além de ser professor de matemática no ensino médio.

A primeira coleção analisa os conceitos básicos da Física, enfatiza as suas leis gerais e as aplicações desta ciência, além de apresentar contextualização histórica. A coleção é dividida em 10 unidades tendo nelas inseridas 25 capítulos que além de tratar da Física clássica apresenta também informações referentes à Física e tecnologia modernas. A obra começa com uma apresentação do trabalho desenvolvido para os professores justificando a extensão no tratamento de alguns temas, seus objetivos, sua preocupação em enfatizar as leis gerais em detrimento de informações de caráter específico, sua estrutura, a inserção de atividades experimentais, o desenvolvimento de aspectos históricos, os diversos níveis dos exercícios e atividades propostos aos estudantes e por fim a preocupação com a carga horária bastante diversificada de muitos professores de Física. Seguindo-se a isto, são apresentados aos estudantes seus objetivos, a importância da Física para a vida diária, e duas páginas apresentando detalhes orientando o estudante sobre como usar a coleção. Questões resolvidas estão presentes em todos os capítulos. Ao final de cada um dos capítulos o livro dispõe de revisão, experiências simples, Problemas e testes, problemas suplementares e questões de vestibulares. Alguns capítulos apresentam também apêndices no seu final para aqueles professores que dispõem de maior carga horária. Tabelas de constantes Físicas e respostas de diversos exercícios, problemas e testes aparecem no final do livro.

O segundo LD começa com uma apresentação dos objetivos gerais, justifica a relação da Física com a vida diária e demonstra preocupação em estimular nos estudantes a vontade de adquirir novos conhecimentos, exercer a sua cidadania e sobretudo a preocupação com que o

estudante aprenda a se posicionar sobre as conseqüências que a tecnologia pode trazer para a sociedade. A estrutura do livro é apresentada em seguida de maneira muito bem diagramatizada e apresentada em detalhes. Cada um dos elementos da sua estrutura é pedagogicamente explicado envolvendo desde diferentes cores até explicações resumidas de cada um dos seus itens. Em relação à estes: O livro está estruturado em unidades, que se compõem de capítulos. A vinheta vertical direita da página identifica a unidade em que o capítulo está inserido. No início de cada um dos capítulos há uma foto e um texto relacionados ao conteúdo de cada capítulo. Há exercícios resolvidos, exercícios propostos. Perguntas que pretendem estimular o aluno a associar o tema em estudo a fatos observados no cotidiano. Aspectos do assunto em estudo, publicados em jornais e revistas. Temas de pesquisa e/ou discussão com ênfase nos impactos sociais e/ou ambientais, provocados pelo desenvolvimento tecnológico. Propostas de experimentos com a utilização de matérias simples. Sugestão de leitura de livros e de textos que tratam dos assuntos estudados no final de cada capítulo. A parte final do livro é bastante extensa em comentários e apresenta suplemento para o professor composto de habilidades e competências propostas pelos Parâmetros Curriculares da Educação Nacional para o Ensino Médio, apresentação e comentário sobre a estrutura e objetivos da obra e , em seguida, cada uma das seções do livro é comentada. Ainda neste suplemento estão, orientações e sugestões para a utilização da coleção, um comentário sobre a avaliação no ensino médio e suas características, uma lista de locais para encontrar informações sobre educação, sites da internet seguidos de comentários sobre seus conteúdos, referências bibliográficas e descrição dos volumes. Apêndice com alfabeto grego, prefixos, principais constantes físicas universais, constantes físicas usuais, grandezas fundamentais. respostas dos capítulos compõem o encerramento do trabalho. Da mesma maneira que o primeiro livro, questões resolvidas estão em todos os capítulos.

O livro Física de autoria de Alberto Gaspar apresenta-se em forma de volume único. Em sua página de apresentação, o autor comenta que orientou-se por organizar os conteúdos de forma a respeitar a estrutura cognitiva e a capacidade de compreensão do aluno. Um pouco mais adiante, o livro apresenta um longo texto discutindo “O que é Física?”. O livro é dividido em dois grandes blocos da Física em forma de unidades. Estas, por sua vez, são subdivididas em capítulos. Há também um grande numero de atividades experimentais consideradas como forma de complementar os capítulos. O manual do professor, situado no final do livro, também é bastante extenso e é onde comentam os PCNEM, sugestões para o aprimoramento

profissional do professor e, por fim, há orientações para o desenvolvimento de cada capítulo. O autor faz ainda um comentário bastante pontual no que diz respeito a capítulo em que insere a Física Moderna. Considera este capítulo diferente dos demais porque “*é um capítulo que não tem exercícios resolvidos*” e, que, assim diminui aquela característica de “vai cair no vestibular”. E atribui esta decisão ao tempo disponível pelos professores para cumprir os programas mínimos sugeridos para a Física no Ensino Médio e, em segundo lugar, às dificuldades que os professores teriam para trabalhar com os conteúdos de Física Moderna. Neste contexto, a abordagem apresentada seria então aquela que permitisse uma leitura independente por parte do aluno.

Sabemos que a ética, a intelectualidade, o pensamento crítico e a cidadania são alguns ingredientes fundamentais no campo da Filosofia. Em se tratando de Ensino de Ciências Matthews (1995) lembra que a História e Filosofia da Ciência (HF) poderiam humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, sociais, éticos e políticos da comunidade trazendo um significado para este ensino.

A questão do empirismo, da observação da História da Ciência e dos métodos científicos tem sido objeto de estudos de diversos pesquisadores da área de Ensino de Ciências e já se defende há mais de uma década a inserção deste tópicos nos currículos de ensino de ciências. O fascínio e curiosidade associadas aos temas como motivadores para os estudantes, a necessidade de explicar sobre e a produção e desenvolvimento da ciência e a desmistificação nas crenças sobre os métodos científicos são algumas entre as principais justificativas dadas por estes autores. Saindo do campo do que deveria ser para o que está sendo feito, Neto e Fracalanza (2003; p.151), afirmam que o tratamento dado aos conteúdos presentes nos livros didáticos configura erroneamente o conhecimento científico como um produto acabado, elaborado por mentes privilegiadas, desprovidas de interesses político-econômicos e ideológicos, ou seja, que apresenta o conhecimento sempre como verdade absoluta, desvinculado do contexto histórico e sociocultural.

O momento atual vivido pelo ensino de ciências, deixa claro que os conhecimentos veiculados nos livros didáticos devem promover, ao invés de uma abordagem mais voltada para a formação de futuros cientistas, abordagens mais voltadas para convivência social e desenvolvimento humano. Isto nos leva a crer que o conhecimento produzido originalmente pelos cientistas e pela comunidade acadêmica deve ser apresentado nos livros didáticos em

concordância com objetivos educacionais atuais (PIETROCOLA, 2005). Esta forma de transformação e adaptação do conhecimento científico a um novo ambiente é denominada Transposição Didática. Para dar uma definição mais clara, Chevallard (1991) definiu a Transposição Didática como

“...um instrumento eficiente para analisar o processo através do qual o saber produzido pelos cientistas (o Saber Sábio) se transforma naquele que está contido nos programas e livros didáticos (o Saber a Ensinar) e, principalmente, naquele que realmente aparece nas salas de aula (o Saber Ensinado). Ele analisa as modificações que o saber produzido pelo “sábio” (o cientista) sofre até este ser transformado em um objeto de ensino. “ (CHEVALLARD apud PIETROCOLA, 2005)

A partir da consideração de que o contexto original da produção do conhecimento é bastante diferente do contexto onde ocorre o ensino, podemos pensar que o conhecimento científico que se encontra no livro didático não deveria corresponder a uma versão simplificada do conhecimento produzido pelos cientistas (PIETROCOLA, 2005). Se assim o for, o aluno passa então a perceber que a grande maioria dos conteúdos tratados no livro não tem nenhuma relação com o que aprendem fora da escola uma vez que não conseguem aplicá-los a nenhuma situação. Apesar de tal fato, é válido lembrar que a disseminação das propostas dos PCNEM, ao enfatizar a contextualização, tem conduzido diversos professores na busca de conteúdos com abordagens que se aproximem mais da vida diária do estudante de tal forma que, hoje, isto já é praticamente vista como lugar comum na área de ensino-aprendizagem de ciências.

3.3 O PAPEL DA AE NO ENSINO DE CIÊNCIAS.

Para se referir às origens da presença do laboratório no ensino de ciências e refletir sobre o seu papel, Borges (2002) comenta que os movimentos de reforma curricular, tais como o PSSC (Physical Science Study Committee) e os vários cursos da Nuffield Foundation, deram imenso destaque ao ensino de laboratório, e apesar disto o papel que o laboratório deveria ter no então ensino de ciências, ainda estava longe de ser claro para o professor. A questão dos

objetivos que estabeleçam diretrizes para o ensino no laboratório de ciências se estende até a nossa década. De acordo com Bybee e DeBoer (1996; *apud* BORGES, 2002) entre os objetivos mais comumente perseguidos para a educação em ciências estariam: adquirir conhecimento científico, aprender os processos e métodos das ciências, compreender as aplicações da ciência, especialmente, as relações entre ciência e sociedade e ciência-tecnologia-sociedade.

Hodson (1994; p.1) comenta que, apesar da idéia predominante entre os educadores de que a experiência prática seria essencial para a aprendizagem de ciências, até então foram realizadas muito poucas análises sistemáticas dos benefícios que poderiam ser obtidos para o ensino no laboratório de ciências. Borges (2002; p.294) comenta que *“Os professores de ciências, tanto no ensino fundamental como no ensino médio, em geral acreditam que a melhoria do ensino passa pela introdução de aulas práticas no currículo”*. E, para investigar melhor as razões que conduzem a aceitação quase incontestável do uso do laboratório no ensino, Hodson (1994) comenta as principais razões apresentadas pelos professores para fazer com que os estudantes participem das atividades práticas. Segundo ele, estas justificativas podem ser agrupadas em cinco categorias: a) para motivar, estimulando o interesse e a diversão b) para ensinar as técnicas de laboratório c) para intensificar a aprendizagem de conhecimentos científicos d) para proporcionar uma idéia sobre o método científico e desenvolver habilidade em sua utilização e) para desenvolver determinadas “atitudes científicas”, tais como a considerar as idéias sugestões de outras pessoas, a objetividade e a boa disposição para não emitir juízos apressados.

Após realizar uma pesquisa com alunos em idades compreendidas entre 13 e 16 anos de escolas de Auckland, Nova Zelândia, este autor destaca que o que torna atraente este tipo de atividade é *“a oportunidade de por em prática métodos de aprendizagem mais ativos para atuar mais livremente com o professor e com outros alunos e para organizar o trabalho como melhor se adapte ao gosto do aluno.*

Em relação ao ensino de técnicas de laboratório, este autor considera ainda duas categorias de justificativas. A primeira leva em conta uma série de habilidades generalizáveis e livres do conteúdo que poderiam ser transferidas para outras áreas de estudo e seriam válidas para que os alunos se tornassem capazes de enfrentar situações do cotidiano. A segunda categoria de habilidades estaria relacionada com as destrezas específicas requeridas por cientistas e

técnicos. O autor questiona a primeira afirmando que seria difícil avaliar como tais habilidades poderiam ser transferidas para situações externas ao laboratório. A segunda colocação também é questionada quando o autor comenta que mesmo após receber aulas práticas por um longo período, muitos estudantes são incapazes de concretizar atividades práticas simples de laboratório e entendendo o aquilo que fazem. Hodson (1994) atribui pouco valor para a aquisição de tais destrezas e comenta que quando os estudantes não possuem ainda competência necessária para lidar com tais habilidades, pode-se recorrer a procedimentos alternativos tais como a pré-montagem do aparato experimental, demonstração por parte do professor ou mesmo o uso do computador.

Para alguns professores investigados por Hodson (*idem*) o ensino experimental contribuiria para a aquisição de conhecimentos científicos. Entretanto este mesmo autor comenta que os dados empíricos disponíveis com relação a tal afirmação são difíceis de interpretar e pouco conclusivos. Portanto não haveria razão para considerar que a aprendizagem de conhecimentos científicos por meio da atividade prática seria superior a outros métodos.

Os professores investigados por Hodson (*ibidem*) também respondem que o ensino de laboratório contribui para o que os alunos aprendam a metodologia do trabalho científico. O autor questiona a visão de que a melhor maneira de aprender ciência seria por meio de atividades baseadas em um modelo de atividade científica. Ele procura associar este argumento como resultante dos métodos de ensino centrados na descoberta e introduzidos na década de 60 do século passado. Neste modelo, o aluno encontraria motivação por meio de experimentação direta e orientadas para a investigação científica. Para Kirschner (1992; *apud* HODSON, 1994) algumas destas idéias teriam surgido como uma interpretação errada da obra de Ausubel (sobre aprendizagem repetitiva e aprendizagem significativa) ao se associar equivocadamente a aprendizagem repetitiva com os métodos de transmissão/recepção e de se associar a aprendizagem significativa com métodos de ensino centrados na descoberta. Ainda, Miller (1989), Selley (1989) e Klopfer (1990) (*apud* Hodson, 1994) argumentam que o trabalho prático individual revela-se contraproducente além de levar o aluno a uma visão incoerente e distorcida da metodologia científica.

Ainda no mesmo trabalho, o referido autor apresenta a definição de atitude científica como “um conjunto de enfoques e atitudes com respeito à informação, às idéias e aos procedimentos considerados essenciais para os praticantes de ciência” e afirma que existe uma crença

generalizada de que os cientistas autênticos adotariam uma “*postura de objetividade, livre de valores e teoricamente isenta de prejuízos, imparcial e ainda com boa disposição para considerar outras idéias e sugestões evitando emitir juízos apressados*”. O questionamento então seria se as práticas de laboratório realmente estimulam estas atitudes. A resposta negativa para um tal questionamento estaria no fato de que o que se vê na realidade é um esforço dos estudantes para dar “respostas corretas”, pré-estabelecidas, bem como a preocupação do que deveria estar ocorrendo durante a experimentação no sentido de “estar de acordo com a teoria”. Isto então contrariaria a prática da “integridade intelectual” e à disposição para aceitar outras idéias e evitar a emissão de juízos apressados. Ele acredita ainda que tais atitudes não estimulariam os estudantes a seguirem em carreiras científicas pela improbabilidade de que muitos estudantes percebessem de forma positiva a dissociação destas atitudes com a vida real e a perda das identidades individuais. Contrariamente, os jovens precisariam perceber que os cientistas também podem ser afetuosos, sensíveis, divertidos e amáveis além de persistentes e diligentes. Uma outra preocupação apontada pelo autor, em relação a estas atitudes, seria sobre a imagem de ciência que este tipo de ensino poderia transmitir para os alunos. Ele afirma que provavelmente os cientistas autênticos não possuem estas características especiais e aqueles que as semeiam o fazem porque esta seria uma maneira de defender os seus interesses próprios.

Tamir (1991 *apud* BORGES 2002) apresenta o laboratório tradicional como sendo aquele em que o aluno realiza atividades práticas envolvendo observações e medidas acerca de fenômenos previamente determinados pelo professor. Borges cita que em geral neste tipo de atividade os alunos trabalham em pequenos grupos e seguem as instruções prescritas em um roteiro. Nesta visão, os objetivos da atividade prática consistiriam em testar uma lei científica, ilustrar idéias e conceitos aprendidos nas ‘aulas teóricas’, descobrir ou formular uma lei acerca de um fenômeno específico. ‘ver na prática’ o que acontece na teoria, ou aprender a utilizar algum instrumento ou técnica de laboratório específica. Segundo ele, entre as principais críticas que se fazem a este tipo de atividades práticas estaria o fato de que elas não estariam relacionadas aos conceitos físicos e que muitas destas atividades não seriam relevantes do ponto de vista dos estudantes porque tanto o problema como o procedimento para resolvê-lo já estão previamente determinados pelo professor. E argumenta ainda que mesmo em locais com forte tradição de ensino experimental como é o caso de cursos superiores e cursos de escolas técnicas, não ocorre o planejamento sistemático das atividades,

com a explicitação e discussão dos objetivos de tal ensino. Os estudantes, por sua vez, não percebem outros propósitos para as atividades práticas que não o de comprovar fatos e leis científicas (BORGES, 2002; p.299).

4. NÍVEIS DE ABERTURA DAS ATIVIDADES PRÁTICAS.

Nesta parte do trabalho, apresentamos uma análise de como os professores poderiam avaliar os roteiros de atividades experimentais de tal forma a observar a possibilidade de desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico de que trata o Art. 350 da Lei n.º 9.394/96 (LDBEN, 96). Apesar do nível de desenvolvimento das idéias que se seguem, esta proposta é aqui apresentada, não como um instrumento de avaliação direta de competências e habilidades, mas, contrariamente, acreditamos que certamente ela seja o ensaio de mais um recurso que contribua para reduzir as incertezas do professor no curso da sua prática pedagógica.

Entendemos que o desenvolvimento destas competências estaria diretamente relacionado ao nível de problematização das atividades que o aluno participa. Por sua vez, para que a problematização seja mais efetiva, o conhecimento trabalhado no decorrer da AE precisa apresentar algum grau de contextualização que sirva como um suporte para possibilitar ao aluno desenvolver as suas próprias idéias e o seu pensamento crítico. E assim, para podermos prosseguir com esta parte do trabalho, precisamos tomar como preocupação referencial a idéia de que a responsabilidade pelo desenvolvimento da AE pertence em grande parte ao aluno. E assim, partimos do pressuposto de que é o nível de abertura das AE que proporciona a avaliação de tais competências.

No que se segue, propomos a degenerescência nos níveis apresentados por Tamir (1991) com o objetivo de permitir ao professor avaliar o grau de abertura das atividades práticas. Apresentamos também uma nova categorização das atividades investigativas e um organizador que permite ao professor avaliar o grau de abertura da atividade prática.

A tabela seguinte apresenta um contraste entre as atividades do laboratório tradicional e das atividades investigativas. O grau de abertura, está relacionado com o quanto o roteiro fornecido especifica a tarefa para o aluno (BORGES, 2002; p.304)

Tabela 3 – Continuo problema – exercício Borges, T. (2002)

Aspectos	Laboratório Tradicional	Atividades Investigativas
Quanto ao grau de abertura	Roteiro pré-definido	Variado grau de abertura
		
	Restrito grau de abertura	Liberdade total no planejamento
Objetivo da atividade	Comprovar leis	Explorar fenômenos
Atitude do estudante	Compromisso com o resultado	Responsabilidade na investigação

O mesmo autor apresenta quatro níveis de investigação propostos por Tamir (1991) para as atividades experimentais conforme a tabela abaixo.

Tabela 4 – Níveis de investigação no laboratório de ciências proposto por Tamir (1991).

Nível de Investigação	Problemas	Procedimentos	Conclusões
Nível 0	Dados	Dados	Dados
Nível 1	Dados	Dados	Em aberto
Nível 2	Dados	Em aberto	Em aberto
Nível 3	Em aberto	Em aberto	Em aberto

De acordo com a tabela 4 apresentada acima, no decorrer da experimentação, o nível 0 corresponde à situação em que tanto problemas como procedimentos e conclusões são previamente estabelecidos pelo professor ou roteiro cabendo ao aluno apenas realizar a tarefa. Em muitos casos, as tarefas são finalizadas apenas após a apresentação de um relatório. Uma situação bastante típica para o nível 0 ocorre quando o roteiro especifica objetivos tais como comprovar leis e fatos das ciências ou verificar um determinado valor a ser obtido para uma determinada constante física como, por exemplo, o valor da intensidade do campo gravitacional g próximo à superfície da Terra, 10 m/s^2 . Assim, no nível 1, o aluno é instruído sobre qual o problema a resolver e deve seguir uma lista de itens que o auxilia no

procedimento experimental ou na montagem. Porém neste nível, cabe ao aluno apresentar as suas próprias conclusões.

O grau de investigação correspondente ao nível 2 seria aquele em que o aluno é instruído apenas sobre o problema. Podemos pensar em um nível considerável de problematização que esta situação pode produzir, afinal é o aluno quem teria a responsabilidade de propor o procedimento experimental. Os professores mais familiarizados com uma tal situação conhecem, no momento da realização deste nível de atividade, a inquietação dos estudantes muitas vezes em função da ansiedade em saber “o que é para fazer”.

No nível 3, o professor deve estar preparado para ceder grande parte do desenvolvimento da AE para o aluno. Seria um nível em que o próprio aluno é o responsável pela formulação do problema a ser investigado. Desta maneira, o aluno encontrar-se-ia num contexto de total liberdade para agir e para expressar os resultados de suas ações, o que levaria a uma prática do desenvolvimento da autonomia intelectual.

Apesar da dificuldade de definir o que seria um roteiro totalmente aberto, é possível definir um roteiro totalmente fechado que sirva de referência para avaliar o seu grau de abertura. Em particular, este trabalho refere-se a aulas práticas por meio do uso de atividades experimentais em que o aluno interage com o mundo dos objetos, dos conceitos, das leis, das teorias e das linguagens simbólicas (SERÉ, COELHO E NUNES, 2003; p.30) através de montagens (ou ajustes ou construção do aparato experimental) e/ou medidas. Esta definição estará subentendida em todo o trabalho nos diversos momentos em que se comenta a aula prática experimental.

A observação de diversos roteiros/guias de aulas práticas nos mostra que o procedimento experimental está presente em praticamente todos eles. A partir daí consideramos que o procedimento é o principal item da atividade experimental. É através dele que o aluno tem oportunidade de interagir com o mundo dos objetos e a atividade prática, como definida acima, praticamente inexistente sem o procedimento experimental. Optamos por organizar as informações em torno do que seria o procedimento experimental, detalhando-o, para melhor entendê-lo e posteriormente explicar e definir o que será considerado o nível semi-aberto do procedimento.

De um modo geral, o procedimento experimental pode ser dividido em **montagens, medidas, registros** e observações. Entretanto os três primeiros itens são bem mais enfatizados nos

roteiros e os dois últimos podem ser vistos de forma integrada ou podem mesmo perfazer diversos instantes da aula prática. Portanto podemos considerar o esquema seguinte em que M, m e r referem-se às características relevantes do procedimento.

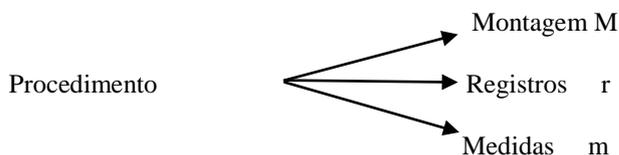


Fig. 1 Característica relevantes do procedimento experimental.

Nas linhas seguintes, comentamos cada uma das características relevantes do procedimento.

Caracterização da informação / instrução sobre os tipos de medidas.

Observando as instruções e informações correspondentes à realização de medidas presentes em diversos roteiros, observamos que a informação/instrução pode estar **Dada**, **Semi-aberta** ou **Em aberto** conforme a sentença apresentada ao aluno. A figura a seguir busca ilustrar tal situação.

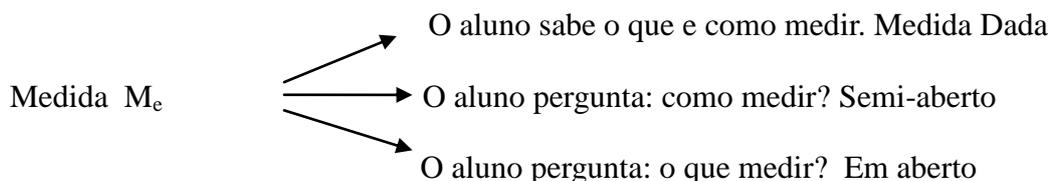


Fig. – 2. Caracterização das informações sobre os tipos de medida

A seguir são apresentados exemplos correspondentes à medida da corrente elétrica.

Exemplo de instrução Dada: Use o amperímetro para medir a corrente elétrica.

Exemplo de instrução Semi-aberta: Meça a corrente elétrica.

Exemplo de instrução Em aberto. Usando o amperímetro, faça algumas medidas.

Os exemplos acima nos mostram que a medida é considerada Dada quando o professor ou o roteiro especifica qual a medida a ser realizada e como a medida deverá ser realizada, desta

forma, não há possibilidades para o aluno criar a medida ou refletir sobre ela. A medida é considerada Em aberto quando o aluno reflete sobre como ela pode ou deve ser realizada ou mesmo não recebe nenhuma informação sobre ela.

A régua, a balança e o relógio são instrumentos que medem as grandezas físicas fundamentais e que são bastante familiares para a maior parte dos estudantes de ensino médio. Considerando que apenas poucos instrumentos de medida são conhecidos ou familiares para a maior parte dos estudantes (ex. régua, balança e cronômetro), aproximamos a categorização das informações sobre as medidas para

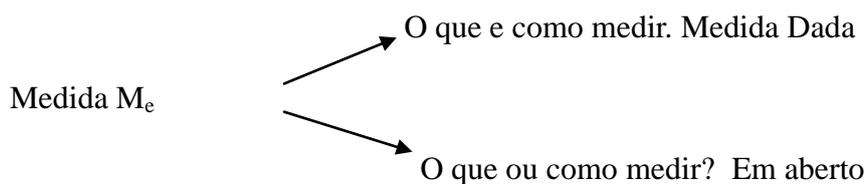


Fig. 3. Caracterização aproximada das informações sobre os tipos de medida.

Portanto, de acordo com a Fig. 2, o fato de a informação ser parcial leva-nos a considerá-la como Em aberto.

Caracterização da informação / instrução sobre os tipos de montagem.

A montagem M é considerada Dada quando o professor ou o roteiro especifica como a montagem deverá ser realizada, desta forma, não há possibilidades para o aluno criar a montagem M ou refletir sobre ela.

A montagem M é considerada Em aberto quando o aluno reflete sobre como ela pode ou deve ser realizada ou mesmo não recebe nenhuma informação sobre ela.

A nossa experiência com a presença de representação de montagem em diversos roteiros leva-nos a considerar o esquema a seguir:

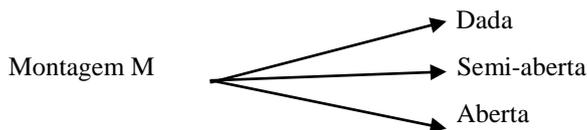


Fig.- 4. Tipos de montagem M

Dada. Exemplo: O aluno recebe o experimento montado (em geral, no roteiro) cabendo a ele realizar apenas as medidas e/ou observações.

Semi-aberta. Exemplo. O aluno conhece uma lista de itens a serem seguidos ou figura indicando ou sugerindo como fazer a montagem.

Em aberto. Exemplo. O aluno recebe ou não informação / instrução sobre o material mas cabe a ele sugerir a montagem M.

Em função das possíveis dificuldades dos estudantes em realizar a transferência do papel(roteiro) para os objetos, podemos aproximar a montagem semi-dada para montagem M

Em aberto. A Fig. 4 fica então:

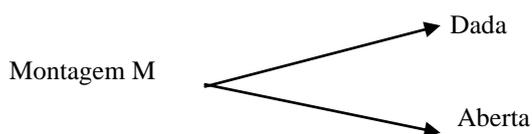


Fig.- 5. Tipos de montagem Mo (Aproximada)

A seguir é apresentado o quadro dos principais tipos de procedimentos em função dos tipos de montagens e medidas observadas em diversos roteiros.

Tabela 5. Tipos de procedimento experimental

Níveis N	Montagem M	Medidas m	Procedimento
0	Dada	Dada	Dado
1	Dado	Em aberto	Semi-aberto
2	Em aberto	Dada	Baixa ocorrência
3	Em aberto	Em aberto	Em aberto

Podemos ver que se não há medidas, o tipo de procedimento praticamente coincide com o tipo de montagem. Exemplo de tal prática seria: Objetivo; construir um manômetro. (esta atividade prática pode ou não envolver medidas).

Organizador dos níveis de abertura.

A partir do conjunto das informações apresentadas anteriormente, na tabela a seguir,

apresentamos um organizador que poderia permitir ao professor avaliar o grau de abertura das atividades experimentais.

Tabela 6. Organizador que permite ao professor avaliar o grau de abertura da atividade prática.

Problema: Dado	Procedimentos	Níveis	Percentual de abertura(%)
Conclusões Dadas	Dados (M, r, m)	0 ₊	10
	Dados (M, m)	0 ₊₊	20
Conclusões Em aberto	Dados (M, r, m)	1 ₊	30
	Dados (M, m)	1 ₊₊	40
	Dados M	1 ₊₊₊	50
Conclusões Em aberto	Dados M	2 ₊	60
	Em aberto M	2 ₊₊	70
	Em aberto (M, r, m)	2 ₊₊₊	80
Problema: Em aberto	Dados M	3 ₊	90
	Em aberto (M, r, m)	3 ₊₊	100

Pode-se observar que existe um número grande de níveis compreendidos entre o procedimento totalmente fechado e totalmente aberto.

Reescrevendo-se o organizador acima em forma de outra tabela, chegamos então a dez níveis de categorização propostos conforme se segue.

Tabela 7. Dez níveis de categorização propostos para as atividades experimentais investigativas.

Nível de Investigação	Problemas	Procedimentos	Conclusões
{0 ₊ , 0 ₊₊ }	Dados	Dados Mrm, Mm	Dados
{1 ₊ , 1 ₊₊ , 1 ₊₊₊ }	Dados	Dados Mrm, Mm, M	Em aberto

$\{2_+, 2_{++}, 2_{+++}\}$	Dados	Em aberto rm, M, Mrm	Em aberto
$\{3_+, 3_{++}, \}$	Em aberto	Em aberto rm, Mrm	Em aberto

A seguir, como um exemplo de aplicação do organizador apresentado acima, é analisado um roteiro de atividade experimental extraído do exemplo apresentado por BORGES (2002).

Desafio prático.

Um lançador de projéteis, consistindo de uma mola comprimida por um êmbolo dentro de um tubo de PVC, como mostrado ao lado lança uma pequena bola verticalmente para cima com uma velocidade inicial V_0 . Como você faria para determinar esta velocidade inicial? Planeje um experimento que lhe permite fazer isto.

Utilize a montagem do lançador de projéteis e faça as medidas que julgar necessárias para resolver esse problema. Escreva em seu relatório o procedimento utilizado, os valores das medidas que você fez e o valor encontrado para a velocidade

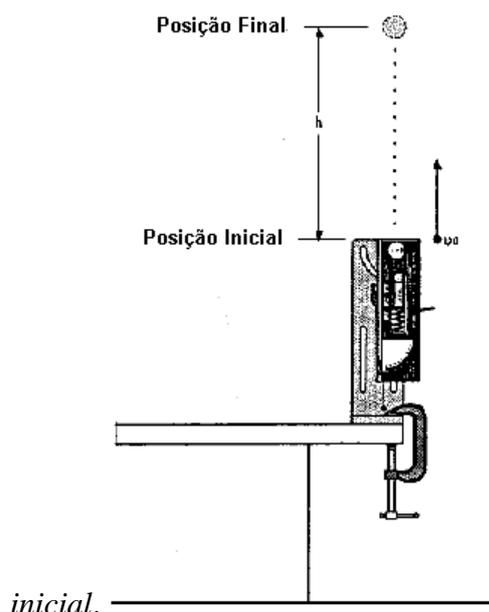


Fig 6 – Exemplo de um problema para estudantes do 1º ano do ensino médio.

Numa primeira visão, a atividade prática proposta parece apresentar um alto grau de abertura

pois o estudante deve “ planejar um experimento “ e ainda “ realizar as medidas que julgar necessárias”. Entretanto, de acordo com o organizador proposto, estando a conclusão Em aberto 2 (no relatório) e sendo fornecida informação sobre a montagem M e apenas informação (parcial) sobre a medida m, o grau de abertura apresenta-se em torno de 60%. Em que a medida seria considerada do tipo aberta.

Entendemos que responsabilizar o estudante por todas as etapas da prática é um nível que em geral está mais próximo apenas dos estudantes universitários que encontram-se, no mínimo, a partir do segundo semestre do curso. Observemos que os dois últimos níveis do organizador tornam evidente a realidade que o estudante de ensino médio está longe de atingir. Lembrando que estes níveis correspondem à degeneração do último nível de investigação proposto por Tamir (1991). Portanto estes dois últimos níveis seriam de caráter mais teórico restando a expectativa de que algum dia o estudante de ensino médio possa atingir este terceiro nível. De qualquer maneira, optamos por mantê-lo em nosso Organizador, e consideramos que de um ponto de vista prático e atual o nível 70 % seria bastante satisfatório.

Importância do avaliador do grau de abertura.

- 1 Contribui para o professor identificar dificuldades dos alunos .
- 2 Sintetiza as visões de Borges (2002) e Tamir (1991) e torna mais evidente os níveis de abertura de diversas atividades experimentais evitando-se superestimar ou subestimar as práticas abertas ou semi-abertas à medida que se investiga o nível de abertura.
- 3 Serve como referência para estimar o nível de dificuldade da classe e assim organizar as práticas mais em acordo com o seu nível cognitivo podendo-se observar a necessidade de reformular as aulas práticas.
- 4 Permite ao professor fazer análises comparativas servindo como instrumento metodológico. Pode-se analisar o desempenho do aluno em relação ao desempenho médio da classe. Pode-se identificar em uma classe quantos alunos estão em determinado nível. E assim por diante.

5. A METODOLOGIA EMPREGADA NA PESQUISA.

Nesta parte, apresentamos uma visão geral da metodologia empregada na pesquisa sem apresentar detalhes específicos. Estes serão abordados nas seções 5.1, 5.2 e 5.3. De um modo geral, apresentamos uma pesquisa que utiliza elementos da pesquisa quantitativa com uma interpretação qualitativa. Deste modo, a pesquisa qualitativa terá como olhar a análise dos documentos oficiais e do livro didático. Por sua vez, a pesquisa quantitativa terá como suporte a apresentação do Diagrama de Fluxo, que emprega uma linguagem bastante peculiar, na qual se toma emprestada da Física um pouco da idéia de fluxos (empregada no sentido de uma linha orientada que atravessa um determinado duto ou canal) e uma análise estatística na qual se definem probabilidades máximas e mínimas - de que os experimentos estejam vinculados a objetivos educacionais. Os resultados encontrados a partir do emprego desta metodologia são analisados sob a ótica qualitativa.

Analisamos as Propostas de Atividades Experimentais (PAE) em três livros didáticos de forma a estabelecer uma comparação entre elas e as propostas para o ensino de Física referidas nos PCN bem como observamos possíveis vinculações entre estas PAE e os objetivos educacionais da Lei. Como forma de avaliar a existência desta relação, empregamos uma metodologia quantitativa para, a partir das competências e habilidades presentes nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNEM), encontrar a probabilidade mínima de que cada um, entre os quatro OE, recebessem a contribuição das PAE.

A pesquisa foi realizada com o objetivo de investigar se as PAE, da forma como estão apresentados nos livros didáticos, contribuem para a concretização dos objetivos educacionais para o Ensino Médio em acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB 1996.

Foram analisados 92 roteiros de experimentação presentes em três dos LD de ensino médio indicados no Guia do Livro Didático do PNLEM (2009): Nesta relação constam:

FÍSICA. Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga. São Paulo. Ed. Scipione, 2009.

FÍSICA. Volume Único. Alberto Gaspar. São Paulo. Ed. Ática, 2008.

FÍSICA, CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Vol. 1, 2 e 3. São Paulo. Ed. Moderna, 2005.

Estes três livros foram escolhidos considerando que já tínhamos uma certa familiaridade profissional em seu manuseio.

5.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS DA PESQUISA.

Apresentamos em detalhe, nesta parte do trabalho, os fundamentos que permitem explicar o uso da metodologia adotada na pesquisa. Inicialmente, acreditamos na propriedade transitiva de que se uma determinada AE apresenta-se de alguma forma relacionada a algumas habilidades dos PCNs, então, uma vez que tais habilidades foram elaboradas para se atender aos objetivos da Lei, esta AE também teria alguma relação com os propósitos da Lei. Dito de outra maneira, com base na idéia de que as habilidades dos PCNs (*Parte III, Ciências da Natureza Matemática e suas Tecnologias*) poderiam servir de meio para interligar os roteiros aos OE da LDB/96, criamos um diagrama que representasse esta idéia e nos referiremos a ele neste trabalho como Diagrama de Fluxo. Assim, se uma determinada AE analisada apresenta alguma relação com as habilidades e competências, esta relação é então representada por um segmento de reta orientado, que nesta linguagem representa uma unidade de fluxo. Por sua vez, um conjunto de habilidades pode estar diretamente relacionado a um ou mais entre os quatro objetivos. Cada uma das competências encontra-se nos PCNs, sendo que foram escolhidas dez entre elas. Assim, cada competência é vista como um canal que permite acesso direto a um determinado objetivo. A figura 7 a seguir representa este conjunto de idéias.



Fig. 7. Relação entre propostas de atividades experimentais, competências e objetivo.

Para facilitar o andamento da pesquisa, representamos cada uma das habilidades/competências por números destacados em negrito itálico. Entretanto, quando for conveniente, usaremos palavras-chaves que facilitem a sua identificação no decorrer da leitura. Assim, por exemplo, a competência “*Entender e aplicar métodos e procedimentos próprios das Ciências Naturais*” aparecerá representada pelo número destacado **2**, ou como **2** (mét. e proc.). O mesmo procedimento é adotado para os objetivos da educação. Por exemplo, o objetivo “*O aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética*

e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico” aparecerá representado pelo algarismo romano III, aparecerá como III (ética e aut. intelec.).

O diagrama que reúne estas idéias está sendo denominado neste trabalho Diagrama de Fluxo, o qual aparece representado na figura 8 a seguir.

DIAGRAMA DE FLUXO

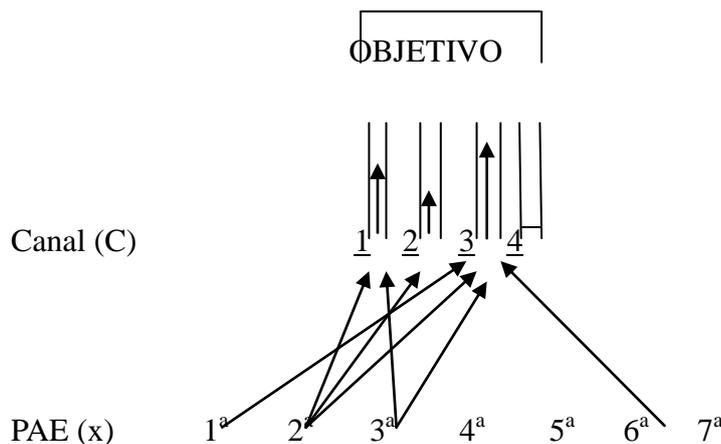


Fig. 8. Diagrama de Fluxo.

Portanto, na figura acima, representamos geometricamente o fluxo proporcionado por um subconjunto de PAEs prováveis em atingir um determinado objetivo educacional através de um conjunto de canais, C.

Considerando-se um conjunto de experimentos analisados $E = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_T\}$, para os nossos propósitos neste trabalho, definimos como número de PAEs prováveis N_p à quantidade de PAEs relacionadas a um conjunto de canais $C = \{c_1, c_2, c_3, \dots, c_i, \dots\}$. Este conjunto de canais C permite o fluxo de cada experimento N_p para determinado objetivo O_i em que

$$O_1 = I, O_2 = II, O_3 = III \text{ e } O_4 = IV$$

I, II, III e IV são os objetivos educacionais presentes na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, LDB (1996) conforme comentado na introdução.

Observamos no diagrama que após escolhermos um conjunto de PAE para serem analisadas, nem todas são necessariamente prováveis, uma vez que pode haver alguma entre elas que esteja completamente desvinculada dos canais escolhidos, como seria o caso da 4ª, da 5ª e da

7ª PAE representadas . Isto é, de acordo com o diagrama acima, haveria apenas quatro PAE prováveis, isto é $N_p = 4$. Assim, o total de PAE seria no total sete ($T = 7$) sobre um determinado conteúdo que poderia ser, por exemplo, o eletromagnetismo.

Para um conjunto de PAE contribuir para a concretização de determinado objetivo educacional, seria ideal do ponto de vista estatístico, que o número total de experimentos analisados T coincidissem com N_p . E ainda, que o número total de canais estivessem abertos para o fluxo ϕ de todos os T experimentos. Entretanto, em geral, por questões operacionais associadas ao espaço didático, somente uma fração de experimentos corresponde a N_p . E ainda, apenas um subconjunto de canais está aberto para determinado objetivo. Isto significando que, entre as dez habilidades, apenas algumas podem ser associadas a um determinado objetivo.

De acordo com estas condições, pode-se definir dois tipos de probabilidade convenientes ao nosso trabalho: a probabilidade de contribuição mínima e a probabilidade de contribuição efetiva para a concretização dos objetivos educacionais.

Probabilidade de Contribuição Mínima, P_{\min} .

Neste caso, quer-se saber a partir de um número total de experimentos analisados T , qual a fração que pode chegar a pelo menos um entre os canais abertos para determinado objetivo O_i . Matematicamente podemos escrever

$$P_{\min} = N_p / T. \quad (1)$$

Observamos que nesta definição o fluxo ϕ , proporcionado por uma relação biunívoca entre canais e PAE (fig.a), é equivalente a um fluxo igualmente distribuído por todos os canais abertos (fig. b). Isto é, para calcular o valor numérico de P_{\min} , não é relevante considerar se o fluxo produzido por um roteiro está associado a um ou a diversos canais.

DIAGRAMA DE FLUXO

DIAGRAMA DE FLUXO

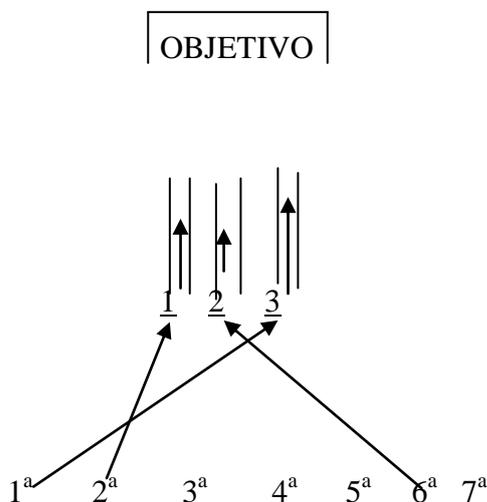


Fig. a

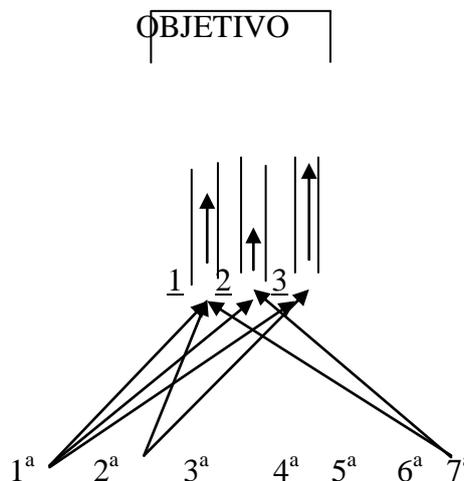


Fig. b

Se fosse construído no decorrer da pesquisa um Diagrama de Fluxo tal como o apresentado anteriormente na fig. 8, a probabilidade de contribuição das AE sobre determinado conteúdo (ex. eletromagnetismo) seria de $4/7$, isto é a probabilidade de contribuição mínima das AE para a concretização de determinado objetivo seria $P_{\text{mín}} = 57,1 \%$.

Probabilidade de Contribuição Efetiva, P_{ef} .

O último exemplo acima deixa claro que no cálculo da probabilidade mínima, todas as PAE prováveis contribuem igualmente para um determinado objetivo, já que no cálculo de $P_{\text{mín}}$ o fluxo total proporcionado pela AE não é relevante. Entretanto, observa-se, por exemplo, que enquanto a primeira PAE provável (no exemplo da fig.a) produz um fluxo unitário, a mesma PAE provável (no exemplo da fig b) produz um fluxo de três unidades. Esta situação faz ver claramente que a definição anterior não leva em consideração a contribuição individual de cada roteiro, assim muitas vezes um roteiro contribui mais que outro para se concretizar os objetivos. Estas informações nos levam naturalmente a buscar uma outra equação que faça estas considerações. Assim, definimos como a probabilidade de contribuição efetiva para a concretização de um determinado objetivo educacional O_i , a razão entre o fluxo total ϕ_T através dos canais abertos e o fluxo máximo $\phi_{\text{máx}}$ do total de experimentos T. Isto é,

$P_{ef} = \sum \phi_i / \phi_{m\acute{a}x}$. Em que ϕ_i representa o fluxo de cada experimento provável.

Sendo o fluxo máximo dado por $N_p \cdot N_c$, onde N_c representa o número de canais abertos, pode-se finalmente escrever a expressão

$$P_{ef} = \sum \phi_i / N_p \cdot N_c \quad (N_c > 1) \quad (2)$$

Esta é então a equação que leva em consideração o fluxo total proporcionado por cada PAE.

Para o Diagrama de Fluxo apresentado, como exemplo na fig. 8, existem quatro canais ($N_c = 4$), sendo que a somatória do fluxo total seria de sete unidades ($\sum \phi_i = 7$). Mais uma vez, se fosse construído no decorrer da pesquisa um Diagrama de Fluxo tal como o apresentado acima, a probabilidade de contribuição efetiva das AE sobre determinado conteúdo (ex. eletromagnetismo) seria portanto de $7/(4 \cdot 4)$, isto é a probabilidade de contribuição efetiva das PAE para a concretização de determinado objetivo seria $P_{ef} = 43,7 \%$.

Observamos que não se deve considerar que a probabilidade mínima seja menos importante do que a probabilidade efetiva, já que ela nos permite obter em geral **mínimos valores permissíveis de probabilidade** para avaliarmos se uma determinada AE está relacionada aos OE. Num sentido prático, poderíamos mesmo afirmar que um valor baixo encontrado para $P_{mín}$ poderia nos assegurar da completa inexistência de vínculos de um determinado conteúdo. A probabilidade efetiva, por sua vez, tem sua importância justificada no sentido de sermos um pouco mais realistas no decorrer dos cálculos, entretanto poderíamos interpretar o termo “mais realista” como tendo significado mais teórico. Enfim, na parte quantitativa deste trabalho, optamos por calcular e apresentar os resultados para ambas probabilidades.

Comparando-se os resultados exemplificados acima, vale lembrar ainda que em geral a probabilidade efetiva é menor que a probabilidade mínima. E assim os valores mais “realistas” podem contribuir para aumentar a confiabilidade dos resultados quando precisamos afirmar que um conjunto de AE não se vincula a determinado objetivo.

Fontes e Sorvedouros.

Uma outra questão que poderíamos aprofundar aqui consiste em que determinado canal de acesso pode estar absorvendo grande parte de experimentos, atuando como sorvedouros, enquanto outros podem absorver um fluxo menor, o que produziria a concentração do fluxo por canais específicos. Esta questão é importante porque no momento de analisar os objetivos,

algumas habilidades e competências podem estar sendo melhor contempladas do que outras. Por questões de extensão do trabalho entretanto, apresentamos um resumo desta problemática no Apêndice para o leitor interessado num posterior aprofundamento.

A contribuição do mini-corpus para o Diagrama de Fluxo.

Para se construir um Diagrama de Fluxo é necessário investigar as frases e expressões em cada um dos roteiros de AE e observar se elas têm alguma relação com algum entre os canais. Deve-se observar que no curso deste procedimento, nem sempre dois diferentes observadores estarão em acordo. Tendo em vista esta possibilidade, a construção do mini-corpus é realizada de forma a deixar sempre um comentário que expresse de forma resumida a justificativa do pesquisador. Isto permite inclusive que o próprio pesquisador possa rever o seu ponto de vista facilitando até mesmo uma inteira revisão da pesquisa quando necessário. Assim o mini-corpus permite a manipulação organizada de uma grande quantidade de frases e expressões, principalmente quando se chega à ordem de milhares. Estas expressões saem dos LD e são depositadas no mini-corpus sendo que cada uma delas compõe uma linha com informações sobre a fonte, qual o autor, qual o número da habilidade, qual o conteúdo e número da AE. O Diagrama de Fluxo representa uma maneira de se demonstrar compreensão da pesquisa que se desenvolve enquanto o mini-corpus permite organizar e acelerar o trabalho tendo em conta as facilidades operacionais proporcionadas pelo uso do computador. Cabe ainda ressaltar que o mini-corpus encontra o seu lugar em pesquisas de pequena extensão, uma vez que estas pesquisas podem dispensar a compra ou o desenvolvimento de programas computacionais específicos para a pesquisa que se quer realizar.

5.2 O MINI-CORPUS LINGÜÍSTICO.

O computador tem sido, nas últimas décadas, um aliado quase indispensável em muitas pesquisas científicas, particularmente aquelas em que se coleta e analisa uma grande quantidade de dados. Qualidades como velocidade, memória e capacidade de armazenamento de dados permitiram que esta ferramenta fosse aplicada até mesmo em áreas mais específicas das ciências humanas, como é o caso da lingüística computacional. Nesse sentido, os pesquisadores desta ciência têm feito uso de corpora (plural de corpus) para processar e obter

informações sobre aspectos da linguagem natural. Um corpus lingüístico pode ser construído, por exemplo, a partir de jornais, de livros e de gravações que são transcritas. Ao apresentar uma retrospectiva da Lingüística de Corpus, SARDINHA (2000) informa que os corpora já existiam desde a Antigüidade e exemplifica que, tanto neste período como na Idade Média, foram produzidos corpora de citações da Bíblia. E refere-se ao levantamento realizado de forma manual em um corpus de 4,5 milhões de palavras que permitiu a Thorndike identificar as palavras mais freqüentes da língua inglesa trazendo ainda como consequência a idéia de que o aluno deve ter contato em primeiro lugar com as palavras mais freqüentes como forma de desenvolver o seu vocabulário. (SARDINHA, 2000). O mesmo autor traz ainda a informação de que o primeiro corpus lingüístico eletrônico, o Brown University Standard Corpus of Present-Day American English, lançado em 1964, continha um milhão de palavras. Hoje dispõe-se de uma enorme variedade de corpora eletrônicos em diversas partes do mundo. O mesmo autor afirma ainda que, no Brasil, entre os objetivos mais difundidos para o uso de corpora estão o Processamento de Linguagem Natural, a Lexicografia e a Lingüística Computacional. Um outro ponto importante é a existência de programas computacionais associados aos corpora, entre os quais, o WordSmith Tools tem sido uma referência. O programa é de autoria de um pesquisador da Universidade de Liverpool, Mike Scott, sendo hoje largamente empregado como uma ferramenta tecnológica para tradutores. A geração de palavras por ordem alfabética (Wordlist), a geração de palavras em seu contexto (Concord) e a possibilidade de reformatar um grande número de textos (Text Converter) estão entre os principais recursos do programa. Dispõe-se hoje de um grande número de corpora eletrônicos que têm sido empregados por uma grande diversidade de pesquisadores pelo mundo. O British National Corpus (BNC) e o Corpus of Contemporary American English (COCA) estão entre os maiores. Algumas entre as aplicações para os corpora eletrônicos têm sido: a confecção de dicionários, a investigação de freqüência de ocorrência em termos lingüísticos e o desenvolvimento do ensino de línguas. Embora a apresentação acima se configure como algo já bem estabelecido para muitos pesquisadores, professores e estudantes do campo da lingüística, o fato é que o uso de corpora ainda não se apresenta como uma prática corrente para a pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil. Acreditamos então que o livro didático possa se constituir numa porta de entrada para que possamos contribuir com a pesquisa em ensino de ciências fazendo uso de um corpus lingüístico eletrônico. Neste trabalho, ao explicar a metodologia empregada para a pesquisa desenvolvida (mais adiante), mostramos

como um mini-corpus foi construído e empregado para organizar e auxiliar na coleta de dados.

5.3 RESULTADOS A PARTIR DO DIAGRAMA DE FLUXO.

Foram analisados 92 PAE constantes em livros de ensino médio indicados no guia do livro didático do PNLEM (2009): Nesta relação constam: Física, Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga; Física, Alberto Gaspar volume único e Física, Ciência e Tecnologia dos autores Paulo César M. Penteadó e Carlos Magno A. No curso desta análise, investigamos a seguinte questão: da forma como se apresentam nos LDs, os roteiros de experimentação contribuem para a concretização dos objetivos educacionais? Procuramos nestes roteiros palavras, frases ou sentenças que estivessem de alguma forma, minimamente, relacionadas à dez competências listadas nos PCNs, pois tais competências foram consideradas como “canais de acesso” à concretização dos OE.

Uma outra parte que compreendeu a metodologia foi a construção dos Diagramas (mostrados mais adiante). Foram construídos 20 Diagramas, sendo um para cada conteúdo. Assim, para cada conteúdo, corresponderam quatro objetivos. Os conteúdos foram agrupados conforme aparece abaixo

Mecânica e Hidrostática.

Termodinâmica, Calor e Temperatura.

Óptica e Ondas.

Eletromagnetismo.

A coleta e categorização dos dados por meio de um mini-corpus.

As expressões extraídas dos três LD foram inseridas num mini-corpus e, em seguida, fazendo uso dos recursos do Word, pudemos trabalhar com identificadores de habilidades ordenadas por conteúdo e por livro didático. Tais identificadores, facilitaram enormemente a

manipulação com uma grande quantidade de linhas, em torno de 250. O seu uso ocorreu na pesquisa conforme alguns dos principais procedimentos indicados a seguir:

Tabela 8. Alguns identificadores empregados no mini-corpus.

Para acessar o conteúdo	com o recurso	digitar
mecânica. Beatriz A.	Localize	!
termodinâmica. Beatriz A.	Localize	*
óptica Beatriz A.	Localize	\$
mecânica Fis Ciên e Tec	Localize	&
eletromagnetismo Beatriz	Localize	!!
mecânica Gaspar	Localize	@

Tendo em vista a possível extensão de um mini-corpus, apresentamos apenas algumas de suas linhas para melhor clareza do trabalho. Segue portanto uma breve descrição de como organizamos este mini-corpus bastante específico, no sentido de que foi criado para atender a esta pesquisa individual, mas que acreditamos poderia igualmente ser aplicado para aplicações em outras pesquisas em ensino de ciências.

No mini-corpus desenvolvido (ver próxima tabela), as AE estão numeradas em ordem crescente. Esta numeração é repetida para cada novo conteúdo (mecânica, termodinâmica, óptica e ondas e eletromagnetismo). O número da AE deve ser repetido se ela estiver associada a mais de uma expressão lingüística. Em cada uma das linhas do mini-corpus, uma expressão lingüística é acompanhada de um número (em negrito e itálico sublinhado) que representa uma habilidade contida nos PCNs. Este mesmo número aparece acima do núcleo da habilidade. Empregando-se uma fonte menor, e entre parênteses, estão os comentários realizados pelo pesquisador que buscam justificar a escolha da respectiva expressão. Estes comentários constituem-se numa forma de conteúdo aberto no sentido de que eles são uma referência a partir da qual se pode modificar, ampliar ou mesmo excluir uma determinada linha numa eventual revisão da pesquisa. A organização da pesquisa em forma de mini-corpus, permite inclusive a permanente ampliação do próprio mini-corpus. Ainda,

empregando-se uma fonte ainda menor, aparecem informações sobre o conteúdo, número do livro e autores que permitem ao pesquisador localizar uma determinada expressão ou habilidade em foco. Por fim, no extrato do Mini-Corpus de Expressões Linguísticas (MICOREX) que aparece em seguida, as expressões lingüísticas foram retiradas dos LD sendo que em cada uma delas há um elemento nuclear que, de acordo com o pesquisador, está relacionado a uma habilidade dos PCNs. Este elemento nuclear é então supra numerado e acompanhado de uma justificativa resumida pelo pesquisador. Segue abaixo um extrato do mini-corpus para o conteúdo mecânica.

MINI-CORPUS DE EXPRESSÕES LINGÜÍSTICAS APLICADAS À EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS. **MICOREX**

Lista de habilidades diversas em mecânica. Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga

N ^o da AE	EXPRESSÃO LINGÜÍSTICA.
1.	<u>2</u> Compare seu resultado ² com o valor teórico que...(comparar resultado experimental com valor teórico compõe um dos procedimentos próprios das Ciências Naturais) Mecânica. Física. Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga. Vol.1 Palavras-chave: conteúdomecânica, livro1, habilidade2
1.	<u>4</u> Com auxílio de um barbante, meça o comprimento ⁴ da circunferência de... (o barbante é o meio empregado para a realização da medida) Mecânica. Física. Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga. Vol.1 Palavras-chave: conteúdomecânica, livro1, habilidade4
2.	<u>2</u> A partir de suas medidas, determine ² o volume do.. (fazer cálculos a partir de medidas compõe um dos procedimentos próprios das Ciências Naturais) Mecânica. Física, Ciência e Tecnologia. Vol.1 Palavras-chave: conteúdomecânica, livro1, habilidade2
2.	<u>4</u> Você poderá utilizá-lo ⁴ para comparar as temperaturas de alguns objetos como, por exemplo, as temperaturas das mãos de diversas pessoas.(utilizá-lo, refere-se ao termoscópio portanto a um instrumento de medida). Termodinâmica. Física, Antônio M. e Beatriz A. Vol.2 Palavras-chave: conteúdotermodinâmica, livro2, habilidade4.
3.	<u>1</u> Você poderá verificar ² facilmente as idéias de Galileu ¹ sobre....(o ato de verificar é um dos elementos dos métodos e procedimentos científicos) Mecânica. Física, Ciência e Tecnologia. Vol.1 Palavras-chave: conteúdomecânica, livro1, habilidade1
3.	<u>3</u> Explique ³ porque isto não aconteceu quando os objetos não caíram separadamente. (Explicar a queda dos corpos é explicar também o funcionamento do mundo natural ou dos fenômenos físicos) Mecânica. Física, Ciência e Tecnologia. Vol.1 Palavras-chave: conteúdomecânica, livro1, habilidade3
4.	<u>4</u> Com a régua milimetrada, ⁴ obtenha a medida do diâmetro. (para este experimento, a régua é o instrumento adequado para realização da medida) Mecânica. Física, Ciência e Tecnologia. Vol.1 Palavras-chave: conteúdomecânica, livro4, habilidade4

Tabela 9. Exemplificando uma pequena parte de um mini-corpus na parte que se refere à mecânica.

Observar que o mesmo conjunto de informações poder ser ordenado (se necessário) por livro, conteúdo ou habilidades. Para este trabalho, o interesse maior está na lista ordenada de habilidades em função da necessidade de realizar os cálculos das probabilidades mínima e efetiva. Cada AE que aparece no mini-corpus é considerada mais um experimento provável, N_p, em atingir o objetivo. Para obter o fluxo através de cada canal, basta contar o número de vezes que o mesmo canal (ou habilidade) aparece na lista de habilidades ordenada por canais.

No exemplo a seguir (apenas ilustrativo de uma parcela dos resultados), o fluxo através do segundo canal é de duas unidades porque ele aparece duas vezes. Esta parte do mini-corpus (em sua forma integral) permite contar o número de canais e obter o fluxo total através de cada um dos canais. Apresentamos portanto um extrato de uma lista por ordem de habilidades.

Organização do conteúdo mecânica por ordem de habilidades.

N ^o	EXPRESSÃO LINGUÍSTICA.
3.	<u>1</u> Você poderá verificar ² facilmente as idéias de Galileu ¹ sobre....(o ato de verificar é um dos elementos dos métodos e procedimentos científicos) Mecânica. Física, Ciência e Tecnologia. Vol.1 Palavras-chave: conteúdomecânica, livro1, habilidade1
1.	<u>2</u> Compare seu resultado ² com o valor teórico que...(comparar resultado experimental com valor teórico compõe um dos procedimentos próprios das Ciências Naturais) Mecânica. Física. Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga. Vol.1 Palavras-chave: conteúdomecânica, livro1, habilidade2
2.	<u>2</u> A partir de suas medidas, determine ² o volume do.. (fazer cálculos a partir de medidas compõe um dos procedimentos próprios das Ciências Naturais) Mecânica. Física, Ciência e Tecnologia. Vol.1 Palavras-chave: conteúdomecânica, livro1, habilidade2
3.	<u>3</u> Explique ³ porque isto não aconteceu quando os objetos não caíram separadamente. (Explicar a queda dos corpos é explicar também o funcionamento do mundo natural ou dos fenômenos físicos)Mecânica. Física, Ciência e Tecnologia. Vol.1 Palavras-chave: conteúdomecânica, livro1, habilidade3
1.	<u>4</u> Com auxílio de um barbante, meça o comprimento ⁴ da circunferência de... (o barbante é o meio empregado para a realização da medida) Mecânica. Física. Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga. Vol.1 Palavras-chave: conteúdomecânica, livro1, habilidade4

Tabela 10. Exemplificando uma pequena parte de um mini-corpus na parte que se refere à organização por habilidades.

Para realizar a pesquisa empregando o MICOREX, a construção dos Diagramas de Fluxo não é obrigatória entretanto a construção de pelo menos um deles permite demonstrar um melhor domínio das idéias no decorrer da pesquisa.

Habilidades e competências consideradas como canais.

Com fins de não privilegiar os resultados em favor de um ou de outro objetivo, escolhemos o mesmo número de canais para cada objetivo, isto é, cinco canais. Esta escolha foi feita analisando-se as habilidades/competências nos PCNs que mais se aproximariam de cada

objetivo. Desta maneira, acreditamos que entender e aplicar os procedimentos próprios das Ciências Naturais (canal 2), efetivamente contribuem para consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos quando estudados no nível fundamental, uma vez que trabalhar estas habilidades no EM corresponde a construir gráficos, interpretar equações e situações bem como realizar medidas são habilidades que se reforçam quando efetivamente trabalhadas nos dois níveis de ensino. Da mesma maneira, é certo que os procedimentos próprios das Ciências estão intimamente relacionados aos fundamentos científicos e tecnológicos de modo geral, e, mais particularmente dos fundamentos científicos dos processos produtivos, tal como aparece na Lei. E embora estas habilidades possam contribuir de maneira bastante indireta, se for o caso, para preparar o estudante para o trabalho, para a cidadania e para o aprimoramento da pessoa humana, observamos que os dois primeiros objetivos comentados acima apresentam vínculos muitos mais diretos e específicos com estas habilidades. Estas idéias nos conduziram então a selecionar o canal 2 para ao objetivos I e IV.

O canal 6 diz respeito a analisar qualitativamente dados quantitativos, representados gráfica ou algebricamente, relacionados a contextos sócio-econômicos, científicos ou cotidianos. Nele, destacamos o fato de que a análise deve ser qualitativa e não quantitativa, e que o contexto deve ser social e cotidiano. Estes fatores vão aproximar estas habilidades de objetivos mais humanísticos, tais como preparar para o trabalho e para a cidadania bem como o aprimoramento do educando como pessoa humana. Este tipo de análise e estes contextos, notadamente irão de certa forma atuar de maneira mais intensa no terreno dos objetivos II e III, ao passo que não se encontram tanto solo em fundamentos científicos e tecnológicos nem em aprofundamento de conhecimentos antes adquiridos. Para sintetizar estas idéias então canal 6 produz fluxos apenas para os objetivos II e III.

Os canais 2 e 10 apresentam um elemento comum que é a idéia de procedimento científico. Entretanto, diferenciam-se por citar as Ciências Naturais e a Matemática. De saída notamos que a clareza suficiente para entender e aplicar métodos e procedimentos próprios das Ciências Naturais (canal 2) capacita o aluno a compreender fundamentos científicos e tecnológicos (objetivo IV). Pelo outro lado, a compreensão de conceitos, procedimentos e estratégias matemáticas e suas aplicações aos contextos da tecnologia (canal 10), ainda que possam capacitar o aluno para compreender os fundamentos da tecnologia, não necessariamente os capacita para compreender os fundamentos científicos. Por outro lado entendemos que a aplicação dos conceitos e procedimentos matemáticos a situações diversas

do contexto das ciências, da tecnologias e demais atividade humanas capacita o aluno para aprofundar os conhecimentos (objetivo I) ao mesmo tempo que tem um link com o mundo do trabalho (Objetivo II) por causa da “tecnologia e das atividades cotidianas”. Enfim, o aprimoramento da pessoa humana e a formação ética (Objetivo III) não passa necessariamente pela educação matemática. Por fim, o canal **10** produz mais intensamente fluxos para os objetivos I e II.

Particularmente, nos chama a atenção o canal **7**, conhecimento geométrico, apresentado nos PCNs como forma de compreender e agir sobre a realidade. Inicialmente fica claro que trazer para o aluno a compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos (objetivo IV) por meio do conhecimento geométrico certamente seria mais provável ocorrer por meio de outros processos, mas não necessariamente dos produtivos. Da mesma maneira, associar o conhecimento geométrico com a capacitação para o mundo do trabalho e para a cidadania (objetivo II) não é tarefa simples. Por outro lado, sabemos que o conhecimento geométrico é trabalhado ao menos em alguns momentos do ensino fundamental, o que nos leva a concluir que por meio do estudo da geometria, o estudante pode aprofundar e consolidar os seus conhecimentos (objetivo I). A necessidade de inserir um outro canal que se aproximasse dos objetivos levou-nos então a inserir, como forma de complementar, o objetivo III, principalmente por **considerar a autonomia intelectual e o pensamento crítico, associando-os com a idéia de** que o conhecimento geométrico proporcionaria o aperfeiçoamento da leitura, da compreensão e da ação sobre a realidade (canal **7**). O conjunto destas idéias então permitiam-nos selecionar o canal **7** para se ligar aos objetivos I e III.

É claro que as relações construídas acima, não se comportam de forma absoluta. E pensando nisto, alguns canais foram trocados, entretanto, em seu conjunto os resultados não apresentaram variações bastante significativas. Isto então nos permitiu dar seqüência e adquirir confiabilidade no decorrer da pesquisa.

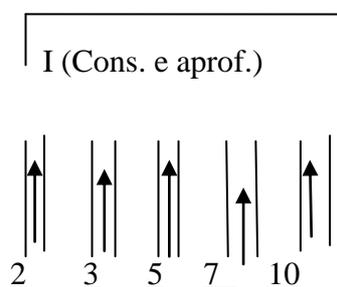
Seguindo o procedimento de análise tal como o descrito acima, a relação entre os canais e os objetivos, ficou como na tabela seguinte:

Tabela 11. Relação entre os canais e objetivos.

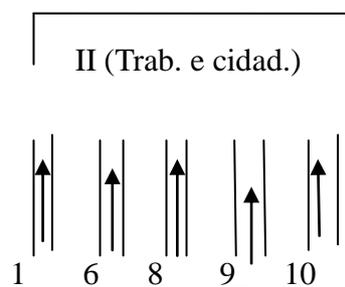
Objetivo	I	II	III	IV	V
Canal	<u>2</u> <u>3</u> <u>5</u> <u>7</u> <u>10</u>	<u>1</u> <u>6</u> <u>8</u> <u>9</u> <u>10</u>	<u>1</u> <u>6</u> <u>9</u> <u>8</u> <u>7</u>	<u>2</u> <u>3</u> <u>4</u> <u>5</u> <u>8</u>	<u>0</u>

Foi inserida também uma última coluna correspondente a “Nenhum dos objetivos” em que visamos calcular as probabilidades de que um determinado conjunto de experimentos estivesse relacionado a “Nenhum dos objetivos”(Objetivo V). Claramente que este objetivo inexistente na Lei, entretanto torna-se útil para que seja observado em comparação com os resultados obtidos para o conjunto dos outros objetivos.

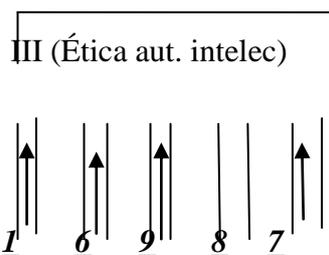
Iniciamos então a construção da primeira parte dos Diagramas de Fluxo que de acordo com a tabela acima seriam como as figuras a seguir,



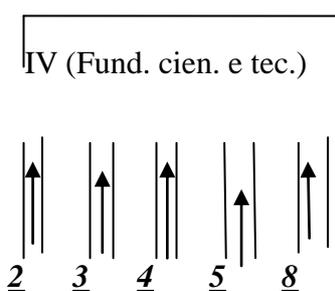
Assim, as competências/habilidades 2, 3, 5, 7, e 10, no decorrer da análise dos resultados, permanecem sempre vinculadas ao objetivo I.



Da mesma maneira, as competências/habilidades 1, 6, 8, 9, e 10, no decorrer da análise dos resultados, permanecem sempre vinculadas ao objetivo II.



Da mesma maneira, as competências/habilidades 1, 6, 8, 9, e 7, no decorrer da análise dos resultados, permanecem sempre vinculadas ao objetivo III.



Da mesma maneira, as competências/habilidades 2, 3, 4, 5, e 8, no decorrer da análise dos resultados, permanecem sempre vinculadas ao objetivo IV.

De posse da primeira parte dos Diagramas de Fluxo, partimos para a construção dos fluxos proporcionados por cada uma das PAE de determinado conteúdo. Esta construção correspondeu então à construção da segunda parte do Diagrama. Cada um dos conteúdos analisados, tomou por base os três livros didáticos antes comentados. Assim, por exemplo, no primeiro conjunto de resultados que aparece na página seguinte, foi pesquisado em três obras didáticas o conteúdo **Mecânica e Hidrostática** totalizando 31 experimentos. No item a seguir, são apresentados os resultados obtidos para as probabilidades mínima e efetiva para cada conteúdo.

Em relação aos resultados obtidos, foram investigados, para cada item \underline{x}_i , o número de experimentos N_i que apresentam alguma relação com o respectivo item. Desta forma, dado um determinado número total de experimentos T , a probabilidade de que um conjunto de experimentos contribua minimamente para a concretização de determinado objetivo educacional é dado por $P(\underline{x}_i) = N_i / T$. A probabilidade efetiva foi calculada empregando a expressão $P_{ef} = \sum \phi_i / N_p \cdot N_c$.

A segunda parte consistiu em construir os Diagramas de Fluxo conforme aparecem adiante.

DIAGRAMA DE FLUXO 1.

MECÂNICA E HIDROSTÁTICA TOTAL 31 EXPERIMENTOS

$N_C = 5$

$N_P = 22$

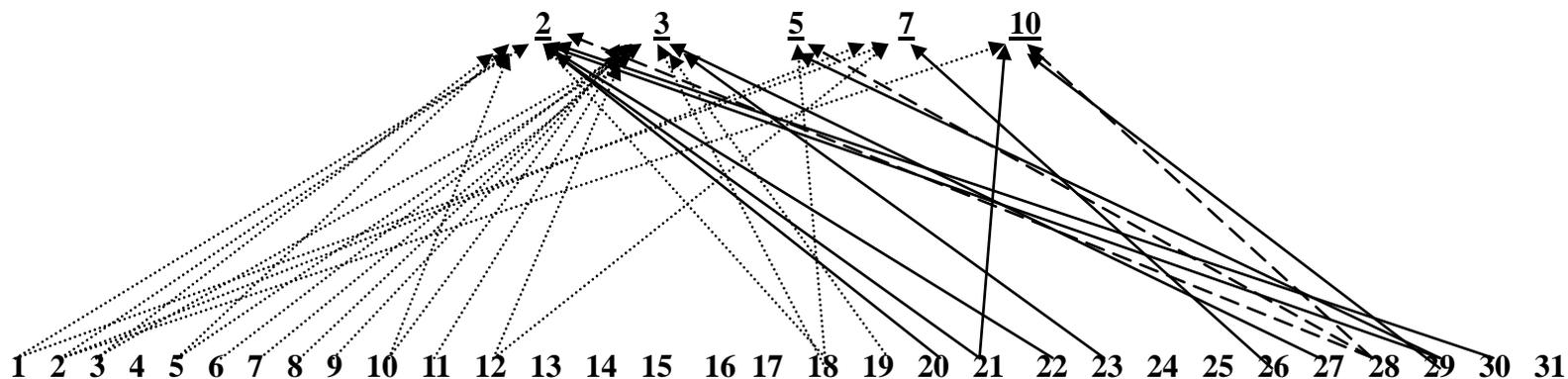
$T = 31$

$\Sigma\Phi = 35$

$P_{\min} = 71.0 \%$

$P_{\text{ef}} = 31.8 \%$

OBJETIVO I



.....► FÍS. ANTÔNIO MÁXIMO E BEATRIZ ALVARENGA.

————► FÍS. CIÊNC. E TEC. PAULO C. M. P. E CARLOS M. A. T.

-----► FÍS. ALBERTO GASPAR

DIAGRAMA DE FLUXO 2

MECÂNICA E HIDROSTÁTICA TOTAL 31 EXPERIMENTOS

$N_C = 5$

$N_P = 12$

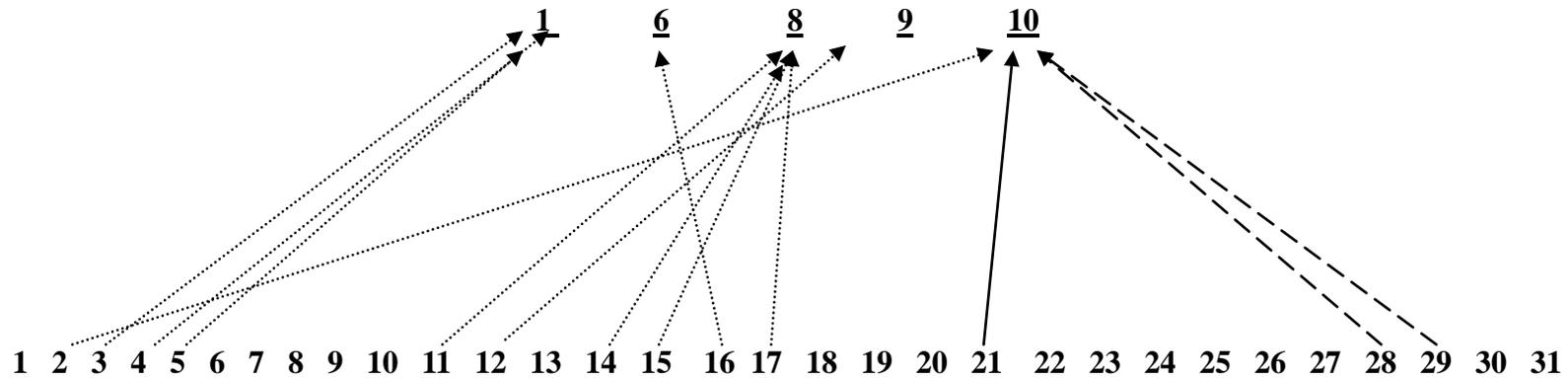
$T = 31$

$\Sigma\Phi = 12$

$P_{\text{mín}} = 38.7\%$

$P_{\text{ef}} = 20.0\%$

OBJETIVO II



.....► FÍS. ANTÔNIO MÁXIMO E BEATRIZ ALVARENGA.

————► FÍS. CIÊNC. E TEC. PAULO C. M. P. E CARLOS M. A. T.

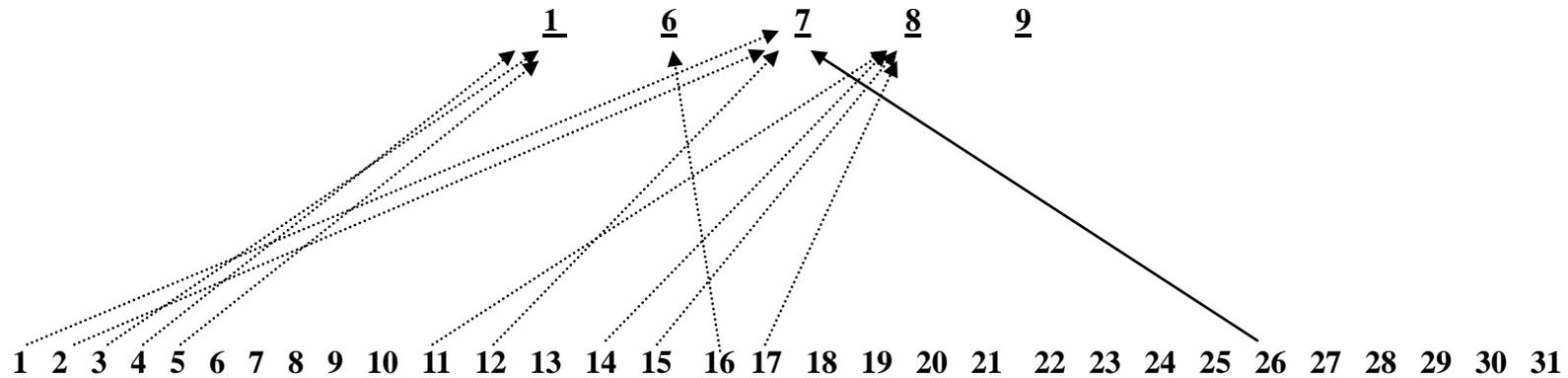
-----► FÍS. ALBERTO GASPAR

DIAGRAMA DE FLUXO 3

MECÂNICA E HIDROSTÁTICA TOTAL 31 EXPERIMENTOS

$N_C = 5$ $N_P = 12$ $T = 31$ $\Sigma\Phi = 12$ $P_{\text{mín}} = 38.7\%$ $P_{\text{ef}} = 20.0\%$

OBJETIVO III



.....► FÍS. ANTÔNIO MÁXIMO E BEATRIZ ALVARENGA.

————► FÍS. CIÊNC. E TEC. PAULO C. M. P. E CARLOS M. A. T.

-----► FÍS. ALBERTO GASPAR

DIAGRAMA DE FLUXO 4

MECÂNICA E HIDROSTÁTICA TOTAL: 31 EXPERIMENTOS

$N_C = 5$

$N_P = 27$

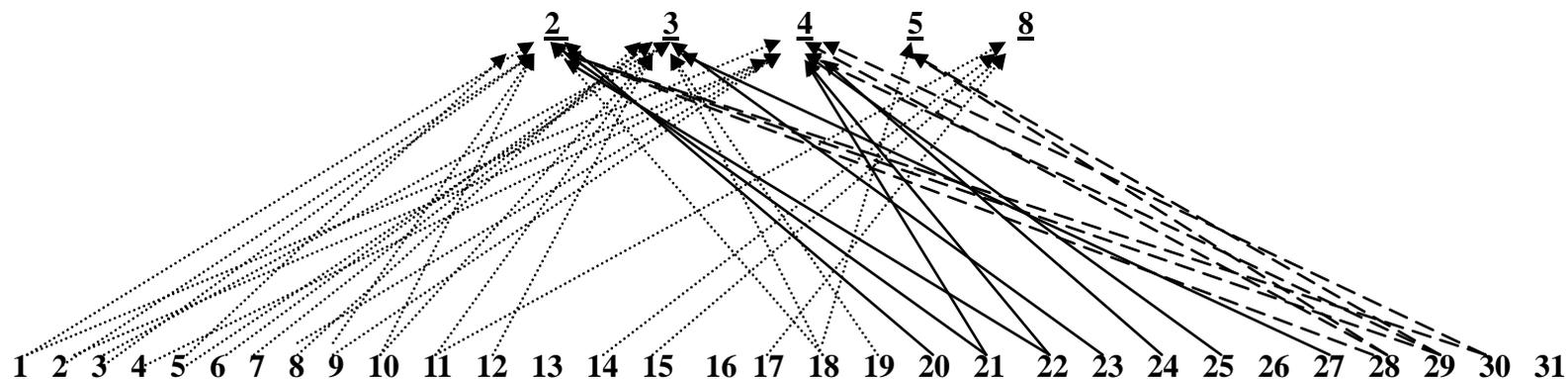
$T = 31$

$\Sigma\Phi = 44$

$P_{\min} = 88.0\%$

$P_{\text{ef}} = 32.6\%$

OBJETIVO IV



.....▶ FÍS. ANTÔNIO MÁXIMO E BEATRIZ ALVARENGA.

————▶ FÍS. CIÊNC. E TEC. PAULO C. M. P. E CARLOS M. A. T.

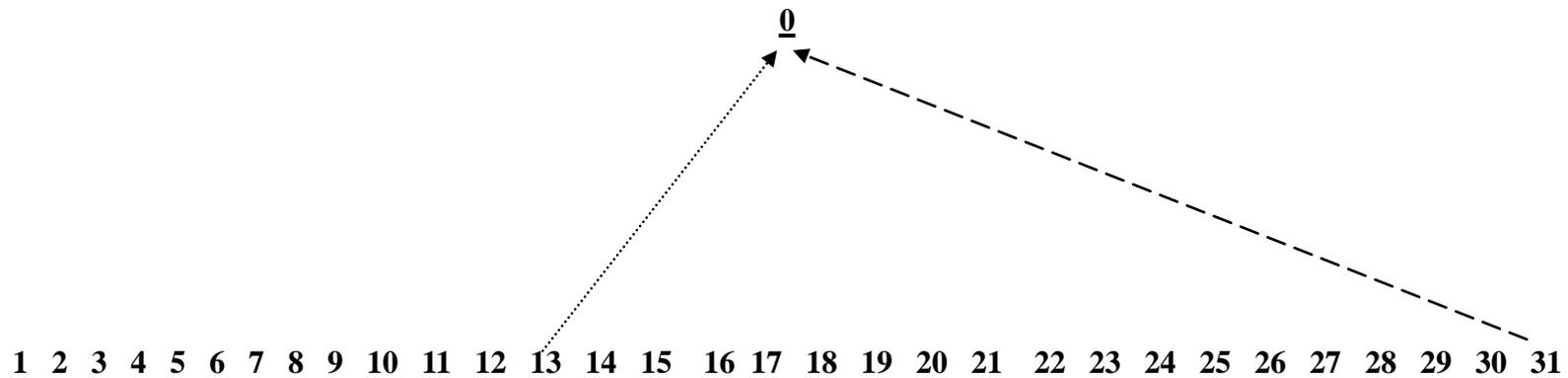
-----▶ FÍS. ALBERTO GASPAR

DIAGRAMA DE FLUXO 5

MECÂNICA E HIDROSTÁTICA TOTAL 31 EXPERIMENTOS

$N_C = 5$ $N_P = 2$ $T = 31$ $\Sigma\Phi = 2$ $P_{\text{mín}} = 6.5 \%$ $P_{\text{ef}} = 100.0 \%$

OBJETIVO V



.....▶ FÍS. ANTÔNIO MÁXIMO E BEATRIZ ALVARENGA.

————▶ FÍS. CIÊNC. E TEC. PAULO C. M. P. E CARLOS M. A. T.

-----▶ FÍS. ALBERTO GASPAR

DIAGRAMA DE FLUXO 6

TERMODINÂMICA, CALOR E TEMPERATURA TOTAL 31 EXPERIMENTOS

$N_C = 5$

$N_P = 7$

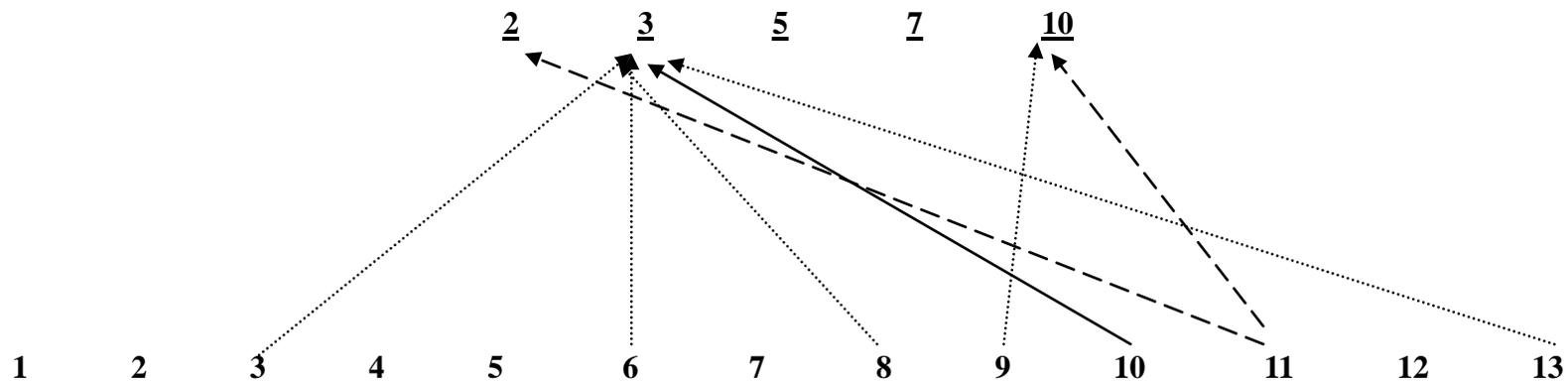
$T = 13$

$\Sigma\Phi = 8$

$P_{\text{mín}} = 53.8 \%$

$P_{\text{ef}} = 22.9 \%$

OBJETIVO I



.....▶ FÍS. ANTÔNIO MÁXIMO E BEATRIZ ALVARENGA.

————▶ FÍS. CIÊNC. E TEC. PAULO C. M. P. E CARLOS M. A. T.

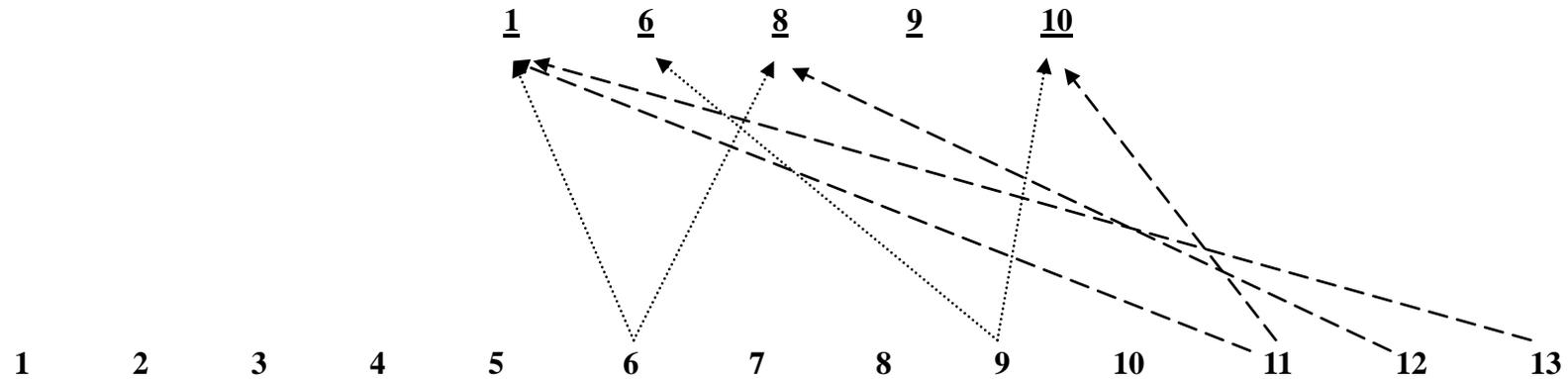
-----▶ FÍS. ALBERTO GASPAR

DIAGRAMA DE FLUXO 7

TERMODINÂMICA, CALOR E TEMPERATURA TOTAL 31 EXPERIMENTOS

$N_C = 5$ $N_P = 5$ $T = 13$ $\Sigma\Phi = 8$ $P_{\min} = 38.5 \%$ $P_{\text{ef}} = 32.0 \%$

OBJETIVO II



.....▶ FÍS. ANTÔNIO MÁXIMO E BEATRIZ ALVARENGA.

————▶ FÍS. CIÊNC. E TEC. PAULO C. M. P. E CARLOS M. A. T.

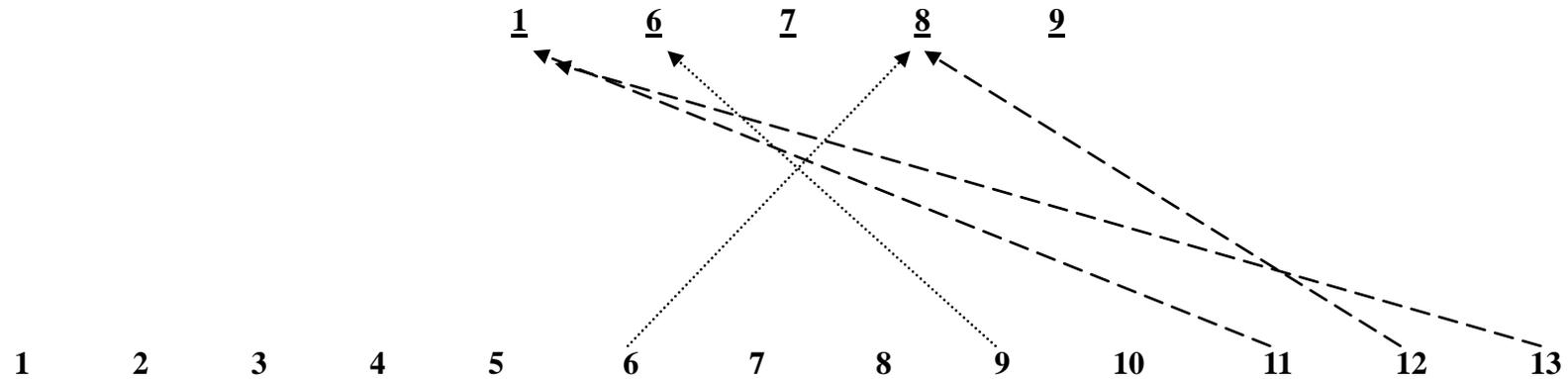
-----▶ FÍS. ALBERTO GASPAR

DIAGRAMA DE FLUXO 8

TERMODINÂMICA, CALOR E TEMPERATURA TOTAL 31 EXPERIMENTOS

$N_C = 5$ $N_P = 5$ $T = 13$ $\Sigma\Phi = 5$ $P_{\min} = 38.5 \%$ $P_{ef} = 20.0 \%$

OBJETIVO III



.....▶ FÍS. ANTÔNIO MÁXIMO E BEATRIZ ALVARENGA.

————▶ FÍS. CIÊNC. E TEC. PAULO C. M. P. E CARLOS M. A. T.

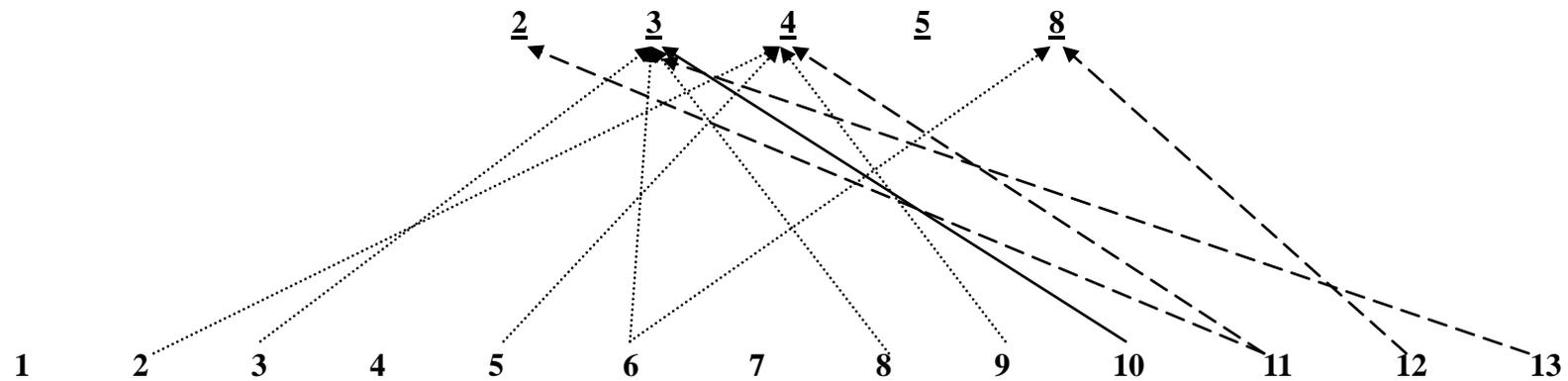
-----▶ FÍS. ALBERTO GASPAR

DIAGRAMA DE FLUXO 9

TERMODINÂMICA, CALOR E TEMPERATURA TOTAL 31 EXPERIMENTOS

$N_C = 5$ $N_P = 11$ $T = 13$ $\Sigma\Phi = 13$ $P_{\min} = 84.6\%$ $P_{\text{ef}} = 23.6\%$

OBJETIVO IV



.....► FÍS. ANTÔNIO MÁXIMO E BEATRIZ ALVARENGA.

——► FÍS. CIÊNC. E TEC. PAULO C. M. P. E CARLOS M. A. T.

---► FÍS. ALBERTO GASPAR

DIAGRAMA DE FLUXO 10

TERMODINÂMICA, CALOR E TEMPERATURA TOTAL 31 EXPERIMENTOS

$N_C = 5$

$N_P = 2$

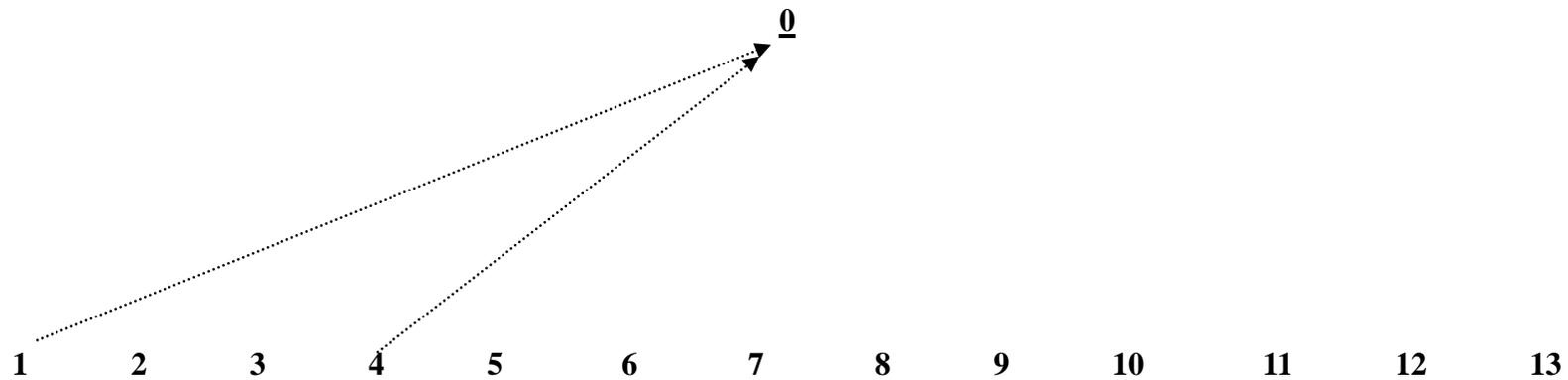
$T = 13$

$\Sigma\Phi = 2$

$P_{\min} = 15.4 \%$

$P_{\text{ef}} = 20.0 \%$

OBJETIVO V



.....▶ FÍS. ANTÔNIO MÁXIMO E BEATRIZ ALVARENGA.

————▶ FÍS. CIÊNC. E TEC. PAULO C. M. P. E CARLOS M. A. T.

-----▶ FÍS. ALBERTO GASPAR

DIAGRAMA DE FLUXO 11

ÓPTICA E ONDAS.

$N_C = 5$

$N_P = 19$

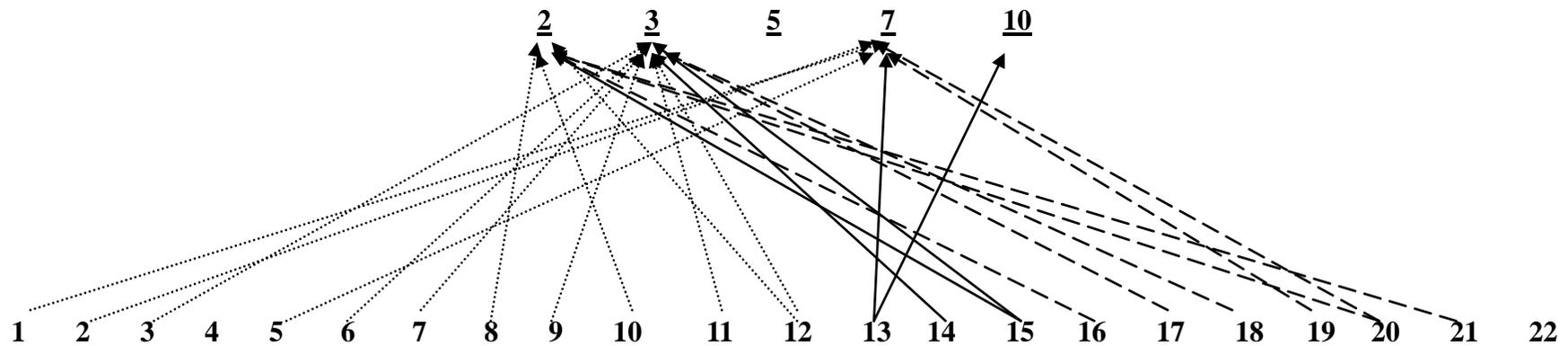
$T = 22$

$\Sigma\Phi = 24$

$P_{\min} = 86.4\%$

$P_{\text{ef}} = 25.3\%$

OBJETIVO I



.....► FÍS. ANTÔNIO MÁXIMO E BEATRIZ ALVARENGA.

————► FÍS. CIÊNC. E TEC. PAULO C. M. P. E CARLOS M. A. T.

-----► FÍS. ALBERTO GASPAR

DIAGRAMA DE FLUXO 12

ÓPTICA E ONDAS.

$N_C = 5$

$N_P = 10$

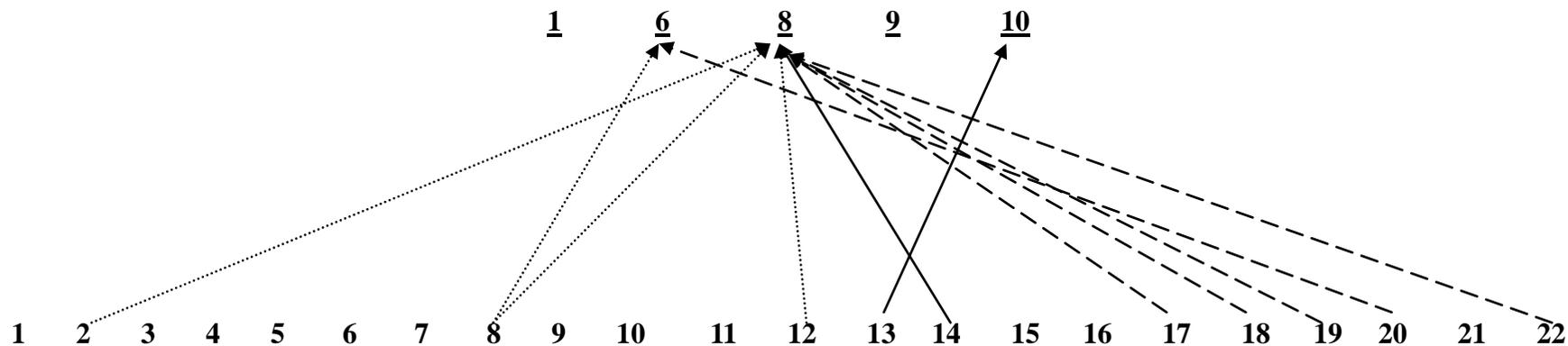
$T = 22$

$\Sigma\Phi = 12$

$P_{\min} = 45.4\%$

$P_{\text{ef}} = 24.0\%$

OBJETIVO II



.....► FÍS. ANTÔNIO MÁXIMO E BEATRIZ ALVARENGA.

——► FÍS. CIÊNC. E TEC. PAULO C. M. P. E CARLOS M. A. T.

---► FÍS. ALBERTO GASPAR

DIAGRAMA DE FLUXO 13

ÓPTICA E ONDAS.

$N_C = 5$

$N_P = 12$

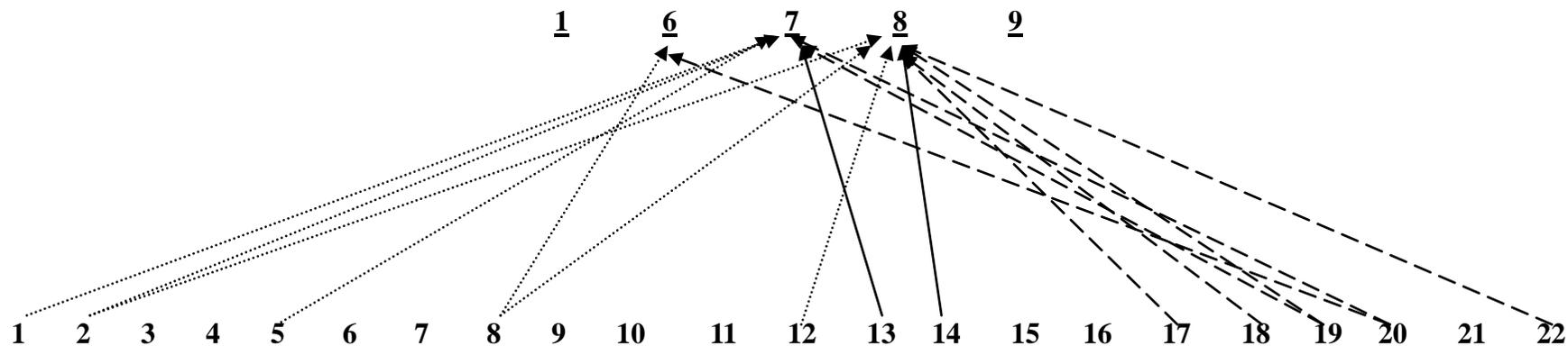
$T = 22$

$\Sigma\Phi = 16$

$P_{\min} = 54.5\%$

$P_{\text{ef}} = 26.7\%$

OBJETIVO III



.....► FÍS. ANTÔNIO MÁXIMO E BEATRIZ ALVARENGA.

————► FÍS. CIÊNC. E TEC. PAULO C. M. P. E CARLOS M. A. T.

-----► FÍS. ALBERTO GASPAR

DIAGRAMA DE FLUXO 14

ÓPTICA E ONDAS.

$N_C = 5$

$N_P = 19$

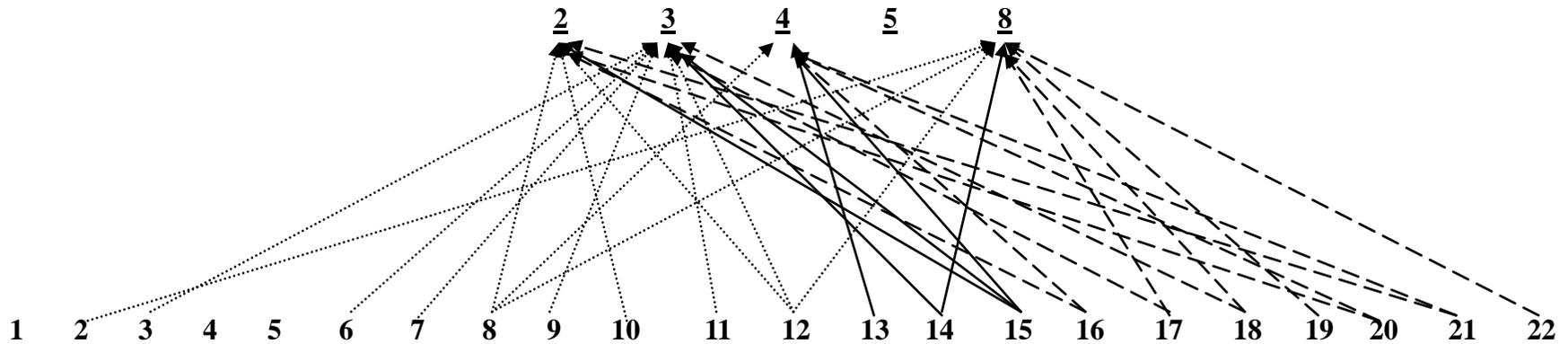
$T = 22$

$\Sigma\Phi = 31$

$P_{\min} = 86.4\%$

$P_{\text{ef}} = 32.6\%$

OBJETIVO IV



.....► FÍS. ANTÔNIO MÁXIMO E BEATRIZ ALVARENGA.

————► FÍS. CIÊNC. E TEC. PAULO C. M. P. E CARLOS M. A. T.

-----► FÍS. ALBERTO GASPAR

DIAGRAMA DE FLUXO 15

ÓPTICA E ONDAS.

$N_C = 5$

$N_P = 1$

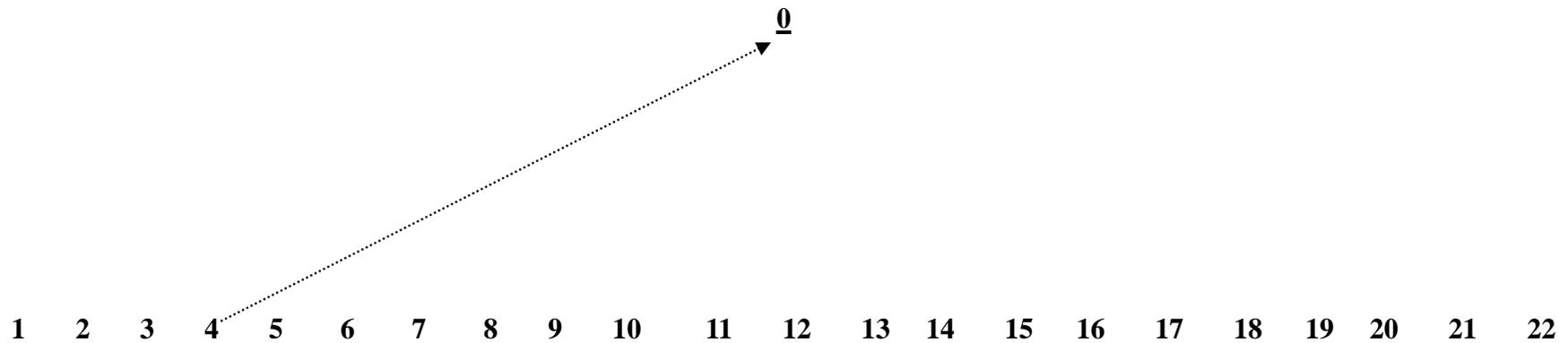
$T = 22$

$\Sigma\Phi = 1$

$P_{\text{mín}} = 4.5 \%$

$P_{\text{ef}} = 20.0 \%$

OBJETIVO V



.....▶ FÍS. ANTÔNIO MÁXIMO E BEATRIZ ALVARENGA.

————▶ FÍS. CIÊNC. E TEC. PAULO C. M. P. E CARLOS M. A. T.

-----▶ FÍS. ALBERTO GASPAR

DIAGRAMA DE FLUXO 16

ELETROMAGNETISMO.

$N_C = 5$

$N_P = 18$

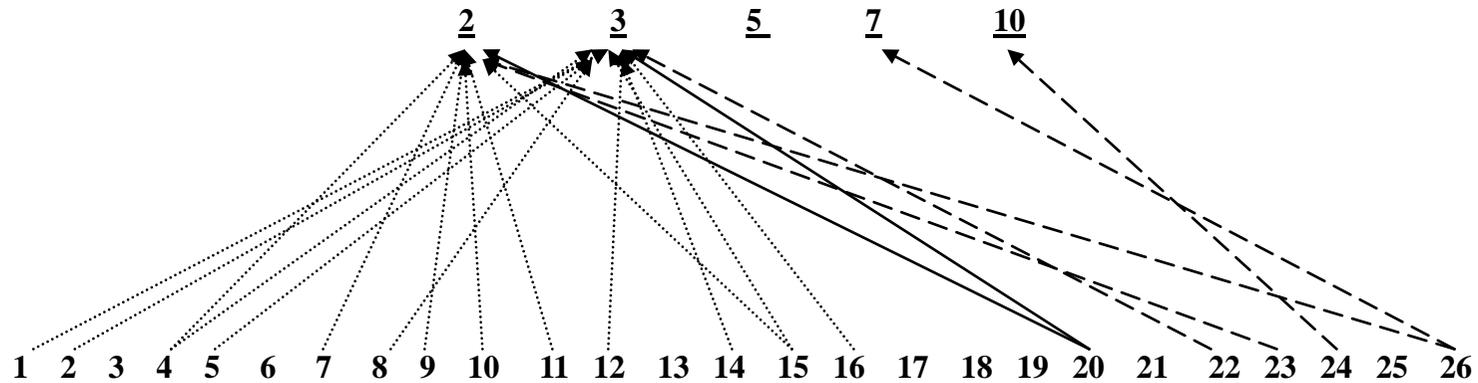
$T = 26$

$\Sigma\Phi = 22$

$P_{\min} = 69.2\%$

$P_{\text{ef}} = 24.4\%$

OBJETIVO I



.....▶ FÍS. ANTÔNIO MÁXIMO E BEATRIZ ALVARENGA.

————▶ FÍS. CIÊNC. E TEC. PAULO C. M. P. E CARLOS M. A. T.

-----▶ FÍS. ALBERTO GASPAR

DIAGRAMA DE FLUXO 17

ELETROMAGNETISMO.

$N_C = 5$

$N_P = 13$

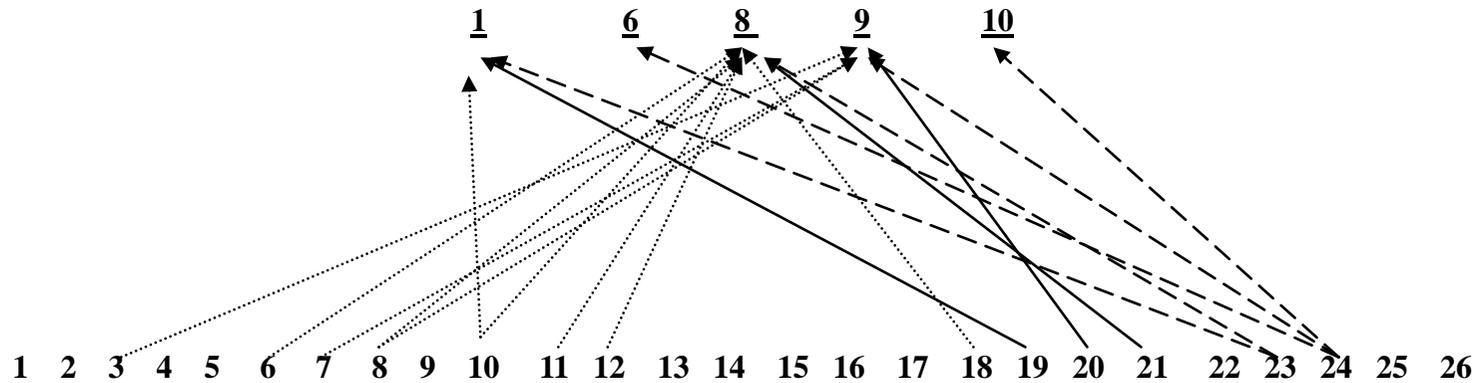
$T = 26$

$\Sigma\Phi = 18$

$P_{\min} = 50.0\%$

$P_{\text{ef}} = 27.7\%$

OBJETIVO II



.....▶ FÍS. ANTÔNIO MÁXIMO E BEATRIZ ALVARENGA.

————▶ FÍS. CIÊNC. E TEC. PAULO C. M. P. E CARLOS M. A. T.

-----▶ FÍS. ALBERTO GASPAR

DIAGRAMA DE FLUXO 18

ELETROMAGNETISMO.

$N_C = 5$

$N_P = 14$

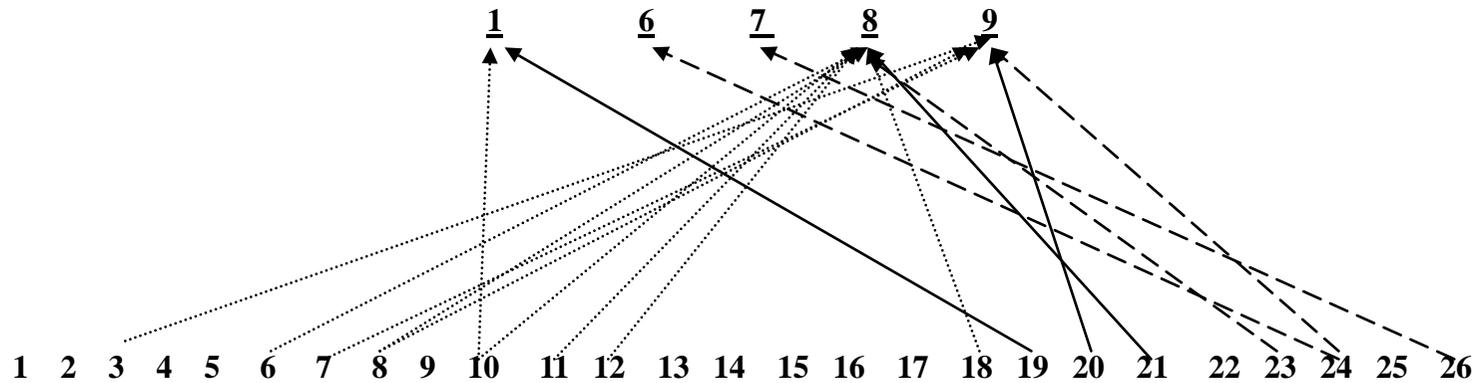
$T = 26$

$\Sigma\Phi = 17$

$P_{\min} = 53.8 \%$

$P_{ef} = 24.3 \%$

OBJETIVO III



.....► FÍS. ANTÔNIO MÁXIMO E BEATRIZ ALVARENGA.

————► FÍS. CIÊNC. E TEC. PAULO C. M. P. E CARLOS M. A. T.

-----► FÍS. ALBERTO GASPAR

DIAGRAMA DE FLUXO 19

ELETROMAGNETISMO.

$N_C = 5$

$N_P = 22$

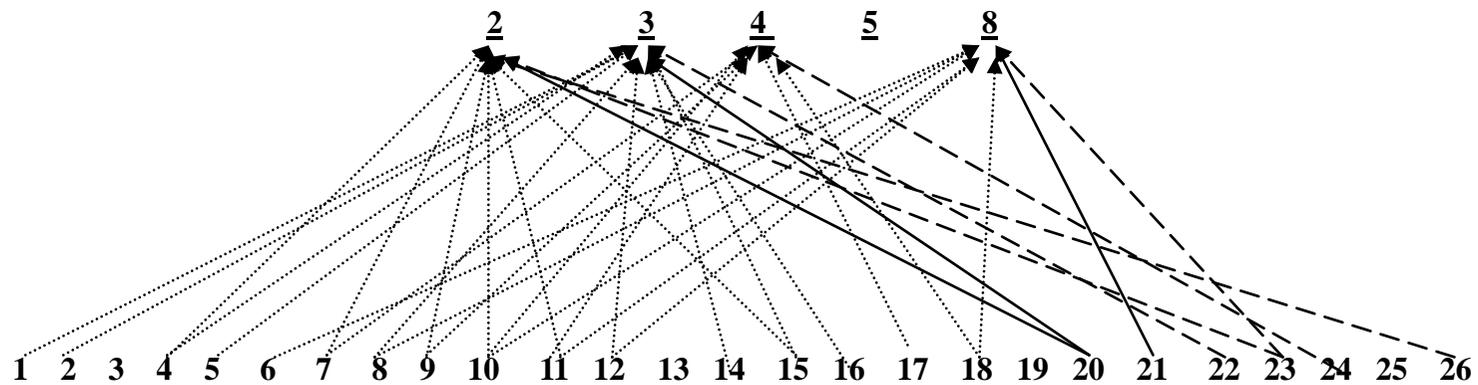
$T = 26$

$\Sigma\Phi = 35$

$P_{\min} = 84.6\%$

$P_{\text{ef}} = 31.8\%$

OBJETIVO IV



.....▶ FÍS. ANTÔNIO MÁXIMO E BEATRIZ ALVARENGA.

————▶ FÍS. CIÊNC. E TEC. PAULO C. M. P. E CARLOS M. A. T.

-----▶ FÍS. ALBERTO GASPAR

DIAGRAMA DE FLUXO 20

ELETROMAGNETISMO.

$N_C = 5$

$N_P = 2$

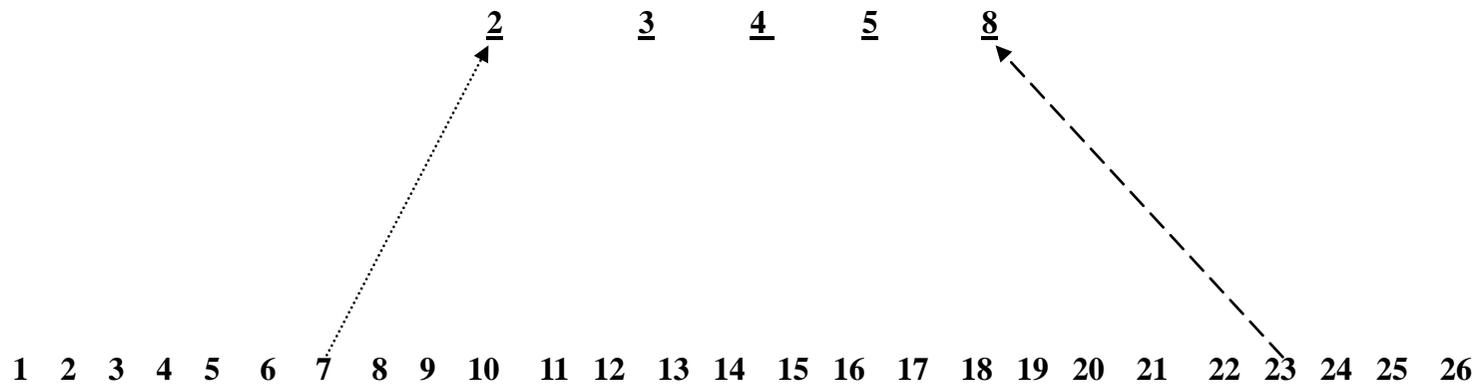
$T = 26$

$\Sigma\Phi = 2$

$P_{\min} = 7.7\%$

$P_{ef} = 20.0\%$

OBJETIVO V



.....▶ FÍS. ANTÔNIO MÁXIMO E BEATRIZ ALVARENGA.

————▶ FÍS. CIÊNC. E TEC. PAULO C. M. P. E CARLOS M. A. T.

-----▶ FÍS. ALBERTO GASPAR

O passo seguinte consistiu em realizar a contagem dos fluxos através dos Diagramas, o que permitiu calcular as probabilidades como (aparece acima). Em seguida os resultados obtidos foram colocados nas tabelas a seguir (discutidos mais adiante no item 5.1).

Tabela 12 - Mecânica e Hidrostática. T = 31

Objetivo	I (Cons. e aprof.)	II (Trab. e cidad.)	III (Ética aut. intelec)	IV (Fund. cien. e tec.)	V
Canal	<u>2 3 5 7 10</u>	<u>1 6 8 9 10</u>	<u>1 6 9 8 7</u>	<u>2 3 4 5 8</u>	<u>0</u>
P _{mín} (%)	71.0	38.7	38.7	88.0	6.5
P _{ef} (%)	31.8	20.0	20.0	32.6	100.0

Tabela 13 - Termodinâmica, Calor e temperatura. T = 13

Objetivo	I (Cons. e aprof.)	II (Trab. e cidad.)	III (Ética aut. intelec)	IV (Fund. cien. e tec.)	V
Canal	<u>2 3 5 7 10</u>	<u>1 6 8 9 10</u>	<u>1 6 9 8 7</u>	<u>2 3 4 5 8</u>	<u>0</u>
P _{mín} (%)	53.8	38.5	38.5	84.6	15.4
P _{ef} (%)	22.9	32.0	20.0	23.6	20.0

Tabela 14 - Óptica e Ondas . T = 22

Objetivo	I (Cons. e aprof.)	II (Trab. e cidad.)	III (Ética aut. intelec)	IV (Fund. cien. e tec.)	V
Canal	<u>2 3 5 7 10</u>	<u>1 6 8 9 10</u>	<u>1 6 9 8 7</u>	<u>2 3 4 5 8</u>	<u>0</u>
P _{mín} (%)	86.4	45.4	54.5	86.4	4.5
P _{ef} (%)	25.3	24.0	26.7	32.6	20.0

Tabela 15 - Eletromagnetismo. T = 26

Objetivo	I (Cons. e aprof.)	II (Trab. e cidad.)	III (Ética aut. intelec)	IV (Fund. cien. e tec.)	V
Canal	<u>2 3 5 7 10</u>	<u>1 6 8 9 10</u>	<u>1 6 9 8 7</u>	<u>2 3 4 5 8</u>	<u>0</u>
P _{mín} (%)	69.2	50.0	53.8	84.6	7.7
P _{ef} (%)	24.4	27.7	24.3	31.8	20.0

A partir do Diagrama de Fluxo, pode-se ainda obter o fluxo total que passa por cada um dos canais. A tabela a seguir então apresenta o fluxo total em valores absolutos e em percentuais produzidos a partir da análise de 92 experimentos. Estes valores nos permitem revelar aqueles canais que atuam como sorvedouros de tal forma que ficam claras aquelas habilidades bem vinculadas bem como aquelas que não são contempladas por meio das AE.

Tabela 16. Fluxo total absoluto = 311

Canal	Fluxo total (absoluto)	Fluxo total (percentual)
3 <i>Apropriar-se dos conhecimentos da Física, da Química e da Biologia, e aplicar esses conhecimentos para explicar o funcionamento do mundo natural, planejar, executar e avaliar ações de intervenção na realidade natural;</i>	76	24.4
8 <i>Entender a relação entre o desenvolvimento das Ciências Naturais e o desenvolvimento tecnológico, e associar as diferentes tecnologias aos problemas que se propuseram e propõem solucionar;</i>	66	21.2
2 <i>Entender e aplicar métodos e procedimentos próprios da Ciências Naturais;</i>	60	19.3
4 <i>Compreender o caráter aleatório e não-determinístico dos fenômenos naturais e sociais e utilizar instrumentos adequados para medidas, determinação de amostras e cálculo de probabilidades;</i>	29	9.3
7 <i>Identificar, representar e utilizar o conhecimento geométrico para o aperfeiçoamento da leitura, da compreensão e da ação sobre a realidade;</i>	22	7.0
1 <i>Compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade;</i>	16	5.1
10 <i>Compreender conceitos, procedimentos e estratégias matemáticas, e aplicá-las a situações diversas do contexto das ciências, da tecnologia e das atividades cotidianas;</i>	16	5.1
6 <i>Analisar qualitativamente dados quantitativos, representados gráfica ou algebricamente, relacionados a contextos sócio-econômicos, científicos ou cotidianos;</i>	10	3.2
9 <i>Entender o impacto das tecnologias associadas às Ciências Naturais na sua vida pessoal, nos processos de produção, no desenvolvimento do conhecimento e na vida social;</i>	10	3.2
5 <i>Identificar, analisar e aplicar conhecimentos sobre valores de variáveis, representados em gráficos, diagramas ou expressões algébricas, realizando previsão de tendências, extrapolações e interpolações, e interpretações.</i>	6	1.9

5.4 RESULTADOS A PARTIR DE CRITÉRIOS AVALIATIVOS.

Nesta segunda parte, a metodologia empregada para estudar a relação entre os roteiros e os OE se desenvolve a partir de um instrumento de análise do livro didático (LD) de ciências do ensino fundamental proposto por Vasconcelos e Souto (2003; p.99) e, em seguida, observamos se as propostas de AE presentes no LD obedecem aos critérios integrantes destes instrumentos.

Parece que apesar da intensificação e sistematização das políticas que dizem respeito ao uso e distribuição do LD, aqueles professores que participam do processo de seleção do LD ainda o fazem apenas com base em sua intuição e experiência profissional. Idéias desta natureza levaram os referidos autores a apresentar uma proposta de instrumentos de análise do LD com critérios bem definidos. Considerando que o foco desta pesquisa encontra-se apenas em analisar as PAE, e não, os LD, apresentamos a seguir apenas uma tabela com os critérios sugeridos pelos autores para avaliar as atividades práticas propostas em LDs.

Tabela 17 . Critérios propostos por Vasconcelos e Souto (2003)

ATIVIDADES	SIM	NÃO
Propõe questões ao final de cada capítulo/tema?		
As questões têm enfoque multidisciplinar?		
As questões priorizam a problematização?		
Propõe atividades em grupo e/ou projetos para trabalho do tema exposto?		
As atividades são isentas de riscos para os alunos?		
As atividades são facilmente executáveis?		
As atividades têm relação com o conteúdo trabalhado?		
Indica fontes complementares de informação?		
Estimula a utilização de novas tecnologias (ex. internet)?		
Outros: Especificar		

O conjunto de critérios apresentados anteriormente foi então o ponto de partida para apresentarmos critérios condizentes com o nível do ensino médio, uma vez que os autores apresentam estes critérios tomando por base o nível do ensino fundamental. Ficou clara então a necessidade de uma adaptação dos critérios. Assim, a referida adaptação nos levou a construir o conjunto de critérios apresentados abaixo sendo que eles foram então empregados para análise qualitativa da pesquisa. Podemos observar ainda que algumas questões integrantes dos critérios apresentados abaixo são idênticas às questões integrantes dos critérios propostos pelos referidos autores.

Tabela 18. Critérios construídos para este trabalho.

ITEM	OBJETIVO	CRITÉRIOS	SIM	NÃO	NÃO SE APLICA
1	Consolidar conhecimentos.	O conteúdo foi estudado no EF?			
2	Aprofundar conhecimentos.	O nível do conteúdo é o do EM?			
3	Preparação básica para o trabalho.	O conteúdo habilidade ou competência é de interesse direto de uma área específica de trabalho? Ou auxilia na aplicação do conteúdo?			
4	Preparar para a cidadania.	Propõe atividades em grupo e/ou projetos para trabalho do tema exposto? Estimula a utilização de novas tecnologias (Ex. Internet) ?			
5	Desenvolvimento da pessoa humana.	O conteúdo explora num nível satisfatório a HC ou a FC? Ou possui enfoque multidisciplinar?			
6	Autonomia intelectual e pensamento crítico	As questões priorizam a problematização? Ou são propostas questões abertas?			
7	Ética.	A atividade experimental explora aspectos éticos?			
8	Fundamentos dos processos de produtivos.	O conteúdo auxilia na compreensão dos processos de produção (Ex. de energia, comercial, industrial)?			
9	Relação entre teoria e prática.	O conteúdo do experimento comenta aspectos teóricos e práticos ?			

Os critérios acima foram construídos a partir da leitura dos referenciais teóricos que compõem este trabalho e, ao mesmo tempo, foi preciso inserir alguns itens para adequá-los ao ensino de

nível médio. Isto é, precisamos contar também com nossa experiência profissional para concretizá-los. Os critérios (adaptados) acima foram aplicados como instrumento de avaliação de 22 roteiros de atividades experimentais. Desta dez, escolhemos aqueles roteiros que estivessem relacionados a pelo menos 3 habilidades e competências, isto é, escolhemos aqueles que seriam mais ricos em habilidades e competências. Os resultados desta aplicação são apresentados a seguir no item 3.5 e são discutidos mais adiante no item 5.1.

Resultados obtidos.

Experimentos associados a pelo menos três habilidades e competências.

Tabela 19. Mecânica Total = 8

ITEM	OBJETIVO	CRITÉRIOS	SIM
1	Consolidação dos conhecimentos.	O conteúdo foi trabalhado no EF?	5
2	Aprofundamento dos conhecimentos	O nível do conteúdo está acima do nível do EF?	6
3	Preparar para o trabalho.	O conteúdo habilidade ou competência é de interesse direto de uma área específica de trabalho. Ou auxilia na aplicação do conteúdo.	0
4	Preparar para a cidadania.	Propõe atividades em grupo e/ou projetos para trabalho do tema exposto. Estimula a utilização de novas tecnologias (Ex. Internet) .	0
5	Desenvolvimento da pessoa humana.	O conteúdo explora num nível satisfatório a HC ou a FC. Ou possui enfoque multidisciplinar.	2 6
6	Autonomia intelectual e pensamento crítico	As questões priorizam a problematização. Ou são propostas questões abertas.	2
7	Ética.	A atividade experimental explora aspectos éticos.	0
8	Fundamentos dos processos de produtivos.	O conteúdo auxilia na compreensão dos processos de produção (Ex. de energia, comercial, industrial)?	2
9	Relação entre teoria e prática.	O conteúdo do experimento apresenta aspectos práticos ?	0

Tabela 20. Óptica e Ondas. Total = 5

ITEM	OBJETIVO	CRITÉRIOS	SIM
1	Consolidação dos conhecimentos.	O conteúdo foi trabalhado no EF?	2
2	Aprofundamento dos conhecimentos	O nível do conteúdo está acima do nível do EF?	3
3	Preparar para o trabalho.	O conteúdo habilidade ou competência é de interesse direto de uma área específica de trabalho. Ou auxilia na aplicação do conteúdo.	1 1
4	Preparar para a cidadania.	Propõe atividades em grupo e/ou projetos para trabalho do tema exposto. Estimula a utilização de novas tecnologias (Ex. Internet)	0
5	Desenvolvimento da pessoa humana.	O conteúdo explora num nível satisfatório a HC ou a FC. Ou possui enfoque multidisciplinar.	0 1
6	Autonomia intelectual e pensamento crítico	As questões priorizam a problematização. Ou são propostas questões abertas.	2
7	Ética.	A atividade experimental explora aspectos éticos.	0
8	Fundamentos dos processos de produtivos.	O conteúdo auxilia na compreensão dos processos de produção (Ex. de energia, comercial, industrial)?	1
9	Relação entre teoria e prática.	O conteúdo do experimento apresenta aspectos práticos ?	0

Tabela 21. Termodinâmica, Calor e Temperatura. Total = 3

ITEM	OBJETIVO	CRITÉRIOS	SIM
1	Consolidação dos conhecimentos.	O conteúdo foi trabalhado no EF?	0
2	Aprofundamento dos conhecimentos	O nível do conteúdo está acima do nível do EF?	1
3	Preparar para o trabalho.	O conteúdo habilidade ou competência é de interesse direto de uma área específica de trabalho. Ou auxilia na aplicação do conteúdo.	1 0
4	Preparar para a cidadania.	Propõe atividades em grupo e/ou projetos para trabalho do tema exposto. Estimula a utilização de novas tecnologias (Ex. Internet)	0
5	Desenvolvimento da pessoa humana.	O conteúdo explora num nível satisfatório a HC ou a FC. Ou possui enfoque multidisciplinar.	2 0
6	Autonomia intelectual e pensamento crítico	As questões priorizam a problematização. Ou são propostas questões abertas.	2
7	Ética.	A atividade experimental explora aspectos éticos.	0
8	Fundamentos dos processos de produtivos.	O conteúdo auxilia na compreensão dos processos de produção (Ex. de energia, comercial, industrial)?	1
9	Relação entre teoria e prática..	O conteúdo do experimento apresenta aspectos práticos ?	0

Tabela 22. Eletromagnetismo. Total = 6

ITEM	OBJETIVO	CRITÉRIOS	SIM
1	Consolidação dos conhecimentos.	O conteúdo foi trabalhado no EF?	2
2	Aprofundamento dos conhecimentos	O nível do conteúdo está acima do nível do EF?	5
3	Preparar para o trabalho.	O conteúdo habilidade ou competência é de interesse direto de uma área específica de trabalho. Ou auxilia na aplicação do conteúdo.	0 4
4	Preparar para a cidadania.	Propõe atividades em grupo e/ou projetos para trabalho do tema exposto. Estimula a utilização de novas tecnologias (Ex. Internet) .	0 I
5	Desenvolvimento da pessoa humana.	O conteúdo explora num nível satisfatório a HC ou a FC. Ou possui enfoque multidisciplinar.	2 1
6	Autonomia intelectual e pensamento crítico	As questões priorizam a problematização. Ou são propostas questões abertas.	3
7	Ética.	A atividade experimental explora aspectos éticos.	I
8	Fundamentos dos processos de produtivos.	O conteúdo auxilia na compreensão dos processos de produção (Ex. de energia, comercial, industrial)?	5
9	Relação entre teoria e prática.	O conteúdo do experimento apresenta aspectos práticos ?	3

Tabela 23. Total geral = 22.

ITEM	OBJETIVO	CRITÉRIOS	SIM
1	Consolidação dos conhecimentos.	O conteúdo foi trabalhado no EF?	9
2	Aprofundamento dos conhecimentos	O nível do conteúdo está acima do nível do EF?	15
3	Preparar para o trabalho.	O conteúdo habilidade ou competência é de interesse direto de uma área específica de trabalho. Ou auxilia na aplicação do conteúdo.	2 5
4	Preparar para a cidadania.	Propõe atividades em grupo e/ou projetos para trabalho do tema exposto. Estimula a utilização de novas tecnologias (Ex. Internet)	0 1
5	Desenvolvimento da pessoa humana.	O conteúdo explora num nível satisfatório a HC ou a FC. Ou possui enfoque multidisciplinar.	5 8
6	Autonomia intelectual e pensamento crítico	As questões priorizam a problematização. Ou são propostas questões abertas.	9
7	Ética.	A atividade experimental explora aspectos éticos.	1
8	Fundamentos dos processos produtivos.	O conteúdo auxilia na compreensão dos processos de produção (Ex. de energia, comercial, industrial)?	3
9	Relação entre teoria e prática.	O conteúdo do experimento apresenta aspectos práticos ?	3

6. DISCUSSÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.

A metodologia empregada se resumiu em buscar conhecer, a partir de um total T de experimentos sobre determinado conteúdo, quantos (N_p) estariam associados aos objetivos por meio dos canais selecionados. Em seguida, considerando apenas os experimentos N_p que estivessem associados a estes canais, foram então construídos um total de 20 Diagramas de Fluxo. O conjunto dos dados obtidos nas quatro tabelas anteriores (das págs.s 82 e 83) estão representados mais resumidamente nos dois gráficos abaixo a partir dos quais apresentamos estas discussões e análise dos resultados. Conforme se pode observar no conjunto de resultados obtidos para as probabilidades mínimas, com exceção da termodinâmica, todos os demais conteúdos se aproximam de valores significativos de probabilidades (maior ou igual a 70%) para os padrões de aderência em relação aos objetivos I e IV, ficando os objetivos II e III mais distantes. Esta informação pode ser observada no primeiro gráfico a seguir (fig. 9), que apresenta os valores obtidos para as probabilidades mínimas em função dos conteúdos analisados para cada objetivo. No gráfico, cada um dos vértices, mais as extremidades das linhas, correspondem aos valores obtidos para as probabilidades mínimas.

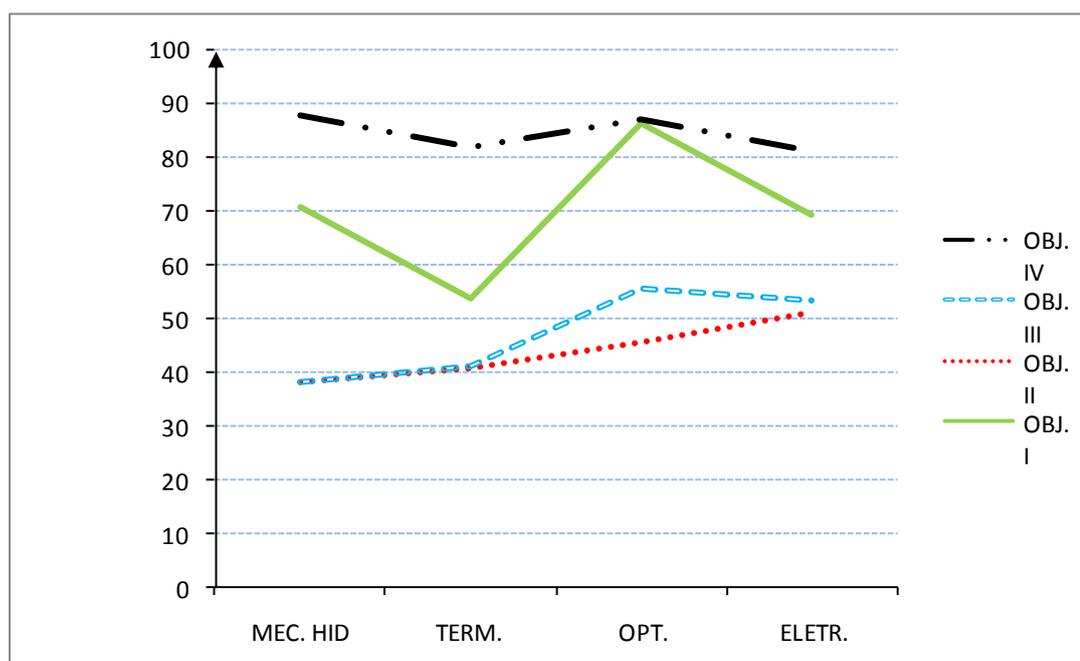


Figura 9 PROBABILIDADE MÍNIMA X CONTEÚDOS

Com base nestas primeiras informações, seríamos levados a dizer que o objetivo IV é aquele que apresenta a maior chance de ser atingido. Apesar disto, é um ponto importante colocar aqui que a generalidade do objetivo IV é tal que quando visto em sua totalidade, pode conduzir a informações diferentes daquelas que seriam obtidas para o caso de se separar e entender os termos que constituem este objetivo. Dito de outra maneira, a observação dos *fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos* atingiu a maior probabilidade mínima, entretanto, de forma completa, em seu Art. 35, a Lei determina que os conteúdos devem estar *relacionando a teoria com a prática no ensino de cada disciplina*. **E há evidências** nos resultados da pesquisa realizada que esta relação é praticamente inexistente. No momento de escolher os canais e da tomada de dados, empregamos a palavra *produção* no sentido de “como fazer crescer, desenvolver ou criar algo associado a fenômenos físicos” tais como seriam a produção de energia, de movimento, de álcool, de gasolina e também a produção industrial e comercial ou econômica uma vez que esta definição se aproxima daquela encontrada no dicionário online de português (WWW.dicio.com.br), ao mesmo tempo em que buscamos a presença de fenômenos físicos em nossa definição. De acordo com o referido dicionário, o significado da palavra produção seria:

s.f. Economia política. Primeiro estágio em uma série de processos econômicos que levam bens e serviços às pessoas. Os outros estágios são a distribuição e o consumo. Por exemplo, os produtores de pão são as pessoas que plantam o trigo, as que fazem a farinha e as que assam o pão. Vendedores e entregadores são os distribuidores. Os consumidores são os que compram e comem o pão.

Por sua vez, as DCNEM (1998), referem-se aos processos produtivos como

Os processos produtivos dizem respeito a todos os bens, serviços e conhecimentos com os quais o aluno se relaciona no seu dia a dia bem como àqueles processos com os quais se relacionará mais sistematicamente na sua formação profissional. Para fazer a ponte entre teoria e prática, de modo a entender como a prática (processo produtivo), está ancorada na teoria (fundamentos científico-tecnológicos), é preciso que a escola seja uma experiência permanente de estabelecer relações entre o aprendido e o observado, seja espontaneamente, no

cotidiano em geral, seja sistematicamente no contexto específico de um trabalho e suas tarefas laborais.

Ainda que em ambas as definições, haja referência aos bens e aos serviços, particularmente, a definição apresentada nas DCNEM parece ser muito ampla trazendo para muitos a idéia de que quase tudo pode ser um processo produtivo. Por sua vez, ao se referir a “*Primeiro estágio de uma série de processos*” entendida no sentido de produzir algo que ainda não chegou até os consumidores, nem foi distribuído, a definição apresentada no dicionário se revela mais útil para que se possa caminhar com esta pesquisa e, assim, optamos por prosseguir com este sentido para o termo *processos produtivos*.

Ainda em relação ao objetivo IV, investigamos a presença dos *fundamentos científicos e tecnológicos*, num sentido geral (sem a preocupação de se referir aos *processos produtivos*), e os maiores e menores valores respectivamente obtidos para as probabilidades mínimas e efetivas foram $P_{\min} = (88,0\%, 84,6\%)$ e $P_{ef} = (32,6\%, 23,6\%)$. Ao investigarmos a presença destes fundamentos aplicados aos *processos produtivos*, entretanto, os resultados obtidos foram bem menores. E portanto sentimos a necessidade de estabelecer uma metodologia de pesquisa que se referisse aos critérios avaliativos. Enfim, embora os *fundamentos* sejam explicitados nos roteiros, uma quantidade insignificante se refere a algum processo produtivo. Pode-se então dizer que, ao se investigar o objetivo IV em seu sentido genérico, não foram encontradas PAE em que fossem apresentados os fundamentos científicos e tecnológicos *dos processos produtivos*, entretanto observamos que grande parte do conteúdo da PAE era aplicado e então resolvemos prosseguir na pesquisa na busca dos resultados para os *fundamentos científicos e tecnológicos* numa visão mais geral. Nesta perspectiva, a interpretação dada para os resultados obtidos em relação ao objetivo IV é que os conteúdos presentes nas PAEs podem contribuir para a *compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicas dos processos produtivos* porque estão implicitamente ligados a eles, no entanto, efetivamente estes conteúdos não relacionam a teoria com a prática uma vez que eles não se referem explicitamente a nenhum dos processos produtivos. Por fim, em função destas afirmativas, dos dados e do conjunto das observações das PAE, a nossa conclusão é que as PAEs pesquisadas não contribuem para a concretização do referido objetivo.

Como se pode perceber no segundo gráfico abaixo (fig. 10), as PAE do conteúdo óptica e ondas são aquelas que mais contribuem para a concretização dos objetivos I, III e IV. Por

outro lado, o primeiro gráfico (fig. 9) mostra que as AEs do conteúdo termodinâmica são aquelas que apresentam o menor nível de padrões de aderência para todos os objetivos. Outro fato a considerar é que as PAE do conteúdo termodinâmica apresentam-se também em menor número total (apenas 13) quando se comparam com a quantidade de PAE de todos os outros conteúdos. Outro dado importante em relação a este conteúdo é que, como podemos observar em seus Diagramas de Fluxo, os seus experimentos prováveis estão associados a muito poucas habilidades (canais) e, da mesma forma, há uma quantidade bastante significativa de experimentos que são improváveis, isto é, que não estão relacionados com nenhuma das habilidades. Estes aspectos são facilmente observados por meio da baixa densidade das linhas de fluxo nos seus Diagramas. O primeiro gráfico acima também ilustra bem estas informações.



Figura 10 PROBABILIDADE MÍNIMA X OBJETIVOS

Considerando-se todos os conteúdos, o primeiro gráfico (fig.9) mostra que o objetivo IV poderia ser aquele que apresenta maior chance de se concretizar por meio das PAEs. Por sua vez, os objetivos de caráter mais humanísticos - II (Trab. e cidad.) e III (Ética.aut. intelec) - apresentam-se no fundo do poço como se pode observar no segundo gráfico (fig. 10). Estes fatos vão mostrar que a atividade experimental aplicada está inserida nas PAEs das obras didáticas, o que possibilita ao aluno trabalhar os fundamentos da tecnologia, ainda que elas

não relacionem a teoria com a prática, conforme visto. Em relação aos fundamentos científicos, não resta dúvida de que a PAE em Física fundamenta o conhecimento do ponto de vista científico. Desta maneira, podemos observar que o objetivo de caráter mais técnico (de conteúdo formal, associado a gráficos, tabelas, equações e cálculos), apresenta sempre alguma chance de estabelecer as relações pesquisadas. Isto pode nos mostrar a predominância do ensino experimental bastante focalizada no conteúdo por si mesmo, mesmo após todas as expectativas produzidas por meio dos documentos oficiais.

Fica claro aqui a importância que deve ser dada para a escolha de quais serão os canais bem como de qual deve ser a sua quantidade. O poço apresentado acima caracteriza uma horizontalidade que talvez pudesse refletir o fato de que apenas os canais 10 e 7 apresentam-se como diferenciadores para os objetivos III e IV. Sendo que os demais canais selecionados para este objetivo coincidem. Apesar disto, devemos observar que apenas isto pode não ser suficiente para explicar tal horizontalidade pois diversas outras variáveis contribuíram para a construção do gráfico. Assim a diferença do número total de experimentos por conteúdo, a diferença entre os próprios conteúdos bem como a diferença entre o número de experimentos prováveis nos livram a consciência de que uma suposta repetição de canais teria levado a resultados similares.

Os baixos valores encontrados para as probabilidades efetivas nos chamam a atenção para o fato de que ainda podemos estar distantes de trabalhar um maior número significativo de habilidades e competências por meio das PAE dos LD. Talvez porque em alguns LD os experimentos ainda sejam muito curtos e possivelmente apresentem um baixo nível de problematização.

Com fins de não privilegiar algumas competências e habilidades em detrimento de outras, para selecionar os canais, escolhemos aqueles cinco que poderiam estar mais próximos de cada objetivo, fixando desta forma o número de canais de acesso aos objetivos. A mesma pesquisa foi refeita trocando-se alguns canais e, ainda assim, os resultados obtidos para as probabilidades não apresentaram variações maiores que 10%. Desta forma pudemos então constatar que os resultados obtidos trazem evidências de que há relação entre as propostas de AE e o objetivo I: *consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no ensino fundamental*. Por outro lado, os demais objetivos que dizem respeito à cidadania, ao mundo do trabalho, à ética, à autonomia intelectual e ao pensamento crítico praticamente inexistem

nestas propostas de AE. Para encerrar, pontuamos apenas que este trabalho não teve por objetivo avaliar o LD, embora a metodologia empregada na pesquisa pudesse ser aplicada para análise de outras partes do LD tais como textos e problemas e atividades propostas, a nossa preocupação maior consistiu em contribuir para a melhoria das aulas práticas (experimentais) de Física.

Em relação ao emprego do mini-corpus, podemos ver em sua lista de habilidades que os canais aparecem ordenados para o conteúdo mecânica e podemos então construir os Diagramas de Fluxo e/ou calcular os valores das probabilidades mínima e efetiva de que as AE esteja em acordo com os objetivos educacionais. Nessa perspectiva, os canais também tem um papel importante uma vez que podemos observar, por exemplo, que a habilidade de *utilizar instrumentos adequados para medidas* pode ser entendido como inserido na habilidade de *Entender e aplicar métodos e procedimentos próprios das Ciências Naturais*. Assim, fica claro que a pesquisa individual empregando um mini-corpus lingüístico precisa explicitar e justificar a necessidade de ser complementada por um ponto de vista qualitativo a fim de assegurar a confiabilidade do trabalho desenvolvido.

É notável ainda que ao trabalhar com um mini-corpus de expressões lingüísticas, estamos fazendo uso de uma abordagem de pesquisa empirista no sentido de que queremos que os dados se expressem para o pesquisador, contrariamente a uma visão introspectiva em que o pensamento estabelece o que esperamos do conjunto de dados sendo esta uma característica importante de uma abordagem que para alguns pesquisadores é mais do que metodológica. Particularmente, pode-se perceber que para a pesquisa do Livro Didático de Ciências nem sempre é necessário, nem obrigatório, lançar mão de corpora com as dimensões de milhões de expressões como os mais conhecidos, apesar de sua quase indubitável importância.

Para se referir aos **critérios avaliativos**, a partir de um conjunto de critérios construídos para avaliarmos especificamente as PAE, não observamos diretamente os objetivos divididos em quatro itens de algarismos romanos tal como aparecem no Art. 35 da LDB. Contrariamente, buscamos analisar cada uma das sentenças que compõem determinados objetivos. Nesta perspectiva, por exemplo, o objetivo I *Consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental* apresenta dois sub-objetivos: O primeiro, *Consolidar os conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental* e, o segundo, *Aprofundar os conhecimentos adquiridos no Ensino Fundamental*. Este procedimento nos permitiu buscar

informações sobre que aspectos de um mesmo objetivo são favorecidos em detrimento de outros que não foram contemplados durante a análise quantitativa trazendo desta maneira uma perspectiva mais qualitativa que permita enriquecer o próprio ato investigativo do trabalho. Os dados obtidos para nos trazer esta perspectiva foram então todas as AE já previamente escolhidas, mas com a condição de que fossem AE mais relevantes, no sentido de que deveriam estar associadas a pelo menos três habilidades ou competências (canais). Como pode ser visto nos critérios apresentados, parte da sua construção foi elaborada diretamente a partir dos próprios objetivos e outras elaboradas a partir da leitura dos documentos oficiais. Em seguida, comentamos os resultados obtidos e, logo em seguida, apresentamos uma discussão mais geral sobre os resultados obtidos.

A partir dos critérios avaliativos apresentados, a primeira observação que sobressai é que uma grande quantidade das Propostas de Atividades Experimentais (PAE) permite aprofundar os conhecimentos adquiridos no EF, no sentido de que os seus conteúdos (das AE do EM) apresentam-se num nível que está acima do nível do que seria trabalhado na mesma AE proposta para o EF. Assim, ficou claro que a maioria das AE pesquisadas realmente permite o aprofundamento dos conhecimentos embora possamos explicitar que haja possibilidade de uma pequena diferença apontando para o livro de Física de Alberto Gaspar. Por outro lado, empregamos a palavra *Consolidar* mais num sentido de **rever** ou **fixar** aquilo que já poderia ter sido trabalhado no EF. Portanto, nessa perspectiva, para se *aprofundar* não necessariamente deve-se *consolidar*. Assim, ao consultarmos dois livros didáticos do EF de autoria de Canto (2004) e Santana (2011), observamos que em torno da metade das AE, do EM, encontra-se nestes em livros de ciências do EF. Este fato então aponta para a possibilidade de não haver consolidação destes conteúdos por meio das AE, ainda que possa haver aprofundamento.

Ao estabelecer que o ensino médio tem por objetivo o desenvolvimento da pessoa humana, incluindo a sua autonomia crítica e intelectual, a LDBEM impõe um ideal que transcende todos os seus outros objetivos. Como avaliar o desenvolvimento da pessoa humana? A pergunta surge como decorrência natural desta pesquisa e, ainda que não possamos dispor de elementos para uma tal avaliação, buscamos nas *Orientações Curriculares para o EM* (2006) algumas possibilidades de estratégias de ensino de Física que nos possibilitasse abordar o assunto. Este documento destaca que o uso da História da Ciência (HC) no ensino de Física possibilita a visão da ciência como construção humana. Ele destaca ainda que a HC permitiria

por exemplo “.. *compreender a construção do conhecimento físico como um processo histórico, em estreita relação com as condições sociais, políticas e econômicas de uma determinada época*”. Já a Filosofia da Ciência (FC) seria importante na construção da concepção de ciência do professor (Brasil, 2006). Por entender que a multidisciplinaridade facilitaria a relação com as condições sociais, políticas e econômicas consideramos que seria válido inseri-la como critério. Quando os resultados nos mostraram que os objetivos de caráter mais humanísticos estão preteridos nas PAE, apenas constatamos o que de certa forma já era esperado. Entretanto o que nos desperta a atenção são os desdobramentos que surgem como decorrência: Como desenvolver uma metodologia para facilitar o ensino da FC e da ética a partir da experimentação? Como inserir as dimensões da cidadania e do mundo do trabalho nos livros didáticos de ciências? Ainda em relação ao terceiro objetivo, *o aprimoramento da pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico*, é importante destacar que, conforme os critérios avaliativos, a metade das PAE relevantes contribuem para *O desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico* devido à presença de questões priorizam a problematização e de questões abertas. Vale ressaltar que este resultado deve-se principalmente ao livro Física de Antônio Máximo e Beatriz Alvarenga, ainda que possamos ressaltar algumas contribuições específicas das outras obras no decorrer deste trabalho. Mesmo que não se possa considerar o resultado satisfatório, acreditamos que seja um passo largo para a melhoria dos roteiros. O mesmo podemos afirmar para o item *Autonomia intelectual e pensamento crítico*. Ainda em relação aos critérios avaliativos, o resultado para o item *ética* (apenas um SIM) nos mostra onde estaria o ponto realmente fraco do terceiro objetivo da LDB. Embora para muitos não haja surpresa nos dados obtidos, a presença da *ética* na PAE poderia contribuir para enriquecer os aspectos humanísticos da experimentação tais como aqueles mencionados na própria LDB. Embora os aspectos éticos praticamente inexistam nas propostas de AE, a experimentação poderia dizer respeito às implicações do manuseio de determinados produtos no laboratório explicitando a partir de propriedades físicas as implicações para a saúde como seria o caso de se discutir o uso do mercúrio que é tóxico, da mesma maneira, o uso de sapatos fechados, luvas e equipamentos de proteção, equipamentos de alta tensão como é o caso do gerador de Van der Graaf. Ainda, poderia se discutir diversos aspectos da *ética* pessoal e profissional que estivessem associados à AE. Por fim, com o uso dos **critérios avaliativos** vemos que as propostas de AE não contribuem para

o desenvolvimento da *cidadania* se tomarmos por base a idéia de que as atividades realizadas em grupo, os projetos de trabalho e o uso de novas tecnologias são elementos necessários para que tal desenvolvimento ocorra. Da mesma maneira, acreditamos que a inexistência de tais elementos só poderiam contribuir para a mutilação da preparação do aluno para o que se chama de mundo do trabalho.

Vemos ainda que no total dos 22 experimentos mais relevantes (tab. 23, pág. 92) apenas três estão associados aos fundamentos científicos e tecnológicos, no sentido de que *O conteúdo auxilia na compreensão dos processos de produção (Ex. de energia, comercial, industrial)*. Além disto, apenas três dos experimentos seguem *relacionando a teoria com a prática*. Em relação a esta relação, podemos ver claramente na definição apresentada nas DCNEM (1998) na pág. 94, como a palavra *prática* é confundida com *processo de produtivo*. Ainda, para tratar do assunto, a Resolução CEB n. 3 de 26 de Junho de 1998, em seu Art. 9., ao instituir as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, parece identificar a palavra *prática* com contextualização, conforme segue.

Na observância da Contextualização a escolas terão presente que:

I – na situação de ensino e aprendizagem, o conhecimento é transposto da situação em que foi criado, inventado ou produzido, e por causa desta transposição didática, deve ser relacionado com a prática ou a experiência do aluno a fim de adquirir significado;

II- a relação entre teoria e prática requer a concretização dos conteúdos curriculares em situações mais próximas e familiares do aluno, nas quais se incluem as do trabalho e do exercício da cidadania;

Mais uma vez, em função do sentido amplo atribuído ao termo, *prática*, que por sua vez implica em dificuldade para se compreender o termo *processo produtivo*, e, por conseguinte ainda, *os fundamentos tecnológicos dos processos produtivos*, optamos por considerar que a teoria é relacionada com a prática na medida em que encontramos na AE a explicitação de características tais como informações sobre **onde** (no sentido de lugar ou setor de atividade profissional) aquele conhecimento é empregado e **quem** (no sentido de pessoa ou profissional) emprega aquele conhecimento, informações sobre quais os profissionais e trabalhadores que utilizam-se daquele conhecimento, engenheiros, técnicos e trabalhadores de

um modo geral. Os conhecimentos poderiam ser empregados na indústria, no comércio, nos hospitais, nas fábricas e nas residências, por exemplo.

Por sua vez, os *processos de produção* são explicitados numa PAE quando elas se referem a **como funcionam** os processos (no sentido de primeiras etapas ou estágios, conforme visto) de produção, tais como de energia elétrica, de álcool, de gasolina, de carvão, de alimentos, de grãos, de insumos agrícolas, de equipamentos de utensílios, de aparelhos, de dispositivos elétricos, eletrônicos, mecânicos, digitais e mesmo pneumáticos. E para finalizar esta parte um tanto controversa e um tanto ambígua, os *fundamentos científicos* foram empregados no sentido de explicar o **porque** (explicação de fenômenos físicos) dos eventos e/ou ocorrências do mundo físico e dos fenômenos naturais.

De uma forma então mais completa e detalhada o quarto objetivo poderia então ser subdividido, para efeito de análise, em:

A A compreensão dos fundamentos científicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina, e :

B A compreensão dos fundamentos tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática, no ensino de cada disciplina.

C A compreensão dos fundamentos científicos dos processos produtivos, no ensino de cada disciplina.

D A compreensão dos fundamentos tecnológicos dos processos produtivos, no ensino de cada disciplina.

Apesar desta possível subdivisão, o fato de que os termos ciência e tecnologia tem sido empregados com uma fronteira cada vez menos visível, nos levou a inseri-los em conjunto como critério. Ainda, apresentamos como um outro critério a relação teoria e prática, porque consideramos importante conhecer onde e quem lida com aquele conhecimento no decorrer do processo produtivo. Com isto juntamos os itens C e D apresentados acima e os critérios adotados para avaliar o objetivo IV foram então:

*A compreensão dos fundamentos científicos e tecnológicos dos **processos produtivos**.*

*A compreensão dos processos produtivos, **relacionando a teoria com a prática**.*

De posse deste contexto, e tomando por base o referencial destas definições, o uso dos

referidos critérios avaliativos revela o quanto o objetivo IV relacionado aos *fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos* encontram-se distantes das PAE. É claro que isto não implica em que as obras didáticas analisadas descartem completamente o tema da ciência e da tecnologia, afinal de contas, podemos encontrá-lo em outras partes dos livros, que não as de PAE, como é o caso quase óbvio do livro Física, Ciência e Tecnologia. Apesar disto, o nosso olhar nesta pesquisa esteve voltado para pensar em que direção a AE desses livros didáticos vem conduzindo o ensino no contexto das Ciências. Assim, *os fundamentos científicos e tecnológicos dos processos produtivos*, quando apresentados de forma explícita nos roteiros de experimentação, podem incentivar tanto o aluno como o professor a conceptualizar a ciência de maneira mais ampla como o social e econômico e, portanto num contexto mais vivo. Portanto, estes poucos resultados encontrados para os objetivos associados aos processos produtivos e, que por consequência podem se estender para os objetivos da preparação básica para o trabalho, podem apontar até mesmo para a necessidade de se repensar o trabalho do ensino experimental de ciências a fim de que ele possa melhor se integrar à própria aula teórica, uma vez que muitos professores e alunos ainda trabalham a experimentação apenas no sentido de se manipular os materiais. Conforme visto, os gráficos mostrados e comentados na parte quantitativa ao colocar o quarto objetivo no topo do gráfico, não tomou por base esta visão e, portanto, não consideramos que o quarto objetivo possa ser concretizado por meio da AE. Apesar disto, não se poderia deixar de reconhecer a existência de um componente deste objetivo que se mostrou bastante efetivo que foi a presença de *fundamentos científicos e tecnológicos* quando tomamos por base o fato de encontramos várias PAE em que o conhecimento aplicado estava explícita ou implicitamente presente. Este conhecimento aplicado se referiu à presença de bússolas, motores, pilhas, eletroímãs, instrumentos musicais, circuitos elétricos que de alguma maneira **podem ter a ver com o universo da tecnologia**. Esta visão encontra voz nas DCNEM (1998) que, para se referir à Contextualização, referem-se à tecnologia como conhecimento aplicado.

O contexto do trabalho é também imprescindível para a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos a que se refere o artigo 35 da LDB. Por sua própria natureza de conhecimento aplicado, as tecnologias, sejam elas das linguagens e comunicação, da informação, do planejamento e gestão, ou as mais

tradicionais, nascidas no âmbito das ciências da natureza, só podem ser entendidas de forma significativa se contextualizadas no trabalho.

Cabe observar ainda que esta análise poderia igualmente trilhar por um caminho em que as questões dos critérios avaliativos poderiam servir de canais, por exemplo para se chegar ao objetivo I. Desta maneira, poderia ser construído um Diagrama de Fluxo por conteúdo com dois canais para se avaliar o objetivo I, o que daria condições ao pesquisador de realizar então um análise de fundamento estatístico. Assim obtemos dois caminhos para a pesquisa em que apenas os canais seriam diferentes. Eles poderiam ser as habilidades e competências listadas nos PCNs mas também poderiam ser aquelas questões que aparecem nos critérios de avaliação das AE.

Obviamente que as P AE não são os únicos recursos úteis para se atingir os objetivos do EM em ciências. Entretanto, a nossa principal intenção foi tentar localizar quais aspectos poderiam ser introduzidos ou complementados de tal forma que os roteiros adquirissem uma função mais relevante ao integrarem os LDs.

A Física possui vários aspectos que a distinguem como ciência. Entre um desses aspectos está a investigação. Esta, por sua vez, começa a existir no momento em que surge um problema. A pesquisa na área de ensino de ciências, bem como os documentos oficiais (PCN+, p. 33), destacam a investigação como necessária ao desenvolvimento de diversas competências. Ao sugerirem competências a serem alcançadas pela área de ensino de ciências, os PCN+ destacam que “ o que Física deve buscar no EM é assegurar que a competência investigativa resgate do espírito questionador, o desejo de conhecer o mundo em que se habita”. Apesar de todas estas implicações, em nossa pesquisa, particularmente, observamos que menos da metade dos roteiros de experimentos observados apresentam atividades que estimulam a investigação.

O documento PCN+(2002) destaca também que o professor poderia, em algum momento da sua prática pedagógica, priorizar a autonomia crítica pois que esta

“ aumenta quando o aprendizado se expande para fora de assuntos puramente científicos, como avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico, avaliar o papel do desenvolvimento

tecnológico, compreender aparatos tecnológicos e seu impacto na vida social e assim por diante” (idem).

No decorrer da pesquisa, constatamos a quase inexistência de PAE que explorassem aspectos éticos, o que contribui portanto para o enfraquecimento da possibilidade de se contribuir para o desenvolvimento da autonomia crítica.

Para elaborarmos o primeiro critério que nos ajudaria a avaliar se estas propostas de AEs contribuiriam para auxiliar o aluno em sua preparação para o mundo do trabalho tomamos por referência as Orientações Curriculares (Brasil, 2006). Este documento, ao comentar as competências e os saberes na relação didática destaca que

“ Busca-se proporcionar aos alunos a aquisição de elementos de compreensão e/ou manuseio de aparatos tecnológicos de máquinas e dos processos de produção industrial e outras atividades profissionais. Essa pode ser uma forma de se entender a preparação para o trabalho da qual trata a Lei de Diretrizes da Educação Nacional/1996 e as Diretrizes Curriculares para o EM.”

Em relação ao objetivo “Preparar para o trabalho”, os resultados da nossa pesquisa deixam claro que de um modo geral os roteiros não trazem atividades que despertem para competências e habilidades básicas relacionadas a atividades ocupacionais. Com exceção do eletromagnetismo, há evidências de que nenhum dos outros conteúdos auxiliam na aplicação dos conteúdos. Estas afirmações talvez possam ser justificadas arguindo-se que, sendo a Física uma ciência, o seu ensino tem se caracterizado bem mais por apresentar os fundamentos científicos do que as aplicações tecnológicas. A própria Ficha de Avaliação /PNLEM 2007 ao exigir a “viabilidade de execução dos experimentos tem levado diversos autores de LD a optarem pelo estímulo ao uso de materiais caseiros, facilmente encontrados no mercado local ou de baixo custo como se pode constatar ao observar as figuras e ilustrações nos livros pesquisados. As características desses materiais de certa forma contradizem com aqueles das máquinas e aparatos tecnológicos e de outros itens que são efetivamente empregados em atividades ocupacionais. Tudo isto nos traz evidências de como estes roteiros estão desvinculados da proposta de preparar basicamente o aluno para o mundo do trabalho e, nesse caso, podemos até mesmo generalizar que muito provavelmente as

próprias aulas práticas não contribuem para a preparação ao trabalho de que trata a LDBEM/1996.

Para avaliar a presença de competências associadas à cidadania, tomamos por base os PCNEM no momento em que destacam:

“Nesse sentido, deve ser considerado o desenvolvimento da capacidade de se preocupar com o todo social e com a cidadania. Isso significa, por exemplo, reconhecer-se cidadão participante tomando conhecimento das formas de abastecimento de água e fornecimento das demandas de energia elétrica da cidade onde se vive, conscientizando-se de eventuais problemas e soluções. Ao mesmo tempo, devem ser promovidas as competências necessárias para a avaliação da veracidade de informações ou para a emissão de opiniões e juízos de valor em relação a situações sociais nas quais os aspectos físicos sejam relevantes.” (Brasil, 2000, pg. 27)

O estímulo às atividades no sentido da cooperação não são tradicionais nos roteiros de LD. Talvez porque os próprios autores considerem que isto seria de responsabilidade do professor ou talvez por falta de reflexão a respeito destas competências durante a experimentação. Cabe ressaltar que o pronome de tratamento empregado por diversos roteiros para dirigir-se ao aluno é a segunda pessoa do singular ou são impessoais. Assim um dos principais ingredientes que compõem a cidadania, a participação, fica simplesmente esquecido. Os aspectos físicos no contexto de situações sociais é outro item que contribui para distanciar as propostas de AE das competências necessárias para o exercício da cidadania. Muito provavelmente os desdobramentos desta pesquisa advém do fato da tradicional separação entre as aulas práticas e aulas teóricas, de tal forma que ainda que estas competências para a vida social possam estar presentes nos LD, elas não ocupariam espaço no mundo da experimentação.

Enfim, não encontramos palavras, frases ou sugestões que dessem abertura para discutir aspectos sociais em que a Física seria necessária. Os resultados encontrados a partir dos critérios entretanto nos mostraram o quanto estes aspectos têm se mantido sob ótica da aula teórica. Tudo isto contribui para que as PAE se distanciem dos objetivos da cidadania e do mundo do trabalho e por extensão para que as próprias aulas práticas experimentais sejam

destituídas de objetivos mais realísticos e assim as aulas de Física estejam restritas ao seu próprio conteúdo

7. CONCLUSÕES.

Apontamos a necessidade de reformulação das PAE dos livros didáticos selecionados e aprovados pelo MEC, por meio do PNLEM, em 2009, com fins a melhor se adequarem às finalidades estabelecidas para o EM pela LDBEN/96.

Os resultados da pesquisa conduziram-nos a refletir sobre como ensinar ética, cidadania e preparar para o mundo do trabalho nas aulas de Física experimental. Estas questões nos levaram então à elaboração de propostas experimentais apresentadas como alternativa complementar aos roteiros atuais presentes nos livros didáticos de Física do EM. Ver Propostas de Atividades Complementares mais adiante.

Em relação ao objetivo “Preparar para o trabalho”, os resultados deixam claro que, de um modo geral, os roteiros não trazem atividades que despertem para competências e habilidades básicas relacionadas a atividades ocupacionais. Com exceção do eletromagnetismo, nenhum dos outros temas auxiliam no sentido de apresentar conteúdo aplicado. Estas afirmações talvez possam ser justificadas arguindo-se que, sendo a Física uma ciência, o seu ensino tem se caracterizado bem mais por apresentar os fundamentos científicos do que as suas aplicações tecnológicas. As características dos materiais sugeridos nos roteiros de certa forma contradizem com aquelas das máquinas e aparatos tecnológicos e de outros itens que são efetivamente empregados em diversas atividades ocupacionais.

O momento atual vivido pelo ensino de ciências, deixa claro que os conhecimentos veiculados nos livros didáticos devem promover, ao invés de uma abordagem mais voltada para a formação de futuros cientistas, abordagens mais voltadas para convivência social e para o desenvolvimento humano. Por outro lado, os resultados da pesquisa nos mostraram o quanto as PAE estão distantes destas abordagens. Desta maneira, as PAE pesquisadas reforçam o modelo de ensino voltado tão somente para o aprofundamento dos conteúdos adquiridos no EF, em detrimento de aspectos voltados para a construção da cidadania, da ética e da preparação básica para o mundo do trabalho. Tudo isto nos leva a crer que os

conhecimentos produzidos originalmente pelos cientistas e pela comunidade acadêmica deveriam ser apresentados nos livros didáticos em concordância com objetivos educacionais atuais. Apesar disto, nossos resultados nos mostram que o conhecimento veiculado nas PAE ainda correspondem a uma versão simplificada do conhecimento produzido pelos cientistas, apenas para citar um aspecto relacionado à transposição didática. E talvez isto ajude a explicar o fato de que em diversas situações, o aluno percebe que as atividades experimentais não tenham nenhuma relação com o que aprende fora da escola.

Para finalizar, os resultados obtidos trazem evidências de que há relação entre as propostas de AE e o objetivo I: consolidar e aprofundar os conhecimentos adquiridos no ensino fundamental. Por outro lado, os demais objetivos que dizem respeito à cidadania, à preparação básica para o mundo do trabalho, à ética, à autonomia intelectual e ao pensamento crítico praticamente não foram encontrados nestas propostas de AE.

8. PERSPECTIVAS.

Esta pesquisa poderia ser ampliada para se investigar as contribuições que as PAE têm trazido para o ensino a partir de alguns anos após a implementação dos PCNEM.

Um outro ponto estaria em ampliá-la para se investigar a adequação dos livros didáticos de ciências do ensino médio às propostas oficiais.

Um outro ponto que podemos propor é sobre a possível discussão da necessidade de se introduzir o mini-corpus lingüístico na pesquisa em ensino de ciências. E neste sentido, já estamos dando os primeiros passos por meio da elaboração de artigos que discutam o assunto.

Por fim, acreditamos que este trabalho possa contribuir para que as escolas, professores e órgãos oficiais do sistema de ensino possam adotar uma avaliação mais extensa, reflexiva e menos imprecisa quando da adoção de critérios para a seleção e avaliação do livro didático de ciência do EM.

9. PROPOSTA DE ATIVIDADES COMPLEMENTARES.



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

Decanato de Pesquisa e Pós-Graduação

Instituto de Ciências Biológicas

Instituto de Física

Instituto de Química

Faculdade UnB Planaltina

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS**

**PROPOSTAS DE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS COM-
PLEMENTARES ÀS DO LIVRO DIDÁTICO DE FÍSICA DO
NÍVEL DE ENSINO MÉDIO.**

José Cláudio Reis Santiago.

Brasília – DF

Novembro – 2011

INTRODUÇÃO.

Como proposta de ação profissional, buscamos disponibilizar ao professor de ciências do ensino médio um produto que pudesse contribuir para a melhoria do ensino experimental de ciências e que pudesse ser aplicado pelos profissionais da educação. Nesta perspectiva é que apresentamos as propostas de atividades experimentais complementares (PAEC). O seu objetivo é contribuir para a inserção de aspectos relacionados ao mundo do trabalho, à cidadania e à ética no ensino de ciências. Pensamos ainda na necessidade de que este material permitisse que a aula prática, integrada à aula teórica, melhor se adequasse às competências, habilidades e objetivos educacionais propostos pelas diretrizes curriculares oficiais nacionais. Além disso, procuramos também disponibilizar um material acessível, simples, executável e de uso prático para os professores e que, ainda assim, fosse oriundo da nossa pesquisa e da nossa experiência profissional. A partir da integração destas reflexões resultaram então as PAEC. A seguir, apresentamos o contexto epistemológico em que as PAEC estariam inseridas.

9.1 AO PROFESSOR: CONTEXTUALIZAÇÃO DAS PAEC.

As PAEC foram originadas a partir da nossa experiência profissional com as “provinhas”, um instrumento de avaliação que permitiria estudar a interação do aluno com o livro didático com o acréscimo de que permitiriam ao aluno estudar e “ganhar tempo” (para empregar uma expressão dos próprios alunos) enquanto seriam avaliados. Este instrumento foi trabalhado na escola pública em que trabalho no ano de 2010. Ainda, as PAEC surgem da necessidade da inserção de aspectos ligados ao trabalho, à cidadania e à ética no ensino de ciências uma vez que eles compõem as diretrizes da educação nacional ao mesmo tempo em que buscam se alinhar com a perspectiva da construção de um currículo por competências. (PCNEM, 2000)

TRABALHO, CIDADANIA E ÉTICA NO ENSINO DE CIÊNCIAS.

Este trabalho mostrou-nos a existência de uma lacuna no que diz respeito ao sentido que as propostas de AE atribuiriam para os aspectos da cidadania, da ética e do mundo do trabalho

no espaço do LD de ciências. Desta forma acreditamos que para dar sentido às atividades experimentais é preciso que esteja engajada em objetivos que orientem a prática pedagógica. Este quadro de referências, leva-nos então a apresentar aos professores as PAEC como formas alternativas de complementação aos roteiros presentes nos LDs de Física do nível do Ensino Médio.

A cidadania entendida como um conceito ligado aos direitos e deveres de participação e interferência na vida social, política e econômica do país apresenta-se nos documentos oficiais das políticas de reforma curricular como um dos objetivos centrais desta reforma (PCNEM, 2000). As dificuldades enfrentadas pelos professores em sua prática pedagógica para implementar as propostas previstas nos documentos são comentadas por Ricardo e Zylberstajn (2008) quando atribuem parte dos problemas ao uso de pressupostos teórico-metodológicos que não teriam sido bem compreendidos tanto pelos professores quanto pelos próprios autores que elaboraram tais documentos. Este quadro ainda hoje presente no ensino de ciências nos levou a contribuir para o enfrentamento de um dos grandes desafios à educação em ciências com vistas à cidadania: “construir estratégias mediadoras que ajudem o aluno/ cidadão a utilizar, de forma consciente, produtiva e racional/emocional o seu potencial de pensamento” (TREVISAN E GONÇALVES, 2009). O foco da construção deste produto educacional esteve em que os conceitos científicos ensinados deveriam estar relacionados com as necessidades sociais e com os avanços tecnológicos dos quais a maioria dos cidadãos é usuária (*idem*).

Ao apresentar uma análise dos discursos sobre o mundo do trabalho, recontextualizados nos textos dos livros didáticos do ensino médio, Lopes (2004 *apud* DIAS E ABREU, 2006) destaca que a educação não deve estar submetida aos critérios econômicos e aos de mercado uma vez que desta maneira, “ a educação e o conhecimento importam apenas quando podem gerar vantagens econômicas”. Em suas críticas à educação voltada para o mundo do trabalho no contexto político das reformas curriculares, Dias e Abreu (2006) destacam que “Enfatiza-se no discurso curricular a idéia de conhecimento e aprendizagem de caráter instrumental, na qual a finalidade da educação passa a ser a resposta para a seguinte questão: “ para que serve isso?”

No curso da análise dos livros didáticos de Química, Física, Biologia e Matemática da coleção “ De olho no mundo do trabalho”, estes autores destacam que “além do texto de apresentação

e dos boxes específicos, não existe uma articulação maior entre os conteúdos de cada disciplina e os discursos circulantes sobre o mundo do trabalho”(idem).

Desta forma, se é verdade que o discurso do mundo do trabalho ganha cada vez mais destaque no campo educacional (*ibidem*) então as PAEC apresentadas adiante representam uma boa oportunidade para reflexão sobre o mundo do trabalho no contexto da prática pedagógica.

Um outro ponto que apresenta-se convergente a este âmbito de preocupações está na ausência de discussões sobre a ética no ensino de Ciências (RAZERA E NARDI, 2006). Por outro lado, a Lei 9.394/96 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), ao dispor sobre as finalidades do Ensino Médio, inclui a formação ética como um dos componentes do aprimoramento do educando como pessoa humana. Isto apresenta implicações para o ensino de Ciências na medida em que esse ensino agrega questões polêmicas como seria o caso da energia nuclear, clonagem, aquecimento global, alimentos transgênicos, aplicações de novas tecnologias entre outros. O reconhecimento de que estes temas potencialmente geram debates de caráter ético, conforme destacam Razera e Nardi (*idem*), levam-nos a crer que estes conteúdos deveriam estar inseridos nos livros didáticos de Ciências.

Para finalizar esta parte, sugerimos ao professor usuário que analise os resultados da aplicação das PAEC ao final de um determinado período de tempo para reforçar o prosseguimento do uso da metodologia. Devemos observar o fato de que a sua repetição pode se tornar cansativa para alguns alunos. Ainda, em nosso trabalho: Os alunos foram agrupados de forma que as atividades foram respondidas preferencialmente com auxílio do livro didático no laboratório para que os alunos investigassem as respostas.

OBS: A indicação das páginas do livro são meramente ilustrativas sendo que o professor pode indicar a leitura ao aluno em acordo com o conteúdo que está sendo trabalhado.

9.2 AS PROPOSTAS DE AE.

Na página seguinte são apresentadas as Propostas de Atividades Experimentais Complementares. Observamos que a numeração das páginas é apenas ilustrativa de como o um roteiro pode ser construído ou aplicado para se trabalhar em aula. Assim, este material não tem a pretensão de indicar livros didáticos para o professor.

Física - 1ª Proposta de Atividade Experimental.

Energia elétrica e direitos do consumidor

1. Leiam as páginas 34 e 35 do livro XXXXX, em seguida respondam. Associando-se 4 lâmpadas de mesma resistência conhecida em série, qual é o valor obtido para a resistência total? E associando-se estas lâmpadas em paralelo?
2. Fazer duas figuras que representem a situação dada anteriormente.
3. Associe 4 lâmpadas em série e meça o valor da resistência total. Associe as 4 lâmpadas desta vez em paralelo e meça o valor da resistência total. Os resultados estão de acordo com aqueles calculados anteriormente? Justificar.
4. Com auxílio do professor, conectem as extremidades das associações a uma bateria. Em qual das associações o consumo de energia é maior?
5. Faça uma estimativa do consumo de energia das associações (conectadas aos circuitos) supondo que as lâmpadas fiquem acesas durante 1 dia inteiro.
6. Em relação às informações abaixo, comentar o que vocês consideram interessante e o que consideram discutível. Em seguida, apresentem o ponto de vista do grupo para o professor.

1ª. Com o advento da Lei nº 12.212 do ano de 2010, a população de baixa renda passa a ter direito à redução na conta de energia elétrica. Este benefício, denominado Tarifa Social de Energia, também se estende para portadores de doenças crônicas que dependem de aparelhos elétricos para sobreviver, desde que a renda total da família seja de até três salários mínimos.”

2ª. Em relação ao consumo de energia, uma questão que se coloca é: os cálculos da tarifa de energia deveriam ser apresentados com mais clareza para o consumidor ou será que a população deveria estar melhor preparada e instruída para entender a conta tal como ela é?

Física - 2ª Proposta de Atividade Experimental.

Eletricidade, saúde e segurança no trabalho.

1. Façam um comentário (escrito) descrevendo todos os materiais elétricos que se encontram no laboratório ou sala de aula (tomadas, lâmpadas, quadros de luz, interruptores e medidores).
2. Há informações sobre a segurança dos professores, alunos e demais usuários que estejam em local de fácil visibilidade?
3. Leia as páginas 144 e 145 do livro XXXXX e, em seguida, apresentem uma definição para o que é um curto-circuito e exemplifiquem como eles podem ocorrer.
4. Com auxílio de um multímetro, observem como segurar corretamente os seus cabos e qual é a escala adequada para medir tensão alternada. Meça a tensão (ou d.d.p.) em algumas tomadas. Os resultados são todos iguais? Cometem os resultados com o professor.
5. Em relação às informações abaixo, comentar o que vocês consideram interessante e o que consideram discutível. Em seguida, apresentem o ponto de vista do grupo para o professor.

”Os riscos à segurança e saúde dos trabalhadores no setor de energia elétrica são, via de regra elevados, podendo levar a lesões de grande gravidade e são específicos a cada tipo de gravidade. Contudo, o maior risco à segurança e saúde dos trabalhadores é o de origem elétrica.

A eletricidade constitui-se um agente de alto potencial de risco ao homem. Mesmo em baixas correntes ela representa perigo à integridade física e saúde o trabalhador. Sua ação mais nociva é a ocorrência do choque elétrico com conseqüências diretas e indiretas (quedas, batidas, queimaduras indiretas e outras). Também apresenta risco devido à possibilidade de ocorrências de curto circuitos ou mau funcionamento do sistema elétrico originando grandes incêndios e explosões.

É importante lembrar que o fato da linha estar seccionada não elimina o risco elétrico, tampouco pode-se prescindir das medidas de controle coletivas e individuais necessárias, já que a energização acidental pode ocorrer devido a erros de manobra, contato acidental com outros circuitos energizados, tensões induzidas por linhas adjacentes ou que cruzam a rede,

descargas atmosféricas mesmo que distantes dos locais de trabalho, fontes de alimentação de terceiros.

As quedas constituem uma das principais causas de acidentes no setor elétrico, ocorrem em consequência de choques elétricos, de utilização inadequada de equipamentos de elevação (escadas, cestas, plataformas), falta ou uso inadequado de EPI, falta de treinamento dos trabalhadores, falta de delimitação e de sinalização do canteiro do serviço e ataque de insetos.”

FONTE: WWW.FUNDACENTRO.GOV.BR - COMISSÃO PERMANENTE DE NEGOCIAÇÃO DO SETOR ELÉTRICO NO ESTADO DE SP.

Alguns trabalhadores do setor elétrico comentam que o uso de EPIs é incômodo e podem atrapalhar o serviço que eles executam. As empresas deveriam estar de acordo com estes comentários?

Física - 3ª Proposta de Atividade Experimental.

Eletricidade, ética e direitos do consumidor.

1. Leiam as páginas 139 e 140 do livro XXXXX e, em seguida, respondam. Aplica-se 100 volt nos terminais de um aquecedor de água (ebulidor) e um amperímetro indica uma intensidade de corrente de 0,4 A. Qual seria o valor da potência dissipada pelo ebulidor? Qual seria a quantidade de energia dissipada em 1 minuto?
2. Com auxílio de um multímetro, meçam e anotem o valor da resistência de um chuveiro elétrico.
3. Montem um circuito simples, com resistor de proteção em série, ligando aos terminais da resistência uma fonte de tensão contínua ou bateria de 11 volts (ou outro valor). Em seguida, meça a intensidade da corrente e calcule o valor da potência dissipada. Foi possível constatar a presença do efeito Joule?
4. Calcular qual seria o valor da potência, caso fosse aplicada uma tensão de 110 v. Em seguida, calcular qual seria o valor da potência se fossem aplicados 220 v de tensão. Estes resultados estão de acordo com aqueles fornecidos pelo fabricante? Registrem os comentários.

5. Leiam o texto informativo abaixo e, em seguida, respondam.

O Código de Defesa do Consumidor estabelece como um entre os direitos básicos do consumidor: “ a informação adequada e clara sobre os diferentes produtos e serviços, com especificação correta de quantidade, características, composição, qualidade e preço, bem como sobre os riscos que apresentem ”.

Em seu 8º artigo, este código estabelece ainda que

“Os produtos e serviços colocados no mercado de consumo não acarretarão riscos à saúde ou segurança dos consumidores, exceto os considerados normais e previsíveis em decorrência de sua natureza ou fruição, obrigando-se os fornecedores, em qualquer hipótese, a dar informações necessárias e adequadas a seu respeito”.

Como vocês conduziram a venda de um produto, tal como uma resistência de chuveiro elétrico?

Física - 4ª Proposta de Atividade Experimental.

Eletricidade e segurança elétrica

1. Leiam as páginas 142, 143 e 144 do livro XXXXX e, em seguida, respondam. Qual é a finalidade dos fusíveis, das chaves automáticas e como eles funcionam?
2. Leiam a página 109 do livro (Corrente Elétrica) para, em seguida, montarem um circuito capaz de testar a condutividade elétrica da água. Para fazer isto, será empregado material fornecido pelo professor ou conseguido pelo próprio grupo. Como sugestões, podem ser empregados: recipiente graduado (ml), eletrodos de cobre (Cu), pilhas, fios condutores de Cu, água de torneira ou destilada, uma lâmpada pequena, Cloreto de Sódio (salde cozinha) e um multímetro.
3. A partir das observações do circuito, façam um pequeno relato (escrito) comentando sobre a condutividade elétrica da água.
4. O grupo deverá ler o texto abaixo e, em seguida, responder às questões que se seguem.

O uso de fio terra e dispositivo DR, associados ao bom uso dos equipamentos podem reduzir entre 4% a 5% o consumo de energia e diminuir acidentes elétricos domésticos, que algumas

vezes podem ser fatais.

Sabe-se que, disjuntores do tipo DR, protegem a corrente diferencial residual, especialmente em áreas molhadas como banheiro, lavanderia e cozinha. E ainda que o dispositivo DR desligaria automaticamente o circuito no momento em que qualquer pessoa tocasse num fio desencapado, impedindo que a descarga elétrica fosse fatal.

O condutor de proteção, mais conhecido como fio terra, tem a função de proteger adultos, crianças e até animais, do perigo do choque elétrico, em caso de falha nos equipamentos. “São comuns os choques elétricos em geladeiras, máquinas de lavar ou chuveiros, às vezes fatais, daí a obrigatoriedade da instalação deste fio em todos os pontos de alimentação. O uso das tomadas de três pólos, duas fases e fio terra são essenciais para proporcionar aos usuários a segurança no uso dos equipamentos”.

Todo ano, mais de cem brasileiros morrem vítimas de eletrocussões e a má qualidade das instalações elétricas é uma das maiores causas de incêndio no País. Participantes do programa Casa Segura, procuram alertar a população para a necessidade de adequar as instalações elétricas às normas brasileiras e evitar acidentes como choques, queimaduras ou incêndios. Por outro lado, adequar os sistemas elétricos valoriza o imóvel, gera economia na conta de luz, amplia o conforto e a segurança doméstica e minimiza a possibilidade de perda de bens próprios ou de terceiros em incêndios.

Todas as instalações que atendam áreas tidas como úmidas, como cozinha, copa, área de serviço, áreas externas, devem ser protegidas pelo DR - Dispositivo Diferencial Residual, que tem a função de desligar o circuito todas as vezes que um choque elétrico possa acontecer. Este equipamento é para salvar vidas e por isto nunca pode o custo ser a consideração principal para a escolha do produto.

Para proteger equipamentos eletroeletrônicos na residência, instale um dispositivo chamado DPS – Dispositivo de Proteção contra Surtos, que pode ser conhecido no mercado como Protetor de surto, ou até pára-raios eletrônico. Este equipamento irá desviar os surtos de tensão (V – voltagem – 220/127V) gerados por descargas atmosféricas, para a terra e com isto preservar os equipamentos. Texto adaptado.fonte:www.webcache.googleusercontent.com Henrique Alebrandt eletricidade

O grupo deverá discutir a seguinte questão: Qual a passagem do texto que está relacionada ao experimento realizado? Em seguida, deverá comentar com toda a classe algumas medidas ou ações que consideram importantes para proteger os usuários de aparelhos e trabalhadores contra os perigos da eletricidade.

Física - 5ª Proposta de Atividade Experimental.

Magnetismo, saúde e ambiente de trabalho.

1. Leiam as páginas 256, 257, 258, 259 e 260, e em seguida respondam. O que é um eletroímã? Quais algumas aplicações que você conhece para o seu emprego? Por que um ímã atrai um pedaço de ferro? O que é a histerese magnética?
2. Com auxílio do professor e empregando algumas pilhas, um prego grande e um longo fio de cobre (a partir de 50 cm de comprimento), construa um eletroímã. Em seguida, observe quais são os materiais que ele é capaz e que não é capaz de atrair (preguinhas, papel, alfinete, cliques, percevejos entre outros).
3. Existe algo que é interessante ou surpreendente neste experimento?
4. Ler o texto a seguir e, em seguida, responder às questões.

Limites da audição na cidade de Barreiras.

É cada vez mais comum nas ruas de diversas cidades brasileiras a presença de um novo sistema de som: o porta-malas do automóvel. Na verdade, cada um já pode ter o seu próprio trio elétrico.

*Em algumas cidades, a intensidade sonora gerada nas portas de muitos bares e restaurantes pode chegar próximo ao limite da audição humana, 140 dB. Enquanto isso, no interior do veículo, o motorista parece satisfeito em **confirmar** que o seu projeto de som automotivo está em funcionamento. Tudo com apoio de uma tecnologia que se encontra de olho na festividade do povo brasileiro. Os custos envolvidos num projeto de som automotivo variam em média de 500 R\$ a 20.000R\$. No caso mais simples, tudo que o motorista automotivo precisa para concretizar o seu projeto é de uma caixa acústica, um amplificador conectado a uma bateria e um alto falante, na maior parte dos casos um sub woofer. No caso do sub woofer, a frequência das vibrações sonoras é da ordem de 20 Hz ou 20 vibrações por segundo.*

Como muitos sabem, um alto falante é um dispositivo que apresenta a propriedade de converter um sinal elétrico numa onda sonora. Para isto, liga-se o enrolamento da bobina aos fios de saída do amplificador. No momento em que surgir corrente elétrica nestes fios, surgirá um campo magnético na bobina. Este irá interagir com o campo natural do ímã permanente, criando uma reação de atração ou repulsão - conseqüentemente gerando o

movimento do diafragma, que está livre para movimento, sendo sustentado pela "aranha". Esta movimentação diafragmática criará uma turbulência ritmada no ar, conseqüentemente, ondas sonoras. (Wikipedia.org.br)

Por sua vez, o som é a propagação das ondas de pressão do ar que tem origem nos corpos em vibração. Quando estas vibrações ocupam mais espaço em geral a frequência é baixa porque o número de vibrações por tempo é menor. É graças às vibrações de baixa frequência que muitas vezes é possível perceber claramente o movimento das membranas dos alto-falantes. Ao entrar no canal auditivo, a onda sonora, atinge uma membrana denominada tímpano. E o problema está no nível de sensibilidade desta membrana. Apenas 0,01 mm de vibração desta membrana já é suficiente para causar dores e danos ao ouvido humano.

A frequência média de vibrações da voz humana é da ordem de 60 Hz. E é muitas vezes a presença do alto falante sub woofer que nos permite perceber o som dos automóveis tal como se estivéssemos em uma festa.

*A intensidade sonora proveniente do porta-malas atinge os tímpanos com força tal que muitas vezes o dano é irreversível. Mas quem poderia ser responsabilizado por tais danos? O motorista e consumidor que compra o automóvel ou os fabricantes que desenvolvem este tipo de tecnologia? Cada um teria a sua parcela de *responsabilidade*. Mas qual ?*

A lei 11.291/06, conhecida como a Lei do silêncio, estabelece claramente para os fabricantes ou importadores de equipamento eletroeletrônico de geração e propagação de ondas sonoras que estes devem inserir textos de advertência ostensivo e de fácil compreensão em peças publicitárias, no invólucro do produto, no manual do usuário e, quando as dimensões permitirem, no próprio equipamento.

*E o resultado? Muitos fabricantes acabam por reservar um espaço mínimo e obrigatório para advertência *informando* sempre que é a lei quem adverte como se eles mesmos estivessem distantes do problema. Apesar de existirem sanções e penalidades, para os mais esclarecidos, a dúvida que fica é sobre o que seria mais eficiente para *reduzir as dimensões do problema*: A campanha de advertência mais científica sobre os prejuízos causados ao sistema auditivo ou a aplicação das penalidades?* José Cláudio R. Santiago Programa de pós-graduação em Ensino de Ciências da UnB – Mestrado Profissional. Fonte: Serway R. E. Phisycs for Scientists and Enginneers. Fourth Edition Saunders College Publishing

O grupo deverá discutir a seguinte questão: Quais os conceitos físicos presentes no texto que melhor se relacionam com o experimento realizado? Em seguida, deverá comentar com toda a classe alguns exemplos de locais ou ambientes que necessitam silêncio e outros que operam com ruídos pela natureza própria da atividade. Quais as conseqüências do barulho para os trabalhadores, para os clientes, para os trabalhadores e para as empresas?

Física - 6ª Proposta de Atividade Experimental.

Eletricidade estática e saúde.

- 1 Construir um eletroscópio em forma de pêndulo pendurando um pequeno pedaço de isopor num suporte por meio de um fio de nylon. Em seguida, tritar uma régua plástica (escolar) e um pedaço de papel. Em seguida, aproximar a régua do pedacinho de isopor. O que acontece?
 - 2 Desta vez, com a régua eletrizada, aproxime-a de um filete de água. O que acontece?
 - 3 Desta vez, com um canudo eletrizado, aproxime-o bastante de uma placa de vidro. O que é observado?
 - 4 Leia as páginas 15, 16 e 17 do livro e, em seguida, expliquem com suas próprias palavras porque o canudo atraiu os pedacinhos de papel.
 5. Leia as páginas 20 e 21 do livro e, em seguida, expliquem com suas próprias palavras porque o canudo foi atraído pela placa de vidro.
 6. Leia as páginas 22 e 23 do livro e, em seguida, expliquem com suas próprias palavras porque o filete de água foi defletido.
- 7 Ler o texto a seguir e, em seguida, responder às questões.

A eletricidade estática é um fenômeno causado pelo atrito de materiais isolantes (como o carpete e o solado do seu sapato e o ar seco). Esse atrito faz com que os elétrons sejam "arrancados" da superfície de um dos materiais e armazenado em outro corpo (o seu corpo) e que quando encostado a um outro corpo (humano ou não) se descarrega violentamente causando a pequena faísca (relâmpago). Você pode observar esse fenômeno também nos carros (já levei muito choque ao descer de carros no inverno, quando o ar está muito seco) e caminhões (por isso que caminhões tanque de combustível têm uma corrente de ferro arrastando no chão para descarregar as cargas elétricas que se aparecem devido ao atrito com o ar), quando no inverno você retira a sua blusa de lã também você consegue ouvir uns estalinhos (devido às faíscas). Essa eletricidade estática pode alcançar alguns milhares de Volts, mas a carga geralmente é pequena e só causa susto. Entretanto, essa descarga pode danificar equipamentos e componentes eletrônicos que são muito sensíveis à eletricidade estática (por exemplo, o seu computador).

A acumulação desta energia estática pode produzir conseqüências como a insônia, sensação de ansiedade ou tensão. Entretanto, existem alguns métodos que podemos utilizar para eliminar a eletricidade estática do corpo que expomos a seguir.

Utilizar roupas de fibras naturais. Em algumas ocasiões, ao colocarmos uma roupa notamos que se produzem umas leves faíscas e uma sensação de um choque leve em partes do corpo. Isso acontece devido aos tecidos de fibras acrílicas que, ao roçar com nosso corpo, geram eletricidade estática. Para eliminar esse fenômeno devemos utilizar tecidos naturais como o algodão ou linho. Outro cuidado é não utilizar blusas ou outras peças de roupa de lã, pois com a movimentação do corpo estas roupas ajudam a acumular uma grande quantidade de eletricidade.

Os sapatos devem ser com sola de couro. Nosso corpo é um excelente condutor de eletricidade, portanto, absorvemos eletricidade da atmosfera que, em seguida, passamos para o chão através de nosso corpo. Para evitar que essa eletricidade fique "circulando" por nosso organismo, devemos usar calçados cujas solas sejam revestidas de elementos condutores dessa eletricidade, como é o caso da sola de couro, que permite que a carga elétrica se descarregue para o chão.

Camas sem metal. As camas que contêm estruturas metálicas são suscetíveis de captar a eletricidade que geram alguns aparelhos elétricos que possam haver no quarto, como a TV, o rádio-despertador, etc. As estruturas metálicas se carregam e logo transportam a energia para o corpo humano. É recomendável utilizar camas de estrutura de madeira e colchões de látex, fibras de coco e outras fibras naturais.

As luzes do dormitório. Também para diminuir a possibilidade de que se gere eletricidade estática no ambiente podemos desconectar as luzes elétricas do quarto ao ir dormir. Dessa forma, evita-se a acumulação desnecessária de eletricidade estática no ambiente durante a noite.

Uma solução rápida. Para descarregar de uma forma rápida e eficaz uma sobrecarga de eletricidade estática do corpo, apóie os pés descalços sobre uma prancha metálica. A superfície metálica absorve a energia e a conduz para a terra. O estresse também é um dos fatores que pode determinar o agravamento dessa situação de angústia produzida por uma sobrecarga de eletricidade estática. O estresse é uma resposta do organismo frente a uma situação de perigo. Nestas situações o corpo reage de diferentes maneiras: o coração pulsa mais forte, os sentidos se aguçam para aumentar o estado de alerta. Mas o que, em princípio, poderia ser considerado como uma situação normal do organismo frente a uma situação de perigo, que desaparece como sintoma, quando cessa a causa, pode converter-se em uma situação permanente, que se instala no organismo, afetando o sono, o apetite, causando, inclusive, enfermidades. Para evitar, na medida do possível, que o estresse se instale em nosso organismo, devemos aprender a programar nossas atividades, delegar responsabilidades, fazer imediatamente tudo aquilo que se possa fazer e esquecer-se do que não se pode realizar. São medidas simples, mas que podem ajudar de uma forma

efetiva.

FONTE: FÓRUM GdH WWW. HARDWARE.COM.BR/COMUNIDADE/ELETRICIDADE-ESTATICA/140871.HTM

O grupo deverá discutir a seguinte questão: Quais os conceitos físicos presentes no texto que melhor se relacionam com o experimento realizado? Em seguida, deverá comentar com toda a classe alguns exemplos de conseqüências da eletricidade estática em locais ou ambientes em que se devem evitar a eletricidade estática como, por exemplo, postos de gasolina e hospitais.

Física - 7ª Proposta de Atividade Experimental.

Eletrostática e instrumentos de medidas.

1 Leia as páginas 34, 35 35 e 45 do livro XXXX e, em seguida, apresente a definição das seguintes grandezas físicas: Corrente elétrica, resistência elétrica, tensão (ou d.d.p) contínua e alternada.

Os procedimentos 2,3 e 4 deverão ser realizados com auxílio do professor.

2 Observando a escala correta, meçam a diferença de potencial (tensão) em duas tomadas nas bancadas do laboratório.

3 Empregando fonte de tensão ou bateria, resistores e fios de cobre, montar um circuito simples de corrente contínua (CC) e, em seguida, meça a tensão em cada um de seus elementos e anote os valores.

4 No circuito CC acima, desconectar o multímetro e, em seguida, abrir o circuito para realizar a medida de corrente.

5 Desconectar a fonte de tensão e medir os valores de resistências de dois resistores.

Considerando os itens 3 e 4 acima, como se deve associar o multímetro no circuito para medir a tensão? E para medir a corrente? E para medir a resistência?

6 Leiam o texto a seguir e, logo após respondam as questões propostas.

*Destinado a medir e avaliar grandezas elétricas, um multímetro ou multiteste (**Multimeter** ou **DMM - digital multi meter** em inglês) é um instrumento que pode ter mostrador analógico (de ponteiro) ou digital.*

O modelo com mostrador digital funciona convertendo a corrente elétrica em sinais digitais através de circuitos denominados conversores analógico-digitais. Esses circuitos comparam a corrente à medir com uma corrente interna gerada em incrementos fixos que vão sendo contados digitalmente até que se igualem, quando o resultado então é mostrado em números ou transferidos a um PC. Varias escalas divisoras de tensão, corrente, resistência e outras são possíveis.

O mostrador analógico funciona com base no galvanômetro, instrumento composto basicamente em uma bobina elétrica montada em um anel em volta de um ímã. O anel munido de eixo e ponteiro pode rotacionar sobre o ímã. Uma pequena mola espiral, como as dos relógios, mantêm o ponteiro no zero da escala. Uma corrente elétrica passando pela bobina, cria um campo magnético oposto ao do ímã promovendo o giro do conjunto. O ponteiro desloca-se sobre uma escala calibrada em tensão, corrente, resistência etc. Uma pequena faixa espectralizada ao longo da escala curva do mostrador, ajuda à evitar o erro de paralaxe.

Nos dois modelos, um sistema de chave mecânica ou eletrônica divide o sinal de entrada de maneira a adequar a escala e o tipo de medição.

Utilizado na bancada de trabalho (laboratório) ou em serviços de campo, incorpora diversos instrumentos de medidas elétricas num único aparelho como voltímetro, amperímetro e ohmímetro padrão, capacitômetro, freqüencímetro, termômetro entre outros, como opcionais conforme o fabricante do instrumento disponibilizar. Tem ampla utilização entre os técnicos em eletrônica e eletrotécnica, pois são os instrumentos mais usados na pesquisa de defeitos em aparelhos eletro-eletrônicos devido a sua simplicidade de uso e, normalmente, portabilidade.

Diferentes fabricantes oferecem inúmeras variações de modelos. Oferecem uma grande variedade de precisões (geralmente destaca-se a melhor precisão para medidas em tensão CC), nível de segurança do instrumento, grandezas possíveis de serem medidas, resolução (menor valor capaz de ser mostrado/exibido), conexão ou não com um PC, etc.

Há modelos destinados a uso doméstico (onde o risco de um acidente é menor) e modelos destinados a uso em ambiente industrial (que devido as maiores correntes de curto-circuito apresentam maior risco). A precisão de leitura (exatidão) não é o que diferencia estas duas opções e sim sua construção interna (trilhas do CI mais espaçadas, maior espaçamento entre a placa de CI e a carcaça e maior robustez a transientes nos modelos industriais).

Fonte: WIKIPEDIA.ORG/MULTITESTE

Comentem o que você consideram que sejam as características de um multímetro de qualidade.

Comentar dois exemplos de situações em que o uso do multímetro seria importante.

Quais as possíveis conseqüências do uso incorreto do multímetro?

Física - 8ª Proposta de Atividade Experimental

Indução magnética, ética e tecnologia.

1 Construir uma bobina de aproximadamente 50 ou 60 espiras empregando fio de cobre esmaltado ou encapado com 6 a 8 metros de comprimento aproximadamente 0,5 mm de diâmetro.

2 Conectar as extremidades da bobina nos terminais de um galvanômetro (ou se não, dispor, multímetro posicionado para medir correntes da ordem de mili ou micro ampéres).

3 Aproximar e afastar da bobina um ímã reto ou cilíndrico e observar a agulha do galvanômetro.

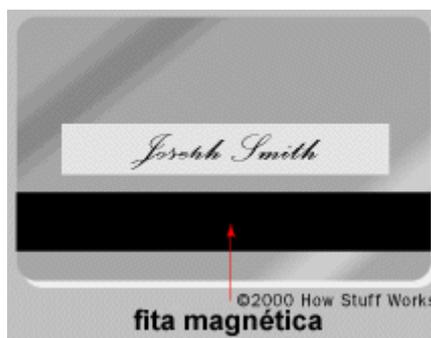
4 Leiam as páginas 98, 99 e 100 e, em seguida, expliquem o significado da experiência realizada.

5 Que tipo de transformação de energia é possível identificar nesta experimentação?

6 Leiam os dois extratos de textos a seguir.

Como funciona a tarja magnética do cartão de crédito?

A faixa do verso de um cartão de crédito é magnética, comumente chamada de tarja magnética. Essa tarja é feita de pequenas partículas magnéticas de ferro num filme plástico. Cada partícula é um ímã realmente minúsculo, de aproximadamente 20 milionésimos de polegada.



Seu cartão tem, no verso, uma tarja e também um espaço para sua assinatura, o que é muito importante

A tarja magnética pode ser "escrita", porque os minúsculos ímãs podem ser magnetizados tanto na direção do pólo sul quanto do pólo norte. A tarja magnética do verso de um cartão é como se fosse um pedaço de fita cassete amarrada a ele.

Em vez de motores movendo a fita para que ela possa ser lida, sua mão dá o movimento, ao "passar" o cartão na leitora ou inseri-lo na bomba de gasolina do posto.

FONTE: HOWSTUFFWORKS www.hsw.uol.com.br

O cartão magnético

O cartão magnético é um objeto de plástico de formato retangular em que pode armazenar qualquer tipo de dados digitais, através de uma tarja preta que se localiza no verso do cartão.

Fabricação do cartão

A produção do cartão magnético é baseado na Norma da ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas - NBR 10528, na qual pode ser desenvolvido a partir do seguinte método:

Laminação - *Os Cartões laminados, são normalmente fabricados em duas produções de (frente e verso) ou seja, em duas vias de plástico - PVC. Na impressão gráfica podem utilizar os processos Silk screen ou Offset. Para proteger a impressão e prevenir arranhões na superfície do cartão, são fixadas duas camadas de plásticos transparentes (Cristal), em ambos lados, servindo também para dar brilho ao cartão, melhor qualidade e durabilidade.*

Após a impressão, as 4 placas de PVC e as duas camadas de cristal, serão fundidos em alta temperatura, juntando frente e verso. Geralmente, a quantidade de cartões por folha tem por média 25 ou 50 cartões, dependendo do processo de fabricação e de cada fornecedor. Após a impressão, os cartões serão cortados no formato padrão ABNT, conforme estabelecido em Normas pré-estabelecidas.

As dimensões estabelecidas em Normas são de: 85,0 x 54,0 mm, 0,76 mm de espessura. Podendo em alguns casos ser utilizados espessuras menores para reduzir custos.

Características básicas.

- Cartão mais difundido no mercado. - Não requer baterias ou energia interna.*
- Inteligência baseado em sistemas pré estabelecidos (leitores) no externo do cartão.*
- Capacidade de armazenamento limitado. - É necessário um banco de dados centralizado.*
- Tecnologia simples. - Sistema de segurança restrita. - Baixo custo de fabricação*

Utilização. É o cartão mais utilizado no mundo, possuindo uma tecnologia simples e de baixo custo, sendo este menos aperfeiçoado que o Smart card em que possui uma tecnologia de

ponta, com alta segurança, enquanto a capacidade tecnológica desenvolvida nos cartões magnéticos são vulneráveis a fraudes e qualquer tipo de falsificação, pois seu sistema de segurança é muito limitado. Podem ser utilizados largamente no setor bancário, financeiro, eventos, clubes, comercial e industrial. Serve para o controle de acesso, identificação, crédito, débito, transações bancárias e comerciais, ingressos a clubes, espetáculos, etc.

FONTE WWW.WIKIPEDIA.ORG.BR

7 Que conceitos físicos estão presentes tanto nos textos como na experimentação realizada?

8 Ao se passar o cartão pela leitora, que tipo de transformação de energia é possível identificar ?

9 No texto, interpretar o significado da frase: a tarja magnética pode ser “escrita”.

10 Empregando uma régua, medir o comprimento e a largura de um cartão magnético qualquer. Os resultados estão de acordo com as medidas indicadas no texto?

11 Cite alguns cuidados que as empresas deveriam observar antes de distribuir os cartões magnéticos para os seus clientes.

Física - 9ª Proposta de Atividade Experimental

Ética, ciência e tecnologia.

1 Fazer uma montagem tal que permita que um fio de cobre se mantenha sobre uma bússola e alinhado com a posição de sua agulha. Os terminais do fio deverão ser conectados a uma bateria. O fio de cobre poderá ter entre 15 e 25 cm de comprimento e 1.0 a 2.0 mm de diâmetro.

2 Fechar a chave. E, em seguida, observe o que acontece.

3 Inverter a polaridade da bateria. Fechar a chave. E, em seguida, observe o que acontece.

4 Lei as páginas 224, 225 e 226 do livro e, em seguida responda. Qual a principal conclusão obtida a partir da experiência de Oersted?

5 A seguir, são apresentados extratos de textos da área de saúde e de nanotecnologia. Leiam-os e, em seguida, respondam as questões propostas.

Forma de obter imagens claras dos tecidos orgânicos utilizando fortes campos magnéticos. A RM pode mostrar um corte transversal do organismo (como uma TAC) e fatias longitudinais. Permite ver claramente o cérebro, a espinhal medula, as articulações e o abdômen. Em geral, a realização da RM demora cerca de 40 minutos. Algumas pessoas sentem claustrofobia durante o exame embora estejam sempre em contacto com o radiologista.

FONTE : WWW.Roche.pt/sites-temáticos

Nanociência e nanotecnologia. Nanomagnetismo

A palavra magnetismo está associada ao fenômeno pelo qual um ente tem o poder de atrair e influenciar outro ente. Sua origem está ligada ao nome de uma cidade da região da Turquia antiga que era rica em minério de ferro, a Magnésia. A palavra surgiu na Antiguidade, associada à propriedade que fragmentos de ferro têm de serem atraídos pela magnetita, um mineral encontrado na natureza, de composição química Fe_3O_4 . Os fenômenos magnéticos foram os primeiros a despertar a curiosidade do homem sobre o interior da matéria. Os primeiros relatos de experiências com a "força misteriosa" da magnetita, o ímã natural, são atribuídos aos gregos e datam de 800 a.C. A primeira utilização prática do magnetismo foi a bússola, inventada pelos chineses na Antiguidade. Baseada na propriedade de uma agulha magnetizada em se orientar na direção do campo magnético terrestre, a bússola foi importante instrumento para a navegação no início da era moderna.

Os fenômenos magnéticos ganharam uma dimensão muito maior a partir do século XIX, com a descoberta de sua correlação com a eletricidade. Em 1820, o físico e químico Hans Christian Oersted descobriu que uma corrente elétrica passando por um fio também produzia efeito magnético, mudando a orientação da agulha de uma bússola nas proximidades. Mais tarde, o físico e matemático francês Andre Ampère formulou a lei que relaciona o campo magnético com a intensidade da corrente do fio. O efeito recíproco, pelo qual um fio próximo de um ímã sofre a ação de uma força quando atravessado por uma corrente, foi descoberto logo em seguida. Pouco depois, em 1831, Michel Faraday na Inglaterra e Joseph Henry nos Estados Unidos, descobriram que um campo variável podia induzir uma corrente elétrica num circuito. No final do século XIX estes três fenômenos eram perfeitamente compreendidos e já tinham inúmeras aplicações tecnológicas, das quais o motor e o gerador elétrico eram as mais importantes.

Atualmente, os materiais magnéticos desempenham papel muito importante nas aplicações tecnológicas do magnetismo. Nas aplicações tradicionais, como em motores, geradores, transformadores, etc, eles são utilizados em duas categorias: os ímãs permanentes são aqueles que têm a propriedade de criar um campo magnético constante; os materiais doces, ou permeáveis, são aqueles que produzem um campo proporcional à corrente num fio nele enrolado, muito maior ao que seria criado apenas pela corrente. A terceira aplicação tradicional dos materiais magnéticos, que adquiriu grande importância nas últimas décadas, é a gravação magnética. Esta aplicação é baseada na propriedade que tem a corrente numa

bobina, na cabeça de gravação, em alterar o estado de magnetização de um meio magnético próximo. Isto possibilita armazenar no meio a informação contida num sinal elétrico. A recuperação, ou a leitura, da informação gravada, é feita, tradicionalmente, através da indução de uma corrente elétrica pelo meio magnético em movimento na bobina da cabeça de leitura. A gravação magnética é a melhor tecnologia da eletrônica para armazenamento não-volátil de informação que permite re-gravação. Ela é essencial para o funcionamento dos gravadores de som e de vídeo, de inúmeros equipamentos acionados por cartões magnéticos, e tornou-se muito importante nos computadores.

FONTE: WWW.comciencia.br/reportagens AUTOR: SÉRGIO M. REZENDE 10/11/2002

- 6 Quais os aspectos comuns entre a experimentação realizada e os textos apresentados acima?
7. Qual seria a maneira recíproca de realizar a experiência de Oersted?
8. Quais cuidados deveriam ser observados pelos médicos e demais profissionais de saúde, antes de submeter um paciente a uma ressonância magnética?

Física – 10^a Proposta de Atividade Experimental

Capacitores, tecnologia e proteção elétrica.

- 1 Quais são os principais fatores que influenciam no valor da capacitância? (págs. 351, 352 e 353)
- 2 Qual a finalidade de se associar os capacitores em série e em paralelo? (págs. 355, 356 e 357)
- 3 Um capacitor é ligado aos pólos de uma bateria. Suponha que a voltagem entre os pólos desta bateria seja 200V e que as cargas transferida às placas do capacitor seja de $1,5 \cdot 10^{-3}$ C. Determine a capacitância deste capacitor.
- 4 Dois capacitores de capacitâncias iguais a 4 μ F (microfarads) são associados em paralelo e depois são desmontados e associados em série. Em cada uma das associações, o conjunto é então ligado aos terminais de uma bateria. A) Fazer uma figura que represente as duas situações. B) Calcule a capacitância total em cada uma das associações.

O professor estará fornecendo dois capacitores $220\mu\text{F}$; 100V e uma fonte de tensão ou bateria de 0 a 20 V.

Aplicar 10V aos terminais da associação montada em série.

Medir a tensão em cada um dos capacitores e, em seguida, calcular a carga adquirida por cada um deles. Quais as conclusões?

Aplicar 10V aos terminais da associação montada em paralelo.

Medir a tensão em cada um dos capacitores e, em seguida, calcular a carga adquirida por cada um deles. Quais as conclusões?

Leiam o texto a seguir.

Capacitor (português brasileiro) ou condensador (português europeu) é um componente que armazena energia num campo elétrico, acumulando um desequilíbrio interno de carga elétrica.

A Jarra de Lyden foi a primeira forma de capacitor. Foi inventada na Universidade de Leyden, na Holanda por Pieter van Musschenbroek . Ela era uma jarra de vidro coberta interna e externamente, mas sem se tocarem, com metal. A cobertura interna era conectada a uma vareta que saía pelo gargalo da jarra e terminava numa bola de metal, desta forma o vidro da jarra comportava-se como o dielétrico armazenador das cargas elétricas e os metais das paredes interna e externa como as armaduras deste capacitor primitivo.

Capacitores na prática - Capacitores comuns

Apresentam-se com tolerâncias de 5 % ou 10 %.

Capacitores são frequentemente classificados de acordo com o material usado como dielétrico. Os seguintes tipos de dielétricos são usados:

Cerâmica (valores baixos até cerca de $1\mu\text{F}$)

Poliestireno (geralmente na escala de picofarads)

Poliéster (de aproximadamente 1nF até $10\mu\text{F}$)

Polipropileno (baixa perda, alta tensão, resistente a avarias)

Tântalo (compacto, dispositivo de baixa tensão, de até $100\mu\text{F}$ aproximadamente)

Eletrolítico (de alta potência, compacto mas com muita perda, na escala de $1\mu\text{F}$ a $1000\mu\text{F}$)

Propriedades importantes dos capacitores, além de sua capacitância, são a máxima tensão de trabalho e a quantidade de energia perdida no dielétrico. Para capacitores de alta potência a corrente máxima e a Resistência em Série Equivalente (ESR) são considerações posteriores. Um ESR típico para a maioria dos capacitores está entre 0,0001 ohm e 0,01 ohm, valores baixos preferidos para aplicações de correntes altas.

Já que capacitores têm ESRs tão baixos, eles têm a capacidade de entregar correntes enormes em circuitos curtos, o que pode ser perigoso. Por segurança, todos os capacitores grandes deveriam ser descarregados antes do manuseio. Isso é feito colocando-se um resistor pequeno de 1 ohm a 10 ohm nos terminais, isso é, criando um circuito entre os terminais, passando pelo resistor.

Capacitores também podem ser fabricados em aparelhos de circuitos integrados de semicondutores, usando linhas metálicas e isolantes num substrato. Tais capacitores são usados para armazenar sinais analógicos em filtros chaveados por capacitores, e para armazenar dados digitais em memória dinâmica de acesso aleatória (DRAM). Diferentemente de capacitores discretos, porém, na maior parte do processo de fabricação, tolerâncias precisas não são possíveis (15 % a 20 % é considerado bom).

FONTE: WWW.WIKIPEDIA.ORG/CAPACITORES

De acordo com texto:

Qual o material que compõe o capacitor empregado na experimentação?

Quais são os possíveis perigos oferecidos no manuseio de capacitores?

Qual o valor da máxima tensão de trabalho do capacitor empregado na experimentação?

Qual o significado da palavra tolerância? (ver começo e final do texto)

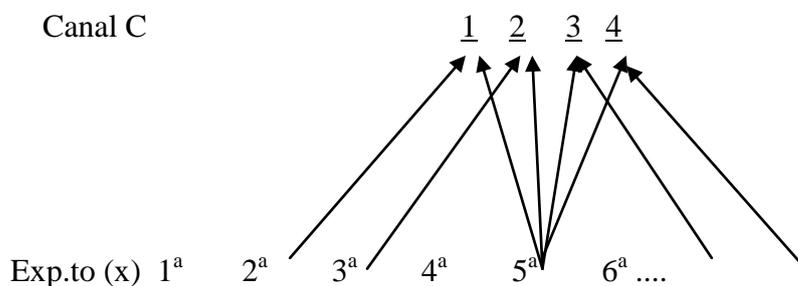
10. APÊNDICE.

10.1 FONTES E SORVEDOUROS.

Durante a análise dos dados, pode-se observar em alguns momentos que um determinado experimento pode estar relacionado a diversos canais, contribuindo como fonte de dispersão, enquanto outros podem estar relacionados aos canais de forma mais equilibrada. De forma análoga, um determinado canal de acesso pode estar absorvendo grande parte de experimentos, atuando como sorvedouros, enquanto outros absorvem o fluxo de forma mais distribuída.

Fontes – Fator de Divergência σ_{de} , Fator de Dispersão σ_{se}

No exemplo a seguir, o quarto roteiro apresentaria nível máximo de divergência ($\sigma_{de} = 1$). O primeiro, o segundo, o quinto e o sexto apresentariam fator de divergência nulo ($\sigma_{de} = 0$). O terceiro roteiro, por sua vez, não sendo um experimento provável, não compõe o cálculo.



A equação que permite calcular o fator de divergência do experimento σ_{de} é então

$\sigma_{de} = (\phi_{exp} - 1) / (N_c - 1)$ em que ϕ_{exp} representa o fluxo produzido por um determinado experimento. Os limites para os valores de σ_{de} estão compreendidos no intervalo $[0;1]$.

A equação que permite calcular o espalhamento do fluxo é:

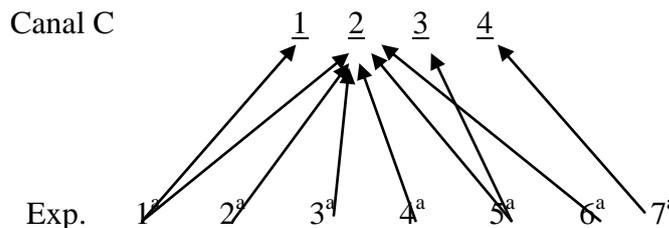
$\sigma_{se} = (\sum \sigma_d) / N_p$ Da mesma maneira, os limites para os valores de σ_{se} estão compreendidos no intervalo [0;1].

Devemos tomar cuidado no momento de comparar σ_{de} com σ_{se} pois a primeira quantidade está relacionada com um único experimento enquanto que a segunda refere-se ao conjunto dos experimentos.

Sorvedouros – Fator de Convergência σ_{cc} , Fator de Dispersão σ_{sc}

Se para caracterizar as fontes, a nossa atenção esteve voltada para os experimentos, desta vez para caracterizar os sorvedouros, nos voltamos para os canais.

Na situação exemplificada abaixo, o segundo canal absorve grande quantidade de roteiros e, assim do ponto de vista educacional, determinada habilidade ou competência estaria identificada com diversos roteiros.



A equação que permite calcular o fator de convergência σ_{cc} de um particular canal é então:

$\sigma_{cc} = \phi_c / N_p$ em que ϕ_c representa o fluxo por um determinado canal.

No exemplo acima, obteríamos para o terceiro canal $\sigma_{cc} = 1/6$ e para o segundo $\sigma_{cc} = 6/6$, isto é, $\sigma_{cc} = 1$.

Para calcularmos o fator de dispersão pelos canais σ_{sc} empregamos a equação

$\sigma_{sc} = (\sum \sigma_{cc}) / N_c$ em que σ_{cc} representa o fator de convergência de um determinado canal.

11. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

ARAÚJO, M.S.T.; ABIB, M.L.V.S. Atividades Experimentais no Ensino de Física:Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.25, n.2: p.176-194, 2003.

_____. Guia do Livro Didático do Plano Nacional do Livro Didático do Ensino de Ciências (PNLEM) 2009. Ministério da Educação. Brasília, MEC, 2009.

BRASIL. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, Lei 9.394, de 20/12/1996.

_____. Ministério da Educação, Secretaria da Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio*. Brasília: Ministério da Educação, p. 4, 2000.

_____. MEC, INEP, *Matrizes Curriculares de Referência para o SAEB*. Maria Inês Gomes de Sá Pestana et al..2 ed..Brasília: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais, 1999b.

_____. *Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM)*. Parecer 15/98. Maria Inês Gomes de Sá Pestana et al..2 ed..Brasília: Conselho Nacional de Educação e Câmara de Educação Básica, 1998.

_____. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. PCN+ *Ensino Médio:orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

_____. MEC, SEB. *Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC, SEB, 2006.

LOPES, B. J. Desarrollar conceptos de Física através del trabajo experimental: evaluación de auxiliares didácticos. *Enseñanza de las Ciencias*, v.20, n.1,p.115-132, 2002.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física.*, v.19, n.3: p.291-313, 2002.

BROCKINGTON, G.; PIETROCOLA, M. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna? *Investigações em Ensino de Ciências*, vol. 10, n.3, mai. 2006. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br>

- CANTO, E. L. do; Ciências Naturais. Aprendendo com o cotidiano. 8ª série, 9º ano do EF. Ed. Moderna. 2ª ed. São Paulo 2004.
- DIAS, R.E; ABREU, R.G. Discursos do mundo do trabalho nos livros didáticos do ensino médio. *Revista Brasileira de Educação*, vol. 11, n. 32, maio/agos. 2006.
- GASPAR, A. Física. Volume único – São Paulo: Editora Ática, 2008.
- HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, v.12 , n.3: p. 299-313, 1994.
- MATTHEWS, M.R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, vol. 12, n. 3, p. 164 – 214, dez. 1995. Disp. em <http://www.fsc.ufsc.br/ccef/port/12-3/index.html>.
- MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. Física, vols. 1, 2 e 3.. São Paulo: Scipione, 2009.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa. Brasília. Ed. UnB, 1999a.
- NETO, J. M.; FRACALANZA, H. O Livro Didático de Ciências: Problemas e Soluções. *Ciência&Educação*, vol. 9, n. 2, p. 147 – 157, 2003. Disponível em <http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/archive.php>
- PENTEADO, P.C.M; TORRES, C.M.A. Física, Ciência e Tecnologia. Vols. 1, 2 e 3 – São - Paulo: Editora Moderna, 2005.
- PINHO-ALVES, J. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.17, n.2: p.174-188, 2000b.
- RICARDO, Elio C.; CUSTÓDIO, José Francisco; REZENDE Jr., Mikael Frank. Comentários sobre as Orientações Curriculares de 2006 para o Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v.30, n.2, jun. 2008.
- RICARDO, ELIO C.. As Ciências do Ensino Médio e os Parâmetros Curriculares Nacionais: da proposta à prática. *Ensaio. Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, v.10, n.35, p.141-160, 2002.
- RICARDO, ELIO C.; ZYLBERSZTAJN, Arden. O Ensino das Ciências no Nível Médio: um estudo sobre as dificuldades na implementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.19, n.3, p.351-370, dez. 2002.
- RAMAL, A. C. A nova LDB: destaques, avanços e problemas. **Revista de Educação CEAP**, n. 17, p. 05 – 21, jun. 1997.

- RAZERA, J.C.C; NARDI, R. Ética no ensino de ciências: Responsabilidades e compromissos com a evolução moral da criança nas discussões de assuntos controvertidos.
- SÉRÉ, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. O papel da experimentação no ensino da física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v.20, n.1: p.30-42, 2003.
- TAMIR, P. Practical work at school: An analysis of current practice. In: WOOLNOUGH, B. (ed.) **Practical Science**. Milton Keynes: Open University Press, 1991.
- TREVISAN, I; GONÇALVES, T. V. O. Práticas de cidadania no ensino de ciências: trabalho coletivo de ensino e de aprendizagem. VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Nov, 2009.
- VASCONCELOS, S.D.; SOUTO, E. O Livro didático de ciências no ensino fundamental. Proposta de critérios para a análise do conteúdo. *Ciência & Educação*, vol.9, n.1, p. 93 – 104, - 2003.
- SANTANA, O; FONSECA, A; MOZENA. E. Ciências Naturais. Ciências 9º ano. FNDE. Editora Saraiva, 2011.
- SANTOS, S. M. de O. Critérios para Avaliação de Livros Didáticos de Química para o Ensino Médio. 2006. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Química, Instituto de Física e Instituto de Biologia da UnB. Brasília, 2006.
- SARDINHA, T. B. Lingüística de Corpus: Histórico e Problemática. **D.E.L.T.A.**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 323 – 367, 2000.