

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Construção de um Sistema de Avaliação Contínuo em um Curso de  
Eletrodinâmica de Nível Médio**

**Autor: Jomar Barros Filho**  
**Orientador: Prof. Dr. Dirceu da Silva**

Este exemplar corresponde à redação final da  
dissertação defendida por Jomar Barros Filho e  
aprovada pela comissão julgadora.

Data 20 / 08 / 99.

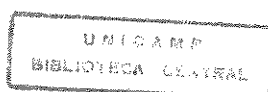
Assinatura: \_\_\_\_\_

(Orientador)

**COMISSÃO JULGADORA:**

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

(1999)



IDADE	BC
CHAMADA:	
Ex.	
MBO BC/	39087
OC.	229/99
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
ECO	2111100
TA	21110199
CPD	

CM-00136434-9

### CATALOGAÇÃO NA FONTE ELABORADA PELA BIBLIOTECA DA FACULDADE DE EDUCAÇÃO/UNICAMP

B278c      Barros Filho, Jomar.  
               Construção de um sistema de avaliação contínuo em um curso  
               de Eletrodinâmica de nível médio. -- Campinas, SP : [s.n.], 1999.

              Orientador : Dirceu da Silva.  
               Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Campinas,  
               Faculdade de Educação.

              1. Avaliação educacional. 2. Ensino de segundo grau. 3.  
               Construtivismo (Educação). 4. Eletrodinâmica. I. Silva, Dirceu. II.  
               Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de  
               Educação. III. Título.

## RESUMO

Neste trabalho, proporemos um sistema de avaliação contínuo e coerentemente integrado num curso de Física de Nível Médio, baseado em alguns pressupostos construtivistas; em síntese o problema desta pesquisa repousa no fato de que a avaliação do rendimento escolar, da forma que vem sendo utilizada na maioria das escolas, não tem colaborado para gerar uma aprendizagem adequada aos seus educandos. Ao invés de dar subsídios ao professor, dizendo que tipo de ajuda ele precisa fornecer a cada aluno para que este consiga construir os seus conhecimentos, as avaliações têm servido ao controle da conduta e das atitudes dos estudantes em sala de aula.

Especificamente, iremos elaborar e propor um curso de Eletrodinâmica. Este, será composto por um conjunto de atividades de ensino que procurarão partir das concepções, sobre alguns fenômenos elétricos, que os alunos já possuam, questionando-os e buscando gerar neles conflitos cognitivos assim como a superação dessas concepções, através da construção de modelos explicativos mais elaborados. A cada atividade de ensino existirá, pelo menos, um instrumento de avaliação que possibilite acompanhar o desenvolvimento dos estudantes quanto à aprendizagem de habilidades que denotem conceitos, procedimentos e atitudes implícitos ao conteúdo de Eletrodinâmica.

Além disso, faremos uma discussão propondo, também, uma maneira de compor a nota final dos alunos a partir da análise dos processos de ensino-aprendizagem vivenciados em sala de aula.

## **ABSTRACT**

In this work, we will propose a continuous evaluation system and integrated in a course of Physics of high school, based on some constructivist propose. In synthesis, the problem of this research is the fact that the evaluation of the school revenue, of the it forms that comes being used in most of the schools, it has not been collaborating to generate a learning adapted to its studants. Instead of giving subsidies to the teacher, saying that type of help he needs to supply the each student, so that this gets to build its knowledge, the evaluations have been serving to the control of the conduct and of the attitudes of the students in class room.

Specifically, we will elaborate and to propose a course of electrodynamic. This, it will be composed by a group of teaching activities, that they will try to leave of the conceptions, on some electric phenomenons, that the students already possess, questioning them, looking for to generate cognitive conflicts and the overcome of those conceptions through the construction of models explanatory elaborated. To each teaching activity it will exist for the minus an evaluation instrument that facilitates to accompany the the students' development with relationship to the learning of abilities that they denote concepts, procedures and implicit attitudes to the content of electrodynamic. Besides, we will make a discussion proposing a way to compose the students' final media starting from the analysis of the teaching-learning processes in class room.



## ÍNDICE

RESUMO.....	3
ABSTRACT.....	5
AGRADECIMENTOS .....	11
INTRODUÇÃO .....	15
O PROBLEMA E A SUA JUSTIFICATIVA .....	20
1. UM BREVE HISTÓRICO SOBRE A AVALIAÇÃO.....	27
2. QUE AVALIAÇÃO SE PRÁTICA?.....	35
3. MODELOS DE AVALIAÇÃO MAIS COMUNS .....	43
4. QUE AVALIAÇÃO SE QUER PRATICAR E QUAIS SUAS CONDIÇÕES?.....	49
4.1 IMPORTÂNCIA DAS PRÉ-CONCEPÇÕES DOS PROFESSORES SOBRE AVALIAÇÃO.....	56
5. ESTRUTURA POSSÍVEL DE UM CURSO DE ELETRODINÂMICA COM A AVALIAÇÃO CONTÍNUA. 65	
5.1 ESTRUTURA DOS CURSOS TRADICIONAIS DE ELETRODINÂMICA.....	66
5.2 FUNDAMENTOS DA AÇÃO PEDAGÓGICA PARA O ESTUDO DA ELETRODINÂMICA. ....	70
5.3 CRITÉRIOS QUE ESTRUTURAM UM ENSINO DE ELETRODINÂMICA COM AVALIAÇÃO CONTÍNUA. .....	80
5.4 PLANEJAMENTO DO CURSO .....	88
5.5 PLANEJAMENTO: AULAS DE ELETRODINÂMICA .....	91
5.6 AS ATIVIDADES PROPOSTAS. ....	109
6. ROMPENDO COM A CULTURA DA NOTA... UMA ALTERNATIVA. ....	143
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	149
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	153

<b>9. ANEXOS .....</b>	<b>161</b>
9.1 ANEXO 1.....	163
9.2 ANEXO 2.....	165
9.3 ANEXO 3.....	169

***À Marina, por ter suportado  
meus momentos de crise,  
que não foram poucos!***

## **Agradecimentos**

Agradeço ao Prof. Dr. Dirceu da Silva por ter mostrado que é possível refletir, propor e inovar, mudando a nossa prática pedagógica a favor da aprendizagem dos alunos. Mais que um orientador, um amigo.

Sinto-me profundamente grato a Profa. Dra. Rosely Palermo Brenelli e ao Prof. Dr. Décio Pacheco, cujas discussões e sugestões deram novos rumos a este trabalho. Da mesma forma, agradeço às sugestões e observação do Prof. Dr. Luís Carlos Freitas, pois elas nos possibilitaram novas reflexões.

Obrigado aos membros do gepCE (Grupo de Estudo e Pesquisa em Ciência e Ensino), cujas observações muito contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho; professores das disciplinas que cursei durante o programa de Pós-Graduação; Jurandyr, Cássio e Daniel (Bandeirão), pelos nossos artigos e as longas e fervorosas discussões sobre como ensinar Física; Adilson, pelo incentivo e os gráficos da curva de Gauss e em Jota; ao físico e saxofonista Emanuel Guilherme (Mané), que além da amizade, ajudou a criar e a ministrar o nosso primeiro curso de Eletrodinâmica; Rodrigão, Ana Paula, Boni, Edmar, Cirullo, Guappo, Eddie, Marcelo, Helder, professores e amigos.

Ao Prof. Dr. Adão José Cardoso (em memória), mais que um “Tuxaua”, um educador.

Aos meus pais, Jomar e Suely e irmãos, Luís Rogério e Claudemir, pelo apoio irrestrito.

À CAPES pelo auxílio financeiro.

*“O oposto de uma afirmação correta é uma afirmação falsa. Mas o oposto de uma verdade profunda pode muito bem ser outra verdade profunda”*

*(Niels Bohr, 1885 - 1962).*

*“(...) Nada poderia ter sido pior para o desenvolvimento da minha inteligência do que a escola do Dr. Butler, clássica no exato sentido da palavra, visto que ali só nos ensinavam Latim, Grego e umas tinturas de Geografia e História. Em todo o transcorrer de minha vida, de nada me serviu o tempo que passei naquele educandário, pois nem mesmo aprendi a fazer versos, ensinamento ao qual ali se dava a maior importância, uma vez que tal não era a minha inclinação: ainda que fosse capaz de decorar, de uma sentada, longos trechos de Virgílio e Homero, com a maior facilidade os esquecia 48 horas depois (...)”*

*(Charles Darwin, 1809 - 1882)*



## Introdução

A avaliação escolar do desempenho dos estudantes tem determinado grande parte das relações que se dão entre professores, alunos, suas famílias e a direção escolar. É o aspecto mais complexo e controverso das práticas pedagógicas (Jordão, 1995). Ela determina e é o coração (centro) de todo o processo de ensino-aprendizagem (Torrance, 1993; Alonso, 1995; Carvalho et al, 1995; Aedo, 1996; González, 1996; Lobo, 1996; Michel, 1996; Silva e Barros Filho, 1997).

Ao mesmo tempo que se constitui em um assunto determinante, as práticas avaliativas que são usadas na maioria das nossas escolas continuam sendo as mesmas que foram criadas no século passado (Wilbrink, 1997). Frequentemente ao chegar a época dos exames o problema vem à tona. Os professores de Física, que é o nosso caso de estudo, aplicam provas "objetivas", que primam pela solicitação de conhecimentos memorizados ou a aplicação mecânica de equações matemáticas para resolução de exercícios padronizados. Por outro lado, os alunos buscam formas cada vez mais elaboradas para obterem sucesso nesses exames. Surgem as "colas", chantagens emocionais e problemas de saúde de todos os tipos. Essas práticas avaliativas geram um desgaste emocional muito grande para professores e alunos. Os primeiros, na maioria das vezes, ficam chateados ao perceberem que os últimos estão burlando o seu sistema avaliativo. Já os estudantes, por algum motivo, sentindo-se injustiçados, estão sempre tentando renegociar as suas notas. É como se a nota fosse equivalente às transações comerciais, pois é negociada de uma "forma bancária". Todas as tarefas realizadas pelos alunos na sala de aulas tem um certo "preço", ou seja, valem uma certa quantidade de pontos. Estes passam a ser a única

motivação que os estudantes encontram para realizar as tarefas, prestar atenção às aulas e estudar para as provas.

Nos últimos anos estas questões têm obtido um certo espaço na imprensa escrita, chamando à atenção de pais e educadores para o problema. Como exemplos, podemos citar algumas reportagens que ganharam destaque nos principais jornais e revistas do estado de São Paulo:

***“Ensinar sem castigar: Psicóloga explica que cada criança tem o seu jeito próprio de aprender e que os professores devem perder a mania de reprovar alunos (...) a reprovação não contribui para ensinar melhor (...) uma criança reprovada sente-se apenas anulada, não melhora o seu aprendizado (...) quando reprovam um aluno, muitos professores acham que a responsabilidade é apenas da criança. Não vêem que é grande a possibilidade de que a maior falha seja deles próprios (...) a criança com maior dificuldade exige mais tempo do professor e mais esforço dele (...). Deixar o professor decidir sozinho se um aluno vai ser reprovado é dar-lhe muita responsabilidade (...). Uma professora disse-me que um aluno era insuficiente. Acho isso um absurdo. Não se pode decretar isso a respeito de alguém (...) apontar um erro para um aluno só adianta se ele tiver condições de saber que aquilo é um erro. Se não souber, o efeito restringe-se a uma punição da conduta, mas não afetará a compreensão”.***<sup>1</sup>

***“Professor defende direito a cola (...) errada está a escola ao castigar o aluno que usa de artifícios clandestinos para passar de ano. O aluno que cola não é vagabundo nem desonesto. Está***

---

<sup>1</sup>Teberosky, A. Veja, 26 de abril de 1995.

exercendo 'legítimo direito', numa desobediência civil. O professor seria o executor servil da injustiça, aceita pelos pais que, provavelmente, vão ampliar o castigo em casa ou sentir-se envergonhados. Colar é algo parecido com 'ladrão que rouba ladrão'. Colar é a resposta a uma escola que obriga o indivíduo a decorar fatos e números (...)"<sup>2</sup>

**"Nas próximas semanas, cresce a tensão em casa! Chegam os boletins, as notas baixas e começa a discussão sobre recuperação e aulas particulares".** Este artigo traz um roteiro com perguntas e respostas para ajudar os pais dos alunos a tomarem decisões, com por exemplo: "Devo continuar controlando as notas do meu filho mesmo no segundo grau? Caso meu filho esteja indo mal na escola, devo impor castigos como horários para ver TV, brincar, sair com amigos, etc.?"<sup>3</sup>

**"Começar de novo: governo de Minas Gerais revê a adoção do ciclo básico e volta à velha política de repetência (...)** Gerações de brasileiros se lembram de ter passado pelos bancos escolares com aquele medo de tirar zero na prova e não conseguir nota para passar no fim do semestre. Esse medo deixou de estar presente nas escolas da rede pública de alguns estados, no ano passado, graças a adoção da política de ciclos básicos, que prevê o fim da reprovação anual nas oito séries do ensino fundamental. Foi uma mudança brusca demais para quem estava acostumado aos velhos hábitos (...) o secretário da

---

<sup>2</sup>Dimenstein, G. Folha de São Paulo, 15 de março de 1998.

<sup>3</sup>Assumpção, M. Revista da Folha, 29 de novembro de 1998.



*educação (de Minas Gerais) decidiu voltar atrás depois de receber pedidos de professores e pais (...) A principal reclamação dos professores é a falta de disciplina dos alunos”.*<sup>4</sup>

***“Falta preparo: Educadora defende mudanças no ensino (...)***  
*não adianta aprovar só por aprovar. O problema é que o modelo antigo tem vários pressupostos ultrapassados. Por exemplo: o aluno tem de ser alfabetizado aos 7 anos e, em seguida, no ano seguinte é exigido dele conhecer as regras do idioma. Ora, não se aprende uma língua capciosa como a portuguesa em apenas um ano ou dois. A questão não é aprovar estudantes analfabetos, mas saber como alfabetizá-los no tempo certo. Está na hora de a escola começar a respeitar esse tempo de aprendizagem de cada um (...).”*<sup>5</sup>

Essas reportagens, mesmo de forma isolada, evidenciam que a atual avaliação realizada na maioria das escolas tem incomodado pais, professores e alunos. Porém, as poucas propostas de mudanças nos sistemas de avaliações não têm sido recebidas com grande entusiasmo pelos professores. Ao contrário, elas têm gerado muitas dúvidas, inseguranças e ansiedades.

O problema está no ensino tradicional<sup>6</sup>, com seu conjunto de normas e valores próprios que condicionam o comportamento de professores e alunos.

---

<sup>4</sup>Marcolin, F. N. *Época*, 15 de fevereiro de 1999.

<sup>5</sup>Martins, N. L. B., *Época*, 15 de fevereiro de 1999.

<sup>6</sup> Neste trabalho, entendemos por ensino tradicional, um ensino baseado apenas na transmissão e recepção de conhecimentos já elaborados. Segundo Nieda e Macedo (1997), este modelo de ensino entende a Ciência como sendo um corpo de conhecimentos acabado que se forma por justaposição. No início do ensino, os alunos são encarados como tendo uma mente vazia. A cada aula, o professor transmite (geralmente através de uma exposição oral com o auxílio do quadro negro) um pouco dos seus conhecimentos para os alunos. Neste modelo, admite-se que

Estes são encarados como tendo, no início do ensino, uma mente em branco e que vão incorporando os conhecimentos de uma maneira acumulativa à medida que o professor, conhecedor da disciplina, faz a sua exposição de maneira clara e ordenada. Nessa concepção, ensinar as disciplinas de ciências é algo que não apresenta grandes problemas, pois se algum aluno não consegue aprender, ele é o responsável por isso. O aluno é que não é suficientemente inteligente para acompanhar o curso ou, usando um argumento comum entre os professores: "ele (o aluno) não tinha uma boa base". Resta lembrar ainda que este paradigma é coerente com um ensino reservado às elites. Vem de uma época em que a maioria da população estava excluída do sistema educacional. Os professores lidavam com grupos de estudantes relativamente homogêneos. Tinham interesses semelhantes sendo sócio-economicamente favorecidos (Nieda e Macedo, 1997).

Com a massificação deste sistema educacional, a escola passou a atender uma clientela muito diversificada. Pois os alunos vinham de meios socioculturais heterogêneos. O ensino aristocrático e enciclopédico, que visava à ilustração das elites, não atendia aos interesses diversificados destes novos estudantes.

Nesse contexto, a avaliação tem sido usada como um controlador, pois é ela que garante que esses alunos se comportem de maneira adequada, ficando quietos ao assistirem as longas exposições dos professores e decorando uma grande quantidade de fatos e números, geralmente isolados e distantes de suas realidades. As provas e exames, que são aplicados de maneira pontual, primando pela objetividade e exatidão, fazem parte inseparável deste paradigma. É um instrumento de controle e coerção capaz de manter este sistema de ensino funcionando.

---

os alunos aprendam assistindo às exposições do professor e repetindo, através da cópia, a resolução dos exercícios.

## O problema e a sua justificativa

Neste trabalho, propusemos um sistema de avaliação contínuo e coerentemente integrado, num curso de Física de Nível Médio, baseado em alguns pressupostos construtivistas<sup>7</sup>, em síntese o problema desta pesquisa repousa no fato de que a avaliação do rendimento escolar, da forma que vem sendo utilizada na maioria das escolas, não tem colaborado para gerar uma aprendizagem adequada aos seus educandos. Ao invés de dar subsídios ao professor, dizendo que tipo de ajuda ele precisa fornecer à cada aluno para que este consiga construir os seus conhecimentos, as avaliações têm servido ao controle da conduta e das atitudes dos estudantes.

Dentre os motivos que justifiquem o estudo das questões referentes à avaliação, destacamos a necessidade de sua coerência com: **o modelo de ensino-aprendizagem adotado; os modernos critérios de qualidade em educação; a definição de pessoa e com um sistema democrático.**

Quanto ao primeiro motivo destacado, coerência entre a avaliação e o modelo de ensino-aprendizagem adotado, percebemos que, freqüentemente, quando os professores tentam inovar as suas práticas pedagógicas, isso não acontece. As velhas práticas são misturadas aos novos pressupostos, ou simplesmente, são reformulados os discursos enquanto as práticas continuam as mesmas. Encontramos um exemplo disso na fala de muitos professores, ao afirmarem que “devemos fazer com que os alunos construam seu conhecimento”. O discurso parece inovador, porém, suas práticas efetivas em sala de aula

---

<sup>7</sup> Neste trabalho, escolhemos um viés pedagógico baseado em pressupostos construtivistas para elaborar a nossa proposta de ensino, por acreditarmos que o conhecimento é construído pelas pessoas. No capítulo 5, iremos desenvolver esta temática com a finalidade de justificar a nossa sustentação teórica.

continuam coerentes com o sistema tradicional de transmissão-recepção de conhecimentos já elaborados e, via de regra, registrados nos manuais didáticos.

Alonso et al (1992-a) mostra que mesmo naqueles cursos onde se prima por fazer os estudantes explicitarem os seus conhecimentos prévios, criando atividades de ensino capazes de desafiar essas idéias gerando conflitos cognitivos, fomentando o trabalho em pequenos grupos colaborativos, fazendo os alunos formularem e testarem suas hipóteses, construindo os seus próprios métodos de trabalho, as avaliações apresentam estrutural e ideologicamente as mesmas características dos cursos tradicionais. Embora muitas modificações importantes já tenham sido introduzidas, a falta de um sistema de avaliação coerentemente integrado a esse novo paradigma constitui a sua principal carência. Tentando uma síntese, Alonso et al (1992-b) afirma que pouco importam as inovações introduzidas ou os objetivos enunciados, pois se a avaliação consistir apenas em exercícios, para constatar o grau de assimilação de algum conhecimento, este será para os alunos o verdadeiro objetivo da aprendizagem.

Quanto ao segundo motivo, coerência entre a avaliação com os modernos critérios de qualidade, Toranzos (1996) nos mostra que no final deste século, já há um consenso internacional de que devemos buscar uma educação de qualidade (Declaração Mundial sobre educação para todos, artigo 4º ; Jomtien, apud Toranzos, 1996). Este autor nos mostra três critérios de qualidade em educação que são complementares entre si. São eles: Eficácia, Relevância e Processos.

Quanto à Eficácia, numa educação de qualidade, os alunos realmente aprendem o que se supõe que deveriam aprender, isto é, aquilo que está nos currículos e programas. No segundo critério, Relevância, os conteúdos ensinados são os que o indivíduo realmente necessita para desenvolver-se como pessoa e para desempenhar o seu papel na sociedade. Já em Processos, uma educação de qualidade oferece aos alunos um adequado contexto físico para a

aprendizagem, como um bom corpo docente, metodologias adequadas, materiais didáticos, etc .

Assim, concordando com a resposta acima, acreditamos que qualquer sistema de avaliação deve atender a estes três critérios de qualidade. Porém, as avaliações tradicionais são incompatíveis com quaisquer destes critérios.

Ao destacarmos a coerência entre a avaliação e a concepção de pessoa, como um dos elementos que justificam a busca de um novo sistema de avaliação, precisamos inicialmente evidenciar este conceito. Assim, no artigo de Peláez (1995), encontramos a seguinte definição de pessoa:

*"(...) Se define o conceito de pessoa como um ser que continuamente se constrói a si mesmo; centro de sua própria história pessoal, é a obra de sua liberdade, e de suas opções e decisões" (Peláez, 1995).*

Além disso, o autor nos diz que hoje vivemos uma realidade social contraditória. A promessa do passado, de que o desenvolvimento científico e tecnológico traria mais harmonia, justiça e liberdade, está longe de acontecer. Até agora, trouxeram muitas formas de desigualdades, criando bolsões de pobreza e miséria.

À frente disso, está o pensamento tecnicista (positivista), cuja ideologia gera uma vida obsoleta e retrógrada, opressora e alienante. Nessa sociedade, o homem adota valores e crenças de uma maneira mecânica. Aceita idéias e *slogans* sem nenhuma reflexão ou juízo crítico.

Esse paradigma tecnológico parece não contemplar os aspectos que dão a dimensão de pessoa, da definição anterior. Não obstante, desrespeita alguns dos valores básicos do ser humano, como: a consciência, a liberdade e o saber compartilhar. Além disso, não deixa que o homem seja dono de si mesmo e de suas decisões, não colocando a ciência e a técnica a serviço da dignidade humana.

Um caminho possível para transformar essa situação, buscando a mudança desse paradigma, seria a educação escolarizada. Uma escola comprometida com a formação integral da pessoa, visando a sua atuação numa sociedade democrática, que busque diferentes metodologias de ensino. Mesmo nesse contexto, do que conhecemos, quase não existem reflexões sobre a avaliação.

A avaliação, na forma que tem sido utilizada, não tem colaborado para a formação da pessoa. Muitos ignoram que ao avaliar, estão diante de um ser único e irrepetível, que é uma unidade, uma totalidade com uma interioridade.

Quanto ao quarto motivo, coerência entre a avaliação e um sistema democrático, destacamos que a avaliação, como tem sido feita tradicionalmente, não faz sentido num regime democrático. Usando as palavras de Toranzos (1996), a avaliação é reflexo das:

*"(...) condições sociais e culturais vigentes no século passado: sistema centralizado de tomada de decisões, proposta curricular homogênea e pouco diversificada" (Toranzos, 1996).*

Para André (1990), as regras da escola são impostas à comunidade (professores, pais e alunos), sem que haja uma discussão prévia. Sem reflexão, estas regras se estabelecem na escola como sendo imutáveis, gerando ações burocráticas, repetitivas e cristalizadas. Esta estrutura centralizada e burocrática tende a se repetir no ensino na sala de aula. Esse tipo de avaliação (tradicional) é reflexo de um ensino onde as relações humanas, dentro da sala de aula, são norteadas por um sistema burocrático e centralizado de tomada de decisões. Citando as palavras deste autor:

*"(...) este ensino gera nos alunos a idéia de que o conhecimento existe independente e externamente ao sujeito e aqueles que possuem esse saber automaticamente adquirem o poder de*

*decisão sobre o que e como aquele saber pode ser usado, que as relações escolares são (ou devem ser) unilaterais(...)*” (André, 1990).

Nessa mesma linha de pensamento, Sarmento et al (1997), explica que:

*“(...) a prática avaliativa na escola é parte do exercício do poder através das instituições que na aplicação das atividades cotidianas reproduzem e legitimam o sistema de desigualdades sociais (...) a escola repete práticas e procedimentos incorporados ao senso comum, reforçando a manutenção da estrutura vigente”* (Sarmento et al, 1997).

Outro autor, Tiana (1996), denuncia que a educação tem funcionado como uma “caixa preta” e que a falta de transparência tem impedido de se saber o que acontece no seu interior. Hoje, esta imagem da escola é muito insatisfatória. Deve-se buscar maior transparência para que essa escola possa estar coerente com um sistema democrático.

Já González (1996), nos diz que a avaliação deve ser usada para realizar um verdadeiro treino em prol da democracia. E que a negociação entre professores e estudantes, sobre as formas de avaliação, poderá gerar um novo clima de relações sociais, baseadas no diálogo sincero e permanente entre as duas partes.

A realização de acordos e o forte diálogo entre as duas partes (professores e alunos) estimulam a construção da democracia dentro da escola. Como resultado dessa democratização, González (1996), nos mostra que no meio escolar ocorre:

Melhoramento da qualidade da educação. Com a democratização do processo de ensino-aprendizagem, os pontos de vista dos professores e dos

alunos são debatidos. Portanto, as atitudes tomadas durante o curso, são aquelas de consenso (previamente combinadas) entre professores e estudantes;

Estreitamento dos vínculos entre a escola e a comunidade, à medida que os pais participem do debate sobre as propostas de avaliações;

As atividades de avaliações estarão dentro da proposta pedagógica da escola, convertendo-se num verdadeiro espaço para a construção;

Ocorre uma racionalização das tarefas que os estudantes devem realizar. Evita-se, assim, o fazer por fazer;

Para Braskamp (1989), a avaliação deve se realizar dentro de uma atmosfera de verdade, respeitando-se as diferenças individuais e a liberdade. A avaliação pode ser uma potente ferramenta de socialização das pessoas dentro da comunidade acadêmica, promovendo o auto-conhecimento.

Voltando para a estrutura deste trabalho, partimos de um levantamento das pesquisas e trabalhos desenvolvidos a fim de conhecer alguns estudos já realizados sobre a avaliação do desempenho dos estudantes. Especificamente, a nossa preocupação foi a de buscar conhecer quais eram os principais consensos internacionais sobre a questão da avaliação. Desta forma, citamos neste trabalho diversos autores que não se declaram, necessariamente, seguidores dos pressupostos construtivistas. A decisão de incluí-los em nosso trabalho justifica-se, primeiro porque eles são os autores das publicações mais recentes sobre a avaliação e, segundo, porque eles são coerentes entre si ao tratarem desta questão.

Assim, começamos o nosso estudo explicitando alguns autores que estudaram o surgimento e a evolução das avaliações escolares ao longo do tempo. Preferimos essa forma para iniciar os nossos estudos, pois algumas práticas avaliativas, e até alguns dos seus aspectos e procedimentos, que já estão sacramentados pela maioria das escolas, têm a sua origem no passado.



Dando continuidade ao trabalho, mostramos quais são os principais consensos encontrados sobre o tipo de avaliação que tem sido praticado pela maioria das escolas e as suas principais deficiências. Explicitamos também que essas avaliações pertencem a duas grandes categorias: modelos de avaliações quantitativos e qualitativos.

Após esta caracterização, discutimos qual o tipo de avaliação que deveria ser praticada e quais as principais condições para que ela possa ser implementada.

Desta forma, passamos a buscar quais são as estruturas possíveis de um curso de eletrodinâmica com avaliação contínua. Analisamos de forma crítica a maneira com que os cursos de eletrodinâmica têm sido apresentados nos livros didáticos de física no ensino médio. Escolhemos esta abordagem, pois grande parte desse ensino, têm nos livros didáticos a sua principal sustentação. Após esta breve análise, passamos a apresentar e a fundamentar a nossa proposta para estruturar o curso em questão. Tentaremos estruturar uma proposta de ensino que consiga tornar mais claro como ensinar e como avaliar os alunos de uma maneira coerente com alguns dos pressupostos construtivista. Estes serão explicitados no capítulo 5.

## 1. Um breve histórico sobre a avaliação

O artigo de Wilbrink (1997), nos conta que a avaliação da produção escolar dos alunos tem sido imune às mudanças culturais através dos anos. Segundo esse autor, na sociedade da Europa medieval, a educação baseava-se no ensino dos textos sagrados. Os monges europeus tinham que aprender tanto a ler quanto a falar em latim, pois as escrituras estavam nessa língua. Para isso, utilizavam métodos de estudos de gramática originários do Império Romano escritos ao estilo de perguntas e respostas. Muitos manuscritos traziam ilustrações com funções mnemônicas, ou seja, que ajudavam os estudantes em sua tarefa de memorizar informações. Na Europa medieval a arte da memorização foi amplamente praticada.

Assim, cumprindo tais exigências, os exames obrigavam os estudantes a recitar as respostas dadas às questões; era chamado de “método da recitação”. Foi apenas na segunda metade do século XIX que os colégios dos Estados Unidos trocaram o método da recitação pelos grupos de leituras e discussões. Desde então, pouco, ou muito pouco, mudou.

Ainda hoje, grande parte das avaliações nas escolas consiste em recitar, ou dar uma única resposta esperada pelo professor, para questões padronizadas e, muitas vezes, sem sentido para a formação do educando. A maioria das perguntas deste tipo, levam em consideração apenas a parcela das respostas corretas, punindo o aluno quando ele erra, sem considerar as suas causas.

No século XIV, JOAN CELE deu origem ao estilo de educação do ocidente, resolvendo o problema organizacional da escola. CELE foi reitor da *Latin School* de ZWOLLE (1375-1415). Famoso professor, dirigiu uma escola que tinha entre 800 a 1000 alunos, numa cidade com apenas 5000 habitantes. Ele

dividiu os estudantes em oito classes e o currículo em oito formas diferentes. A maioria dos alunos estava nas classes iniciais, onde aprendiam a gramática do latim.

Nas classes superiores, professores contratados por CELE, ensinavam filosofia. Os alunos eram divididos em subgrupos de dez pessoas (*decuriae*) e, a cada semana, escolhia-se um líder, responsável pela aprendizagem e a disciplina dos demais.

Anualmente JOAN CELE realizava um exame para promover os estudantes às classes superiores. Nas classes iniciais, o exame consistia na recitação de textos em latim para verificar o quão bem haviam realizado as tarefas. Nas classes superiores, ele conferia quais eram as idéias dos estudantes (*sententia*) dentro do significado, e da mensagem dos texto que os alunos haviam traduzido (*interpretação de texto*).

Os novos princípios didáticos da escola de CELE, estenderam-se por todas as escolas e universidades européias. O *Ratio Studiorum*, dos Jesuítas - seu "projeto pedagógico" que foi adaptado e aplicado no Brasil Colônia (Saviani, 1997) - foi inspirado no *modus parisienses*, como era chamada a didática de CELE.

Este educador criou, assim, o modelo europeu das grandes escolas, os exames para a promoção e a distinção dos alunos baseado no mérito.

As escolas de hoje são organizadas de acordo com estas idéias. A diferença básica, surgiu nos séculos XVIII e XIX, quando as classes dos alunos foram organizadas, burocraticamente, de acordo com a idade deles. Além disso, fixou-se o tempo de permanência destes em cada série. Desta forma, os alunos passaram a ser avaliados em comparação com outros de mesma idade, e não com estudantes que tinham idades diferentes e o mesmo grau de aprendizagem.

Mesmo com essas modificações, um grande problema que permanecia era o de como conseguir a atenção dos alunos. Assim, várias formas de punição

foram usadas (e continuam até os dias atuais) para garantir a disciplina e a atenção dos estudantes. Nas escolas medievais a punição era uma rotina diária.

Com o humanismo, surgiu um sistema que premiava os melhores alunos da classe e isso dominou a educação ocidental durante o século XIX. Ainda hoje, existem escolas que distribuem medalhas para os "melhores alunos".

Todavia, para premiar os alunos, foram estabelecidas algumas regras capazes de identificar quem deveria ser premiado. Assim, criou-se um livro de pontos, ou de notas, o qual ficava guardado durante todo o ano acadêmico.

Os pontos ou eram obtidos através do bom comportamento, ou eram perdidos quando o estudante errava, ou ainda, quando tinha um comportamento indesejável.

Desta forma, foi incentivado um forte clima de competição entre os alunos em busca de recompensa. Este clima submetia-os a fortes pressões, surgindo até várias tentativas de fraudar o sistema. Foi nessa época que os exames orais passaram a ser substituídos pelos escritos.

Antes do sistema de notas, o que existia era o sistema de classificação. Neste, os estudantes eram classificados na ordem crescente de seu sucesso. Por exemplo, se existissem 50 estudantes, o pior deles seria o número 1, e assim sucessivamente até o melhor, que seria o número 50. Com o sistema de notas, os estudantes passaram a ser classificados também numa subdivisão fixa, que variava de 1 (os piores) até 10 (os melhores).

No século XIX, a crença na veracidade e precisão das medidas (menções ou notas), foi muito grande. Talvez este tenha sido o motivo da grande adesão a este sistema, que embora variasse de país para país, mantinha a mesma idéia básica em todo o ocidente: classificar em faixas para uma premiação, muitas vezes expressa pela promoção escolar, assim como avaliar o desempenho diretamente numa escala de notas.

Wilbrink (1997), conclui dizendo:

*"...Vemos que os procedimentos da avaliação de cem anos atrás, pela tradição, continuaram a ser adotados neste século sem nenhuma crítica na educação de massa. Isto tornou a nossa educação muito ineficiente, gerando um ensino de baixa qualidade e prejudicando a maioria dos estudantes" (Wilbrink, 1997).*

D'Antoni (1996), afirma que os estudos sobre a avaliação surgiram com a escola pública de massa. O foco deles consistia em descobrir o quão preciso eram os instrumentos de avaliação. De acordo com D'Antoni, uma das primeiras investigações foi feita por STARCH e ELLIOT, em 1910 e buscava uma avaliação que fosse objetiva e contivesse critérios comuns para todos. Ganharam, assim, novos adeptos nos Estados Unidos e Europa.

Aos poucos a escola de elite foi se transformando em escola de massa, tornando-se cada vez mais heterogênea, no sentido de que um grande número de alunos que até então não tinha acesso às escolas passaram a frequentá-la. Fez-se, então, necessária uma nova ciência avaliativa que considerasse tal heterogeneidade.

Durante as décadas de 60 a 80, as pesquisas passaram a contemplar as relações entre educação, avaliação e a situação sócio-cultural dos educandos, pois começou a surgir na sociedade daquela época vários questionamentos que reclamavam uma escola para todos, sem distinção de *status* social. Começaram, assim, a investigar a existência de condicionamentos sociais de base que afetassem o rendimento acadêmico. Cada vez mais, expressavam o desejo de que as pesquisas deveriam ir além da busca da precisão dos instrumentos de medição. Estavam, então, criadas as condições para a discussão das relações entre o *status* sócio-econômico das famílias e o êxito de seus respectivos filhos na escola.

Em 1971, e nos anos que se seguiram, DE LANDSHEERE, na Bélgica, criou a "pedagogia da curva J" (vide figura 1a). Com isso, surgiu o conceito de

ensino individualizado e de avaliação formativa. A pesquisa dele revolucionou as investigações da época.

DE LANDSHEERE e seus seguidores contestaram a famosa curva normal (vide figura 1b). Não se conformavam com o modelo de distribuição de Gauss aplicado às avaliações dos alunos. Queriam uma pedagogia que conseguisse levar uma grande maioria de alunos a um êxito.

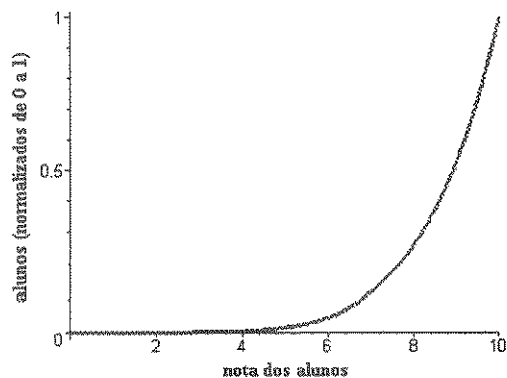


figura- 1a. Curva em "J". Como deveria ser a distribuição das notas dos alunos segundo De Landsheere.

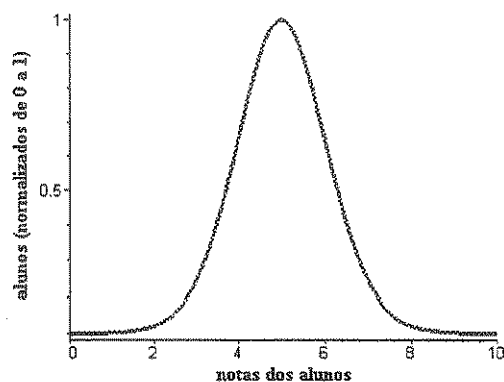


figura- 1b. Curva de Gauss. Distribuição de notas dos alunos na maioria dos cursos tradicionais.

Davis (1989), diz que muitas definições de avaliação têm sido propostas e usadas. Na década de 1950, ficou a avaliação estabelecida como um processo que mostrasse a capacidade de os alunos alcançarem os objetivos educacionais. Nas décadas de 60 e 70, a avaliação determinava o processo que fornecia informações capazes de permitir uma tomada de decisões (Davis, 1989). Além disso, em 1967, SCRIVEN (apud D'Antoni, 1996) já havia proposto o termo "avaliação formativa", num processo que chamou de *mastery learnig*. Nele a aprendizagem era feita mediante a aplicação de uma série de passos, onde o mais importante, era o da verificação. Na década de 70, outros educadores questionaram a validade da seleção de alunos pela simples atribuição de uma nota, pois estes estudantes vinham de diferentes classes sociais e possuíam habilidades diversas que não eram levadas em consideração no momento da atribuição daquelas notas.

Mais recentemente, Davis (1989) mostra que em 1981, nos USA, o Joint Committee adotou uma definição mais ampla de avaliação: Avaliação é um processo de determinação do valor, ou mérito, de uma atividade, programa, pessoa ou produto.

Leite (1995), diz que nos Estados Unidos dos anos cinqüenta, começou a haver o afastamento da idéia simplista de avaliação apenas como medida. Passou-se, naquele momento, a pensar sobre a avaliação como sendo uma maneira de adequar os currículos. Foi o início da aplicação à educação dos princípios de Taylor, os quais estavam presentes também na planificação e organização industrial da época naquele país. Esses princípios procuravam tanto medir quanto colher dados a fim de emitir juízos de valor sobre a qualidade do currículo. Buscava-se, desse modo, a eficácia traduzida na rapidez com que se consegue atingir os resultados pretendidos.

Primeiro são estabelecidos os objetivos curriculares. Depois mede-se o resultado final do processo comparando-o com as metas anteriormente enunciadas. A avaliação foi definida como:

*“...processo de determinar até que ponto foram alcançados os objetivos curriculares (...) processo de determinar o nível das mudanças de desempenho ocorridas nos alunos (...), onde não há preocupação com os processos vividos” (Leite, 1995).*

Já nos anos 60, a avaliação, além de enfatizar o produto final, passou a enfatizar também os processos. O lançamento do Sputnik, em 1957 pela ex-URSS, gerou mudanças e uma nova busca na educação nos Estados Unidos. A avaliação deixou de contemplar apenas os resultados e passou a se preocupar também com os processos nas tomadas de decisões a fim de atingir os resultados reformulando, desse modo, os processos educacionais e buscando melhorar a aprendizagem. Surgiu assim a avaliação formativa em sua visão individualizada do sujeito que aprende e dos aspectos técnicos que asseguram essa

aprendizagem. Porém, ainda não estão sendo levados em consideração os aspectos sócio-culturais que envolvem os alunos. Usando as palavras de Leite (1995), ao analisar este último aspecto da avaliação formativa:

*“...A atitude é essencialmente reguladora, enquadrando-se num paradigma muitas vezes designado por tecnológico, ou às vezes também chamado de ‘agro-botânico’, por ser considerado adequado ao crescimento de plantas e não de pessoas” (Leite, 1995).*

Nos anos 70, vem a tona a avaliação qualitativa e formativa. É o enfoque da avaliação na interpretação dos contextos. Aparecem fortes críticas aos modelos tecnicistas de educação passando a considerar o seu caráter subjetivo. Levam-se em consideração as interações sócio-culturais.

É nessa época que BLOOM (apud Leite, 1995) defendeu a tese de que:

*“(...) 95% dos alunos têm capacidade para aprender o que a escola tem a ensinar, desde que cumpram determinadas condições (...) Deixa-se de aceitar com naturalidade um ensino e uma avaliação onde apenas metade dos alunos ultrapassam a média, sendo a outra metade voltada a fatalidade de não a atingir. Defende-se um ensino que se ajustasse aos pré-requisitos cognitivos e motivacionais dos alunos e que recorresse a estratégias diversificadas de individualização (...)” (Leite, 1995).*

No Brasil, os estudos críticos sobre a avaliação, começaram a partir da década de 80. Freitas (1998) nos conta que isso demorou para acontecer porque nas décadas anteriores, a avaliação era vista como um método quantitativo e tecnológico, fruto de um pensamento ligado ao tecnicismo. O autor afirma que a avaliação foi:



*"(...) uma transferência direta dos conceitos industriais de administração para o âmbito da escola (...)" (Freitas, 1998).*

Costa (1996), diz que a medição da qualidade em educação tem a sua origem no modelo de eficiência econômica. Assim, a qualidade dos sistemas educativos e de seus processos é vista em termos de eficiência. Os modelos avaliativos assumem a racionalidade do modo de produção industrial. Nessa "visão economicista" ligada a "nova ordem mundial", os estudantes são vistos sob a óptica de sua inserção no mercado de trabalho.

De acordo com tal pensamento, Freitas (1998) explica que para ter-se uma boa escola é preciso, inicialmente, gerenciá-la bem e, posteriormente, são necessários professores bem treinados. Este autor nos diz ainda que:

*"(...) isso acontece porque dentro da ótica da sociedade capitalista essa é a forma mais elaborada pela qual ela consegue conceber a escola" (Freitas, 1998).*

Além disso, Freitas (1998) conclui que é por esse motivo que, constantemente ressurgem essas questões e que, naquele momento, os educadores buscavam um modelo de educação alternativo à proposta capitalista, pois precisavam, inicialmente, de uma concepção diferente do sistema vigente, para depois preocuparem-se com as suas partes.

## 2. Que avaliação se pratica?

Os momentos de avaliação têm sido uma verdadeira “queda de braço” entre professores e alunos. Neles os primeiros utilizam a avaliação como controle dos segundos e estes, em contrapartida, criam esquemas para burlar as regras que não são definidas. As avaliações isoladas, pontuais e terminais geram atitudes e condutas autoritárias por parte dos professores e uma verdadeira “engenharia de sobrevivência escolar” dos alunos. Aparecem, então, as ditas colas, chantagens emocionais, ironias etc (Silva e Barros Filho, 1997).

Com “engenharia de sobrevivência escolar”, queremos dizer que existem regras, habilidades e atitudes de alunos e professores que muitas vezes não são explícitas. Há professores que durante várias semanas discutem um determinado texto ou servem-se de demonstrações e definições nas suas aulas e depois acabam cobrando dos seus alunos certos aspectos ou relações que não foram tratadas e vice-versa. Há também os exercícios que apenas o professor conhece; aquele livro diferente do adotado que é fonte para as provas; a segunda avaliação, mais trabalhosa e difícil, porque os alunos obtiveram boas notas na primeira etc., etc. Os alunos têm, por assim dizer, um “sexto sentido” para lerem essas regras implícitas, chegando em alguns casos a testar hipóteses durante as aulas ou nas próprias provas, para desvelar essas regras ocultas. Quem não se lembra daquele professor que, ingenuamente, dava dicas na aula anterior à prova (Silva e Barros Filho, 1997)?

Isso acaba gerando uma verdadeira “guerra de nervos” entre professores e alunos, além de reforçar várias atitudes inadequadas e “viciadas” de ambas as partes. Os estudantes acabam construindo uma visão fechada e distorcida de ciência e elaborando cada vez mais as suas “técnicas de sobrevivência escolar”. Muitos alunos que demoram a aprender a lidar com essas

regras, acabam desenvolvendo um sentimento de que são incapazes e que ciências não é para eles (Alonso et al, 1992-b; Silva e Barros Filho, 1997). Os professores sentem-se lesados e buscam técnicas cada vez mais elaboradas para evitar que os alunos burlem o sistema. Essas técnicas vão desde a elaboração de provas com questões muito extensas, onde o aluno tem pouco tempo para resolvê-la, até separar e revistar os alunos ou mesmo mudá-los de lugar e distribuir questões diferentes para cada um.

A avaliação, na forma em que tem sido usada, apresenta um forte caráter de medida pontual, reforçando a idéia de que ela é um instrumento bastante preciso que busca um mero resultado final. Assim, essas avaliações têm se preocupado apenas em aprimorar as técnicas de medir o desempenho dos estudantes, deixando de considerar todo o processo pedagógico que foi vivenciado. Esta preocupação em medir, tem feito o ato de avaliar valorizar apenas os aspectos ligados a memória, à técnica de resolução de exercícios ou à sua cópia (González, 1996).

Machado et al (1996), critica este tipo de avaliação afirmando que:

*"(...) não é a mesma coisa avaliar o crescimento das plantas e o desenvolvimento de pessoas, ou seja, avaliar não pode corresponder exclusiva ou predominantemente ao medir (...)"*(Machado et al , 1996).

De forma semelhante, alguns autores mostram que, quando se atém apenas ao caráter de medição, perde-se a oportunidade de desenvolver um processo de avaliação mais integral (Barriga, apud Aedo, 1996). Ou nas palavras de PIAGET:

*"(...) Os exames mesclam questões de memória e de uma maneira, que em geral não tem nenhuma relação com o que se utiliza na vida, já que se trata de uma acumulação provocada e*

*momentânea (...) o único exame sério, seria aquele em que o candidato, com os seus livros e documentos, realiza um trabalho que prolonga o que já sabia. Ou seja, que passe a fazer parte do seu trabalho cotidiano" (Piaget, apud Aedo, 1996).*

Assim, a avaliação tornou-se sinônimo de medição, reprovação, sanção, classificação, restringindo a sua observação ao desempenho dos alunos e traduzindo os seus resultados em pontos ou em notas (Sell, 1989; Aedo, 1996). Esse sistema de pontos ou notas, cria uma "maquiagem" de precisão, mas não reflete necessariamente o nível de aprendizagem que o aluno alcançou (Toranzos, 1996). Ou nas palavras de Satterly et al (1988):

*"(...) estas notas dão pouca informação sobre o que os estudantes na realidade sabem e o que podem saber, tão pouco identificam a natureza das dificuldades de aprendizagem e apresentam uma base pobre para verificar a competência dos estudantes (...)" (Satterly et al, 1988).*

Existe uma estreita relação entre as provas, notas e o poder que o professor exerce em sala de aula. Carvalho et al (1995), afirma que:

*"(...) a caderneta ainda é um objeto mítico, mágico, que o professor não mostra e os alunos desejam desvendar" (Carvalho et al, 1995).*

Sarmiento et al (1997), nos diz que os alunos consideram os exercícios de avaliações como sendo irreais, sem nenhuma conexão com o seu dia-a-dia, ou com a vida real. Além disso, afirma que existem poucas diferenças entre os exercícios que os alunos fazem durante as aulas regulares e as provas. A diferença aparece no ritual de execução destas como também na atribuição de

pontos. Quando a finalidade é atribuir notas, o ritual é maior. Ou nas palavras de DAUVISS (apud Carvalho et al, 1995):

*“(...) o ato de dar nota confere ao professor um enorme poder pessoal, poder que define uma parte do seu papel social de que não é capaz de pressentir, sem se sentir desposado de uma parte específica de sua identidade social e profissional” (Dauviss apud Carvalho et al, 1995).*

Ou citando Pacheco (1993):

*“(...) o professor age de forma isolada, assumindo a nota como um grau de autonomia muito grande, como se tratasse de um feudo, cujo senhoril ele representasse perante os alunos, seus servos” (Pacheco, 1993).*

Muita importância tem sido dada à quantificação. Porém, a nota por si só, desconsiderando o contexto e os processos vividos, perde o seu significado (Aedo, 1996). Além disso, a nota faz com que o aluno relacione-se não com o saber, mas com a busca de um número apenas e tudo o que este representa socialmente (Sell, 1989; Pacheco, 1993). Desta forma, o conhecimento passa a ser apenas o veículo para a obtenção de um conceito (ou menção), fechando-se no propósito da busca dessa finalidade (Trumbull et al, 1993).

Como é muito difícil quantificar os processos dentro de uma sala de aula, estes têm sido deixados de lado, cultivando-se assim, a permanência, repetição circular e a acriticidade do aluno (Aedo, 1996).

Por basear-se em comparações quantitativas, essas avaliações negam as diferenças individuais, uniformizando os estudantes (González, 1996) e tirando a possibilidade de enriquecimento mútuo, através da reflexão e do estudo coletivo (Aedo, 1996).

Esse tipo de avaliação produz um ensino que gera professores e alunos uniformes e automatizados, sem possibilidade de desenvolvimento autônomo. Pois com essa prática cotidiana, a escola fortalece a passividade, submissão, repetição de esquemas rígidos e circulares, ano após ano. Expressam uma concepção educativa, que entende o processo pedagógico como um meio para adaptar as novas gerações (os alunos) a um contexto social padronizado. Essa adaptação pode ser traduzida como uma acomodação, ajuste, aceitação passiva e acrítica de um meio que é considerado como sendo o melhor possível, imodificável e inquestionável. Assim, essas práticas geram pessoas adaptadas sem identidade, marginalizadas de seu meio e de sua história, tornando-se propícias a manipulação pelas autoridades (Aedo, 1996).

Ao considerar uma pessoa apta ou não apta, desprezando outras variáveis do contexto, que condicionam o seu desempenho, a avaliação tem fomentado o individualismo, o egoísmo e a discriminação social. (Barriga, apud Aedo, 1996). Como consequência dessa visão, em muitos casos a avaliação tem cumprido uma função de controle, uma forma de manter a disciplina, uma classificação que é usada como punição (Aedo, 1996).

Numa análise das causas e malefícios da avaliação tradicional, Freitas (1998) nos conta que a avaliação possui três dimensões indissociáveis. São elas: a verificação de conhecimentos, o controle da disciplina na sala de aula e o controle de valores e atitudes. A primeira dimensão, são os instrumentos formais de avaliação e lida com a verificação de conhecimentos. Ao passo que tanto a segunda, quanto a terceira, constituem os instrumentos informais.

A segunda dimensão (o controle da disciplina na sala de aula) garante que os alunos se comportem de acordo com o que se espera deles na sala de aula. Como ilustração desta segunda dimensão da avaliação, colhemos o comentário de um professor sobre os alunos do primeiro ano do nível médio de uma escola particular da região de Campinas, durante o intervalo das aulas na sala dos professores, onde ele afirmava que os alunos não tinham uma boa

conduta na sala de aula, pois não sabiam que durante a aula deveriam ficar sentados e quietos.

O autor diz que como a vida ficou fora da sala de aula e os seus ensinamentos tornaram-se cada vez mais distantes da realidade dos alunos, foi necessário criar um controlador artificial, pois os controladores naturais da aprendizagem, da vida, também ficaram do lado de fora da escola. Então, para uma situação artificial, criou-se um controle artificial, a nota, que na interpretação de Sarmiento et al (1997):

*“(...) entre os recursos que os professores utilizam para manter a ordem está o apelo adjacente à avaliação e à possibilidade do aluno ser aprovado ou não (...)”*(Sarmiento et al, 1997).

Com a terceira dimensão (o controle de valores e atitudes), o professor tenta alterar os valores e as atitudes dos alunos. Freitas (1998) nos mostra que o professor, ao tecer comentários do tipo: “Se você não estudar, você vai trabalhar de faxineiro” ou “Você tem que estudar para conseguir um bom emprego, ganhar dinheiro e ter um bom carro”, na verdade ele está dizendo:

*“(...) Olha, não queiram ser o que os seus pais são”* (Freitas, 1998).

O autor em questão, nos diz ainda que não se reprova pelos instrumentos formais, mas sim pelos instrumentos informais pois, quando o aluno vai passar pelos instrumentos formais geralmente utilizados, as provas, o professor já possui um juízo que foi previamente formado pelos instrumentos informais. Isso se reflete, por exemplo, na maneira com que ele trata o aluno ou corrige as suas provas, ou nas palavras de Sarmiento et al (1997):

*“(...) tudo o que as professoras vão observando sobre os alunos ao longo do período letivo vai se canalizando para a formação de*

*uma opinião sobre o aluno que acaba levando a aprovação ou a reprovação do mesmo” (Sarmiento et al, 1997).*

O professor deve estar profissionalmente treinado para lidar com esse constante ajuizar pois, o que está em jogo são as auto-imagens dos alunos. Ele tanto pode construir a auto-imagem de um campeão, com também construir a de um derrotado e incapaz.



### 3. Modelos de avaliação mais comuns

O objetivo deste capítulo é fazer uma breve discussão sobre os principais modelos de avaliações que têm sido mais comumente adotados. A nossa preocupação é a de formar uma visão geral sobre as avaliações mais praticadas. Desta forma, não estaremos assumindo compromisso “*strito sensu*” com os modelos de avaliação, ou com todas as consequências destes, pois não concordamos com todos os seus detalhes. O nosso modelo de avaliação será desenvolvido ao longo dos outros capítulos, sendo que a nossa proposta avaliativa será apresentada nos capítulos 5 e 6.

Chavarría (1996), ao fazer uma análise geral sobre a questão da avaliação, explica que existem dois modelos básicos de avaliações: o quantitativo e o qualitativo. Este autor, afirma ainda que, para cada modelo de avaliação existem um paradigma que o fundamenta. São o paradigma quantitativo e o paradigma qualitativo, respectivamente.

No paradigma quantitativo, ontologicamente o conhecimento é a essência da realidade. Esta é entendida como sendo da mesma forma que é percebida. A realidade é apreendida por um caminho racional. Epistemologicamente, este paradigma mostra que não há uma relação interativa entre o avaliador e o avaliado, é como se o sujeito fosse independente do objeto. Metodologicamente, a busca do conhecimento é alcançada por intervenções feitas na realidade, livres da subjetividade humana. Assim, neste paradigma, acredita-se que basta ter um bom método para realizar uma boa avaliação. Esta é traduzida em termos de um valor numérico que mostra a realidade de forma objetiva.

O paradigma qualitativo é considerado ontologicamente relativista. O conhecimento é subjetivo. A verdade é algo que depende de circunstâncias históricas e sociais. As realidades são múltipla e socialmente construídas. Quanto mais se conhece sobre essas realidades, mais indagações sobre elas surgem. Epistemologicamente, este paradigma admite que existe uma relação interativa indissociável entre o avaliador e o avaliado. Metodologicamente, é de caráter hermenêutico, já que o ser humano é essencialmente interpretativo. Portanto, neste paradigma, toda avaliação é fortemente subjetiva. Os valores do avaliador interferem nos resultados de suas medidas.

No modelo quantitativo, a avaliação desempenha uma função somativa, ao passo que o modelo qualitativo de avaliação contribui com as funções diagnóstica e formativa.

Na avaliação somativa, encontramos a idéia de medir o desempenho dos estudantes. Lobo (1996), afirma que esta idéia deriva da corrente filosófica Racionalista, onde:

*"(...) é fundamental que o estudante adquira conhecimentos e que a sua aquisição seja avaliada pelo professor, com o propósito de determinar o quão bem ele incorporou esses objetivos" (Lobo, 1996).*

O autor observa que a função somativa deve ser usada periodicamente, sendo ela que permitirá ao professor tomar a decisão sobre a aprovação ou retenção dos alunos. Essa concepção, sobre o uso da avaliação somativa também é compartilhada pelos autores Davis (1989), Rallis et al (1993) e Ramírez (1996).

Coll (1992), critica esta visão defendendo que a avaliação somativa deve dizer se a aprendizagem alcançou ou não o nível exigido. O seu objetivo não deveria ser o de constatar o grau de êxito ou fracasso dos alunos, mas sim de constatar o grau de êxito ou fracasso do processo educativo quando do

cumprimento das intenções declaradas no início do curso. O êxito ou o fracasso dos alunos é um indicador do êxito ou fracasso do processo de ensino utilizado. A avaliação deve mostrar se o nível de aprendizagem alcançado pelos alunos sobre um determinado conteúdo é suficiente para se abordar com garantias de êxito a aprendizagem de outro conteúdo relacionado com o primeiro. Não é necessário e nem conveniente, na maioria das vezes, traduzir os resultados da avaliação somativa em uma nota que certifique o nível de aprendizagem alcançado pelos alunos.

No modelo qualitativo, recomenda-se que a função diagnóstica da avaliação deva ser usada para detectar quais são as dificuldades que os alunos estão encontrando. Lobo (1996), afirma esta função permite:

*"(...) caracterizar um programa ou processo e determinar o seu estado atual (...), assim, poderemos avaliar o aluno, num determinando momento, para aplicar uma correção"* (Lobo, 1996).

Já a função formativa do modelo qualitativo de avaliação, parece derivar de duas correntes filosóficas: a corrente humanista e a construtivista. Lobo (1996) afirma que a primeira procura valorizar os aspectos que complementam a formação do indivíduo, tais como a solidariedade, a colaboração e o amor pela comunidade, ao passo que a corrente construtivista, advoga que a educação deve partir das estruturas de conhecimentos que o aluno já possui, exercendo nele uma função formativa que o transforme.

D'Antoni (1996), nos conta que numa avaliação formativa, o professor faz várias intervenções, tentando sanar as dúvidas do aluno antes que este chegue à prova final. Pois, neste ponto, não haveria nada mais a fazer do que comprovar o fracasso do aluno (D'Antoni, 1996). De maneira semelhante, Llinares et al (1990) e Cortesão (1996), afirmam que essa avaliação deve analisar o processo dando *feedback* para professores e alunos. Já Machado et al (1996), diz que a avaliação formativa deve organizar-se e desenvolver-se segundo uma

perspectiva iluminativa de correção de ações, de prevenção e resolução de problemas processuais, melhorando métodos e estratégias.

Este tipo de avaliação, requer docentes melhor preparados e uma diferente organização dos trabalhos na sala de aula. A curva normal de distribuição de notas deve ser trocada pela curva em J<sup>8</sup>, levando a maioria ao sucesso e respeitando a individualidade de cada aluno. É a busca de um ensino individualizado. Segundo Vertecchi, Nardi e La Torre, (apud D'Antoni, 1996), são objetivos de um ensino individualizado:

- Ajudar os alunos com problemas de adaptação, construindo uma escola que garanta iguais oportunidades.
- Levar a maioria dos estudantes ao sucesso, otimizando o trabalho de ensino.
- Levar em consideração a subjetividade emocional, para que não surja um sentimento de fracasso, comprometendo o processo.
- Proporcionar um ensino que respeite a individualidade de cada aluno.

Tentando uma síntese, Lobo (1996) afirma que a função formativa da avaliação qualitativa permite a tomada de decisões para ajustar áreas problemáticas do programa ou do processo de ensino. Assim, os resultados dessa avaliação deverão ser utilizados apenas para fornecer uma retroalimentação, ou como temos chamado neste trabalho, fornecer um *feedback*.

Dentre as críticas a função formativa da avaliação qualitativa, D'Antoni (1996) observa que ela pode gerar um efeito contrário ao esperado. Este tipo de avaliação carrega fortes fatores depressivos, pois a intervenção corretiva está sempre subordinada ao fracasso do estudante.

Assim, percebemos que não existe um consenso sobre qual é o melhor modelo de avaliação. Chavarría (1996) afirma que esses dois modelos de

---

<sup>8</sup> figuras 1a e 1b, do capítulo 1, página 31

avaliação, quantitativo e qualitativo, têm sido muito discutidos, pois são considerados pelos seus defensores como sendo o “coração da avaliação”. Esses debates têm gerado, segundo Pedersen (apud Chavarría, 1996), entre os avaliadores três estereótipos: os segregacionistas, os ecléticos, e os integracionistas.

Os segregacionistas consideram os modelos de avaliação quantitativos e qualitativos incompatíveis e excludentes entre si, tanto epistemologica quanto ontologicamente. Os ecléticos dizem que esses dois modelos são válidos e que a situação é quem vai determinar quando devemos fazer uma avaliação quantitativa ou uma qualitativa. Além disso, admitem o uso de ambas, de forma a complementarem-se. Já os integracionistas, ou pragmáticos, acham que a aparente dicotomia entre esses dois modelos é falsa e defendem a integração entre eles. Tentando uma síntese, construímos a tabela abaixo:

Autor	Correntes	Metodologia defendida
Chavarría	Segregacionistas	Os modelos são incompatíveis entre si.
	Ecléticos	A situação definirá que modelo deve ser utilizado.
	Integracionistas	Defendem a integração dos dois modelos.

Tabela-1. Diferentes concepções entre os modelos de avaliação quantitativas e qualitativas, segundo Chavarría (1996).

Dentro do que Chavarría (1996) chamou de integracionistas, encontramos autores como Braskamp (1989), afirmando que não existe um único método de avaliação que seja o melhor e que a prática avaliativa deve ser diversa e flexível. Ou, Torrance (1993), defendendo que a avaliação deveria utilizar uma combinação balanceada de vários instrumentos de observação, a fim de que

possam das possibilidades de discussões capazes de ajudar os alunos à aprenderem.

Numa análise dos processos avaliativos, Fetterman (apud Chavarría, 1996), conclui que o pluralismo epistemológico e metodológico é uma realidade na avaliação. Já Bickman e Yin (apud Chavarría, 1996), acreditam que a integração dos dois métodos será deixada para o próximo século, talvez pela dificuldade de se estabelecer uma discussão mais estruturada.

#### 4. Que avaliação se quer praticar e quais suas condições?

A idéia de que a avaliação é um requisito básico para o melhoramento da qualidade de ensino parece ser um consenso internacional (Alonso et al, 1992-a; Alonso, 1995; Peláez, 1995; Giménez et al , 1996; Toranzos, 1996; Silva e Barros Filho, 1997), à medida que serve de *feedback* tanto para os professores quanto para os alunos. Para os primeiros, é uma oportunidade para refletir sobre o ensino, auto-avaliando-se, e poder dar também novos rumos ao curso, reorientando a aprendizagem. Para os alunos, representa a possibilidade de avançarem no processo de construção do conhecimento (Alonso et al, 1992-a; Rivilla et al, 1995; Aedo, 1996; González, 1996; Lobo, 1996).

A avaliação deve ser assumida como um processo. Um conjunto de ações articuladas, que busca alcançar objetivos específicos (González, 1996). Um elemento de análise e valorização contínua no processo de ensino-aprendizagem (Rivilla et al, 1995; Aedo, 1996), contemplando as estratégias pedagógicas utilizadas pelo professor. É um processo de busca para a transformação. Um instrumento de reflexão sobre as interações que estão contidas no processo educativo (Aedo, 1996).

A avaliação deve servir para acompanhar o desenvolvimento dos alunos, permitindo fazer mudanças, ajustes e correções na ação pedagógica, verificando se determinada atividade teve o resultado esperado e se determinado objetivo foi alcançado, propiciando tomar decisões novas e agir sobre a realidade segundo as alterações necessárias (McDermott, 1991 e 1993, apud Silva e Barros Filho, 1997). Para tanto, deve-se utilizar instrumentos os mais diversificados possíveis e mais constantes na sua aplicação, acompanhando o desenvolvimento do aluno, informando-o sobre sua aprendizagem. Essa diversificação, aliada a uma maior transparência dos processos, é capaz de eliminar, em sua quase

totalidade, as “engenharias de sobrevivência escolar”<sup>9</sup> (Silva e Barros Filho, 1997).

É necessário que a avaliação contribua para a formação de valores e atitudes dos estudantes (Gonzáles, 1996). Para isso, supõe-se que inclua processos subjacentes essenciais para o desenvolvimento do ser humano (Aedo, 1996). A sua atenção deve estar voltada para os aspectos qualitativos, valorizando o crescimento integral dos estudantes. Um caminho para isso, seria a valorização do que convencionalmente chamamos de “erro”, tal como nos processos científicos de investigação, aceitando que a construção do conhecimento passa por altos e baixos (Gonzáles, 1996).

O “erro” pode ser um indicativo importante, Cortesão (1996) afirma que:

*“(...) Tal como (...) a febre, as dores no corpo são situações, que se procuram eliminar pontualmente com um medicamento, e são também sintomas que ajudam a identificar qual é a doença que o paciente está sofrendo, os erros podem constituir pistas de compreensão do modo como o aluno está pensando e aprendendo” (Cortesão, 1996).*

A esse respeito, mais preocupados com a sala de aula, Silva e Barros Filho (1997), dizem que o “erro” somente é importante enquanto elemento para o professor articular o processo de ensino, promovendo a busca de sua superação. O “erro” deve ser usado como uma forma de criar conflitos cognitivos para os alunos superarem as suas limitações.

Nessa mesma perspectiva, Maccow (1991) defende que a análise dos “erros” cometidos pelos estudantes, em determinada atividade de ensino, é importante para que o professor reconheça que determinadas estratégias de

---

<sup>9</sup> No sentido explicitado na página 35 do capítulo 2.



ensino podem levar os alunos ao sucesso, ao passo que outras falham nesse objetivo.

Pacheco (1993) entende que a avaliação teria que acionar mecanismos de ajuda, para que nenhum aluno seja rotulado de retardatário, reconhecendo-se que cada pessoa tem a sua individualidade. Assim, segundo Men (apud Aedo, 1996), a avaliação começaria a:

*"(...) ser colocada a favor da aprendizagem do aluno, adequando o currículo a cada momento da aprendizagem, convertendo-se em um processo de investigação, de busca, que aponte as transformações, perdendo a conotação de medição de juízos, que leva à classificação (Men, apud Aedo, 1996).*

Caso viéssemos assumir, como sendo válidos, os critérios e modalidades que visam homogeneizar os alunos no processo de avaliação, poderíamos aceitar a reprovação e a classificação como indicadores dos níveis de aprendizagem alcançados pelos estudantes. Esse pressuposto até poderia ser verdadeiro no início do sistema educacional, onde tanto o corpo docente quanto o discente teria uma composição mais homogênea<sup>10</sup>. Porém, com a massificação do sistema educacional, isso deixou de ser verdade.

Ao contrário do que acontecia há muitos anos atrás, hoje o corpo docente tem uma formação heterogênea e os alunos vêm de um meio sócio-econômico-cultural diversificado. Ao mesmo tempo em que a escola deve fornecer uma formação mais homogênea para que os alunos façam parte de uma realidade nacional (constituindo uma nação), ela também deve oferecer uma certa variedade e diversificação de propostas, para atender à crescente diversidade de

---

<sup>10</sup> Por "composição mais homogênea", queremos dizer que os alunos que tinham acesso a estas escolas vinham de meios sócio-econômicos parecidos. A maior parte deles pertencia às elites econômicas. Era uma escola para poucos e que não conhecia os problemas enfrentado pelas escolas de massas.

interesses. Assim, inevitavelmente, a avaliação do rendimento dos alunos deve obedecer a critérios e níveis de exigências também diversos (Toranzos, 1996). Encontramos a mesma preocupação nas palavras de Cortesão (1996):

*“(...) todo o professor nota as distâncias existentes entre grupos que povoam as diferentes salas de aula. Grupos que divergem quanto à origem geográfica e cultural, (...). Serão semelhantes os alunos com diferenças relativas ao meio econômico de origem, serão idênticos quanto a gostos e saberes e motivações (...) os alunos de bairros residenciais cujos pais têm profissões liberais, os alunos que são filhos de operários ou de pequenos funcionários ou, sobretudo, daqueles cujos pais se encontram em situações marginais ou na prisão? (...) Quando se oferece a todos, que são tão diferentes entre si, as mesmas formas de aprender e os mesmos assuntos para aprender obtém-se, geralmente para uns, um insucesso quase fatal, para outros há uma forte probabilidade de êxito” (Cortesão, 1996 ).*

Desta forma, a avaliação pode fazer da educação um poderoso instrumento, capaz de diminuir a grande distância entre as classes sociais, criando novas oportunidades de ascensão social (Lobo, 1996).

A avaliação deve estar integrada ao processo pedagógico, levando-se em consideração tanto quem ensina e quem aprende, quanto o contexto no qual estão inseridos. Além das teorias que fundamentam o seu trabalho, o professor traz consigo a sua história de vida, que é parte da história do seu grupo social, econômico e cultural. Por sua vez, o aluno traz também a sua história de vida e do seu grupo, a qual influencia a sua forma de pensar e de aprender. Finalmente, resta considerar as relações entre a escola e a família, a escola e a comunidade; entre o corpo docente e a administração escolar; entre os conteúdos, os livros textos, a forma de avaliar, enfim, todo o contexto que cerca o processo de ensino-

aprendizagem. Portanto, avaliar é um processo que depende dessa rede de relações (Aedo, 1996).

Nesse contexto, o professor abandona a idéia de cumprimento do programa para toda a turma e elabora o programa em termos de objetivos de maestria, indicando conteúdos mínimos de aprendizagem. Assim, o docente deixa de querer ensinar o programa a uma porcentagem média de alunos pois é fato que, quando adota-se tal pretensão, boa parte dos alunos não acompanham o curso, ficando atrasados (Pacheco, 1993).

Ela dá ao docente, a possibilidade de auto-avaliar-se (Alonso et al, 1992-b; González, 1996), sendo um componente essencial no processo de aperfeiçoamento dos professores (Peláez, 1995). Nesse sentido, pode-se romper com a imagem "feudal" de apropriação da nota e, sobretudo, da infalibilidade de sua discussão. É um processo coletivo (Pacheco, 1993), que deve valorizar um dos direitos essenciais da democracia, o direito à diferença (González, 1996). Nesse contexto, o aluno com os seus interesses e motivações, assume um lugar de relevo, não fazendo sentido a escola como um lugar de transmissão de conhecimentos, mas sim um local de construção. Desta forma, o professor "arma" o aluno para que este possa enfrentar a seleção e vencer. Perrenoud, compara esta função do professor à de:

*"(...) um advogado de defesa, que fica ao lado do réu num processo, ou a de um médico que está ao lado do paciente na luta contra a doença"* (Perrenoud, apud Pacheco, 1993).

As formas de avaliação devem ser negociadas com os estudantes, deixando claro quais são os seus objetivos (Alonso et al, 1992-a; Pacheco, 1993; González, 1996). Giménez et al (1996) e Silva e Barros Filho (1997), nos contam que as aulas devem seguir um princípio de transparência. Assim, como ponto de partida de um curso, deve-se estabelecer um acordo (negociação), com os

alunos, sobre como será a avaliação a que serão submetidos (Giménez et al , 1996).

O mesmo é encontrado González (1996). Este autor defende que deve-se estabelecer um contrato de avaliação com os estudantes, no sentido de haver uma negociação com os estudantes sobre as formas de avaliação conforme explicitamos acima. Ele entende por contrato, um pacto entre duas ou mais pessoas, onde não é permitido o uso da força ou da violência. Assim, os contratos de avaliação são acordos que se realizam entre professores e estudantes, onde se estabelecem:

*“(...) para que será usada a avaliação (quais serão os seus objetivos), o que será avaliado, quais serão os instrumentos utilizados, em que momentos ela acontecerá, e onde será feita”*  
(González, 1996).

Estabelecendo os objetivos da avaliação, isto é, determinando as “regras do jogo”, os professores podem rever as suas práticas (Rallis et al, 1993). Isso criará a oportunidade de usá-la como *feedback*, propondo sugestões de mudanças (Braskamp, 1989; Rallis et al, 1993).

A prática avaliativa deve ser um instrumento que nos permita modificar o tipo de ensino, para que se tenha uma elevada aprendizagem (Sell, 1989), promovendo o auto-desenvolvimento. Para isso, o professor deve estar sempre propondo atividades que sejam capazes de identificar quais são as dificuldades dos alunos (Braskamp, 1989) e usá-las para dar continuidade ao processo de ensino.

Alonso et al (1992-b) defende que o professor deve romper com a idéia de que ele é um juiz e participar da aprendizagem dos alunos efetivamente. Este autor defende uma mudança de atitude por parte dos professores. Ao invés de se perguntar quais são os alunos que merecem uma avaliação positiva e quais merecem uma negativa, o docente deveria se questionar sobre qual o tipo de

ajuda que é necessária, para que cada aluno possa avançar significativamente no processo de construção do conhecimento.

Llinares et al (1990), diz que a função do professor não pode ser a de selecionar os “melhores” alunos, mas sim de levar todos às suas máximas potencialidades, buscando um nível cultural adequado para que os alunos possam fazer parte de uma sociedade democrática.

Porém, as condições para que ocorram mudanças nas práticas avaliativas dos professores são complexas, passando desde as suas concepções sobre o ensino e avaliação, até os sistemas de ensino no qual estão inseridos. Passaremos agora a analisar algumas destas questões, centrando-nos primeiramente nas concepções dos professores de ciências sobre a avaliação.

#### **4.1 Importância das pré-concepções dos professores sobre avaliação**

Sabemos que os professores desempenham um papel crucial na aprendizagem dos estudantes e que as experiências, boas ou ruins, vivenciadas em sala de aula são atribuídas ao professor (Johannessen et al , 1997). Portanto, é fundamental conhecer algumas formas com que os professores pensam o ensino e, conseqüentemente, a avaliação dos estudantes, para que possamos propor mudanças no ensino.

O conhecimento é apenas uma parte da experiência humana. Os outros componentes destas experiências incluem o sentimento, o julgamento, a disposição (vontade de fazer) e a ação. A prática do ensino pode ser entendida como a interação de todos esses componentes. A interação dos elementos do conhecimento, dos sentimentos, do julgamento, da disposição e da ação, compreendem o conhecimento prático do professor (Duffee et al , 1992).

Os professores se comportam em situações de ensino de acordo com as suas experiências já vivenciadas. É um conhecimento prático. As experiências passadas do professor (vivência ambiental, tanto suas experiências de vida de quando era aluno quanto as de professor), formam uma enciclopédia de conhecimentos pessoais. Os professores desenvolveram valores pedagógicos, opiniões, e regras práticas. Assim, hoje muitos professores fazem em sala de aula aquilo que os seus antigos mestres fizeram com eles quando eram alunos (Duffee et al , 1992; Rivilla et al, 1995).

Giménez et al (1996) afirma que uma destas experiências, vivenciadas pelos professores, é o tipo de avaliações a que foram submetidos durante os cursos de formação docente. Geralmente, a grande maioria dos professores vivenciaram um processo de avaliação quantitativo, tendo poucas experiências

com um sistema de avaliação mais qualitativo e processual. Além disso, este autor diz também que, durante os últimos anos, as pesquisas sobre a formação de professores não têm se preocupado com a análise do crescimento do conteúdo pedagógico do professor, nem como controlar esse desenvolvimento.

Alonso et al (1992-b) nos diz que embora todos os anos muitos professores participem de vários cursos de aperfeiçoamento didático, as suas aulas continuam as mesmas. As inovações metodológicas não chegam efetivamente à sala de aula. Este autor defende que o principal motivo, é que as novas técnicas são adaptadas aos padrões tradicionais de ensino, já usados pelos professores. Acontece assim, uma mistura de paradigmas e não ocorre a inovação. Ou nas palavras de Sarmiento et al (1997):

*“(...) as professoras vão incorporando fragmentos de teorias novas, de propostas inovadoras, à sua precária formação e as crenças de senso comum na sua prática avaliativa (...)”*  
(Sarmiento et al, 1997).

Assim, vemos que as pré-concepções dos professores sobre o ensino, são fundamentais e devem ser o ponto de partida para que haja mudanças. Ou conforme afirma Alonso et al (1992-b):

*“(...) podem tornar-se verdadeiros obstáculos para que ocorram mudanças profundas na sala de aula”* (Alonso et al, 1992-b)

Este autor examinou algumas pré-concepção de professores sobre a avaliação. Os docentes estudados atuam num sistema de ensino tradicional, transmissão-recepção, que entende a avaliação como um instrumento de medição ao final de um grande período e também da capacidade e do aproveitamento dos alunos. Passaremos agora a analisar algumas destas pré-concepções sobre a avaliação.

Alonso et al (1992-b) nos mostram que é comum encontrarmos professores que acham que:

**a) "É fácil avaliar as matérias de ciência com objetividade e precisão, pois ciências são exatas".**

Para mostrar o quão equivocado é esse pensamento e o forte caráter subjetivo que a avaliação carrega, em um seminário sobre avaliação para professores, o autor propôs a seguinte atividade:

Os professores foram divididos em dois grupos. Pediram para cada professor que atribuísse uma nota e fizesse um comentário à resposta de cada questão feita por um aluno hipotético. Os grupos receberam a mesma questão, com a mesma resposta. Porém, no primeiro grupo, disseram aos professores que se tratava de um aluno brilhante. Para o segundo, disseram que se tratava de um aluno muito ruim. Participaram desta atividade professores em formação, alunos de magistério e professores com vários anos de experiência.

Ao analisar o resultado desta atividade, constatou-se que o primeiro grupo atribuiu notas em torno de sete (7), ao passo que o segundo notas em torno de cinco (5). Isso parece ser um forte indicativo do caráter subjetivo que acompanha as avaliações.

**b) "Devemos avaliar aquilo que seja mais fácil de medir, evitando respostas imprecisas".**

Quando pensa-se desta forma, o professor usa em suas avaliações exercícios fechados, pois estes admitem apenas uma única resposta. O máximo que ele consegue medir é a memória, ou o quanto o aluno consegue reproduzir daquilo que o professor faz, pois prima pelo manejo de fórmulas, valorizando apenas o caráter calculístico.

Esse tipo de avaliação é limitada e não leva a uma aprendizagem significativa. Isto é fato, pois não permite questionar os conceitos espontâneos



dos alunos, colaborando para a persistência de erros conceituais. Além disso, despreza as situações problemáticas, não permitindo que os alunos formulem hipóteses, realizem experimentos e, o que é pior, não permite que eles estabeleçam as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade.

**c) "Deve-se dar um tempo muito pequeno para que os alunos façam a prova".**

Pensando assim, o professor obriga os alunos apenas a reproduzir o que foi memorizado, não havendo tempo para propor hipóteses e soluções novas. Estabelece-se uma avaliação com um forte caráter seletivo, que não é usada como instrumento de aprendizagem.

**d) "O fracasso de uma importante porcentagem dos alunos é inevitável, em matérias como Ciências, pois estão ao alcance de poucos".**

Esse tipo de pensamento só faz sentido dentro de um ensino elitista e seletivo. Dizem que apenas uma parte dos alunos têm capacidade para aprender Ciências e que uma prova bem preparada pode dizer quem são os competentes e os incompetentes. O problema é que os bons alunos, selecionados por esse método, são os alunos que têm facilidade para resolver problemas fechados<sup>11</sup>,

---

<sup>11</sup>Alonso et al (1992-b), chamam de problemas fechados os exercícios que, para serem resolvidos, necessitam apenas da aplicação de uma equação matemática previamente decorada, substituindo-se os dados numéricos e calculando o resultado esperado. Neste tipo de exercício, os dados numéricos aparecem no enunciado da questão na mesma ordem em quem deve ser usado em uma determinada equação. Portanto, cobra-se do aluno apenas a capacidade de decorar fórmulas e a habilidade de manejar e operar com estas equações. Assim, o aluno apenas lida com algoritmos capazes de resolver questões padronizadas. Com exemplo de problema fechado, podemos citar:

*"Um carro a 90Km/h é freado uniformemente com aceleração escalar de  $2,5\text{m/s}^2$  (em módulo), até parar. Determine a variação de espaço do móvel desde o início da frenagem até parar".*

Analizando este tipo de problema, Alonso et al (1995), dizem que não se trata de uma situação verdadeiramente problemática, pois: o enunciado é direto e fechado, fornece todos os

onde o principal requisito é a memória. Nesse caso, os bons alunos são os bem adestrados, enquanto os maus alunos são os mal adestrados.

**e) "Os resultados negativos obtidos por grande parte dos alunos são atribuídos a eles mesmos".**

Assim, os professores se eximem de suas responsabilidades, atribuindo a culpa do fracasso ao aluno.

**f) "A função da avaliação é avaliar e medir a capacidade e o aproveitamento dos estudantes".**

Esse pensamento leva a utilização da avaliação como instrumento de medição e constatação.

Diversos autores (Satterly et al, 1988; Rivilla et al, 1995; Machado et al, 1996; Sarmento et al, 1997; Silva e Barros Filho, 1997), ao examinarem os conhecimentos que os professores têm sobre a avaliação, constataram grande discrepância entre os discursos e as práticas dos professores em sala de aula. A maioria deles diz entender a avaliação como um seguimento contínuo, porém as suas ações são incoerentes com esse pensamento. Ou segundo Sarmento et al (1997):

---

dados necessários, orientando a resolução e aparecendo na ordem em que devem ser usados. Assim, este enunciado torna sem sentido a idéia de fazer uma análise qualitativa prévia da situação que o problema trata. Os autores citados, propõem "abrir" este tipo de problema. Dão a seguinte alternativa:

*"Um motorista percebe que o semáforo fechou. Ele conseguira parar o carro a tempo?"*

Desta forma, ao retirar os dados numéricos do problema, este deverá ser abordado pelos alunos como um programa de investigação. Deve-se começar fazendo uma estudo qualitativo da situação, delimitando-a e impondo condições, emitindo hipóteses e analisando quais são os fatores que influenciarão o fenômeno. Elaborar algumas estratégias de resolução e comparar a solução obtida com as hipóteses previamente formuladas (Alonso et al, 1995).

*“(...) tem-se revelado o quadro contraditório em que a escola se encontra, reproduzindo um discurso democrático (...), mas na realidade desenvolvendo uma prática autoritária e tradicional”* (Sarmento et al, 1997).

Silva e Barros Filho (1997) nos mostram que os professores, em situação formal, tanto de entrevistas quanto ao falarem sobre este assunto publicamente, ou nos documentos que estes preparam para a burocracia escolar, introduzem nas suas falas discursos que revelam uma concepção democrática de educação, como por exemplo:

- *“(...) buscaremos avaliar o todo do processo (...)”.*
- *“(...) a avaliação deve ser encarada como um processo contínuo e constante e não apenas medidas”.*

Porém, quando estão em situações informais, como o intervalo na sala dos professores, ou em tomada de decisões, tipo conselho de classe ou corrigindo provas, pode-se perceber que as suas práticas ficam muito aquém do que se observa nos discursos formais. Nós anotamos diversas falas de professores, nas situações descritas. A seguir reproduzimos algumas que melhor ilustram esse contraste:

- *“(...) Se eu desse o curso da maneira que eu quero, reprovaria mais alunos”*

Comentário de um professor tentando justificar a reprovação de 32% de sua turma. Neste comentário, percebemos uma concepção de ensino contrária à que seria a de se esperar de um professor, pois espera-se que, se um professor pudesse ministrar um curso com condições ótimas de ensino, ele aprovaria mais alunos, pois conseguiria ensinar a uma maior quantidade de estudantes.

- *“(...) é uma coitada, não se pode esperar muito. Dei nota C”*

Comentário de uma professora justificando a aprovação de uma aluna no conselho de classe. Percebemos neste comentário que a professora não acredita que a referida aluna seja capaz de aprender;

- *“(...) vamos gerar idiotas diplomados”*

Comentário de um professor durante a correção de uma prova na sala dos professores;

- *“Dei nota máxima 8,5 nos relatórios, porque eu ajudei a fazer as experiências e dei dicas para eles”*

Professor explicando como que ele atribuía notas aos relatórios dos alunos. Percebemos neste comentário que o professor não tem clareza sobre o seu papel como um profissional. Cabe ao professor ajudar e dar dicas para os alunos a fim de que estes consigam realizar os experimentos com êxito.

São nos instrumentos de avaliação e nas representações dos professores que ficam reveladas as verdadeiras ações e crenças que estes possuem, concretizando a sua visão de ciência, como se dá o ensino, do que é educativo etc.

Talvez uma maneira de tentar transformar essas concepções dos professores seria, como afirma Rivilla et al (1995), através da tomada de consciência da necessidade de melhorarem as suas práticas. Porém, como observa este autor, embora a tomada de consciência seja um requisito imprescindível, para transformar o pensamento prático do professor, ela não é suficiente, pois existem um conjunto de fatores externos à vontade dos professores que acabam limitando as suas ações pedagógicas.

Poderíamos pensar que, além de convidar os professores a refletirem sobre as suas próprias práticas avaliativas, é preciso buscar conjuntamente, à medida que ocorram tomadas de consciência, alternativas concretas que possam de fato serem usadas em sala de aula. O problema não é apenas uma questão de tomada de consciência por parte dos professores. A inovação é limitada pela organização do trabalho pedagógico, ou seja, pela maneira com que a escola está organizada. Com isso, queremos dizer que muitas escolas mantêm uma estrutura rígida, não admitindo inovações. Em muitas delas os professores são obrigados a seguirem rigidamente determinados livros ou apostilas. São escolas onde, quase sempre, existe uma relação de 50, 60, 70 e até 100 alunos para um professor. Nessas condições é quase impossível que uma proposta de avaliação qualitativa e mais processual obtenha êxito.

## **5. Estrutura possível de um curso de eletrodinâmica com a avaliação contínua.**

Até aqui, abordamos vários aspectos das questões referentes à avaliação. Em nossa revisão bibliográfica tentamos investigar como e porque a avaliação surgiu, como ela tem sido aplicada nos dias de hoje, quais são as suas principais deficiências e como deveria ser. Antes de passarmos a estruturar uma proposta de ensino da eletrodinâmica coerentemente integrada a um sistema de avaliação contínuo, faremos uma breve análise de como este curso tem sido estruturado pelos principais livros didáticos de física, adotados nas escolas de ensino médio.

Escolhemos esta forma de análise, pois acreditamos que os livros didáticos possam revelar, com uma certa aproximação, a maneira como a eletrodinâmica vem sendo ensinada nas escolas que adotam o que convencionamos neste trabalho de chamar de ensino tradicional. Isto se justifica, pois neste modelo de ensino, os professores vêem nestes livros a sua principal “ferramenta” para “transmitir” conhecimentos aos alunos (Silva, 1995).

## 5.1 Estrutura dos cursos tradicionais de eletrodinâmica.

Olhando a estrutura deste conteúdo nos livros didáticos de Física adotados por muitas escolas de Ensino Médio<sup>12</sup>, notamos que eles *priorizam* os exercícios fechados<sup>13</sup> onde basta saber as fórmulas e algumas técnicas de resolução de exercícios, substituir os dados numéricos e calcular um valor esperado.

Como não há critério de importância entre os conteúdos abordados, os conceitos fundamentais recebem a mesma atenção que os complementos e apêndices. Tudo é tratado da mesma maneira: É dada a definição de um conceito, geralmente com o auxílio de uma “fórmula” que é colocada em destaque com cores diferentes e apresentam uma série de “exercícios resolvidos” ou “problemas de aplicação”. Estes são um conjunto de problemas fechados que aplicam diretamente as “fórmulas”, que foram dadas na parte anterior. Assim, memorizam-se soluções padronizadas de exercícios modelos. As situações físicas não são abordadas e não se tenta fazer com que os alunos desenvolvam as suas próprias heurísticas.

Depois dessa série de exercícios resolvidos, aparecem os “exercícios propostos” ou “exercícios de fixação” de conceitos. Quanto à sua estrutura, são iguais aos anteriores. A única diferença são os valores numéricos, alterados para que os estudantes possam treinar a sua resolução à luz dos exercícios resolvidos; após esses exercícios, uma nova definição é dada e assim sucessivamente.

---

<sup>12</sup>FERRARO, N. G., TOLEDO, P. A. (1991). *Física Básica*: volume 3. 2º grau, 4ª edição. Editora Atual; BONJORNIO, R. A. (1993). *Física fundamental*: volume único. Editora FTD; RAMALHO, F. J., FERRARO, N. G., SOARES, P. A. T. (1993). *Os fundamentos da física*. volume 3. 6ª edição. Editora Moderna; HERSKOWICZ, G., PENTEADO, P. C. M., SCOLFARO, V. (1991). *Curso completo de física*. 1ª edição. Editora Moderna; PENTEADO, P. C. M. (1997). *Física: conceitos e aplicações*. volume 3. 1ª edição. Editora Moderna.

<sup>13</sup> Explicamos o significado deste termo na nota 11 da página 59.

Finalizado o capítulo, surgem os “exercícios propostos de recapitulação”, “exercícios complementares”, ou “exercícios especiais”, “exercícios de verificação” e os “testes propostos”. Estes últimos, fazem um apanhado das questões de vestibulares de grandes Universidades.

E, como se não bastasse, além de terem a mesma estrutura de apresentação, grande parte dos exercícios que aparecem nesses livros são praticamente os mesmos, isto é, as mudanças ocorrem apenas nos valores numéricos (quando ocorrem), tornando esses livros muito semelhantes entre si. As maiores diferenças estão nas capas. Portanto os critérios que alguns professores poderiam vir a utilizar para adotar um determinado livro, em detrimento de outros, muito provavelmente não devem passar pelo pedagógico.

Via-de-regra nesses manuais, o currículo da eletrodinâmica tem sido dividido da seguinte maneira:

corrente elétrica	Resistores	Medidas elétricas	geradores e receptores	capacitores
<ul style="list-style-type: none"> <li>• intensidade da corrente;</li> <li>• corrente contínua e alternada;</li> <li>• sentido da corrente elétrica;</li> <li>• circuito elétrico;</li> <li>• medidas da intensidade da corrente elétrica;</li> <li>• energia e potência elétrica;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• lei de Ohm;</li> <li>• Lei de Joule;</li> <li>• Resistividade;</li> <li>• associação de resistores em série e em paralelo;</li> <li>• reostato</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• galvanômetro;</li> <li>• amperímetros;</li> <li>• voltímetros;</li> <li>• Ponte de Wheatstone</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• gerador e resistência interna;</li> <li>• força eletromotriz;</li> <li>• receptor e força contra eletromotriz;</li> <li>• associação de geradores;</li> <li>• lei de Kirchhoff</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• capacitor plano;</li> <li>• associação de capacitores;</li> <li>• energia potencial elétrica armazenada num capacitor;</li> <li>• dielétricos;</li> <li>• rigidez dielétrica de um isolante</li> </ul>

Tabela-4. Divisão curricular apresentada pela maioria dos livros didáticos que são utilizados nos cursos de eletrodinâmica de nível médio (vide nota 12, página 66)



Inicia-se o curso com corrente elétrica, passando-se para resistores, medidas elétricas, geradores e receptores e finalmente capacitores. Pelo fato de a quantidade de informações ser muito vasta e tratada superficialmente, não há critérios de prioridade, pois todo esse conteúdo é tratado da mesma forma. Em geral os poucos cursos de nível médio que conseguem estudar todo esse amplo currículo, estudam-no superficialmente, exigindo que os estudantes memorizem uma grande quantidade de “fórmulas” e utilizem-nas para a resolução de exercícios padronizados.

Aqui, empregamos a palavra “superficialmente”, com a intenção de explicitar que, nesses cursos, não se estabelecem relações entre os conteúdos e, muito menos, entre os conteúdos e a sua aplicação na vida real. Assim, a cada item da tabela-4, existe uma relação matemática que os alunos têm que memorizar. Por exemplo, ao definir “intensidade de corrente elétrica”, o professor destaca que  $I = \Delta Q / \Delta T$ , ou seja, que a intensidade da corrente elétrica é a razão entre a variação de carga elétrica pela variação do tempo. Logo, um exercício típico, seria, dado uma certa quantidade de carga elétrica  $\Delta Q$  e um tempo  $\Delta T$ , determinar a corrente  $I$ ; Ao definir a Lei de Ohm, o professor destaca a relação  $V = R.I$ , dado o valor numérico de uma resistência ( $R$ ) e a intensidade de uma corrente ( $I$ ), calcula-se a voltagem ( $V$ ); ao definir Potência Elétrica, o professor destaca a relação  $P = V.I$ , dado o valor numérico de uma voltagem ( $V$ ) e de uma corrente ( $I$ ), calcula-se a potência ( $P$ ). Porém, em nenhum desses casos se procura estabelecer relações entre as resistências usadas, as tensões, correntes e potências calculadas, ou mesmo, entre a variação de temperatura que estes elementos poderiam causar caso viessem a ser utilizadas em um chuveiro elétrico.

Grande parte desses conteúdos são muito específicos, tendo importância apenas para aqueles alunos que deverão utilizá-los em sua profissão, como é o caso dos estudantes de um curso profissionalizante específico em eletrônica ou eletrotécnica. Alvarenga et al (1997) afirma que assuntos como

Ponte de Wheatstone, ajustes de fundo da escala dos instrumentos de medidas elétricas, ou mesmo calcular a resistência equivalente de uma infinidade de circuitos complexos, não colaboram para o desenvolvimento cognitivos dos estudantes, pois tratam-se apenas de um conjunto de técnicas muito específicas.

Assim, concluímos que não é por acaso que, Shipstone (1989) nos diz que a eletricidade tem sido considerada pelas pessoas como sendo um dos temas da Física mais difíceis de se aprender. Nos cursos tradicionais, consegue-se fazer com que os alunos resolvam vários exercícios padronizados. Os estudantes decoram e aplicam arbitrariamente algumas equações matemáticas, como a da Lei de Ohm ou as expressões para encontrar a resistência equivalente de circuitos série e/ou paralelo. Porém, não conseguem explicar o funcionamento de um chuveiro elétrico, ou mesmo acender uma pequena lâmpada usando fios e pilhas. Faz-se necessária uma nova maneira de ensinar esses assuntos. Pois os alunos precisam lidar com conceitos tais com corrente, energia, força, eletricidade, carga e diferença de potencial, que além de serem abstratos, já fazem parte do repertório explicativo das pessoas que os usam em seu dia a dia, muitas vezes como sinônimos. A simples memorização das "fórmulas" não é suficiente para que os alunos consigam distinguir esses conceitos e empregá-los da maneira mais coerente com os seus significados científicos.

## 5.2 Fundamentos da ação pedagógica para o estudo da eletrodinâmica.

Davis et al (1990), que contempla pressupostos construtivistas, sustenta que, para que sejamos capazes de avaliar os alunos, é preciso ter clareza sobre qual teoria de ensino-aprendizagem estaremos usando para fundamentar as nossas ações em sala de aula.

Willson (1991), afirma que nas últimas duas décadas os modelos cognitivistas têm dominado as teorias que tentam explicar como ocorre a aprendizagem. Dentro das teorias cognitivas todas as respostas da aprendizagem dos alunos são importantes. As respostas boas ou ruins refletem as diferenças dos modelos individuais de cada aluno, sendo caracterizadas pelos seus conhecimentos prévios. Os conhecimentos prévios passaram a ser considerados essenciais, pois têm implicações importantes tanto para a aprendizagem quanto para o processo de avaliação.

Cobern (1996), explica que o termo construtivismo tem gerado muita confusão e controvérsia. Isso acontece pois, embora este termo tenha sido amplamente adotado em várias áreas da educação, vem sendo definido de maneira diferente por diversas pessoas. Semelhantemente, Wheatley (1991) diz que este termo pode ter vários significados, dependendo de quem e como o empregue. Nesta mesma linha, Silva (1995), nos mostra que o termo construtivismo assume hoje várias conotações, estando presente nos discursos de filósofos, psicólogos e educadores. Além disso, diz que esse termo é empregado para designar idéias ou posturas diferentes das tradicionais, inclusive quanto aos significados da própria aprendizagem.

Buscando uma definição, Wheatley (1991) e Osborne (1996) mostram que o construtivismo é um conjunto de crenças sobre o conhecimento. Ele assume que a realidade existe mas não pode ser conhecida como um conjunto de

verdades. A noção de verdade é trocada pelo conceito de viabilidade. Para Cobern (1996), o construtivismo é uma das teorias em voga que busca explicar como acontece a aprendizagem. Este modelo vê o estudante como um agente sempre ativo no processo de aprendizagem. Nesta teoria, um estudante não aprende pela recepção de conhecimentos já elaborados e transmitidos por um professor, mas através da interpretação da mensagem que se quer ensinar. Por fim, Sabetghadam (1996) apresenta escreve que o construtivismo refere-se a formação de um conjunto de concepções que são construídas durante todas as experiências de vida de uma pessoa.

Assim, o conhecimento é o resultado de uma construção ativa a partir das noções, concepções ou conceitos que uma pessoa já possui e não pode ser simplesmente transferido a ela de uma maneira passiva. O conhecimento existe apenas na mente das pessoas dentro da qual foi construído e não pode, por esse motivo, ser encontrado, por exemplo, nos livros, textos, ou em outros repositores tradicionais do conhecimento humano os quais contêm apenas símbolos e representações apresentando, assim, uma grande margem de interpretações. (Glaserfeld apud Osborne, 1996). Desta forma, idéias e pensamentos não podem ser comunicadas como se fossem um pacote fechado, pronto e acabado. Ou nas palavras de Wheatley (1991):

*“ (...) O conhecimento não é uma mercadoria que pode ser trocada (...) Nós não podemos colocar idéias nas cabeças dos estudantes, eles deverão construir as suas próprias idéias”*  
(Wheatley, 1991).

Cobern (1996), explica que no momento em que um aluno se defronta com um novo conhecimento científico, ele constrói sua compreensão própria a respeito daqueles conceitos, baseado naquilo que ele conseguiu perceber do livro texto, das atividades de ensino, ou das explicações do professor. Da mesma forma que um cientista interpreta um experimento usando unicamente os

conhecimentos que ele já possui, um estudante também aprende pela possível interpretação norteada por sua personalidade, pelo seu embasamento cultural, ou seja, pelos conhecimentos que já possui. É por essa razão, que a simples memorização de conteúdos é rapidamente esquecida. Raramente ela é significativa pois não requer do estudante uma interpretação ativa.

Tentando uma síntese, Silva (1995) diz que entende por construtivismo uma postura teórico-metodológica frente ao conhecimento, a qual permite revelar os processos de ensino, bem como as concepções que se têm sobre o objeto. Esse autor compreende que o conhecimento é edificado por um indivíduo, ou por um grupo, como um processo continuado, não linear e que, na verdade, diferentemente de como acreditavam os pensadores positivistas, não pode ser apropriado, mas sim perseguido. Dessa maneira, as noções sobre um objeto variam de pessoa para pessoa, sofrendo modificações quanto ao entendimento, em sujeitos diferentes e, também, alterando-se com o passar do tempo. O autor em questão defende ainda que os alunos, nessa perspectiva, não serão vistos como um recipiente passivo de conhecimentos, mas sim como pessoas ativas, que vivenciam o processo pedagógico e, por isso, em constante transformação.

Direcionando um pouco mais a nossa atenção para o ensino em sala de aula, observamos que parece ser um consenso, na área de ensino de Ciências, que deve-se iniciar o ensino partindo dos conhecimentos que os alunos já possuem (Solis Villa, 1984; Driver, 1986, 1988 e 1989; White et al, 1989; Duschl et al, 1991; Sequeira e Leite, 1991; Wheatley, 1991; Gil Perez, 1993a e 1993b; Dochy et al, 1996; Johnson, 1996; Osborne, 1996 e Sabetghadam, 1996, Silva et al 1997, entre outros).

Johnson et al (1996) e Sabetghadam (1996), justificam esta postura dizendo que cada pessoa tem a sua própria maneira de perceber o mundo, e para fazer isso, ela pode apenas usar os conhecimentos que já possui. Nieda e Macedo (1997), afirmam que a aprendizagem de Ciências é um ato consciente. Portanto, se o estudante não for capaz de perceber que as suas idéias, isto é,

que suas explicações de um determinado fenômeno, entram em conflito com as explicações aceitas atualmente pela Ciência, não parece ser possível que este aluno consiga melhorar as suas concepções. De maneira semelhante, Coll (1992), afirma que fazer os estudantes explicitarem suas idéias, pode ser usado como o primeiro momento de avaliação. São as atividades de coleta ou levantamento de concepções espontâneas, nas quais os alunos são incentivados a tecerem suas opiniões sobre aquele conceito que o professor quer ensinar. Esse momento pode ser apropriado para o professor fazer com que os alunos tomem consciência de suas lacunas, imprecisões e contradições de seus esquemas explicativos e, conseqüentemente, da necessidade de superá-las. Portanto, Coll (1992), entende essa avaliação inicial como sendo um instrumento de ajuste, um recurso didático que se integra ao processo de ensino-aprendizagem.

É por isso que Dochy et al (1996) afirma que a aprendizagem de um novo conteúdo, é muito dificultada quando os conhecimentos prévios, formais e informais dos alunos, não são usados como um “trampolim” para a futura aprendizagem. Este autor afirma ainda que as informações oriundas deste conhecimento inicial dos alunos revelarão os seus pontos “fracos” e “fortes”, fornecendo, assim, uma base mais objetiva para diagnosticar e guiar a avaliação no processo de aprendizagem. Especificamente, esse autor define o termo conhecimento prévio (pré-concepções ou concepções espontâneas), como sendo o conjunto dos conhecimentos pessoais de natureza dinâmica, já existentes antes do ensino, segundo o autor, o conhecimento prévio é estruturado e pode existir em múltiplos estados, é de natureza explícita e implícita e contém, também, componentes de conhecimentos conceituais e metacognitivos.

Assim, os alunos trazem consigo, para a sala de aula, várias concepções muito bem estruturadas capazes de explicar muitos fenômenos que fazem parte do cotidiano de cada um. Essas concepções são diferentes das aceitas pela comunidade científica, pois são idéias de senso comum e constituem

o repertório explicativo que os alunos possuem, no qual efetivamente acreditam e por esse motivo são resistentes às mudanças.

Não basta, como no ensino por transmissão-recepção, o professor se contentar em apenas dar boas explicações, pois os alunos, como num jogo, respondem nas provas e exames aquilo que se espera deles. Porém, em suas vidas diárias, continuam usando as suas concepções espontâneas. É como se todo o conhecimento que se tentou ensinar na escola, servisse apenas para a obtenção da nota, não tendo nenhuma relação com a realidade dos alunos. Assim, eles correm o risco de saírem do curso com quase os mesmos conhecimentos que tinham antes de iniciá-los e isso faz com que a escola se descaracterize. Como observa Davis et al (1990):

*"(...) é evidente que a passagem pela escola só tem sentido quando se supõe que se sairá diferentemente da forma como nela se entrou" (Davis, 1990).*

Silva e Fernandez Neto (1997) exemplificam este tipo de situação analisando o pensamento espontâneo encontrado na fala de muitas pessoas (mesmo as escolarizadas!), quando usam os conceitos de calor e temperatura como sinônimos.

Coburn (1996), diz que se os alunos estiveram sujeitos a um ensino que acontece unicamente pela transmissão de conhecimentos já elaborados, que ignora as concepções espontâneas dos alunos, estes aprenderão apenas alguns fragmentos daquilo que se pretendeu ensinar e não são capazes nem de contemplar o todo desse conhecimento nem, tão pouco, estabelecer as relações entre as suas partes.

Por essa razão Alonso et al (1992-b), explica que, ao invés de ajudar os estudantes a construírem conhecimentos, o professor estaria colaborando para os alunos reforçarem os seus erros conceituais. Pois, além de não considerarem os conhecimentos anteriores dos alunos, muitos professores utilizam apenas dos

exercícios fechados reforçando, assim, o caráter mecânico que exige dos estudantes apenas sua capacidade de memorização. Esse paradigma de ensino não dá ao aluno a possibilidade de propor hipóteses e realizar experimentos, nem abordar uma situação verdadeiramente problemática. Além disso, faz com que os estudantes desenvolvam uma visão fechada e deturpada sobre o que venha a ser a Ciência. Desse modo, muitos deles passam a acreditar que poucas são as pessoas capazes de aprender as teorias científicas.

Osborne (1996), afirma que as pesquisas sobre concepções espontâneas têm rompido com antigos preconceitos e desenvolvido os currículos escolares. Essas pesquisas vêm alterando a idéia de muitos professores de que os estudantes possuem um conhecimento errôneo e irracional, para uma outra idéia, a de que eles possuem “teorias” explicativas que, muitas vezes, satisfazem a necessidade que esses estudantes têm de explicarem determinados fenômenos físicos. Este autor explica que fazer os alunos explicitarem seus conhecimentos têm dois propósitos importantes. O primeiro é encorajá-los a clarificarem e articularem os seus próprios conhecimentos. E o segundo, permitir que o professor consiga desencadear um processo de avaliação formativa possibilitando a readequação do seu ensino às necessidades dos alunos.

Nieda e Macedo (1997) explicam que uma vez conhecidas as concepções espontâneas dos alunos, o professor deve empregar estratégias de ensino que apresentem elevada probabilidade de provocarem conflitos nessas idéias prévias. O aluno deve ser colocado diante de uma situação problemática, para a qual suas idéias não sejam capazes a princípio de resolvê-la completamente. Por exemplo, pode-se pedir para que os alunos façam uma previsão sobre o comportamento de um dado fenômeno, usando para isso, os seus próprios conhecimentos. Entre as muitas possibilidades, o conflito pode ser causado quando os alunos tentarem comprovar experimentalmente tal fenômeno e obtiverem um resultado diferente daquilo que haviam previsto. Neste caso, eles poderão perceber que as suas explicações não foram suficientes.



Se o problema estiver bem planejado, de forma a questionar as idéias nas quais realmente os alunos acreditam, essa situação problemática poderá ser capaz de mobilizá-los afetivamente. Para resolver tal situação, pode-se estabelecer, de comum acordo com os educandos, um programa de investigação, onde eles devem trabalhar em pequenos grupos colaborativos (Gil Perez, 1993-b). É o momento de discutir as idéias, buscar novas informações, tanto na bibliografia, quanto através da ajuda do professor, formular e finalmente, testar novas hipóteses.

À medida que os alunos formulam novas explicações para o problema, eles estabelecem novas relações entre os conceitos envolvidos na sua resolução, durante o processo de ensino, vão formulando varias hipóteses e, cabe ao professor, buscar sistematizá-las visando chegar ao conhecimento científico. Assim, os estudantes podem acabar formando estruturas cognitivas mais elaboradas do que as que possuíam anteriormente.

Embora a resolução do problema possa ter feito com que a maioria dos estudantes tenha adotado uma nova explicação, mais próxima do modelo científico, essa ainda é muito frágil e, por esse motivo, precisa ser consolidada. Uma caminho seria o professor apresentar aos alunos atividades que os levassem à aplicar as novas explicações recém construídas.

Para concretizar esta proposta, tornando-a uma prática efetiva em sala de aula, faz-se necessário criar atividades de ensino que sejam coerentes com os pressupostos construtivistas que temos explicitado. Essas atividades devem ser capazes de desenvolver e acompanhar o crescimento dos alunos em cada um dos três eixos do planejamento, ou seja, quanto aos conceitos e princípios, procedimentos, atitudes, normas e valores, explicitados na tabela 6. Silva e Lattouf (1996), afirmam que um dos grandes problemas enfrentados hoje por professores do ensino fundamental e médio não está na forma como o ensino deve ser conduzido ou nas formas de agir do professor ou ainda nas suas posturas, pois já existem consensos internacionais bem fundamentados sobre

estas questões. A grande dificuldade está no como construir problemas, questões, situações de laboratório e atividades de ensino que sirvam como início do processo de construção do conhecimento para os alunos. São essas atividades que deverão fazer com que eles explicitem as suas idéias, iniciando alguma forma de perturbação neles e permitindo que haja um objeto de foco único para todo o grupo. Em grande parte, a dificuldade ocorre porque as possibilidades de formulação e de caracterização de uma pergunta, problema ou questão são muito amplas e variadas.

Osborne (1996), defende que essas atividades devem ser capazes de possibilitar a discussão em grupos, capacitando a construção social de significados. De forma semelhante, Wheatley (1991), afirma que o conhecimento se origina das atividades de aprendizagem sobre um objeto. Assim, uma vez explicitadas as concepções espontâneas, é necessário proceder de forma a fazer com que os alunos vivenciem conflitos cognitivos. Afinal, a aprendizagem é muito favorecida quando uma pessoa está vivendo uma situação, que para ela, é verdadeiramente problemática. Mas isso não é tão simples assim, pois o que é um problema para uma pessoa, pode não ser para outras. Desta forma, o professor deve preparar tarefas que tenham elevada probabilidade de serem situações problemáticas para os alunos. A fim de identificar as tarefas que representarão essas situações, é preciso ter sempre em mente qual é a idéia central do curso.

A seleção de atividades problemáticas requer o conhecimento do nível de cada aluno para que possam ser compatíveis com os seus níveis cognitivos. Um bom problema é aquele que pode ser resolvido de várias maneiras por estudantes de diferentes níveis cognitivos. Assim, segundo Wheatley (1991), um conjunto de tarefas problemáticas devem ter as seguintes características:

- a) elas devem ser acessíveis a todos os alunos no começo;

- b) devem convidar os estudantes a tomarem decisões. Para isso, o problema contemplar diferentes processos para obtenção de suas soluções;
- c) encorajar os estudantes a fazerem perguntas;
- d) encorajar os estudantes a usarem os seus próprios métodos;
- e) promover discussões e comunicações;
- f) ser prolongável, no sentido de que deve apresentar desdobramentos e possibilidade de continuidade.

A atividade apropriada é aquela que faz o estudante reestruturar os seus pensamentos e elaborar o que ele já havia aprendido. Nesse processo, os seus erros são uma rica fonte de informações, pois evidenciam como estão pensando.

Na sala de aula os estudantes têm habilidades diferentes e para resolver os problemas propostos nas atividade de ensino, eles devem ter a oportunidade de trabalhar em seus próprios níveis de cognição usando os seus estilos de aprendizagem preferidos. Durante as discussões em classe, os alunos serão apresentados a métodos alternativos de resolução, poderão fazer comparações e desenvolver novas perspectivas que influenciarão a maneira como irão pensar as novas tarefas.

Trabalhando em conjunto, os estudantes podem progredir muito, pois a participação em pequenos grupos para a resolução de problemas pode estimular a ocorrência de conflitos cognitivos, uma vez que é grande a possibilidade das idéias dos vários alunos de um mesmo grupo serem diferentes. Assim, há várias chances de, dentro do contexto social da classe, haver um crescimento conceitual ou uma melhora das concepções dos alunos.

Desta forma, acreditamos que os alunos devem trabalhar as tarefas em pequenos grupos. Durante estes momentos, o professor procurará fomentar o trabalho colaborativo. Após a conclusão de cada tarefa, os grupos devem apresentar os seus resultados para a classe, e não apenas para o professor,

possibilitando um debate. Deve ser um momento de discussão e troca de idéias visando sínteses e não enjuizamentos. O professor não deve ser a autoridade que irá simplesmente dizer quem está certo ou quem está errado, mas um orientados do processo.

### **5.3 Critérios que estruturam um ensino de eletrodinâmica com avaliação contínua.**

Diferentemente de como têm sido estruturados os conteúdos dos cursos de eletrodinâmica nos livros didáticos apontados, Coll (1992) sugere que devemos estabelecer o currículo em três eixos principais, sendo eles: a) conceitos e princípios; b) procedimentos; c) valores, normas e atitudes. Os cursos tradicionais, têm dado atenção apenas para o ensino de conceitos. O autor, defende que associados aos conceitos, existem diversos procedimentos, valores, normas e atitudes que devem ser ensinados aos alunos. Portanto, esses também deveriam ser explicitados nos planos curriculares.

#### **a) conceitos e princípios:**

##### **a.1) conceitos:**

Buscamos em alguns autores uma definição para o termo conceito. Bunge (1969), diz que o conceito é a unidade de pensamento e que a teoria dos conceitos deveria ser o equivalente filosófico ao da teoria atômica. Edwards (1972), define o termo conceito como sendo um dos mais antigos do vocabulário da filosofia e um dos mais equivocados, pois tem sido uma constante fonte de confusões e controvérsias. O termo conceito é essencialmente uma expressão que varia. O seu significado é fixado apenas no contexto de uma teoria e não pode ser averiguado independentemente dela.

Sills (1974) exemplifica este termo dizendo que o mundo está cheio de objetos, conhecimentos e idéias que possuem características comuns. Em geral, a cada uma dessas qualidades comuns corresponde um conceito. Quando uma pessoa consegue identificar uma dessas características, dizemos que ela aprendeu um conceito. Por exemplo, um garoto aprende o conceito de azul

quando consegue escolher, dentre vários objetos misturados de várias cores e formas, apenas os azuis. Ao dar esta resposta conceitual ele está abstraindo a propriedade azul das outras propriedades dos objetos tais como o tamanho, forma ou função. Como outro exemplo podemos citar o caso de uma criança que aprendeu o conceito de triângulo. Isso acontece quando ela consegue distinguir triângulos de várias formas (retângulo, isósceles, escaleno, equilátero e obtusos) de outras figuras geométricas. Já Cabral et al (1979) afirma que um conceito requer duas qualidades básicas: abstração e generalização. A abstração isola a propriedade; a generalização reconhece que a propriedade pode ser atribuída a vários objetos. Por exemplo: durabilidade, excelência, doçura, são conceitos abstratos, que se aprendem como qualidades comuns a uma determinada classe de coisas. Homem é um conceito geral, que representa qualquer homem, os Homens em geral, implicando o conceito abstrato de "humanidade".

Buscando o significado deste termo para o ensino, Coll (1992), afirma que quando uma pessoa aprende um conceito, ela passa a ser capaz de identificar, reconhecer, classificar, descrever e comparar objetos ou idéias.

#### **a.2) princípios:**

Cabral et al (1979) afirma que, muitas vezes, emprega-se o termo princípio quando a regularidade descoberta parece não ser ainda suficiente, por alguma razão, para se estabelecer uma lei. Durozoi et al (1993), diz que do ponto de vista lógico, um princípio é a proposição inicial de uma dedução, ela própria não pode ser deduzida de qualquer outra. Coll (1992) diz que o termo princípio é usado como sinônimo de regra ou lei. E à medida que os princípios descrevem relações entre conceitos, passam a constituir verdadeiros sistemas conceituais. Como exemplos, este autor cita a lei da gravidade, o funcionamento do sistema respiratório e o teorema de Pitágoras. Assim, aprender um princípio significa adquirir um conjunto de habilidades tais como identificar, reconhecer, classificar,

descrever e comparar as relações entre os conceitos a que se refere o princípio em questão.

**b) procedimentos:**

Coll (1992), define um procedimento como sendo um conjunto de ações ordenadas, que são orientadas para se atingir uma meta. A complexidade de um procedimento varia em função do número de ações ou passos necessários para realizá-lo e também da natureza das metas que devem ser alcançadas. Portanto, aprende um procedimento, quem é capaz de utilizá-lo em diversas situações e de diferentes maneiras com o intuito de resolver os problemas propostos. Assim, adquire-se um conjunto de habilidades tais como construir um plano, fazer um resumo ou utilizar um instrumento de medida.

**c) valores, normas e atitudes:**

Coll (1992), diz que um valor é um princípio normativo que preside e regula o comportamento das pessoas. Portanto, aprender um valor significa que se é capaz de regular o próprio comportamento de acordo com a norma que um dado valor estipula. Os valores se concretizam em normas, estas são as regras de conduta que as pessoas devem respeitar em determinadas situações. Assim, quem aprende uma norma é capaz de comportar-se de acordo com ela. Já as atitudes traduzem, em termos de comportamento, o maior ou menor respeito a um determinado valor e norma. Aprender uma atitude significa mostrar uma tendência consistente e persistente a comportar-se de uma determinada maneira ante classes de situações, objetos ou pessoas.

Tentando uma síntese, segundo Coll (1992), aprender um:

<b>Conceito/Princípio</b> significa, por exemplo, ser capaz de:	<b>Procedimento</b> significa, por exemplo ser capaz de:	<b>Atitudes, Normas e Valores</b> significa, por exemplo, ser capaz de:
<b>RECONHECER</b> <b>CLASSIFICAR</b> <b>COMPARAR</b> <b>EXPLICAR</b> <b>RELACIONAR</b> <b>ANALISAR</b> <b>GENERALIZAR</b> <b>INTERPRETAR</b>	<b>MEDIR</b> <b>MONTAR, CONFECCIONAR</b> <b>CONSTRUIR</b> <b>APLICAR</b> <b>REPRESENTAR</b> <b>EXPERIMENTAR</b> <b>ELABORAR</b> <b>TRADUZIR</b> <b>CALCULAR</b>	<b>COMPORTAR-SE</b> <b>RESPEITAR</b> <b>TOLERAR</b> <b>ACEITAR</b> <b>PRESTAR ATENÇÃO</b> <b>INTERESSAR-SE POR</b>
objetos ou idéias/relações entre conceitos	Ou seja, ser capaz de utiliza-lo em diversas situações e de diferentes maneiras, com a finalidade de resolver um problema	diante de uma dada situação

Estes três eixos das dimensões pedagógicas: conceitos e princípios; procedimentos; valores, normas e atitudes - ou em outras palavras: o saber, o saber fazer e o ser - devem ser, mesmo que não exaustivamente explicitados, muito claros, para não cair na ingenuidade de se pretender avaliar se um aluno adquiriu um conceito e acabar por estar avaliando se ele conseguiu executar um procedimento, ou pior ainda, na intenção de avaliar o domínio que um aluno tem de um determinado conceito, acabar por avaliar a sua atitude ou um valor.

Desta forma, se quisermos avaliar o quanto os alunos estão conseguindo aprender sobre um determinado conceito, deveremos usar instrumentos de avaliações que permitam que os alunos mostrem um conjunto de habilidades que correspondam a ter aprendido aquele conceito, tais com identificar, reconhecer, classificar, descrever e comparar objetos ou idéias. Da mesma forma, para acompanhar o desenvolvimento dos alunos quanto a



aprendizagem de um princípio, os instrumentos de avaliações usados devem ser capazes de mostrar se os alunos desenvolveram as habilidades que correspondem a aprender um princípio. O mesmo ocorre para se avaliar a aprendizagem de um procedimento.

Gostaríamos de observar, que a avaliação das atitudes dos alunos serão feitas através da observação e do acompanhamento do professor, durante o desenvolvimento do processo de ensino. As normas, valores e atitudes explicitadas no plano curricular deverão ser negociadas e acordadas previamente e continuamente com os alunos. Assim, o resultado desses acordos deverão ser verificados durante todo processo de ensino. Pois, como afirmam Nieda e Macedo (1997), nada garante que alguém que aprendeu uma atitude utilizar-la-á em seu dia a dia, pois existem vários fatores que fazem com que uma pessoa, diante de uma determinada situação, atue de uma certa maneira e não de outra. Portanto, conhecer uma atitude, entendendo a necessidade de sua existência e as razões sociais, culturais e científicas em que tal atitude se apoia, não é suficiente para afirmar que ela será usada.

Buscando uma síntese, podemos dizer que para cada um dos três eixos do planejamento deveremos buscar instrumentos de avaliações que consigam acompanhar o desenvolvimento das habilidades correspondentes a cada um deles.

Numa tentativa de tornar claro estas três dimensões, vamos estruturar o currículo do nosso curso de eletrodinâmica da seguinte maneira, conforme sugere Coll (1992):

<b>conceitos e princípios</b>	<b>procedimentos</b>	<b>atitudes, normas e valores</b>
principais conceitos e princípios do conteúdo de eletrodinâmica que desejamos que os alunos aprendam	principais procedimentos implícitos ao conteúdo de eletrodinâmica que desejamos que os alunos aprendam.	principais valores, normas e atitudes, implícitas ao processo pedagógico que desejamos que os alunos desenvolvam

Tabela-5. Estrutura curricular obedecendo às três dimensões: conceitos/ princípios; procedimentos; e atitudes, normas e valores.

Assim, organizando o nosso curso de eletrodinâmica em termos de conceitos chaves, dentro dessa estrutura, teríamos:

conceitos e princípios	procedimentos	atitudes, normas e valores
<p>Reconhecer, comparar e classificar circuito fechado.</p> <p>Explicar fenômenos elétricos usando o Modelo clássico de corrente elétrica .</p> <p>Estabelecer relações entre tensão, resistência e corrente elétrica.</p> <p>Estabelecer relações entre resistência, comprimento e área dos materiais usados em resistores</p> <p>Reconhecer e generalizar circuitos resistivos série, paralelo e mistos.</p> <p>Identificar correntes elétricas, ddp, resistências e potências envolvidas</p> <p>Analisar gráficos que relacionam correntes, tensões elétricas e o comprimento de um dado material.</p>	<p>Sintetizar as próprias idéias oralmente e por escrito.</p> <p>Buscar fazer uma síntese das discussões com os companheiros, representando-a graficamente.</p> <p>Aplicar a noção de circuito fechado à diferentes situações problema.</p> <p>Realizar experimentos montando circuitos elétricos simples</p> <p>Medir tensões e correntes elétricas</p> <p>Traduzir as relações obtidas em experimentos, com circuitos simples, numa linguagem matemáticas</p> <p>Montar circuitos resistivos série, paralelo e mistos.</p> <p>Aplicar a Lei de Ohm e calcular a resistência equivalente de circuitos resistivos.</p> <p>Construir gráficos que relacionam correntes, tensões elétricas e o comprimento de um dado material.</p> <p>Elaborar planos de trabalhos</p> <p>Calcular correntes, ddp e potências envolvidas</p>	<p>Trabalhar em conjunto</p> <p>Ser tolerante,</p> <p>Respeitar as opinião dos companheiros</p> <p>Colaborar e participar das atividades</p>

Tabela-6. Estrutura curricular do curso de eletrodinâmica de nível médio, obedecendo às três dimensões: conceitos/ princípios, procedimentos, atitudes, normas e valores.

Diferentemente das simples listas de conteúdos, apresentadas na tabela 4, procuramos estruturar o currículo de eletrodinâmica de maneira a tornar claro quais serão as principais habilidades que pretendemos que os alunos desenvolvam através de cada conteúdo anunciado.

## 5.4 Planejamento do curso

Talvez uma das medidas fundamentais seja o planejamento do curso<sup>14</sup>. Não, fazendo uma simples lista de conteúdos, muitas vezes copiadas dos índices dos livros textos, mas sim listando, de modo a tornar claro, quais serão as atividades de ensino e em que momentos elas serão aplicadas. Preferimos elaborar o nosso planejamento dispondo-o em formato de tabela, conforme já havíamos sugerido em um trabalho anterior, Silva e Barros Filho (1997), aplicando as idéias de Coll(1992). Tomemos como exemplo a tabela abaixo:

Atividades e ações pedagógicas	Instrumentos de Avaliação	Habilidades que denotam:		
		conceitos/ princípios	procedimentos	atitudes/ normas/valores

Tabela-7. Sugestão de como estruturar um planejamento de aulas

---

<sup>14</sup>Sobre esta questão, em um trabalho nosso (Silva e Barros Filho, 1997), argumentamos que os planejamentos escolares, na maioria das vezes, tem servido apenas para prestar contas aos serviços burocráticos, muitas vezes sendo apenas listas de conteúdos copiados de livros didáticos. Por não terem critérios de importância e de hierarquia, além de não apresentarem a forma que o ensino e a avaliação serão feitas, não permitem a troca, o debate e nem o diálogo construtivo, representando mais uma pilha de papéis muitas vezes inúteis; são diálogos surdos ou letras mortas: não permitem questionamentos e não revelam as intenções pedagógicas dos cursos. Nesse sentido, desacreditamos na construção de um projeto pedagógico que não seja coletivo e que não se aproxime do que será feito em sala de aula.

Uma resposta possível e cabível para essa necessidade é a construção de um planejamento que possa materializar os conteúdos (leis, teorias, princípios etc.), um esboço das atividades que serão desenvolvidas, os objetivos educacionais que se pretenda alcançar e os possíveis instrumentos de avaliação, para que os professores possam opinar, discordar, concordar, sugerir, etc. Com isto, pode-se superar as propostas educacionais genéricas e parciais, muito frequentes nas escolas.

As linhas desta tabela poderão ser usadas para descrever quais serão as principais características das atividades de ensino que o professor irá propor aos alunos. Assim, na coluna Atividades e ações pedagógicas, pode-se descrever a essência das atividades de ensino e das ações pedagógicas que o professor irá propor aos alunos. Na coluna Instrumentos de Avaliação, pode-se descrever quais serão os instrumentos de avaliações, que o professor irá propor, para acompanhar o desenvolvimento dos estudantes durante o processo de ensino-aprendizagem. Deve-se lembrar, que as formas de avaliações descritas neste campo necessitam serem negociadas e acordadas com os estudantes. Na coluna Habilidades (subdividida em Habilidades que denotam conceito/princípio, procedimentos e atitudes/normas/valores), pode-se descrever quais são as principais habilidades que gostaríamos de acompanhar durante o desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem.

De forma semelhante ao exposto acima, a coluna que possibilita a descrição das atitudes, normas e valores que pretendemos que os alunos desenvolvam. Por sua vez, estas atitudes, normas e valores deverão ser continuamente negociadas com os estudantes desde o primeiro dia do curso até o seu término.

Acreditamos que desse modo, o planejamento nos possibilitará tanto uma visão do todo, quanto determinar qual será o nosso “norte”. Foi a maneira que encontramos para concretizar o discurso de vários educadores, quando dizem que é preciso que o professor tenha clareza sobre quais são os objetivos de seu ensino. Esses educadores insistem que o docente precisa ter muito bem em seu horizonte o início, o meio e o fim do seu ensino, o objetivo de cada tarefa e os instrumentos de avaliação que serão usados no decorrer do curso. Isso é evidenciado, por exemplo, nas palavras de Herbart (apud Machado et al , 1996):

*“... é preciso saber o que se quer quando se começa a educação (...). É preciso que o educador veja diante dos olhos o fim do seu*

*trabalho, claro como uma carta geográfica ou, se possível, como um plano fundamental de uma cidade bem construída...” (Herbart apud Machado et al , 1996).*

Apresentaremos agora o nosso planejamento do curso de eletrodinâmica (tabela 8). Em seguida, passaremos a descreve-la e explicá-la:

## 5.5 Planejamento: Aulas de Eletrodinâmica

Não é a nossa intenção, ao propor esta forma para planejar o curso de eletrodinâmica, torná-lo rigidamente estruturado, sem possibilidades de mudanças. Acreditamos que esta forma seja capaz de estruturar propostas de atividades a serem realizadas em sala de aula. Além de evidenciar o que se pretende com cada atividade, planejando qual será o momento mais adequado para inseri-la na programação<sup>15</sup>, esta forma pode melhorar o diálogo entre os professores e o desenvolvimento de um trabalho em conjunto, à medida que poderá servir de veículo para que os professores consigam estruturar as suas idéias sobre ensino podendo, inclusive, trocar informações.

---

<sup>15</sup> A decisão de inserir uma nova atividade de ensino, ou de passar à próxima, deve ser tomada em função do desenvolvimento dos alunos. Embora possamos estimar os momentos em que possamos propor cada uma das atividades, apenas as interações entre professor-alunos, em sala de aula, possibilitarão a tomada deste tipo de decisão.



		Habilidades que denotam:		
Atividades e ações pedagógicas	Instrumentos de Avaliação	conceitos/ princípios	procedimentos	atitudes/ normas/valores
<p>Professor propõe <u>atividade-1A</u>, onde solicita que os alunos esbocem ligações entre pilhas e lâmpadas elétrica.</p> <p>Tentativa de identificar as concepções dos alunos acerca de circuito fechado</p>	Recolhe a produção individual dos alunos. (figura-A)		Esboçar as próprias idéias através de um desenho.	
<p>Professor propõe <u>atividade-1B</u>, onde solicita que os alunos reunam-se em pequenos grupos para discutirem as suas respostas da atividade 1A.</p> <p>Cada grupo preparará uma nova figura-A, representando o resultado de suas discussões.</p> <p>Busca do estabelecimento da noção de circuito fechado</p>	<p>Durante o trabalho dos grupos o professor estará observando:</p> <p>a) formas de interação entre os alunos: coerção e/ou controle;</p> <p>b) procedimentos de resolução da tarefa</p> <p>c) envolvimento de cada aluno na atividade</p>		<p>Buscar fazer uma síntese das discussões com os companheiros, representando-a graficamente.</p>	<p>Buscar que os alunos:</p> <p>colaborem e participem das atividades;</p> <p>trabalhem em grupo sendo tolerantes e respeitando as opiniões dos companheiros.</p>
<p>O professor solicita que cada grupo fixe a sua figura-A na lousa para dar início a um painel.</p> <p>Tentativa de fazer com que cada aluno tome conhecimento sobre como os seus companheiros estão propondo soluções ao problema apresentado.</p>				idem

		Habilidades que denotam:		
Atividades e ações pedagógicas	Instrumentos de Avaliação	conceitos/ princípios	procedimentos	atitudes/ normas/valores
O professor propõe que um representante de cada grupo apresente e justifique as suas respostas oralmente.	Apresentação dos grupos		Explicar as suas respostas oralmente	
O professor faz uma discussão com a classe e classifica as figuras que se apresentarem semelhantes.				
<p>O professor propõe a <u>atividade-2</u>, onde coloca a disposição dos alunos fios, lâmpadas e pilhas.</p> <p>Solicita que os alunos se reúnam em pequenos grupos a fim de verificar se as soluções apresentadas no painel de fato fazem a lâmpada acender.</p> <p>Possibilitar que os alunos tomem contato com lâmpadas, fios e pilhas, tendo a oportunidade de montarem circuitos simples e comprovarem se as soluções que propuseram anteriormente, de fato fazem a lâmpada acender.</p>	<p>Durante o trabalho dos grupos o professor estará observando:</p> <p>a) formas de interação entre os alunos: coerção e/ou controle;</p> <p>b) procedimentos de resolução da tarefa</p> <p>c) envolvimento de cada aluno na atividade</p>		<p>Realizar um experimento, montando um circuito resistivo simples</p>	<p>Buscar que os alunos:</p> <p>colaborem e participem das atividades;</p> <p>trabalhem em grupo sendo tolerantes e respeitando as opiniões dos companheiros.</p>

		Habilidades que denotam:		
Atividades e ações pedagógicas	Instrumentos de Avaliação	conceitos/ princípios	procedimentos	atitudes/ normas/valores
<p>O professor solicita que cada grupo faça um novo desenho, mostrando todos os procedimentos de ligar a pilha à lâmpada, que, de fato, a fez acender.</p> <p>Busca do estabelecimento da noção de circuito fechado.</p>	idem		<p>Buscar fazer uma síntese das discussões com os companheiros, representando-a graficamente.</p>	idem
<p>O professor solicita que cada grupo fixe a sua figura na lousa a fim de formar um novo painel.</p> <p>Propõe que um representante de cada grupo apresente e justifique as suas respostas oralmente.</p> <p>Tentativa de fazer com que cada aluno tome conhecimento sobre como os seus colegas estão propondo soluções para o problema.</p>	Apresentação dos grupos		<p>Explicar as suas respostas oralmente</p>	

		Habilidades que denotam:		
Atividades e ações pedagógicas	Instrumentos de Avaliação	conceitos/ princípios	procedimentos	atitudes/ normas/valores
<p>O professor faz uma discussão com a classe comparando as antigas figuras com as que os grupos acabaram de apresentar.</p> <p>O professor faz uma nova classificação agrupando os desenhos semelhantes.</p> <hr/> <p>Buscar a noção de circuito fechado;</p> <p>Reduzir a quantidade de maneiras possíveis de fazer a lâmpada acender.</p>			Os alunos, com a ajuda do professor, comparam e classificam os circuitos representados.	
<p>O professor propõe a <u>atividade-3</u>, onde solicita que os alunos apliquem a noção de circuito fechado às novas situações.</p> <hr/> <p>Possibilita que os alunos apliquem a noção de circuito fechado à diferentes situações</p>	Recolhe a produção dos alunos (figura-B).	reconhecer circuitos fechados	Aplicar a noção de circuito fechado	

		Habilidades que denotam:		
Atividades e ações pedagógicas	Instrumentos de Avaliação	conceitos/ princípios	procedimentos	atitudes/ normas/valores
<p>O professor propõe uma votação, onde os alunos irão eleger quais são os desenhos da figura-B, que de fato farão a lâmpada acender</p> <p>Tentativa de desencadear uma discussão, em que o professor procurará sistematizar a noção de circuito fechado</p>			Os alunos, com a ajuda do professor, comparam e classificam os circuitos representados.	
<p>O professor propõe a <u>atividade-4</u>, onde solicita que os alunos corrijam a figura-B1, para que a lâmpada acenda.</p> <p>Avaliar o desenvolvimento da noção de circuito fechado</p>	Recolhe a produção dos alunos (figura-B1).	reconhecer circuitos fechados	Aplicar a noção de circuito fechado a novas situações	
<p>O professor propõe a <u>atividade-5</u>, onde solicita que os alunos desenhem as ligações internas de uma lâmpada</p> <p>Analisar a estrutura da lâmpada que caracteriza o circuito fechado.</p>	Recolhe a produção dos alunos (figura-C).		Esboçar as próprias idéias através de um desenho.	

		Habilidades que denotam:		
Atividades e ações pedagógicas	Instrumentos de Avaliação	conceitos/ princípios	procedimentos	atitudes/ normas/valores
<p>O professor coloca a disposição de cada aluno uma lâmpada e solicita que façam um novo desenho representando-a.</p>				
<p>Possibilita que os alunos revejam as suas idéias sobre como que o filamento de uma lâmpada é ligado ao seu soquete</p>				
<p>O professor solicita que os alunos reunam-se em pequenos grupos a fim de discutirem e compararem as suas respostas, tentando chegar a um consenso.</p>	<p>Durante o trabalho dos grupos o professor estará observando:</p> <p>a) formas de interação entre os alunos: coerção e/ou controle;</p> <p>b) procedimentos de resolução da tarefa</p> <p>c) envolvimento de cada aluno na atividade.</p>		<p>Buscar fazer uma síntese das discussões com os companheiros, representando-a graficamente.</p>	<p>Buscar que os alunos:</p> <p>colaborem e participem das atividades;</p> <p>trabalhem em grupo sendo tolerantes e respeitando as opiniões dos companheiros.</p>
<p>Distribui a figura-C, em tamanho A4, para cada grupo, a fim de sistematizarem o resultado de suas discussões e formarem um novo painel.</p>				
<p>Busca da reciprocidade social</p>				

		Habilidades que denotam:		
Atividades e ações pedagógicas	Instrumentos de Avaliação	conceitos/ princípios	procedimentos	atitudes/ normas/valores
<p>Propõe que um representante de cada grupo apresente e justifique as suas respostas</p> <hr/> <p>Tentativa de fazer com que cada aluno tome conhecimento sobre como os seus colegas estão propondo soluções para o problema.</p>	Apresentação dos grupos.		Explicar as suas respostas oralmente.	
<p>O professor propõe a <u>atividade-6</u>, onde solicita que os alunos desenhem o filamento de diferentes lâmpadas</p> <hr/> <p>Tentativa de averiguar se os alunos generalizaram a maneira com que o filamento está ligado dentro da lâmpada</p>	Recolhe a produção dos alunos (figura-D).	Generalizar a idéia de como os filamentos das lâmpadas são ligados a ela.	Aplicar a noção de circuito fechado.	

		Habilidades que denotam:		
Atividades e ações pedagógicas	Instrumentos de Avaliação	conceitos/ princípios	procedimentos	atitudes/ normas/valores
<p>O professor propõe a <u>atividade-7</u>, onde solicita que os alunos façam um desenho representando um circuito capaz de acender uma das lâmpadas da figura-D.</p> <p>Solicita que os alunos apliquem a noção de circuito fechado em diferentes situações</p>	<p>Recolhe a produção dos alunos.</p>		<p>Aplicar a noção de circuito fechado, resolvendo o problema proposto</p>	
<p>O professor propõe a <u>atividade-8</u>, onde coloca a disposição dos alunos lanternas e suportes para pilhas e lâmpadas, solicitando que os desmontem e façam um desenho representando as suas ligações internas.</p> <p>Tentativa de fazer com que os estudantes se familiarizem com os suportes de pilhas e lâmpadas.</p> <p>Retomar a temática de circuito fechado</p>	<p>Recolhe a produção dos grupos.</p> <p>Durante o trabalho dos grupos o professor estará observando:</p> <p>a) formas de interação entre os alunos: coerção e/ou controle;</p> <p>b) procedimentos de resolução da tarefa</p> <p>c) envolvimento de cada aluno na atividade.</p>	<p>reconhecer ligações que colaboram para o circuito fechado</p>	<p>Buscar fazer uma síntese das discussões com os companheiros, representando-a graficamente.</p>	<p>Buscar que os alunos:</p> <p>colaborem e participem das atividades;</p> <p>trabalhem em grupo sendo tolerantes e respeitando as opiniões dos companheiros.</p>



		Habilidades que denotam:		
Atividades e ações pedagógicas	Instrumentos de Avaliação	conceitos/ princípios	procedimentos	atitudes/ normas/valores
<p>O professor propõe a <u>atividade-9</u>, onde questiona os alunos sobre o funcionamento das lâmpadas.</p> <p>Fomentar uma discussão que será o tema da próxima exposição do professor</p>	Recolhe a produção dos alunos.		Esboçar as próprias idéias por escrito.	
<p>O professor ministra uma aula expositiva participativa sobre o funcionamento das lâmpadas, usando como apoio o texto do ANEXO-1.</p> <p>Trazer informações para os alunos sobre como e em que contexto a lâmpada foi inventada, como ela funciona e como é fabricada.</p>		Interpretar um texto		
<p>O professor propõe a <u>atividade-10</u>, onde solicita que os alunos discutam o que acontecerá se ligarmos uma lâmpada que teve o seu bulbo quebrado.</p> <p>Possibilitar a discussão de algumas características do funcionamento das lâmpadas.</p>	Recolhe a produção dos alunos (figura-E).		Esboçar as próprias idéias por escrito.	

		Habilidades que denotam:		
Atividades e ações pedagógicas	Instrumentos de Avaliação	conceitos/ princípios	procedimentos	atitudes/ normas/valores
<p>Como <u>atividade-11</u>, o professor trabalhará o texto do ANEXO-2 com os alunos a fim de desenvolver o Modelo clássico de corrente elétrica.</p> <p>O professor fará uma síntese sistematizando o Modelo clássico de corrente elétrica.</p> <hr/> <p>Apresentar aos alunos o modelo clássico de corrente elétrica.</p>	<p>Cada grupo apresenta oralmente a sua compreensão de uma parte do texto do ANEXO-2.</p> <p>Durante o trabalho dos grupos o professor estará observando:</p> <p>a) formas de interação entre os alunos: coerção e/ou controle;</p> <p>b) procedimentos de resolução da tarefa</p> <p>c) envolvimento de cada aluno na atividade.</p>	Interpretar um texto	Explicar as suas respostas oralmente.	<p>Buscar que os alunos:</p> <p>colaborem e participem das atividades;</p> <p>trabalhem em grupo sendo tolerantes e respeitando as opiniões dos companheiros.</p>
<p>O professor propõe a <u>atividade-12</u>, onde solicitará que os alunos explicitem algumas de suas concepções sobre o modelo de corrente elétrica.</p> <hr/> <p>Tentativa de problematizar o tema, tendo em vista algumas concepções espontâneas dos alunos, sobre modelo de corrente elétrica, que se mostrem resistentes a mudanças</p>	Recolhe a produção dos alunos (figura-F)		<p>Esboçar as próprias idéias por escrito.</p> <p>Aplicar o modelo de corrente a resolução de um problema.</p>	

		Habilidades que denotam:		
Atividades e ações pedagógicas	Instrumentos de Avaliação	conceitos/ princípios	procedimentos	atitudes/ normas/valores
Solicita que os alunos discutam as suas respostas em pequenos grupos, buscando um consenso.	<p>Durante o trabalho dos grupos o professor estará observando:</p> <p>a) formas de interação entre os alunos: coerção e/ou controle;</p> <p>b) procedimentos de resolução da tarefa</p> <p>c) envolvimento de cada aluno na atividade.</p>		<p>Buscar fazer uma síntese das discussões com os companheiros, representando-a graficamente.</p>	<p>Buscar que os alunos:</p> <p>colaborem e participem das atividades;</p> <p>trabalhem em grupo sendo tolerantes e respeitando as opiniões dos companheiros.</p>
<p>O professor solicitará que um representante de cada grupo exponha as suas conclusões para a classe.</p> <hr/> <p>Tentativa de fazer com que cada aluno tome conhecimento sobre como os seus colegas estão propondo soluções para o problema</p>	Apresentação dos grupos.		Explicar as suas respostas oralmente.	

		Habilidades que denotam:		
Atividades e ações pedagógicas	Instrumentos de Avaliação	conceitos/ princípios	procedimentos	atitudes/ normas/valores
<p>O professor simulará experimentalmente os modelos prováveis de corrente dos alunos, tentando gerar contradições em seus modelos de corrente elétrica</p> <p>Tentativa de questionar os modelos de corrente dos alunos.</p>				
O professor solicita que os alunos tentem explicar tais contradições	Recolhe a produção dos alunos		<p>Esboçar as próprias idéias por escrito.</p> <p>Aplicar o modelo de corrente a resolução de um problema.</p>	

		Habilidades que denotam:		
Atividades e ações pedagógicas	Instrumentos de Avaliação	conceitos/ princípios	procedimentos	atitudes/ normas/valores
<p>O professor propõe a <u>atividade-13</u>, que procura introduzir a idéia de resistência elétrica.</p> <p>O professor trabalha o texto do ANEXO-3, que discute a resistência elétrica dos materiais à luz do Modelo clássico de corrente elétrica.</p> <p>Tentativa de desenvolver a idéia de resistência elétrica</p>	<p>Recolhe a produção dos grupos.</p> <p>Durante o trabalho dos grupos o professor estará observando:</p> <p>a) formas de interação entre os alunos: coerção e/ou controle;</p> <p>b) procedimentos de resolução da tarefa</p> <p>c) envolvimento de cada aluno na atividade.</p>		<p>Esboçar as próprias idéias por escrito.</p> <p>Produzir um circuito resistivo simples</p>	<p>Buscar que os alunos:</p> <p>colaborem e participem das atividades;</p> <p>trabalhem em grupo sendo tolerantes e respeitando as opiniões dos companheiros.</p>

		Habilidades que denotam:		
Atividades e ações pedagógicas	Instrumentos de Avaliação	conceitos/ princípios	procedimentos	atitudes/ normas/valores
O professor propõe a <u>atividade-14</u> , que procura desenvolver as relações entre resistência, comprimento e secção transversal de um dado material.	<p>Recolhe a produção dos grupos.</p> <p>Apresentação dos grupos.</p> <p>Quanto ao trabalho dos alunos em grupo, as observações do professor se darão como exposto na atividade anterior.</p>	<p>Estabelecer relações entre resistência, comprimento e secção transversal de um dado material.</p> <p>Analisar gráficos que relacionam corrente elétrica e o comprimento de um dado material.</p>	<p>Esboçar as próprias idéias por escrito.</p> <p>Explicar as suas respostas oralmente</p> <p>Aplicar o Modelo clássico de corrente elétrica a um problema proposto.</p> <p>Construir gráficos que relacionam correntes elétricas e o comprimento de um dado material.</p> <p>Sintetizar as relações encontradas numa linguagem matemática</p>	idem à atividade anterior.

		Habilidades que denotam:		
Atividades e ações pedagógicas	Instrumentos de Avaliação	conceitos/ princípios	procedimentos	atitudes/ normas/valores
O professor propõe a <u>atividade-15</u> , onde tentará introduzir a Lei de Ohm	Recolhe a produção dos alunos.  Apresentação dos grupos  Quanto ao trabalho dos alunos em grupo, as observações do professor se darão como exposto na atividade anterior.	Estabelecer relações entre tensões e correntes elétricas  Analisar gráficos que relacionam a tensão em função da correntes elétricas.	Esboçar as próprias idéias por escrito.  Explicar as suas respostas oralmente  Montar um circuito simples.  Construir gráficos que relacionam a tensão em função da correntes elétricas.	idem à atividade anterior.
O professor propõe aos alunos a <u>atividade-16</u> , onde tentará desenvolver a noção de associação de resistores.	Recolhe a produção individual dos alunos  Apresentação dos grupos  Quanto ao trabalho dos alunos em grupo, as observações do professor se darão como exposto na atividade anterior.		Esboçar as próprias idéias por escrito.  Aplicar o Modelo clássico de corrente elétrica à resolução de um problema.  Explicar as suas respostas oralmente	idem à atividade anterior.

		Habilidades que denotam:		
Atividades e ações pedagógicas	Instrumentos de Avaliação	conceitos/ princípios	procedimentos	atitudes/ normas/valores
O professor propõe aos alunos a <u>atividade-17</u> , onde tentará sistematizar a noção de associação de resistores	Recolhe a produção dos alunos  Quanto ao trabalho dos alunos em grupo, as observações do professor se darão como exposto na atividade anterior.	Explicar o funcionamento de um circuito elétrico usando o Modelo clássico de corrente elétrica.	Montar um circuito simples medindo tensões e correntes elétricas.  Aplicar o Modelo clássico de corrente elétrica à resolução de um problema	idem à atividade anterior.
O professor propõe aos alunos a <u>atividade-18</u> , onde tentará introduzir a noção de potência elétrica.	Recolhe a produção dos alunos  Apresentação dos grupos  Quanto ao trabalho dos alunos em grupo, as observações do professor se darão como exposto na atividade anterior.	identificar modelos de circuitos elétricos.	Usar o Modelo clássico de corrente elétrica para explicar o aquecimento da água provocado por um chuveiro elétrico.  Explicar as suas respostas oralmente	idem à atividade anterior.



		Habilidades que denotam:		
Atividades e ações pedagógicas	Instrumentos de Avaliação	conceitos/ princípios	procedimentos	atitudes/ normas/valores
<p>O professor propõe aos alunos a <u>atividade-19</u>, onde irá propor aos alunos dois problemas abertos.</p> <p>O professor terá a possibilidade de rediscutir os principais conceitos e procedimentos estudados ao longo do curso</p>	idem à atividade anterior	formular hipóteses estabelecendo relações entre os conceitos estudados	<p>Elaborar um plano de trabalho</p> <p>Calcular correntes, ddps e potências elétricas envolvidas</p>	idem à atividade anterior

Tabela 8. Planejamento do Curso de Eletrodinâmica

## **5.6 As atividades propostas.**

Passaremos agora a descrever um “roteiro” contendo sugestões de atividades de ensino que comporão uma proposta de planejamento. Gostaríamos de enfatizar que esta é uma previsão do que poderá acontecer em sala de aula. Diversas situações não previstas poderão acontecer. Assim, esta proposta de planejamento deverá adaptar-se às necessidades particulares que o professor irá encontrar em sala de aula, não sendo alterada na sua essência.

Para iniciar o nosso curso, elaboramos a atividade - 1, composta pelas sub-atividades 1A e 1B, de forma a identificar as concepções dos alunos acerca de fenômenos elétricos em geral, explorando inicialmente elementos que impliquem na necessidade de “circuitos fechados” para a ocorrência de fenômenos específicos.

Desta forma, começaremos o curso propondo aos alunos a referida atividade, que irá envolver três situações problema (situações 1, 2 e 3). Cada uma dessas situações deverá ser respondida individualmente pelos alunos, de forma a proporcionar-nos condições de averiguar suas primeiras concepções sobre os fenômenos circunscritos aos problemas em questão.

Especificamente, as situações problema solicitarão dos alunos que esbocem ligações entre PILHAS ELÉTRICAS e LÂMPADAS, em desenhos previamente preparados, de maneira que tais lâmpadas tenham possibilidade de acenderem em ligações reais.

### Atividade - 1A

Em cada uma das figuras abaixo (figura-A), estão representadas uma PILHA ELÉTRICA e uma LÂMPADA.

Complete as figuras de maneira que cada uma das LÂMPADAS tenha possibilidade de ser acendida. Considere todas as possibilidades de acender as LÂMPADAS, se você achar necessário.

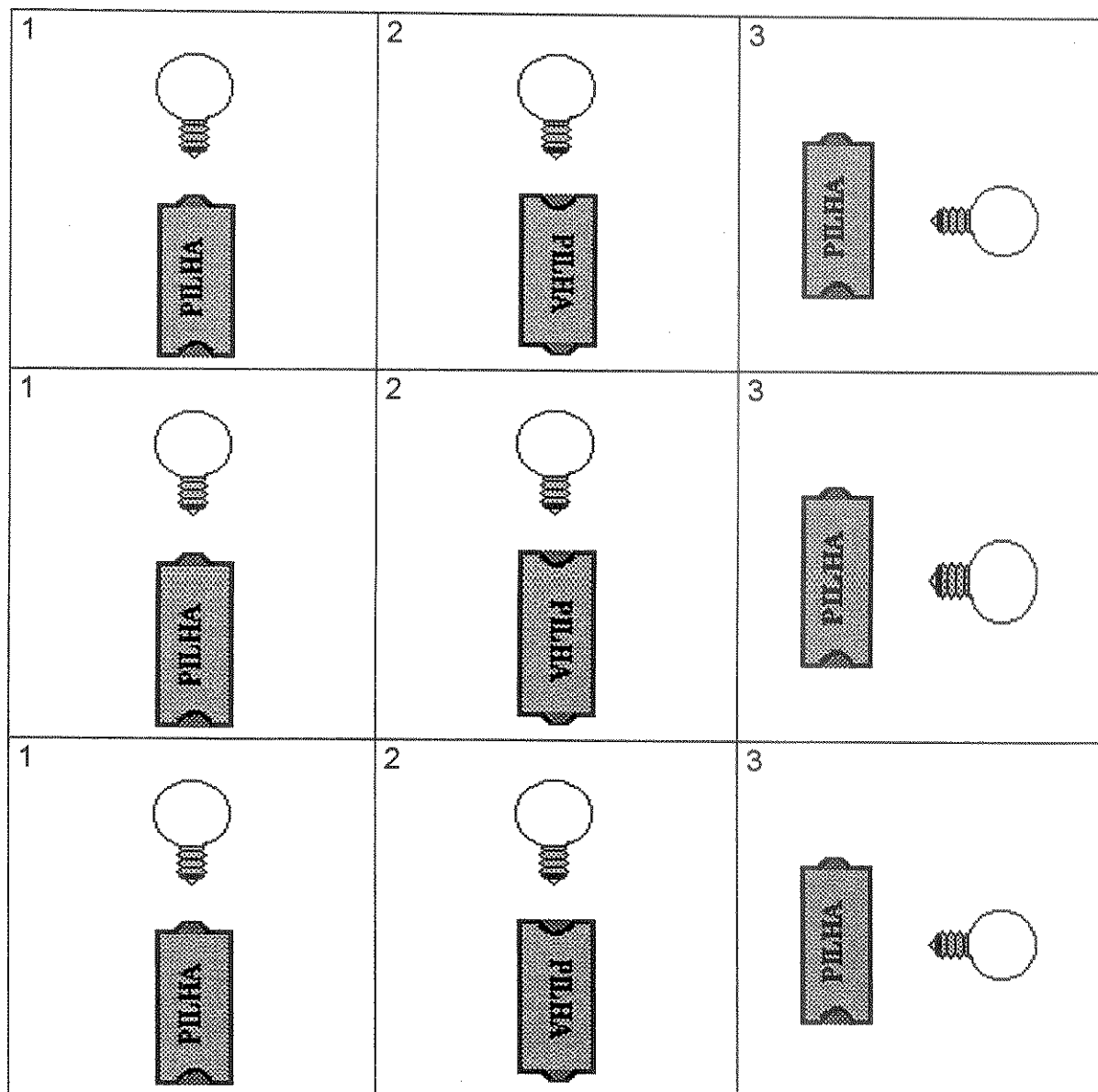


figura-A

### **Atividade - 1B**

À medida que os alunos forem terminando a atividade - 1A, o professor irá recolher as suas produções e propor a atividade-1B. Tais produções constituem-se numa maneira de avaliar os alunos centrando, sobretudo, nas concepções que dispõe os sujeitos quanto a idéia de circuito fechado. Isso permite verificar quais são as relações que norteiam o pensamento dos alunos.

Na atividade-1B, o professor solicitará que os alunos reunam-se em pequenos grupos (composto preferencialmente de três alunos cada), a fim de discutirem as suas respostas da atividade anterior, tentando chegar, se possível, a um consenso sobre as maneiras possíveis de fazer a lâmpada acender.

Neste momento, cada aluno poderá ter a oportunidade de tomar conhecimento de como os seus companheiros de grupo estão solucionando as situações problema propostas. Nesse sentido, estaremos estabelecendo um tempo a ser dedicado à discussão e a troca de idéias com o propósito de favorecer a cooperação entre os alunos. Esta, num sentido piagetiano, é compreendida como sendo uma operação em comum. Ou seja, é o momento em que os alunos têm a oportunidade de estabelecer relações interindividuais, coordenando os seus diferentes pontos de vista, possibilitando que a reciprocidade social seja alcançada. Entre as possíveis ocorrências podemos prever:

- a) os alunos proporão as mesmas respostas, concordando entre si;
- b) os alunos proporão soluções diferentes, porém, um dos componentes do grupo conseguirá convencer os demais, ou parte deles, de que uma das soluções propostas, de fato, será a “correta”;
- c) os alunos proporão soluções diferentes e não conseguirão chegar a um consenso sobre qual das soluções é a “correta”.

Enquanto os grupos estiverem trabalhando, o professor distribuirá, para cada um deles, uma cópia da figura-A (em tamanho A4). Solicitará, então, com o mesmo propósito da atividade 1A, que cada grupo complete este desenho,

primeiro usando um lápis. Após terem chegado a uma conclusão sobre as maneiras de ligar a lâmpada, deverão reforçar os traços dos desenhos utilizando canetas coloridas.

Durante o desenvolvimento das atividades em grupo, o professor estará observando:

a) as formas de interação entre os alunos (coerção, quando há a predominância e a autoridade de um sobre os demais; cooperação, quando há trocas fundadas no respeito mútuo);

b) procedimentos de resolução das tarefas propostas;

c) O envolvimento de cada aluno nas atividades. Pode acontecer que algum aluno se mantenha distante e ausente durante o trabalho do seu grupo. Neste caso, os motivos que gerarão este tipo de atitude, por parte deste aluno, podem ser diversos, tais como: as formas de interações entre os alunos descritas no item a), problemas particulares envolvendo a família deste aluno, ou até mesmo a própria atividade de ensino, no sentido de que esta não foi capaz de envolvê-lo. Desta forma, se tal atitude ocorrer com uma grande quantidade de alunos, elas deverão ser usadas pelo professor como instrumentos de *feedback*, para que este consiga reorientar as atividades de ensino.

Esta postura do professor permite acompanhar os alunos ao longo do processo de ensino-aprendizagem.

À medida que os grupos forem terminando os seus desenhos, o professor solicitará que os fixem na lousa (ou em uma das paredes da sala de aula), formando um grande painel, o qual irá compor o resultado de suas discussões.

A intenção deste procedimento é fazer com que todos os alunos tomem conhecimento de como os seus companheiros estão propondo solução ao problema apresentado, ou seja, as possíveis maneiras de se fazer a lâmpada acender. Até este ponto o professor não estará preocupado em verificar se as respostas dos estudantes estão corretas ou não. Além de fazer com que cada

aluno explicita as suas idéias, por meio das figuras realizadas, estas atividades estarão fomentando o trabalho participativo em pequenos grupos. Com o trabalho em grupo, o professor estará solicitando dos alunos uma atitude colaborativa, participativa, tolerante, desenvolvendo decentrações e respeito às opiniões dos companheiros.

Com a construção do painel, o professor irá propor que um representante de cada grupo apresente e justifique as suas respostas. Fará uma discussão com a classe buscando classificar as possibilidades que se apresentarem semelhantes às de acender a lâmpada, conforme explicitados no painel. Para isso, o professor poderá usar uma caneta colorida, adotando uma cor para cada conjunto de desenhos que os alunos concordarem ser semelhantes.

Ao terminar esta atividade, o professor recolherá o material afixado na lousa ou na parede da sala de aula.

## **Atividade-2**

O professor iniciará esta aula reconstruindo, contando com a ajuda dos alunos, o painel da atividade anterior. Em seguida, colocará a disposição dos alunos lâmpadas, fios (rígido desencapado) e pilhas, para que esses possam verificar se os diferentes procedimentos de acender a lâmpada, conforme representados no painel, de fato trazem soluções satisfatórias para as situações problema propostas.

Após os alunos verificarem os diversos procedimentos propostos de fazer a lâmpada acender segundo as figuras expostas, o professor solicitará que cada grupo faça um novo desenho mostrando todos os procedimentos de ligar a pilha à lâmpada, que, de fato, a fez acender. Esses desenhos irão formar um novo painel. Em seguida à sua construção, os alunos serão solicitados a escolher um representante de cada grupo para apresentar e justificar oralmente as respostas de seus colegas.

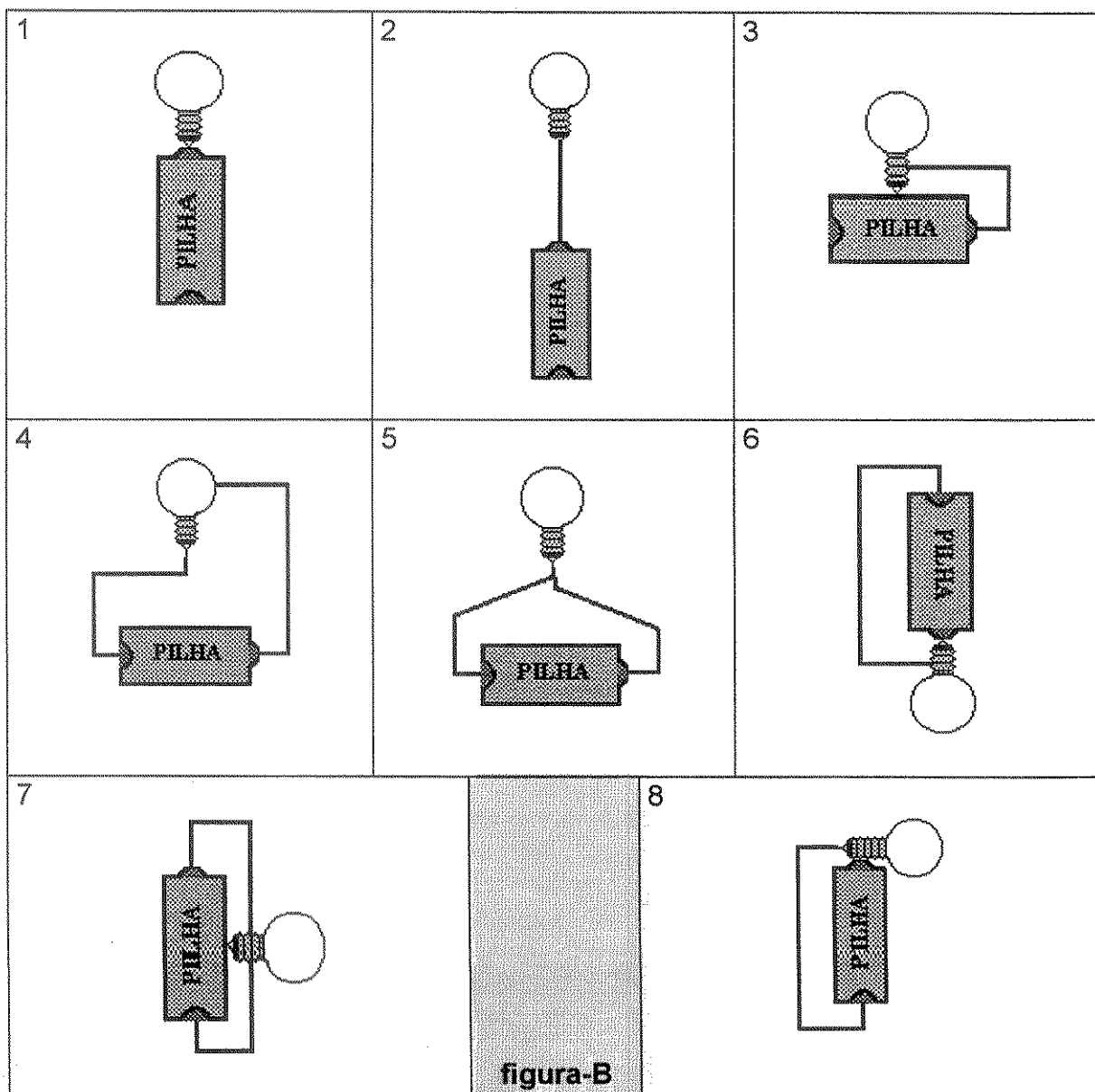
Essa atividade permite que o sujeito organize internamente os seus pensamentos e os exponha de forma coerente e possível de ser compreendida pelos seus interlocutores.

A seguir, o professor fará uma discussão com os alunos, comparando o antigo painel com o novo que acabaram de construir. A partir daí, uma nova classificação agrupando os desenhos semelhantes será realizada. Essa nova classificação permitirá que os alunos, à luz de suas novas experiências, reduzam a quantidade de maneiras de ligar a lâmpada que haviam proposto inicialmente.

### Atividade-3

Nesta atividade-3, o professor irá propor aos alunos um conjunto de situações problema, onde eles serão solicitados a aplicar a noção de circuito fechado que vem sendo desenvolvida. Para tal, o professor entregará uma folha (figura-B) para cada aluno contendo a seguinte questão:

*Identifique entre os circuitos abaixo, em quais as lâmpadas acenderiam. Para cada um dos desenhos, explique por que a lâmpada acende, ou não acende.*





Esta atividade permite ao professor avaliar o como os alunos vêm desenvolvendo a noção de circuito fechado.

Depois de recolher as respostas dos alunos, o professor proporá uma “votação” com a classe a fim de determinar quais são os desenhos da figura-B que a maioria dos alunos acham que farão a lâmpada acender. Para isso, o professor poderá usar a lousa para computar os “votos” dos alunos, através da seguinte tabela:

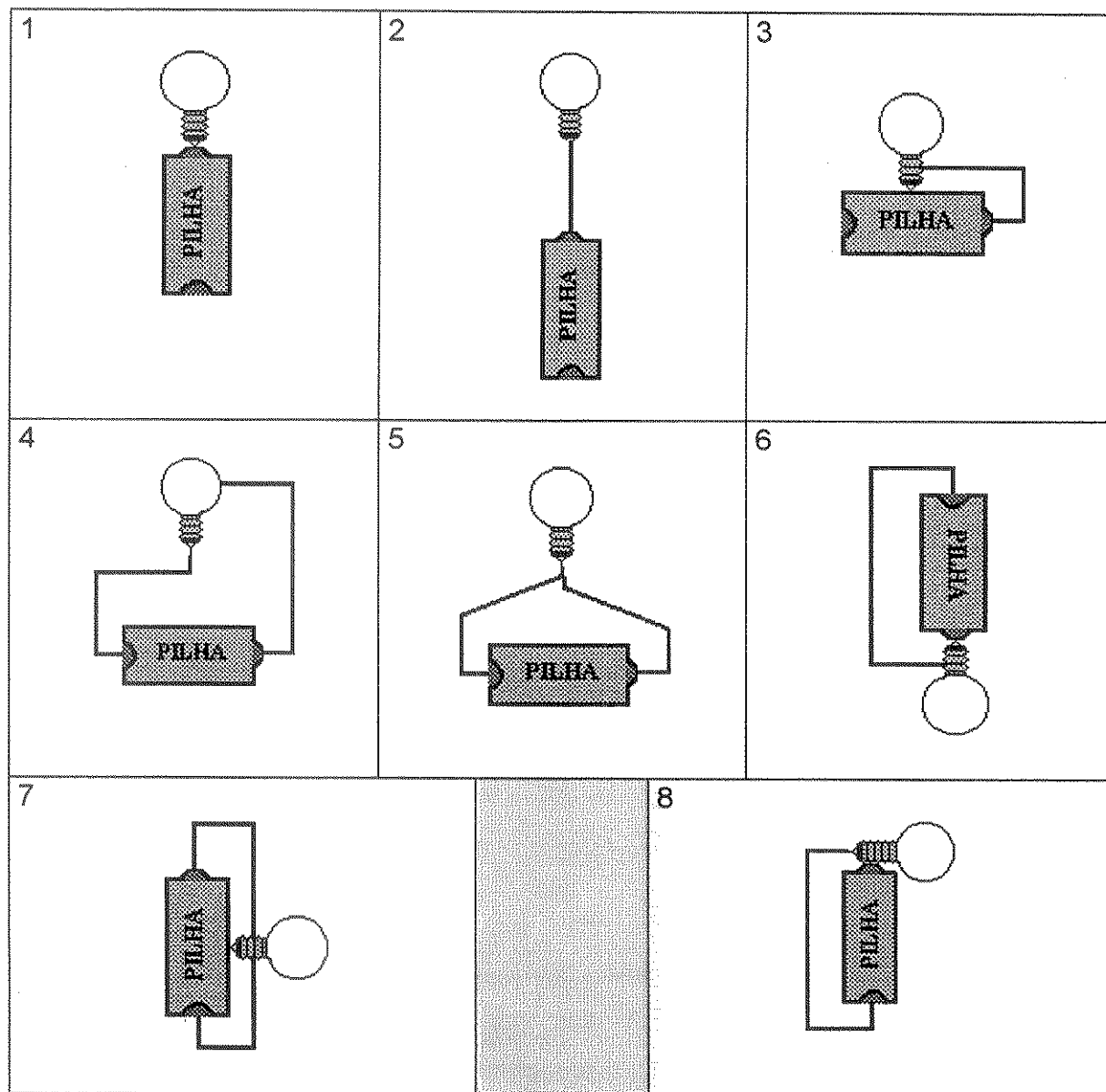
CIRCUITO	SIM	NÃO
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

O objetivo desta “votação” será o de desencadear uma discussão, em que o professor procurará sistematizar a noção de circuito fechado. Durante a discussão, caberá ao professor administrar os vários argumentos que poderão surgir entre os alunos ao defenderem as suas idéias, contestando-as e confrontando-as entre si.

#### Atividade-4

O professor apresentará aos alunos a seguinte proposta:

*De acordo com os resultados das nossas discussões, faça as correções necessárias no desenho abaixo para que a lâmpada acenda.*



Esta atividade permite avaliar os alunos a respeito das suas noções de circuito fechado, após a sistematização realizada pelo professor, verificando como o conhecimento a respeito do tema pôde ser reorganizado.

### Atividade 5

Com o propósito de prosseguir aprofundando na temática sobre circuito fechado, a fim de que os alunos alcancem o domínio de explicação, caberá ao professor de início criar situações que busquem analisar a estrutura da lâmpada, estrutura essa fundamental para, no caso, caracterizar o circuito fechado. Assim, o professor poderá propor a seguinte situação, que deverá ser resolvida pelos alunos individualmente:

*Até agora temos tratado a LÂMPADA como uma “caixa preta”. É como se a LÂMPADA fosse uma caixa fechada cujo conteúdo nós desconhecemos. Com esta atividade vamos tentar entender como a LÂMPADA é por dentro. Complete o desenho da LÂMPADA, mostrando como você acha que ela é por dentro.*

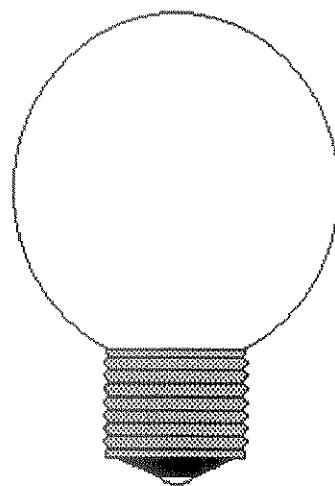


figura C

À medida que os alunos, individualmente, forem acabando esta atividade, o professor recolherá este material e distribuirá para cada aluno uma LÂMPADA (a mesma que eles vem utilizando nas outras aulas) e solicitará que cada aluno faça um novo desenho representando a LÂMPADA que acabaram de receber.

Assim que os alunos terminarem esta atividade, o professor solicitará que os alunos reunam-se em pequenos grupos para analisar, discutir e comparar as suas respostas, tentando chegar a um consenso. Durante o trabalho dos

grupos, o professor distribuirá a figura C, em tamanho A4, para que os alunos possam formar um painel com as suas conclusões.

O professor solicitará que um representante de cada grupo exponha e explique as suas conclusões para a classe. Mais uma vez o professor buscará sistematizar, por meio dos trabalhos apresentados, a idéia de circuito fechado. Nesta atividade 5, o professor propõe os mesmos procedimentos de avaliações anteriores (trabalho individual, em pequenos grupos e com toda a classe). O processo de avaliação das diferentes etapas prosseguem conforme apresentamos anteriormente.

### Atividade 6

Buscando averiguar se os alunos generalizaram a maneira com que o filamento está ligado dentro da LÂMPADA, criamos a seguinte atividade, a ser trabalhada individualmente pelos alunos. Acreditamos que esta atividade permite avaliar o conhecimento que o aluno adquiriu a respeito da temática que vem sendo desenvolvida sobre circuito fechado, já que o filamento da lâmpada dá continuidade ao circuito.

*Complete os desenhos a seguir, mostrando como os filamentos das LÂMPADAS são ligados internamente:*

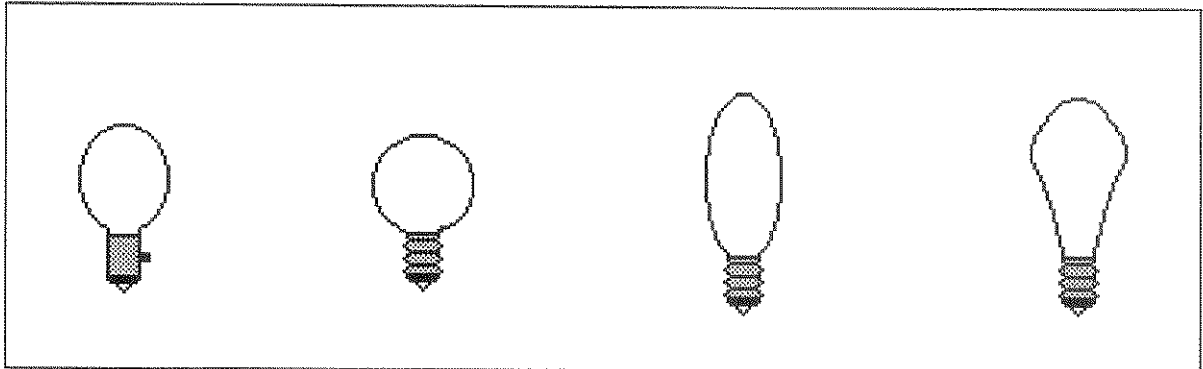


figura D

### Atividade 7

Como a noção de circuito fechado é fundamental para que possamos vir a entender algumas das leis físicas que regem os fenômenos elétricos e o próprio modelo de corrente elétrica, buscaremos nas próximas atividades aplicar essa noção em diferentes situações. Desta forma, o professor irá propor aos alunos a seguinte situação:

- a) *Usando uma das lâmpadas da atividade-6 e uma pilha, faça um desenho, mostrando todas as ligações, representando um circuito capaz de acender esta lâmpada.*
- b) *Diga o que você entende, com o auxílio do seu desenho, por caminho fechado ou circuito fechado.*

Esta atividade permite ao professor obter, mais uma vez, respostas sobre como os alunos estão desenvolvendo a noção de circuito fechado. Assim que os alunos terminarem esta atividade, o professor socializará e comentará os resultados das produções dos estudantes, evidenciando a noção de circuito fechado.

A partir das próximas atividades de ensino, uma vez já tendo buscado a sistematização da noção de circuito fechado, novos elementos serão introduzidos no mesmo, aumentando o grau de dificuldade de sua montagem experimental. Torna-se assim, necessário encontrarmos um meio mais prático e eficaz de produzir estes circuitos, pois a maneira como estes vinham sendo feito está sujeita a um grande número de maus contatos, pois não há formas de prender ou encaixar os fios conectando-os de uma maneira firme à pilha ou à lâmpada.

Esta forma de ligarmos o circuito é importante para desenvolvermos a idéia de circuito fechado. Porém, para que possamos dedicar a maior parte do tempo de nossas próximas aulas ao estudo de novos elementos, como por exemplo o modelo de corrente elétrica e resistências elétricas, introduziremos

através da atividade-8 os suportes para lâmpadas e para pilhas. Estes são capazes de agilizar a montagem dos nossos circuitos, fazendo com que os alunos não “percam tempo” procurando quais os pontos das ligações que estão interrompidos.

### **Atividade 8**

O professor colocará a disposição dos alunos lanternas e suportes (para pilhas e lâmpadas), solicitando que os alunos, reunidos em pequenos grupos, desmontem esses equipamentos e façam um desenho representando a maneira com que as suas ligações internas são dispostas.

Este procedimento se faz necessário para que os alunos não tratem os suportes para a lâmpada e para a pilha como sendo uma “Caixa Preta”. Ao solicitarmos que os alunos façam um desenho representando as suas ligações internas, estaremos dando aos estudantes a oportunidade de evidenciarem os “caminhos” que fecham o circuito.



### Atividade 9

Visando iniciar uma discussão sobre o funcionamento interno das lâmpadas, o professor irá propor a cada grupo a seguinte situação problema:

*Toda vez que montarmos um circuito fechado, fazendo uma lâmpada acender, poderemos perceber que ela esquenta. Dê onde vem esta energia? O que exatamente faz a lâmpada acender e esquentar?*

Conforme os grupos forem concluindo os seus trabalhos, o professor recolherá as suas respostas. Elas deverão conter as idéias dos alunos referentes ao modelo de corrente elétrica.

Em seguida, o professor ministrará uma aula expositiva participativa a fim de trazer informações sobre como e em que contexto a lâmpada foi inventada, como ela funciona e como é fabricada nos dias de hoje. O professor deverá contar com um texto de apoio, versando sobre a temática exposta acima (ANEXO 1).

### Atividade-10

Dando prosseguimento a essa temática, desenvolvida na atividade anterior, o professor irá propor a seguinte situação problema, que deverá ser resolvida pelos alunos individualmente:

*Se quebrarmos o bulbo da lâmpada, o que acontecerá se a ligarmos?*

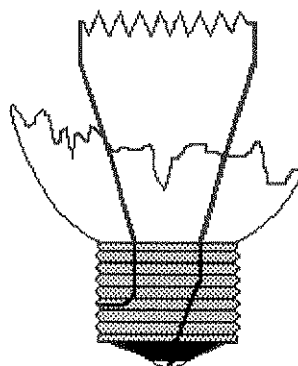


figura E

As respostas dos sujeitos nesta atividade, darão subsídios para que possamos continuar discutindo alguns efeitos criados pela corrente elétrica, como o aquecimento que ela provoca no filamento da lâmpada ao atravessá-lo, a elevação da temperatura do filamento e a sua conseqüente oxidação ao entrar em contato com o ar atmosférico, quando o bulbo é quebrado.

Caso aconteça de os alunos sentirem-se curiosos, querendo ver o que de fato acontece quando se liga uma lâmpada com o bulbo quebrado, o professor poderá propor a realização deste experimento em sala.

### **Atividade 11**

Buscando desenvolver o modelo de corrente elétrica, o professor trabalhará com os alunos o texto do ANEXO 2. Para trabalhar este texto com os alunos, o professor poderá solicitar que eles o leiam em pequenos grupos, sendo que a cada grupo, será solicitado explicar para a classe uma parte do texto. Durante a exposição dos grupos, o professor estará atento a sistematização, buscando estabelecer relações entre os assuntos, interligando as idéias apresentadas pelos alunos.

Após trabalhar com este texto, o professor fará uma síntese, desenvolvendo o modelo explicativo de corrente elétrica.

## Atividade 12

Numa tentativa de problematizar o tema, introduzido na atividade anterior, tendo em vista algumas concepções espontâneas que até então, tenham se mostrado resistentes à mudanças, o professor irá propor aos alunos a seguinte atividade:

*O brilho das lâmpadas do circuito abaixo serão iguais ou diferentes?  
Por quê?*

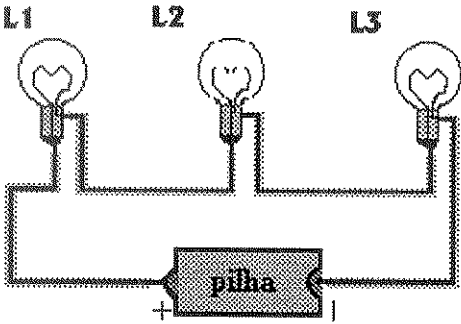


figura F

O diagrama mostra um circuito elétrico. No topo, há três lâmpadas rotuladas L1, L2 e L3. Cada lâmpada é conectada a uma barra horizontal superior por um fio vertical. Essa barra superior está conectada à barra inferior por um fio horizontal à esquerda. A barra inferior contém uma pilha, representada por um retângulo com o texto 'pilha' e símbolos de polaridade (+ e -). Um fio horizontal à direita conecta a barra inferior de volta à barra superior, completando o circuito.

Trata-se de uma situação problema que deverá ser resolvida pelos alunos individualmente, para que cada estudante tenha a oportunidade de explicitar o seu modelo de corrente elétrica.

Estamos propondo esta atividade, porque Shipstone (1989) nos diz que, em geral, as respostas dos alunos se enquadram em três modelos explicativos, são eles:

a) Modelo de Correntes em Colisão. Neste caso, sairia uma corrente do polo positivo e outra do polo negativo em direção às lâmpadas, de tal forma que as duas correntes se chocariam na lâmpada do meio fazendo-a acender mais forte;

b) Modelo de Atenuação. Agora existiria apenas uma corrente que sairia de um polo da pilha em direção ao outro. Porém, quando a corrente passasse pela primeira lâmpada, uma parte seria consumida por ela. Portanto a

intensidade da corrente que segue para a segunda lâmpada é menor que a corrente inicial. O mesmo aconteceria com a corrente que sobrou ao passar pela segunda lâmpada. Portanto, a segunda lâmpada brilharia mais fracamente que a primeira e conseqüentemente, a terceira lâmpada brilharia mais fracamente que a segunda;

c) Modelo de Partição. Neste, o brilho das três lâmpadas seria igual, as correntes se dividiriam em partes iguais e cada lâmpada consumiria um terço da corrente total. Neste modelo a corrente não se conservaria.

Assim, tendo esta previsão, primeiro solicitaremos que os alunos realizem a atividade-12, onde irão escolher individualmente qual das lâmpadas acende mais forte justificando por escrito o porquê de suas escolhas. Em seguida, pediremos que se reunam em pequenos grupos para discutirem as suas respostas procurando chegar a um consenso. Depois solicitaremos que um representante de cada grupo exponha as suas conclusões para o grupo classe.

Ao termino deste momento de troca de informações entre os alunos, explicitando os modelos de corrente de cada grupo, inspirando-nos no trabalho de Silva e Martins (1997), estamos propondo que o professor leve para a sala de aula uma montagem com as três lâmpadas da figura F ligadas em série. Porém, as lâmpadas deverão ter características diferentes, de tal forma a possibilitar a simulação dos três modelos explicativos dos alunos, que foram transcritos acima. Escolhendo para a primeira lâmpada uma de 40W, para a segunda uma de 60W e para a terceira uma de 100W, podemos simular o **modelo de atenuação**. Invertendo a primeira lâmpada com a segunda, podemos simular o **modelo de correntes em colisão**. Escolhendo três lâmpadas iguais, podemos simular o **modelo de partição**.

Dessa forma, o professor poderá tentar evidenciar as contradições entre os modelos de corrente em colisão, atenuação e partição, solicitando que os

alunos tentem explicar tais contradições à luz do Modelo clássico de corrente elétrica.

Além disso, é importante notar que, em um circuito série a corrente elétrica que o percorre é constante, ou seja, durante o funcionamento deste circuito, ele opera em um regime estacionário de corrente elétrica. Porém, pode não ser evidentes para os alunos a corrente elétrica que percorre as duas lâmpadas é a mesma. Numa tentativa de evidenciar este regime estacionário, estamos sugerindo que o professor use uma analogia descrita em Silva e Martins (1997). Trata-se de uma situação hipotética, onde existe uma sala com duas portas. A porta 1 pode permitir a passagem de um fluxo médio de 20 pessoas por segundo, no máximo e a porta 2, um fluxo médio de 2 pessoas por segundo. É imperiosa a circulação de pessoas pela sala, "como se estivesse distribuindo *dólares* após a segunda porta. Desta forma, o professor colocará as seguintes questões aos alunos: ao abrirem-se as portas, quantas pessoas passariam pela porta 1? E após a sala estar cheia de pessoas, quantas pessoas iriam entrar pela porta.

As respostas dos alunos podem permitir que o professor resgate a idéia de regime estacionário, transferindo essa analogia para o fenômeno que está querendo explicar, podendo inclusive abordar a ocorrência de transientes quando se aciona um circuito elétrico, comparando-o com fenômenos cotidianos, tais como o jato inicial de um bico de bebedouro.

### Atividade 13

Visando estudar o conceito de resistência elétrica, o professor solicitará que os alunos trabalhem com o circuito a seguir, introduzindo elementos que ofereçam dificuldade à passagem da corrente elétrica. Assim, o professor fará as seguintes solicitações:

a) Monte o circuito da figura-G, fazendo a lâmpada acender.

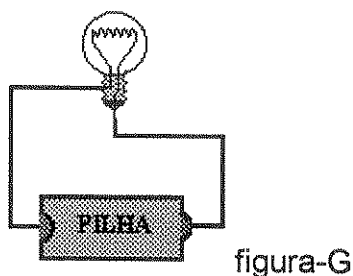


figura-G

b) Desconecte um dos fios, abrindo e interrompendo a passagem da corrente elétrica (figura-H):

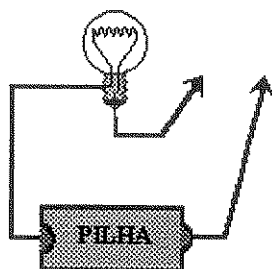


figura-H

Tente religá-lo, fazendo a lâmpada acender novamente, usando vários objetos comuns que são encontrados na sala de aula e entre o seu material escolar, como por exemplo: borracha, lápis, caneta, relógio.

c) À medida que você for testando esses vários materiais, construa uma tabela comparando o brilho da lâmpada para cada uma das situações.

Material	Brilho		
	forte	fraco	não acende
borracha			
caneta			
lápis			
relógio			

*d) Discuta com o seu grupo por que quando alteramos o tipo de material para fechar o Circuito o brilho da lâmpada se altera? Por que para alguns materiais a lâmpada simplesmente não acende?*

Após a conclusão dos trabalhos dos grupos, o professor recolherá o material produzido pelos alunos e fornecerá a cada aluno o texto do ANEXO 3, que discute a resistência elétrica dos materiais à luz do Modelo clássico de corrente elétrica. O professor solicitará que cada grupo de alunos leia este texto e elabore por escrito uma comparação entre as idéias originais do grupo e o modelo de corrente apresentado pelo texto. Caberá ao professor coordenar os diferentes pontos de vista, recolhendo o material produzido pelos alunos logo que forem concluindo os seus trabalhos.



### Atividade 14

Para estabelecer as relações entre Resistência elétrica, comprimento e secção transversal de um material, elaboramos a próxima atividade, onde além de introduzir a figura do amperímetro, os alunos farão experimentos com grafite e fios de Níquel-Cromo.

Nesta atividade vamos fornecer aos alunos uma montagem experimental (figura-I), a fim de que esses tenham a possibilidade de identificar as principais variáveis que determinam a resistência de um dado material. Especificamente, este aparato possibilitará que os alunos analisem a resistência variando o seu comprimento, espessura e o tipo do material.

Desta forma, o professor colocará a disposição de cada grupo de alunos o aparato representado na figura-I, onde:

- 1 representa um fio de Níquel-Cromo com espessura  $A$ ;
- 2 representa um fio de Níquel-Cromo com espessura  $4A$ ;
- 3 representa um lápis "de carpinteiro", cortado ao meio, de tal forma que nos possibilita usar o seu grafite sem quebrá-lo.

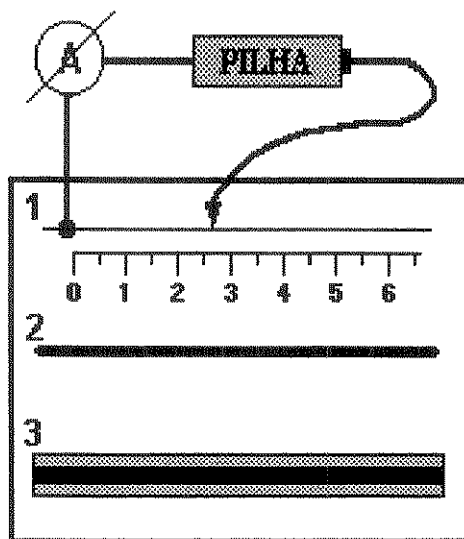


figura-I

a) Construa uma tabela mostrando como varia a intensidade da corrente elétrica ao alterar o comprimento dos materiais 1, 2 e 3.

Comprimento (cm)	Intensidade da Corrente Elétrica em Ampères (A)		
	1- Níquel-Cromo	2- Níquel-Cromo	3- Grafite

b) Para cada um dos materiais 1, 2 e 3, construa um gráfico representando a variação da intensidade da corrente elétrica em função do comprimento do material.

c) Tente formular hipóteses e estabelecer uma relação entre a Resistência elétrica e as características dos materiais usado no experimento acima. Tente sintetizar as suas hipóteses através de uma equação matemática.

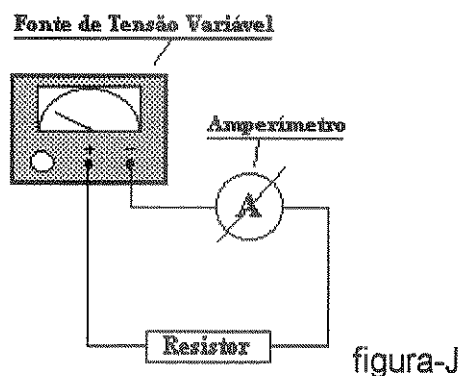
Após a realização deste experimento, o professor irá recolher a síntese dos grupos e propor que um representante explique para a classe as suas conclusões. Caberá ao professor usar este momento para gerar um debate, elucidando a questão através do modelo clássico de corrente elétrica. Durante esses trabalhos, o professor buscará a relação  $R = \rho L/A$ . Ou seja, que a resistência de um material é proporcional ao seu comprimento e inversamente proporcional a área de sua secção transversal.

Nesta atividade, a avaliação seguirá conforme já explicitado nas atividades anteriores. Ou seja, durante os trabalhos em grupo o professor estará observando as formas de interação entre os alunos, os seus procedimentos de resolução da tarefa e o envolvimento de cada aluno na atividade.

A síntese elaborada pelos grupos permitirá avaliar como os alunos vêm desenvolvendo a capacidade de estabelecer relações entre a resistência elétrica dos materiais e as suas características, tais como comprimento e secção transversal.

### Atividade-15

Nesta atividade, tentaremos introduzir a Lei de Ohm, verificando uma regularidade que ocorre com alguns materiais. Para isso, o professor colocará a disposição de cada grupo de alunos um resistor, um voltímetro, um amperímetro e uma fonte de tensão variável, solicitando que montem o circuito da figura-J:



a) Monte o circuito da figura-J

b) Variando a tensão da fonte, ou seja, a quantidade de energia elétrica que é oferecida ao resistor, você perceberá uma variação na intensidade de corrente que atravessa ao circuito. Construa uma tabela, relacionando o valor de várias tensões à suas respectivas correntes:

Tensão (V)	Corrente (A)

c) Usando a tabela que você acabou de obter, construa um gráfico representando a variação da tensão (V) em função da intensidade da corrente elétrica (A).

d) Analise a tabela que você acabou de obter, tentando identificar alguma relação entre as tensões e as correntes medidas.

Após recolher a produção dos alunos, o professor irá propor que um representante de cada grupo explique para a classe as suas conclusões.

Aproveitando as conclusões dos alunos, o professor irá, através de uma aula expositiva participativa, estabelecer a Lei de Ohm.

### Atividade-16

Com exceção do circuito representado na figura-F, onde tentamos questionar os modelos de corrente elétrica dos alunos, todos os circuitos que estes vinham experimentando, apresentavam apenas um elemento resistivo. Esta atividade foi produzida com a intenção de questionar os alunos sobre como que poderiam ligar mais de um resistor a uma bateria. Desta forma, o professor irá propor a seguinte situação problema aos alunos, para que estes a resolvam individualmente:

*a) Desenhe todas as possibilidades, que você acredita serem capazes, de ligar três lâmpadas a uma bateria, de tal forma que todas elas tenham possibilidade de serem acendidas.*

*b) Explique qual é o caminho que a corrente elétrica percorre em cada circuito que você desenhou.*

Assim que os alunos forem terminando esta atividade, o professor recolherá as suas respostas e solicitará que reünam-se em pequenos grupos a fim de discutirem as suas soluções procurando chegar, se possível, a um consenso. O professor solicitará que cada grupo elabore um novo desenho tentando sintetizar as suas discussões a fim de formar um painel.

Fixado os desenhos de cada grupos na lousa, o professor irá propor que um representante de cada grupo explique as suas respostas para a classe. Após a apresentação dos grupos, o professor fará uma classificação, tentando agrupar os desenhos que os alunos concordarem ser semelhantes.

Durante esta classificação, caberá ao professor verificar se entre as propostas dos alunos surgiram os três modelos de circuitos: série, paralelo e misto. Caso não tenham surgido, ele irá apresenta-los aos alunos de forma expositiva, solicitando aos mesmos que os comparem com as possibilidades apresentadas com a situação problema apresentada no item a), conforme exposto anteriormente, e com as explicações explicitadas em b).

### Atividade-17

Com o intuito de dar prosseguimento a atividade anterior, o professor irá colocar a disposição de cada grupo de alunos lâmpadas, baterias e os seus respectivos suportes a fim de que possam verificar: primeiro, se os circuitos que surgiram no painel da atividade anterior, de fato conseguem fazer com que as três lâmpadas acendam simultaneamente; segundo, quais são as principais diferenças entre os três modelos de circuitos (série, paralelo, misto).

Portanto, o professor irá propor aos alunos:

*a) Reunidos em pequenos grupos, verifiquem se os circuitos apresentados no painel de fato funcionam.*

*b) Para cada um dos circuitos, expliquem qual é o caminho que a corrente elétrica percorre. Com o auxílio do amperímetro, meça a intensidade da corrente elétrica em cada uma das lâmpadas. Com o auxílio do voltímetro, meça a tensão em cada uma das lâmpadas.*

*c) Retire uma das lâmpadas, de cada um dos circuitos, meça e explique o que acontece com a tensão e a intensidade da corrente elétrica nas outras lâmpadas do circuito.*

Após a realização deste experimento, o professor irá recolher a produção dos alunos e ministrar uma aula expositiva participativa, a fim de apresentar os conceitos de resistência equivalente. Em seguida, solicitará que os alunos, usando os dados medidos em seus experimentos, calculem o valor da resistência equivalente em cada um dos seus circuitos, aplicando a Lei de Ohm.

### Atividade-18

Para introduzirmos o conceito de Potência Elétrica, criamos a atividade descrita a seguir. Nesta, proporemos que os alunos tomem contato com um aparelho doméstico capaz de transformar energia elétrica em energia térmica, o chuveiro elétrico. Desta forma, o professor colocará um chuveiro elétrico a disposição de cada grupo de alunos, solicitando que:

- a) Desmonte um chuveiro elétrico e faça um desenho representando o seu circuito elétrico.*
- b) Explique e evidencie em seu desenho qual é o mecanismo que faz a temperatura da água variar.*
- c) Relacione os efeitos dos componentes do circuito elétrico do chuveiro, representados em seu desenho, com o aquecimento da água. Para isso, use o Modelo clássico de corrente elétrica.*

Após recolher a produção dos alunos, o professor solicitará que estes façam um desenho representando o circuito elétrico do chuveiro em tamanho A4, para que possam compor um painel. Fixado os desenhos dos grupos na lousa, o professor irá propor que um representante de cada grupo explique como o seu circuito funciona.

Ao final da exposição dos alunos, caberá ao professor relacionar as informações que foram apresentadas por eles, sintetizando-as e desenvolvendo-as qualitativamente, através do resgate do Modelo clássico de corrente elétrica, e quantitativamente definindo as equações que relacionam potência, tensão, resistência e corrente elétrica.

Mais uma vez, o professor irá propor os mesmos procedimentos de avaliações anteriores. Ou seja, o processo de avaliação das diferentes etapas prosseguem conforme apresentado anteriormente.



## **Atividade 19**

Como uma tentativa de possibilitar que o professor consiga levantar algumas concepções dos estudantes, referentes às temáticas que vêm sendo desenvolvidas, permitindo e fomentando que os estudantes vivenciem a resolução de um problema de forma investigativa, criamos esta atividade. Mais uma vez, nos inspiramos no trabalho de Silva e Lattouf (1996). Assim, esta atividade tentará dar a oportunidade aos alunos de aplicarem os conceitos e procedimentos que se tentou ensinar à resolução de dois problemas abertos. Este procedimento de justifica, pois como afirma Marimón (1988), não podemos afirmar que uma noção foi adquirida, sem que se especifique o contexto no qual ela está situada, pois ao modificar o contexto de sua aplicação, esta mesma noção, pode mostrar-se não ter sido de fato adquirida.

Esta é a nossa tentativa de permitir que os alunos possam desenvolver aquilo que aprenderam, através da busca da construção de modelos explicativos, integrando os conceitos principais vistos no curso e buscando a construção de suas próprias sínteses. A seguir apresentaremos os dois problemas que compõem esta atividade:

### **Problema 1**

*Planeje um chuveiro elétrico. Admita que o aquecimento da água seja feito por resistores Ôhmicos e que ele tenha quatro tipos de aquecimentos possíveis (verão, primavera, outono e inverno). Suponha que, para um banho adequado, haja a necessidade de se manter um fluxo de água constante, isto é, descarte a hipótese de que você possa diminuir (ou aumentar) o fluxo de água para obter uma variação da temperatura maior (ou menor). Faça um cálculo aproximado dos valores da potência elétrica dissipada em cada um dos modos de aquecimento do chuveiro. Sugestões de parâmetros a serem adotados:*

<b>Temperatura Média da Água</b>	<b>Temperatura da água em um banho não tépido (normal) = 37° C</b>
no verão = 29° C na primavera = 23° C  no outono = 18° C  no inverno = 12° C	calor específico da água = 1 cal/g.° C Fluxo de água adequado para um banho normal = 0.08L/s ddp para o funcionamento do chuveiro mais comum = 220V

## **Problema 2**

*Planeje a instalação elétrica de uma casa com 3 quartos, 2 salas, 1 banheiro e 1 cozinha. Faça um cálculo aproximado do valor mínimo dos fusíveis (ou disjuntores), que deverão ser utilizados para que a rede elétrica funcione, para isso, faça uma estimativa do valor da potência elétrica que ela deverá fornecer.*

O professor poderá propor que todos os alunos trabalhem com um problema de cada vez, ou que os estudantes dividam-se em dois grupos principais, onde cada um se responsabilizará por um dos problemas. Cada grupo poderá ser constituído por subgrupos que buscarão as suas próprias formas de resolução, colaborando entre si.

Para resolver estes problemas, os alunos deverão formular hipóteses, buscando informações em diferentes fontes e, principalmente, trabalhar em pequenos grupos cooperativos. Estas atividades integram os principais conceitos e procedimentos que buscamos desenvolver ao longo do curso. Assim, além de ter que lidar com o Modelo clássico de corrente elétrica, elaborando um plano de trabalho e emitindo hipóteses que possibilitem calcular tensões, correntes e potências dissipadas, os alunos terão, mais uma vez, a chance de sintetizar as

suas idéias oralmente e por escrito, tentando estabelecer relações entre os conhecimentos estudados.

Assim que os grupos concluírem os seus trabalhos, o professor recolherá as suas produções e solicitará que um representante apresente para a classe as formas de resolução que o seu subgrupo encontrou para o problema proposto. Caberá ao professor coordenar as apresentações dos alunos para que seja um momento de troca de informações.

A avaliação deste processo seguirá conforme já explicitado anteriormente. Ou seja, durante os trabalhos dos grupos o professor estará observando as formas de interação entre os alunos (coerção e/ou cooperação), os procedimentos de resolução do problema e o envolvimento de cada aluno na atividade. Esta postura do professor, além de permitir acompanhar os alunos ao longo do processo de ensino, possibilita obter *feedbacks* para reorientar a aprendizagem dos alunos.

## 6. Rompendo com a cultura da nota... uma alternativa.

A nota tem sido a linguagem comum dentro da escola e, entre esta e a sociedade. Constituiu-se na forma de diálogo entre o professor (o que acontece dentro da sala de aula), a burocracia (a direção da escola) e os pais dos alunos.

Disso surge uma grande dificuldade para realizar mudanças no sistema de avaliação, pois tem-se sempre a idéia do como poder-se-ia atribuir notas com um novo sistema. O sistema tradicional faz com que o professor sinta-se seguro para atribuir notas aos alunos e prestar contas à burocracia da escola. Em parte, isso acontece porque é muito mais fácil para o professor reproduzir um sistema que já está acostumado. Além disso, ele vem vivenciando este tipo de prática durante toda a sua formação, desde a época em que foi aluno, até os dias atuais. É como se essa forma tradicional de avaliar fosse a mais natural e evidente, tornando-a uma prática de senso comum. Por outro lado, se o professor adotar um sistema alternativo de avaliação, deverá saber defendê-lo, sustentando-o teoricamente frente aos seus colegas, pais e alunos e a direção da escola.

Assim, ao propormos uma nova maneira de se ensinar Física baseada em pressupostos construtivistas, onde a avaliação passa a ser um processo contínuo e integrado, tem sido comum, sermos questionados sobre como deve-se dar nota nesse novo sistema. Esse tipo de pergunta é tão insistente, que nos lembra a fábula da "Assembléia de Ratos": *É excelente a idéia de se colocar um guizo no gato, mas quem será aquele que, de fato, irá atá-lo ao pescoço do felino?*

Sabemos portanto, que a nota final dos alunos não pode ser obtida a partir de uma simples média aritmética, média composta ou média ponderada em geral. A nota final deve ser gerada pelo acompanhamento e análise dos processos vividos. Caso contrário, estaremos jogando por terra todos os processos que foram vivenciados, criando uma distorção no sistema. Assim, ao

fazer o nosso planejamento, devemos nos perguntar: Quais são os conceitos/princípios, os procedimentos e as atitudes, normas e valores que julgamos ser essenciais que os alunos desenvolvam em nosso curso de Física? Quais são os conhecimentos mínimos que os estudantes devem desenvolver para prosseguirem nos seus estudos? Acreditamos, que se soubermos responder a estas questões, ao planejarmos um curso conseguiremos estabelecer instrumentos de avaliações que consigam, com uma boa aproximação, acompanhar o desenvolvimento dos alunos nestes critérios estabelecidos.

Na tentativa de tornar claras estas idéias, apresentaremos um exemplo que explicitamos em um trabalho anterior, Silva e Barros Filho (1999): vamos supor que em um dado curso de física deseja-se ensinar os conceitos e princípios  $CP_1$ ,  $CP_2$ , ...,  $CP_6$  e desenvolver os procedimentos  $Pr_1$ ,  $Pr_2$ , ...,  $Pr_6$ . Para cada conceito/princípio ou procedimento, deve existir um instrumento de avaliação capaz de indicar se estes foram ou não atingidos, Instr. 1, Instr. 2, ..., Instr. 6, respectivamente. Esses instrumentos serão usados como uma ferramenta para realizar os diagnósticos que irão dizer se cada aluno atingiu ou não os objetivos especificados. Caso o estudante não tenha atingido alguns dos objetivos, a avaliação correspondente deverá qualificar o problema ou a dificuldade que ele apresentou. Em forma de tabela, temos:

Instrumento de avaliação	conceitos/princípios	procedimentos	atitudes, normas e valores
Instr. 1	CP <sub>1</sub>	Pr <sub>1</sub>	conjunto de atitudes, normas e valores que serão perseguidos durante todo o curso
Instr. 2	CP <sub>2</sub>	Pr <sub>2</sub>	
Instr. 3	CP <sub>3</sub>	Pr <sub>3</sub>	
Instr. 4	CP <sub>4</sub>	Pr <sub>4</sub>	
Instr. 5	CP <sub>5</sub>	Pr <sub>5</sub>	
Instr. 6	CP <sub>6</sub>	Pr <sub>6</sub>	

Tabela-9. Descrição dos instrumentos de avaliações.

Vamos considerar ainda que os conceitos e princípios CP<sub>1</sub>, CP<sub>3</sub>, CP<sub>5</sub> façam parte dos objetivos mínimos. Ou seja, *a priori* os alunos não deveriam prosseguir no curso caso não os tenham alcançado. Desta forma, caso o estudante não atinja o objetivo CP<sub>3</sub> (tendo ficado com uma nota abaixo da mínima de aprovação), ele deverá recuperá-lo. Caso não tenha, durante o curso, desenvolvido o procedimento mínimo Pr<sub>5</sub>, o aluno deverá fazer uma recuperação visando o desenvolvimento deste procedimento e não de outros.

Esses diagnósticos devem ocorrer durante todo o processo e os encaminhamentos, medidas tomadas pelo professor, devem ocorrer toda vez que se detecte um possível problema, acionando a coordenação pedagógica da escola. É importante que a recuperação ocorra durante o processo, para que o aluno tenha uma maior chance de se recuperar. Feito o diagnóstico, caso o aluno não tenha atingido alguns dos objetivos mínimos, deve-se proceder junto a ele com, por exemplo, alguns dos seguintes atendimentos:

- conversas de orientação
- sugestões de novos estudos
- sugestões de forma diferentes de ensinar
- sugestões de novas atividades e/ou de novos exercícios

Se após esta recuperação o aluno cumprir o objetivo mínimo que não havia alcançado, ele passará a ter a nota mínima para a aprovação (se a nota mínima para a aprovação for cinco, ele à terá, se a nota mínima for sete, idem). Caso durante a recuperação ele atinja o objetivo mínimo e supere-o, cumprindo outros objetivos que não haviam sido alcançado, terá uma nota acima da necessária para a aprovação.

Para os demais alunos que atingiram mais que simplesmente os objetivos mínimos, a sua nota deverá estar entre a nota mínima para a aprovação e a nota máxima (inclusive). Acreditamos que a distribuição da nota, neste caso, deva levar em consideração a quantidade de objetivos alcançados (conceitos/princípios e procedimentos desenvolvidos). Pode acontecer ainda o caso de algum aluno que, mesmo tendo passado por esse processo de recuperação não tenha conseguido alcançar alguns dos objetivos mínimos. Neste caso, pensamos que o professor deva tentar distinguir entre dois, dos casos possíveis:

a) o aluno participou efetivamente de todas as atividades de ensino, mostrando dificuldades. Este é o caso em que a ajuda do professor não foi suficiente para fazer o aluno superá-las as suas dificuldades, ou as atividades planejadas não foram capazes de desequilibrar e reequilibrar, este aluno cognitivamente. Neste caso, comprovado o esforço do aluno em tentar aprender e a incapacidade (ou abrandando, o insucesso) do professor em tentar ensinar este aluno, pensamos que o estudante deva ser aprovado com a nota mínima de aprovação. Esta ação se justifica, pois a nossa disciplina - Física - é apenas uma entre as muitas disciplinas de todo o curso de nível médio. As pessoas têm particularidades possuindo habilidades diferentes que devem ser respeitadas.

b) O aluno não participou ativamente das atividades de ensino e de recuperação. O professor fez um acompanhamento deste aluno, registrou as suas atitudes e encaminhou-o a coordenação pedagógica do colégio. Mesmo com todo o esforço, o professor e a coordenação não conseguiram fazer com que este

estudante participasse ativamente do curso, mantendo-se ausente e distante das atitudes, normas e valores que foram perseguidas durante o curso . É o caso do aluno que não compõe a maioria das aulas e, quando aparece, ocupa o seu tempo com outras atividades paralelas às atividades pedagógicas propostas. Um exemplo é o caso do aluno que durante as atividades fica conversando e atrapalhando os colegas, estuda outras disciplinas, lê revistas ou jornais, isto é, efetivamente não participa e não colabora para que o grupo classe cresça como um todo. Optar pela retenção deste aluno deve ser uma atitude consciente e fundamentada. O professor deve ter em mãos a ficha de acompanhamento deste aluno<sup>16</sup>. Nela, devem estar registradas e qualificadas as atitudes deste estudante e o resultado das intervenções feitas pelo professor. O professor deve ser capaz de justificar em termos dos três eixos do planejamento o porquê deste estudante estar sendo retido.

Para que esta sugestão de como compor a nota dos alunos seja colocada em prática, deve-se estabelecer os conteúdos mínimos de aprendizagem. Ou seja, deve-se determinar, na tabela 8 do planejamento de curso de eletrodinâmica, quais serão as habilidades mínimas (conceitos/princípios, procedimentos, atitudes/normas/valores) que pretendemos que os alunos aprendam.

Acreditamos que a determinação dessas habilidades deve ser determinada em função do plano pedagógico de cada escola. Assim, o que é fundamental que se aprenda em uma escola agrícola pode não ser exatamente o mesmo para uma escola técnica industrial. Neste trabalho, poderemos apenas

---

<sup>16</sup>O professor pode fazer este acompanhamento usando o campo de observações do próprio diário de classe. Quando se faz este tipo de registro consegue-se justificar a avaliação dos alunos. Por exemplo: ao invés de realizar a atividade-8, o aluno ocupou o seu tempo lendo uma revista; em vez de realizar a atividade-10, ele ocupou o seu tempo conversando e atrapalhando os colegas; faltou à atividade-11; ao invés de fazer a atividade-13, ele ocupou o seu tempo estudando outra disciplina, etc. Observamos que este acompanhamento deve ter feito parte da negociação com os alunos sobre as formas de avaliações que seriam realizadas durante o curso. Além disso, a cada duas ou três observações, o professor deve conversar com este aluno ou encaminhá-lo a coordenação pedagógica da escola, para tentar resolver o problema.



sugerir quais seriam as habilidades que julgamos importantes. Assim, consideramos que num curso de eletrodinâmica, os alunos deveriam pelo menos, desenvolver habilidades tais como: reconhecer um circuito fechado e explicar alguns fenômenos elétricos usando o Modelo clássico de corrente elétrica, denotando a aprendizagem de alguns conceitos/princípios; Elaborar planos de trabalhos, para resolver um problema, aplicar a Lei de Ohm e calcular a resistência equivalente de circuitos resistivos simples, denotando a aprendizagem de alguns procedimentos.

## **7. Considerações Finais**

Neste trabalho, foi nosso objetivo elaborar uma proposta de planejamento para o curso de Eletrodinâmica, integrando o seu ensino à avaliação dos alunos. Observamos que este planejamento não deverá ser aplicado da mesma forma à diferentes salas de aulas. Em cada escola e em cada sala de aula, surgirão problemas e necessidades diferentes, exigindo que o planejamento do curso proposto possa ser adaptado a cada condição particular.

Este planejamento é uma proposta de como realizar o ensino da eletrodinâmica e a avaliação dos alunos de uma maneira mais integrada e coerente com um ensino baseado em alguns pressupostos construtivistas. Portanto, esta proposta de planejamento não deve ser vista como pronta e acabada. As atividades de ensino que foram descritas e a seqüência com que será implementada em sala de aula, dependerá, principalmente, das interrelações entre professores e alunos. As atividades de ensino foram compostas a fim de permitir que, ao tentar ensinar cada conteúdo, o professor possa considerar as elaborações dos estudantes. Muito mais que simplesmente partir das idéias que os alunos já possuam, essas atividades foram pensadas para que a sistematização dos conceitos envolvidos sejam buscadas a partir das idéias deles.

Acreditamos que estas atividades possibilitem que os alunos não interajam apenas com os objetos do conhecimento, ou seja, com o conteúdo da Eletrodinâmica, mas que dêem a eles a oportunidade de estabelecerem interrelações entre si, seus pares e o professor. Estas interrelações possibilitam o desenvolvimento de atitudes colaborativas e participativas, tornando os alunos capazes de trabalharem em grupo, respeitando as opiniões dos seus companheiros (Nieda e Macedo, 1997).

Além disso, as atividades de ensino foram montadas de tal forma a sempre propor uma revisão das concepções espontâneas dos sujeitos. Por exemplo, após as primeiras três atividades propostas, atividades 1, 2 e 3, o professor apresenta a atividade 4, permitindo que os alunos revejam as suas noções sobre circuito fechado. Depois de estudada a maneira como os filamentos das lâmpadas são ligados a ela internamente é proposta a atividade 6, solicitando que os alunos generalizem esta idéia para diferentes tipos de lâmpadas incandescentes, retomando a noção de circuito fechado. A mesma noção é retomada nas atividades 7 e 8. O modelo clássico de corrente elétrica é introduzido com a atividade 9 e retomado em quase todas as demais atividades, que solicitam dos alunos a aplicação deste modelo para a resolução de situações problema.

Ao contrário dos cursos que baseiam-se apenas na mera transmissão de conhecimentos já elaborados, sem considerar as idéias dos alunos e as suas elaborações, procuramos compor atividades de ensino que ofereçam possibilidades de haver construção de conhecimentos. Para isso, entendemos que existam etapas necessárias para esta construção, nas quais os conhecimentos anteriores preparam para a aquisição de um novo conceito. É por isso que enfatizamos a noção de circuito fechado e o modelo clássico de corrente elétrica.

Interligando as atividades de ensino, temos os instrumentos de avaliação, que julgamos possibilitar acompanhar o desenvolvimento dos estudantes, quanto a construção de cada habilidade descrita em nosso planejamento. Assim, as avaliações propostas tentaram contemplar alguns dos consensos internacionais que sugerem como ela deveria ser. Ou seja, as avaliações não devem ser apenas medidas pontuais, devendo estar coerentemente integradas ao processo de ensino-aprendizagem. Ela não pode continuar a ser sinônimo de medição, reprovação, sanção e classificação. Seus critérios devem deixar de ser obscuros, passando a ser negociados com os

estudantes. As avaliações devem ser usadas para produzir *feedbacks*, reorientando o ensino e a aprendizagem e, acima de tudo, deve ser coerente com o modelo de ensino adotado.

Desta forma, estamos propondo que, antes de iniciar as atividades de ensino, o professor estabeleça um acordo com os estudantes, tanto sobre a proposta do curso, formas de avaliações, maneiras como serão compostas as notas finais e também, quanto as atitudes, normas e valores que todos passarão a buscar durante o desenvolvimento do curso. Estes acordos deverão estar sempre sendo lembrados e rediscutidos. Essa transparência nas formas de avaliação possibilitará uma maior aproximação entre professor e alunos à medida que ela pode vir a evidenciar uma atitude de respeito intelectual daquele em relação a estes. Além disso, um forte clima de constante negociação e troca de idéias, pode vir a preparar os estudantes a atuarem melhor numa sociedade mais democrática.

À medida que os alunos percebam que o professor é um “aliado”, buscando ajudá-los a construir conhecimentos, tentando desafiá-los cognitivamente, respeitando-os como pessoa, e não alguém que detenha a verdade, que apenas “transmita” conhecimentos, usando a avaliação como uma forma de controle de conduta, aquilo que chamamos de “engenharia de sobrevivência escolar” será minimizado, podendo até desaparecer.

Propomos uma avaliação como *feedback*. Em cada atividade, ao recolher a produção dos alunos, o professor terá elementos que possibilitarão redirecioná-la e a escolher o tipo de ajuda que será dada a cada aluno.

Entendemos a avaliação como o elemento integrador de todo o processo de ensino-aprendizagem que se dá em sala de aula. Portanto, gostaríamos de ressaltar que, embora tenhamos descrito vários instrumentos de avaliações de uma maneira integrada às atividades de ensino, a maneira como será composta a nota final dos alunos pode vir a comprometer todo o processo. É por isso, reafirmamos que a nota final dos alunos deve ser composta pela análise dos processos vividos em sala de aula.

Para que essa análise possa ser feita, é fundamental estabelecer os conteúdos mínimos de aprendizagem. Por sua vez, esses conteúdos mínimos, além de serem fruto da negociação entre os professores, devem estar de acordo com o plano pedagógico de cada escola. Queremos dizer com isso, que cada escola tem características próprias que devem ser respeitadas. Assim, por exemplo, ao refletirmos sobre o conjunto de conteúdos e habilidades que os alunos deveriam desenvolver num curso de eletrodinâmica, vemos que uma escola técnica industrial, certamente irá exigir um conjunto de conhecimentos mínimos diferente de uma escola mais preocupada em proporcionar uma formação geral aos alunos, ou de uma escola da zona rural.

Desta forma, em uma escola que estabelece em seu plano pedagógico, que é seu intuito desenvolver em seus estudantes a capacidade de interpretar e entender alguns fenômenos físicos do cotidiano, neste caso, num curso de eletrodinâmica, os alunos deveriam aprender, minimamente, explicar alguns fenômenos elétricos, usando o modelo clássico de corrente elétrica, tais como: o funcionamento de aparelhos resistivos (lâmpadas, chuveiros, ferro de passar roupa, torneiras elétricas), relacionando o circuito fechado, corrente elétrica, diferença de potencial, dissipação de calor, ou mesmo ser capaz de entender o circuito da instalação elétrica de uma residência.

A avaliação de uma forma mais contínua, coerentemente integrada a um ensino baseado em alguns pressupostos construtivistas e o estabelecimento de conteúdos mínimos de aprendizagem, possibilita ao professor estabelecer um processo de recuperação qualificado. Pois, à medida que exista a consciência do fundamental a ser aprendido pelos estudantes, uma avaliação mais contínua pode fornecer elementos ao professor para que este dê a ajuda que os alunos estejam precisando, não atrapalhando ou inibindo o processo de “crescimento”, mas tentando colaborar com este.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AEDO, E. M. (1996). Una mirada a la evaluacion en la educación: Nuevas exigencias para la evaluación del rendimiento escolar. Otro reto de la comunidad educativa para mejorar la calidad. Educación. Primer semestre de 1996(20): 49-61.
- ALONSO, M., GIL-PEREZ, D. y TORREGROSA, J. M. (1992-a). Los exámenes de física por transmisión y en la enseñanza por investigación. Enseñanza de las Ciências. 10(2): 127-138.
- ALONSO, M., GIL-PEREZ, D. y TORREGROSA, J. M. (1992-b). Concepciones espontaneas de los profesores de ciencias sobre la evaluacion: obsytaculos a superar y propuesta de replanteamiento. Enseñanza de las Ciências. 5(2): 18-38.
- ALONSO, M., GIL-PEREZ, D. y TORREGROSA, J. M. (1995). Actividades de evaluacion coherentes con una propuesta de enseñanza de la fisica y quimica como investigacion: Actividades de autorregulación e interregulación. Revista de Enseñanza de la Fisica. 8(2): 5-20.
- ALVARENGA, B. A., MÁXIMO, A. R. L. (1997). Curso de física. Volume 3. 4ª edição. Editora Scipione.
- ANDRÉ, M. D. A. (1990). A avaliação da escola e a avaliação na escola. Cadernos de Pesquisa: Fundação Carlos Chagas. 74(agosto): 68-70.
- BUNGE, M. (1969). La Invetigacion Cientifica: su estrategia y su filosofia. Editorial Ariel. Barcelona.
- CABRAL ET AL, A., NICK, E. (1979). Dicionário Técnico de Psicologia. Editora Cultrix. Segunda Edição.

- CARVALHO, A., TERRASÊCA, M. (1995). Em torno das práticas avaliativas do 2º ciclo. Avaliar a avaliação. Cadernos Pedagógicos. (14): 43-55.
- CHAVARRÍA, L. B. (1996). Perspectivas conceptuales para la evaluación de programas educativos. Revista Educación. 20(2): 131-141.
- COBERN, W. W. (1996). Worldview theory and conceptual change in science education. Science Education. 80(5): 579-610.
- COLL, C. (1992). Los componentes del curriculum: ¿Qué evaluar? ¿Cuándo evaluar? ¿Cómo evaluar? Psicología y currículum: Una aproximación psicopedagógica a la elaboración del currículum escolar. Segunda edição. Ediciones Paidós: 124- 130.
- CORTESÃO, L. (1996). A avaliação formativa: que desafios? Cadernos Pedagógicos. Edições ASA. 1(20): 9-42.
- COSTA, M. E. (1996). Aportes de las Ciencias del Lenguaje para la consideración de la calidad en educación y su evaluación. Revista Iberoamericana de Educación. 1(10): 79-99.
- D'ANTONI, M. (1996). Hacia la evaluación analógica. Revista Educación. 20(1): 89-93.
- DAVIS, B. G. (1989). Demystifying assessment: Learning from the field of evaluation. New Directions for Higher Education. 67, 5-20.
- DAVIS, C., ESPÓSITO, Y. L. (1990). Papel e função do erro na avaliação escolar. Cadernos de Pesquisa: Revista de Estudos e Pesquisas em Educação. Fundação Carlos Chagas. 74: 71-75.
- DOCHY, F. J. R. C., MOERKERKE, G., MARTENS, R. (1996). Integrating assessment, learning and instruction: assessment of domain-specific and domain-transcending prior knowledge and progress. Studies in Educational Evaluation. 22(4): 309-339.

- DRIVER, R. (1986). Psicología Cognoscitiva y Esquemas Conceptuales de los alumnos. Enseñaza de las Ciencias, 4(1): 3-15.
- DRIVER, R. (1988). Un Enfoque Constructivista para el Desarrollo del Currículo en Ciencias. Enseñaza de las Ciencias, 6(2): 109-120.
- DRIVER, R. (1989). Students' Conceptions and the Learning of Science. International Journal of Science Education, 11(special issue): 481-490.
- DUFFEE, L., AIKENHEAD, G. (1992). Curriculum change, student evaluation, and teacher practical knowledge. Science Teacher Education. 76(5): 498-506.
- DUROZOI, G., ROUSSEL, A. (1993). Dicionário de Filosofia. São Paulo. Papirus.
- DUSCHL, R. A., GITOMER, D. H. (1991). Epistemological Perspectives on conceptual changes: Implications for Education Praticce. Journal of Research in Science Teaching. 28(9): 839-858.
- FREITAS, L. C. (1998). Avaliação: Construindo o Conceito. Ciência e Ensino. 1(3): 16-19.
- GIL PEREZ, D.(1993a). Contribución de la Historia y de la Fifosofía de las Ciencias al Desarrollo de um Modelo de Enseñanza/Aprendizaje como Investigación. Enseñanza de la Ciencias, 11(2): 197-212.
- GIL PEREZ, D. (1993b) Apprendre les Sciences par une Démarche de Recherche Scientifique. ASTER, no 17, pp. 41-64.
- GIMÉNEZ, J., FORTUNI, J. M. (1996). Explorando un modelo integrado de evaluación con profesores en formación. in: Giménez, J., Llinares, S., Sanchez, V. (eds) (1996). El Processo de llegar a ser un profesor de primaria. Cuestiones desde la educación matemática. Granada, 251-272.
- GONZÁLEZ, L. A. O. (1996). Contratos de evaluacion. Educación. Segundo semestre de 1996(21): 59-73.



- JOHANNESSEN, T. A., GRONHAUG, K., RISHOLM, N. G., MIKALSEN, O. (1997). What is important to students? Exploring dimension in their evaluations of teacher. Scandinavian Journal of Educational Research. 41(2): 165-178.
- JOHNSON P., GOTT, R. (1996). Constructivism and Evidence from Children's Ideas. Science Education. 80(5): 561-577.
- JORDÃO, M. A. (1995). Avaliação no ensino secundário: o português no quadro dos novos programas. Avaliar a avaliação. Cadernos Pedagógicos. Número 14. Segunda Edição: 57-62.
- LEITE, C. (1995). Um olhar curricular sobre a avaliação. Avaliar a avaliação. Cadernos Pedagógicos. Número 14. Segunda Edição:
- LISSITZ, R. W. (1997). Statewide performance assessment: continuity, context, and concerns. Contemporary Education. 69(1): 15-19.
- LLINARES, S. C., SÁNCHEZ, M. V. G. (1990). Evaluación. Teoria y practica en educacion matematica. Ediciones Alfar-Sevilla.
- LOBO, Z. M. (1996). Conocimientos básicos demostrados por los docentes sobre evaluación de los aprendizajes. Revista Educación. 20(2): 71-80.
- MACCOW, G. C. (1991). Using assessment data to plan instructional programs for students with learning difficulties. Contemporary Education. 62(4): 255-258.
- MACHADO, F. A. (1996). CARVALHO ET AL, A., TERRASÊCA, M. (1995). Avaliação em tempo de mudança: projetos e práticas nos ensinos básicos e secundários. Lisboa. Cadernos Pedagógicos.
- MICHEL, A. (1996). La conducción de un sistema complejo: la educación nacional. Revista Iberoamericana de Educación. 1(10): 13-36.
- MARIMÓN, M. M. (1988). Imaginación y Ciencia. In: Moreno, M. (1988). Ciencia, Aprendizaje y Comunicacion. Barcelona. 11-51.

- NIEDA, J., MACEDO, B. (1997). Un Currículo Científico para Estudiantes de 11 a 14 años. Madrid: Unesco e OEI.
- OSBORNE, J. (1996). Beyond Constructivism. Science Education. 80(1): 53-82.
- PACHECO, J. A. (1993). O novo sistema de avaliação dos alunos do ensino básico: Do contexto europeu ao contexto da experimentação dos programas e das mudanças curriculares. Revista Portuguesa de Educação. 6(2): 1-22.
- PELÁEZ, S. C. (1995). La evaluación educativa y sus potencialidades formadoras. La Educación-Revista Interamericana de Desarrollo Educativo. XXXIX(120): 55-68.
- RALLIS, S. F., GOLDRING, E. B. (1993). Beyond the individual assessment of principals: school-based accountability in dynamic school. Peabody Journal of Education. 68(2): 3-23.
- RAMÍREZ, M. J. (1996). Prácticas y percepciones de estudiantes de sexto grado sobre la evaluación del trabajo cotidiano. Revista Educación. 20(2): 81-90.
- RIVILLA, M. A., RODRÍGUEZ M. A. (1995). El proceso de profesionalización: la evaluación como espacio de construcción de conocimiento. Revista Española de Pedagogía. LIII(202): 437-466.
- SABETGHADAM, A. (1996). Constructivism as a Method for Teaching and Learning to Think. Alberta Science Education Journal. 29(2): 22-27.
- SARMENTO, D. C. (coordenadora), FERREIRA, E. M. M., SALGADO, L. L. R., ANDRADE, T. P. (1997). O discurso e a prática da avaliação na escola. Pontes
- SATTERLY, D. y SWANN, N. (1988). Los exámenes referidos al criterio y al concepto en ciencias: un nuevo sistema de evaluación. Enseñanza de las Ciencias. 6(3): 278-284.

- SAVIANI, D. (1997). A nova lei da educação. LDB. Trajetórias, Limites e Perspectivas. Campinas, Editora Autores Associados, 2ª. edição
- SELL, G. R. (1989). An organizational perspective for the effective practice of assessment. New Directions for Higher Education. 67, 21-41.
- SEQUEIRA, M e LEITE, L. (1991). Alternative Conceptions an History of Science in Physics Teacher Education. Science Education. 75(1): 45-56.
- SHIPSTONE, D. (1992). Electricidad en circuitos sencillos. In: Driver, R., Guesne, E., Tiberghien, A. Ideas Científicas en la Infancia y la Adolescencia. Madrid. 62-87.
- SILLS, D. L. (1974). Enciclopedia Internacional de las Ciencias Sociales. volume 2. Editora Aguilar.
- SILVA, D. (1995). Estudo das Trajetórias Cognitivas de Alunos no Ensino da Diferenciação dos Conceitos de Calor e Temperatura. Tese de Doutorado. São Paulo, Faculdade de Educação da USP.
- SILVA, D., LATTOUF, R. (1996). Eletricidade: atividade de ensino coerente com um modelo construtivista. Pro-Posições. 7(1): 41-57.
- SILVA, D., BARROS FILHO, J. (1997). A busca de coerência com os preceitos construtivistas no processo de avaliação da aprendizagem. A ser publicado nas Atas do Foro de la Academia de Ciencias de América Latina: Enseñanza de la Educación Básica en América Latina: encuentro de Educadores e Invertigadores Científicos - Caracas, Novembro/97.
- SILVA, D., FERNADEZ NETO, V., CARVALHO ET AL, A. M. P. (1997). Ensino da distinção entre calor e temperatura: uma visão construtivista. Pesquisas em Ensino de Ciências e Matemáticas. Série: Ciência & Educação. UNESP - BAURU. 1(4): 22-39.

- SILVA, D., MARTINES, A. F. P. (1997). Conflito cognitivo em sala de aula: atividade desencadeadora dos processos. Atas do XII Simpósio Nacional de Ensino de Física. Belo Horizonte. SBF, 185 - 195.
- SILVA, D., BARROS FILHO, J. (1999). Impedimento da mudança de um sistema de avaliação: a cultura da nota. A ser publicado nas Atas do XIII Simpósio Nacional de Ensino de Física-SNEF-Brasília.
- SOLIS VILLA, R. (1984). Ideas Intuitivas e Aprendizaje de las Ciéncias. Enseñanza de las Ciencias, vol. 1. pp. 83-89.
- TIANA, A. (1996). La evaluación de los sistemas educativos. Revista Iberoamericana de Educación. 1(10): 37-61.
- TORANZOS, L. (1996). Evaluación y calidade. Revista Iberoamericana de Educación. n.10: 63-78.
- TORRANCE, H. (1993). Formative Assessment: some theoretical problems and empirical questions. Cambridge Journal of Education. 23(3): 333-343
- TRUMBULL, D. J., KERR, P. (1993). University researchers' inchoate critiques of science teaching: Implications for the content of preservice science teacher education. Science Education. 77(3): 301-317.
- WILBRINK, B. (1997). Assessment in historical perspective. Studies in Educational Evaluation. 23(1): 31-48.
- WILLSON, V. L. (1991). Performance assessment, psychometric theory and cognitive learning theory: ships crossing in the night. Contemporary Education 62(4): 250-254.
- WHEATLEY, G. H. (1991). Constructivist Perspectives on Science and Mathematics Learning. Science Education. 75(1): 9-21
- WHITE, T.R. e GUNSTONE, F.R. (1989). Metalearning and Conceptual Chance. International Journal of Science Education. Special Number (11): 459-463.

## **9. ANEXOS**

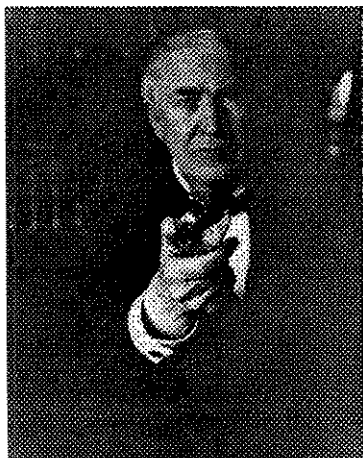
(Sugestões de textos a serem usados nas atividades de ensino)

## 9.1 ANEXO 1

### O Gênio da Lâmpada

(Extraído da Revista Superinteressante, agosto de 1995)

O norte americano Thomas Alva Edison morreu em 1931, mas suas invenções continuam vivas. Ele fez da lâmpada um objeto prático, inventou o primeiro aparelho capaz de gravar e reproduzir sons, criou uma versão primitiva do cinema. Hoje essas tecnologias estão bem diferentes. A lâmpada evoluiu, existe o CD e os filmes estão cheios de efeitos especiais. Nada a haver com a primeira lâmpada que só durava 40 horas (figura abaixo). Ou com o primeiro fonógrafo: Um cilindro recoberto com estanho, movido a manivela e com um bocal, no qual se falava fazendo vibrar uma agulha; a agulha arranhava o estanho e depois, passada pelos mesmos sulcos, reproduzia o som. Um engenho tão rústico quanto o cinescópio, que mostrava por um visor, fotografias em série, dando a idéia de movimento.



O dia 21 de outubro de 1879 entra para a História. Edison desenvolve a primeira lâmpada prática (foto acima), que fica acesa 40 horas. Até que ela apague, o inventor não sai do laboratório. Depois dorme de roupa e tudo, por 24 horas (Fotos retiradas do EDISON NATIONAL HISTORIC SITE).

Só que Edison imaginou essas coisas no século passado. Essas e muitas outras. Registrou 1093 patentes, recorde até hoje insuperável. Era um gênio, claro. Mas não é só isso que explica o seu sucesso, garantem pesquisadores da Universidade de Nova Jersey, Estados Unidos, que se dedicaram a estudar os 5 milhões de páginas - rascunhos, catas, documentos - deixados pelo inventor. Edison se deu bem, dizem os acadêmicos, porque, além de ser inteligentíssimo, sabia fazer marketing, trabalhava em equipe e conhecia o mundo dos negócios. Amigo do magnata dos automóveis Henry Ford e de J. P. Morgan, um dos maiores banqueiros dos Estados Unidos na época, ele próprio tornou-se um empresário poderoso. Foi fundador da General Eletric. Estava longe de ser o personagem simples que gostava de representar.

A análise dos documentos levanta uma suspeita: talvez as maiores invenções de Edison não tenha sido os seus engenhos - por mais incríveis que sejam - mas sim seu método de trabalho e a organização de sua fábrica de inventos, precursora dos laboratórios industriais de hoje.

Numa época em que a praxe era o cientista trabalhar sozinho, Edison chegou a contar com o apoio de 60 pesquisadores. Só para a lâmpada, eles testaram incontáveis filamentos - até fios de barba dos colegas - antes de chegar ao algodão carbonizado usado no primeiro modelo de sucesso, em 1879. Depois outros materiais foram experimentados (...). Em 1907, é usado o filamento de tungstênio e em 1919, os bulbos das lâmpadas passaram a não ter mais um bico, pois o vácuo passou a ser feito pela base (...).

## 9.2 ANEXO 2

### **No que consiste a corrente elétrica?**

(Extraído do livro GREF: Grupo de Reelaboração do Ensino de Física - Volume 3 - Eletromagnetismo - páginas: 43 à 55 - 2ª edição - EDUSP)

Para respondermos a esta questão, precisamos considerar o que acontece no interior de um fio quando se estabelece nele uma corrente elétrica. Isso significa que não conseguiremos responder a esta questão pela observação direta dos circuitos elétricos, já que não conseguimos ver o que está acontecendo dentro do fio. Um pedaço de fio em um circuito ligado tem a mesma aparência externa que um desligado. Por outro lado, existem evidências de efeitos devidos à corrente, como, por exemplo, o aquecimento nos fios, ou, ainda, um choque elétrico.

Vamos usar o modelo clássico de corrente elétrica para tentar compreender no que consiste a corrente elétrica em um metal. Os metais, do ponto de vista microscópico, são formados por íons e a corrente elétrica é associada a um tipo de movimento de elétrons nos espaços entre esses íons.

### **O metal sem corrente**

Um átomo isolado de um metal qualquer é eletricamente neutro. Por exemplo, um átomo de cobre é constituído por um núcleo que contém 29 prótons cercados por 29 elétrons.

Já um fio metálico contém um número muito grande de partículas e por isso a sua estrutura é diferente. No interior do metal, cada átomo perde, em geral,



um ou dois elétrons, tornando-se, íons positivos. Tais íons se arranjam de modo bastante regular, constituindo uma rede cristalina tridimensional como ilustra a figura abaixo:

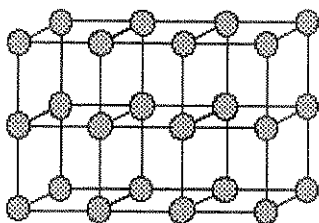


figura 1

Os elétrons perdidos pelos átomos ficam vagando pelos espaços vazios entre os íons. Desse modo, o fio metálico continua eletricamente neutro. Assim, por exemplo, os íons de um fio de cobre são constituídos por núcleos com 29 prótons, cercados por 27 ou 28 elétrons.

A dureza dos metais poderia nos levar a pensar que os íons no seu interior formam estruturas compactas. Entretanto, isso não é verdade porque, nos metais, a distância entre dois íons da rede cristalina é da ordem de três vezes o raio de um íon. Isso significa que apenas cerca de 15% do volume total de um fio metálico é ocupado pelos íons, correspondendo, o restante, ao espaço disponível para o movimento de parte dos elétrons.

Em outras palavras, num metal, a grande maioria dos elétrons está presa nas vizinhanças dos núcleos, enquanto que outros podem se deslocar por todo o seu interior. Por isso esses últimos são denominados elétrons livres.

À temperatura ambiente tanto os elétrons quanto os íons estão em movimento de origem térmica. Enquanto cada íon oscila em torno de sua posição de equilíbrio, o movimento de um elétron livre é do tipo térmico desordenado ou aleatório, tal como o de uma molécula gasosa em recipientes fechados. A “dança” de um elétron está representada na figura 2:

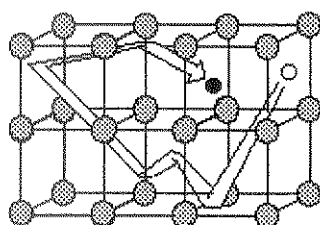


figura 2

### A corrente elétrica e a sua causa

Como discutimos anteriormente, em um fio metálico desligado de uma fonte de energia, os elétrons livres movem-se desordenadamente no interior da rede cristalina (figura 1). Tal movimento não constitui a corrente elétrica, pois ela está associada a um outro movimento dos elétrons livres na direção do fio, e superposto ao movimento aleatório de origem térmica. Esse movimento adicional ocorre porque, ao ligarmos o fio de energia, (tornando o circuito fechado), aparece uma força de origem elétrica que age sobre cada um dos elétrons livres e dos íons da rede (figura 3).

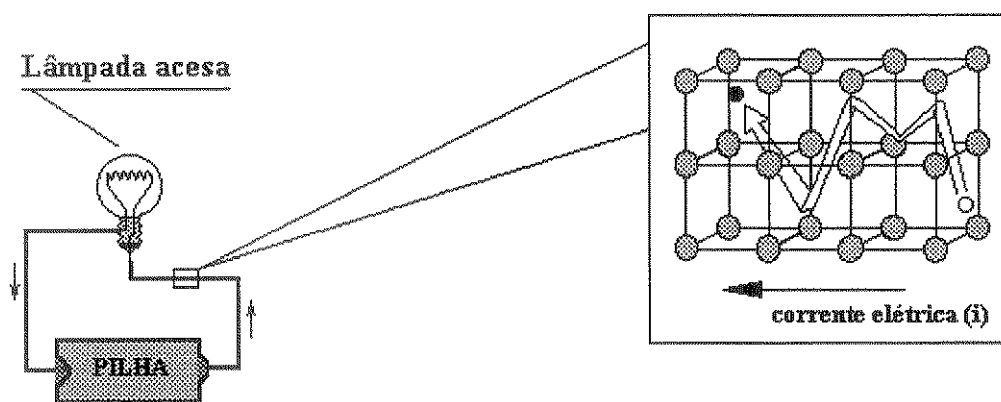


figura 3

Como os íons possuem grande massa e interagem entre si, praticamente não se movem, enquanto que os elétrons livres, ao serem acelerados por essa mesma força, acabam produzindo o referido movimento adicional que é a corrente elétrica nos metais.

### 9.3 ANEXO 3

#### O aquecimento nos condutores

(Extraído do livro GREF: Grupo de Reelaboração do Ensino de Física - Volume 3 - Eletromagnetismo - páginas: 43 à 55 - 2a edição - EDUSP)

Vamos agora interpretar, de acordo com o Modelo clássico de corrente elétrica, o processo de aquecimento nos condutores.

Nos chuveiros, torneiras elétricas, aquecedores, em todos os aparelhos elétricos, classificados como resistivos, o aquecimento provocado pela corrente constitui a razão de seu funcionamento. Vale lembrar que nos fios de cobre, meio pelo qual a energia elétrica chega até os aparelhos, este efeito também ocorre, mas em geral ele representa uma parte da energia elétrica consumida e é considerado perda de energia.

Segundo o modelo que estamos utilizando, ao fecharmos o circuito, os elétrons livres ficam sujeitos a uma força elétrica que os acelera. Esse movimento é superposto ao movimento caótico devido aos muitos choques dos elétrons com a rede cristalina.

Vamo-nos deter agora ao que acontece a um elétron entre um choque e outro. Quando o circuito está fechado, a força elétrica que acelera os elétrons livres está sempre presente, fazendo com que a energia cinética desses elétrons aumente no intervalo de tempo entre dois choques. Com a ocorrência de um choque, esta energia é parte transferida aos íons da rede, fazendo com que ela vibre mais intensamente, representando um aumento da energia interna. Esse aumento da vibração é percebido macroscopicamente como aumento de

temperatura do fio, que passa a se comportar como fonte de calor para o ambiente.

Do ponto de vista da energia, a fonte externa fornece energia aos elétrons que transferem essa energia à rede cristalina que por sua vez a transfere na forma de calor ou radiação luminosa para o meio ambiente.