

Universidade Federal de Minas Gerais  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica

---

Atividade de aprendizagem  
em um curso de Engenharia Elétrica:  
um estudo baseado na  
Teoria da Atividade

---

**Viviane Cota Silva**

Tese apresentada à banca examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da Universidade Federal de Minas Gerais, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutora em Engenharia Elétrica.

**Orientadores:** Dr. Ricardo H. C. Takahashi  
Dra. Márcia Maria Fusaro Pinto

Belo Horizonte, 2012



*Àquele que é poderoso para fazer infinitamente mais  
do que tudo quanto pedimos, ou pensamos (...);  
ao Rei Eterno, imortal, invisível, Deus único (...).*

*Efésios 3:20, I Timóteo 1:17.*



---

---

# AGRADECIMENTOS

---

Ao Deus Altíssimo. Senhor, Tu sabes...

Ao Luciano, meu esposo, pelo amor e companheirismo. Alcançamos juntos essa vitória!

Aos meus pais, Helena e Geraldo, pelo amor, pelo apoio incondicional, pelas orações. Acho que dessa vez vocês acreditaram em mim e nos meus sonhos muito mais do que eu mesma... Obrigada por estarem comigo nessa caminhada, e por muitas vezes me sustentarem, quando não havia mais forças em mim... Essa vitória também é de vocês!

Aos meus sogrinhos, Nair e Tatão, por tanto carinho em nossa convivência e por estarem sempre na torcida... D. Nair, agora acabou ;-)!

Aos meus irmãos e cunhados: Renato e Juliana, por torcerem por mim; Júnio e Valéria, por compartilharem comigo do mesmo sentimento; Gislene, Helinho e Miguelita, Luciane e Nilson, pela valiosa oportunidade da convivência. Aos meus sobrinhos, especialmente à Amandinha, Laís e à pequena Júlia, por tornarem meus dias mais coloridos.

À amiga Nely por estar presente nessa caminhada de uma forma muito especial. Aos amigos da IEMP que torceram por mim, especialmente a Tia Vanda, Everaldo e Rose, Tiago e Raquel, Luciano e Vanessa, Giuliano e Iaponira, Gilmaro e Vilma. Ao mestre Jeferson Jersey um agradecimento especial pela colaboração no desenvolvimento inicial do trabalho.

Ao meu orientador. Prof. Takahashi, você foi muito corajoso ao aceitar orientar um trabalho cujo tema não se enquadrava em nenhuma das linhas de pesquisa do PPGE. Muito obrigada por ter acreditado em mim, abraçado minha idéia e me dado a oportunidade de desenvolver este trabalho. Muito obrigada por todas as vezes em que você, junto comigo, fez solicitações ao Colegiado... A caminhada foi difícil, mas jamais você me deixou sozinha. Muito obrigada por todas as contribuições e toda a competência com que conduziu a orientação deste trabalho.

À minha orientadora. Profa Márcia, você foi mais que uma orientadora. Muito obrigada por ter aceitado fazer parte deste empreendimento. Obrigada por todas as suas

contribuições, especialmente no que diz respeito à Teoria da Atividade. Muito obrigada por todas as orientações, especialmente aquelas em que gentilmente me recebeu em sua casa e cuidou de mim em BH.

Ao Prof. Marcelo Corrêa, meu referencial de professor, por todo apoio, incentivo e acompanhamento desde a graduação. Fazer doutorado na área de Educação em Engenharia foi uma idéia sugerida por você, ao perceber meu interesse pela área, em uma de nossas conversas durante a graduação, está lembrado, Professor? Então, hoje temos uma tese escrita... Acredito que você tenha ciência do quanto foi e é importante nesse meu processo de formação acadêmica e profissional. Muito obrigada por tudo!

Ao estimado Prof. Manuel Camela por ser sempre solícito e por ter me ajudado na coleta de dados.

Ao amigo e Coordenador do Curso de Engenharia Elétrica, Fabrício de Souza Fernandes, por todo apoio pra que eu pudesse desenvolver o trabalho e principalmente concluir este texto. Esta tarefa teria sido impossível sem a sua ajuda.

A todos os meus coordenadores e aos colegas do Unileste que me apoiaram durante todo este período de estudo: Machado, Rosângela Paranhos, Gerson, Fabrício Moura, Thiago, Dayse, Denise, Marcela, Gilce, Serciane, Erik, Fabrícia, Rosário, Ramon, Silvano, Nazareth, Cida Faria e Cida Assis. À Ana Marta pelas palavras reconfortantes e por todo o apoio. A todos os colegas do GMAT. Ao Felipe um agradecimento especial por todas as vezes em que, gentilmente, ministrou aulas em meu lugar quando precisei me ausentar por conta do doutorado. Ao Prof. Brasil, por me apoiar e dar total suporte ao nosso projeto de extensão nos momentos em que tive que me recolher para concluir o texto. E ao Carlos Renato, por gentilmente me ajudar com a conversão das figuras.

Aos alunos que gentilmente se dispuseram a participar da pesquisa.

Ao Unileste por todo o apoio para a realização da pesquisa, inclusive financeiro.

Aos membros da Banca pelas valiosas contribuições.

Ao PPGEE pela oportunidade de desenvolver um estudo na área de Educação em Engenharia.

*“Eu Te agradeço, Deus, por se lembrar de mim*

*E pelo Teu favor e o que me faz crescer.*

*Eu vivo pela fé e não vacilo*

*Eu não paro, eu não desisto.*

*Eu sou de Deus, eu sou de Cristo.*

*Eu te agradeço, Deus, que no deserto*

*Não me deixou morrer e nem desanimar*

*E como aquela mãe que não desiste,*

*Você não se esqueceu. Você insiste!*

*Você mudou a minha história*

*E fez o que ninguém podia imaginar.*

*Você acreditou e isso é tudo.*

*Só vivo pra você. Não sou do mundo não.*

*A Honra, a Glória, a Força, o Louvor a Deus!*

*E o levantar das minhas mãos é pra dizer*

*Que Te pertença, Deus!”*





---

---

# RESUMO

---

O presente relatório de pesquisa apresenta a descrição de como acontece a atividade de aprendizagem em um curso de Engenharia Elétrica, na visão do aluno. A disciplina escolhida para a pesquisa foi a de Circuitos Elétricos I, que possui aulas teóricas (em sala de aula) e práticas (em laboratório). Os objetivos do trabalho foram compreender os elementos presentes na atividade de aprendizagem, o ensino e a aprendizagem de conceitos científicos, como os alunos enxergam a contribuição de cada modalidade de aula (teórica e prática) para sua aprendizagem, e os possíveis problemas que emergem dessa atividade de aprendizagem. Para analisar os dados coletados por meio de observação participante e entrevistas, usei a Teoria da Atividade. Esta teoria pertence ao campo da psicologia e trata do desenvolvimento do psiquismo humano. É uma teoria adequada para se analisar qualquer atividade humana. Estudiosos da área do ensino vêm se apropriando da teoria da atividade e buscando estabelecer uma correlação entre essa área e os pressupostos dessa teoria, formulando orientações para o ensino de conceitos científicos. Para investigar a aprendizagem de conceitos, elegi o conceito de *Princípio da Superposição*. Nesse ponto, procurei saber se os alunos conseguiam defini-lo verbalmente e utilizá-lo na realização de um exercício. Os resultados me permitiram verificar uma deficiência na aprendizagem deste conceito. Uma análise mais detalhada dos resultados me permite compreender a estrutura da atividade e perceber que o ensino de conceitos científicos neste curso precisa ser revisto. O ensino de conceitos com definições verbais, realização de exercícios e cobranças em provas tem sido insuficiente para promover a aprendizagem de uma forma satisfatória. Seria desejável que os alunos rompessem os limites do pensamento empírico e aprendessem a pensar teoricamente. Isso seria possível quando o aluno se envolvesse em uma atividade de aprendizagem, cuja estrutura conduzisse à internalização dos conhecimentos científicos acumulados histórica e culturalmente, transformando-os em instrumentos cognitivos para serem utilizados na resolução de problemas.



---

---

# ABSTRACT

---

This research report presents a description of how the learning activity takes place on a course of Electrical Engineering, in the view of the student. The subject chosen for the research was to Electric Circuits I, which has theoretical (classroom) and practical (lab). The objectives were to understand the elements present in the activity of learning, teaching and learning of scientific concepts, as students they see the contribution of each type of school (theoretical and practical) for their learning, and the possible problems that emerge from this activity learning. To analyze the data collected through participant observation and interviews, I used the Activity Theory. This theory belongs to the field of psychology and deals with the development of the human psyche. It is an adequate theory to analyze any human activity. Scholars in the field of education are becoming more activity theory and seeking to establish a correlation between this area and the assumptions of this theory, formulating guidelines for teaching scientific concepts. To investigate the learning of concepts, I have chosen the concept of *Superposition Principle*. At that point, I wanted to know if students could verbally define it and use it in conducting an exercise. The results allowed me to verify a disability in learning this concept. A more detailed analysis of the results allows me to understand the structure of the activity and realize that the teaching of scientific concepts in this course needs to be revised. The teaching of concepts with verbal definitions, exercises and collection of evidence is insufficient to promote learning in a satisfactory manner. Ideally the students broke the limits of empirical thinking and learn to think theoretically. This would be possible when the student is involved in a learning activity, the structure of which lead to the internalization of scientific knowledge accumulated historically and culturally, transforming them into cognitive instruments for use in solving problems.



---

---

# CONTEÚDO

---

<b>Resumo</b>	<b>ix</b>
<b>Abstract</b>	<b>xi</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>1</b>
1.1 Motivação para o trabalho de tese . . . . .	1
1.2 Questão de pesquisa . . . . .	4
1.3 Objetivos . . . . .	5
1.3.1 Objetivo geral . . . . .	5
1.3.2 Objetivos específicos . . . . .	5
1.4 Justificativa e importância do trabalho . . . . .	6
1.4.1 A aprendizagem de conceitos científicos . . . . .	6
1.5 Relevância da contribuição . . . . .	9
1.6 Organização do trabalho . . . . .	9
<b>2 Revisão de Literatura</b>	<b>11</b>
2.1 O perfil desejável do engenheiro atual . . . . .	12
2.2 Teorias de aprendizagem usadas na engenharia . . . . .	15

2.2.1	Teoria Construtivista . . . . .	15
2.2.2	Teoria Sócio-interacionista . . . . .	17
2.2.3	Teoria das Inteligências Múltiplas . . . . .	19
2.2.4	Aprendizagem Baseada em Problemas . . . . .	21
2.2.5	Aprendizagem Significativa . . . . .	24
2.3	Estilos de aprendizagem . . . . .	29
2.3.1	Modelo de estilos de aprendizagem desenvolvido por Kolb . . . . .	30
2.3.2	Modelo de estilos de aprendizagem desenvolvido por Felder e Silverman . . . . .	31
2.4	Propostas para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem . . . . .	33
2.4.1	Experimentações metodológicas de ensino . . . . .	34
2.4.2	Capacitação docente . . . . .	42
2.4.3	Avaliação da aprendizagem . . . . .	42
2.5	Comentários Finais . . . . .	47
<b>3</b>	<b>Fundamentação Teórica</b>	<b>49</b>
3.1	A Teoria da Atividade . . . . .	49
3.1.1	O conceito de atividade . . . . .	50
3.1.2	As bases filosóficas da Teoria da Atividade . . . . .	51
3.1.3	As gerações da Teoria da Atividade . . . . .	52
3.1.4	Os princípios da Teoria da Atividade segundo Engeström . . . . .	61
3.2	A Aprendizagem de Conceitos . . . . .	64
3.2.1	Os conceitos e a linguagem da ciência . . . . .	64

3.2.2	Formação de conceitos segundo a Lógica Formal e a Didática Tradicional: o pensamento empírico . . . . .	66
3.2.3	Formação de conceitos na perspectiva sócio-histórica: o pensamento teórico . . . . .	68
3.3	Dialogando com a Teoria da Atividade . . . . .	102
<b>4</b>	<b>Metodologia</b>	<b>103</b>
4.1	Escolha metodológica . . . . .	104
4.1.1	O estudo de caso etnográfico . . . . .	109
4.2	Metodologia da pesquisa . . . . .	113
4.2.1	O contexto de pesquisa . . . . .	114
4.2.2	A coleta de dados . . . . .	119
4.2.3	A análise dos dados . . . . .	124
<b>5</b>	<b>A aula teórica</b>	<b>125</b>
5.1	Introdução . . . . .	125
5.2	Sobre os alunos . . . . .	125
5.2.1	As expectativas dos alunos ao cursarem a disciplina . . . . .	125
5.2.2	Importância/utilidade da disciplina de Circuitos Elétricos I . . . . .	127
5.2.3	O porquê de os alunos terem cursado a disciplina de Circuitos Elétricos I . . . . .	129
5.2.4	Ações realizadas ao longo do semestre a fim de aprender os conteúdos da disciplina . . . . .	131
5.3	A aula teórica . . . . .	133

5.3.1	Uma aula teórica . . . . .	135
5.3.2	A metodologia do professor . . . . .	141
5.3.3	O ensino de conceitos . . . . .	160
5.3.4	As relações humanas na classe . . . . .	166
5.4	Aspectos gerais do resultado . . . . .	178
5.5	Comentários Finais . . . . .	194
<b>6</b>	<b>A aula de laboratório e o Teorema da Superposição</b>	<b>195</b>
6.1	A aula de laboratório . . . . .	195
6.1.1	Uma aula de laboratório . . . . .	196
6.1.2	A metodologia . . . . .	202
6.1.3	A aprendizagem dos conceitos . . . . .	210
6.1.4	As relações humanas no Laboratório . . . . .	212
6.1.5	Aula de laboratório versus aula teórica . . . . .	215
6.2	O Teorema da Superposição . . . . .	215
6.2.1	A abordagem do conceito de Teorema da Superposição . . . . .	219
6.2.2	Entrevista . . . . .	221
6.2.3	Exercício . . . . .	224
6.3	Aspectos gerais do resultado . . . . .	227
6.4	Comentários Finais . . . . .	230
<b>7</b>	<b>Tensões encontradas na atividade</b>	<b>231</b>
7.1	A estrutura da atividade . . . . .	232



7.1.1	Motivo . . . . .	234
7.1.2	Ações de estudo . . . . .	236
7.2	Tensões . . . . .	238
7.2.1	Tensões entre o sujeito e o objeto . . . . .	238
7.2.2	Tensões entre o sujeito e o artefato . . . . .	239
7.2.3	Tensões entre o sujeito e as regras . . . . .	241
7.2.4	Tensões entre o sujeito e a comunidade . . . . .	242
7.2.5	Tensões entre sujeito e divisão de trabalho . . . . .	243
7.2.6	Tensões entre artefato e objeto . . . . .	245
7.2.7	Tensões entre o artefato e as regras . . . . .	247
7.2.8	Tensões referentes a outras atividades . . . . .	247
7.3	Comentários Finais . . . . .	248
<b>8</b>	<b>Considerações Finais</b>	<b>249</b>
8.1	Questões que emergem do trabalho . . . . .	255
8.2	Questões para pesquisas futuras . . . . .	256
<b>A</b>	<b>Entrevista</b>	<b>257</b>
A.1	Roteiro da entrevista . . . . .	257
	<b>bibliografia</b>	<b>259</b>



---

# Introdução

---

## 1.1 Motivação para o trabalho de tese

O interesse pelo desenvolvimento desse trabalho surgiu há aproximadamente 8 ou 9 anos, quando eu ainda cursava a graduação em Engenharia Elétrica no Centro Universitário do Leste de Minas Gerais (Unileste-MG). Naquela época, ainda que de maneira incipiente, alguns problemas no Curso de Engenharia Elétrica (CEE) eram percebidos e me provocavam questionamentos. Os problemas que mais me chamavam a atenção eram:

1. Reprovação em massa
2. Reprovações sucessivas
3. Evasão

A impressão que eu tinha era a de que a dinâmica do curso poderia ser representada por um “funil”: o número de alunos que chegavam a concluir o curso era muito menor do que o número de alunos que se matriculavam no primeiro período. Os dados da Tabela 1.1 mostram o número de calouros e formandos nos 5 últimos anos, tanto no primeiro como no segundo semestres, confirmando esta imagem.

Tabela 1.1: Números de alunos calouros e formandos nos primeiros e segundos semestres dos anos de 2003 a 2007 no CEE do Unileste-MG.

Ano	1 <sup>o</sup> semestre	1 <sup>o</sup> semestre	2 <sup>o</sup> semestre	2 <sup>o</sup> semestre
	Calouros	Formandos	Calouros	Formandos
2003	56	6	45	9
2004	57	14	33	16
2005	53	10	35	17
2006	68	23	35	27
2007	60	15	30	33

Neste centro universitário, o número de calouros que se matriculam no segundo semestre de cada ano é normalmente menor do que o número de calouros que se matriculam no primeiro semestre. Também, o número de alunos que concluem o curso no final do ano é maior que o número de alunos que o concluem no meio do ano. Pelo menos idealmente, alunos que ingressam no curso no primeiro semestre deveriam terminá-lo no segundo semestre, depois de 5 anos. E alunos que ingressam no curso no meio do ano deveriam terminá-lo também no meio do ano, ou seja, no primeiro semestre, 5 anos depois. Assim, se calcularmos a média dos dados da Tabela 1.1, veremos um desequilíbrio entre o número de alunos que ingressam no curso e o número de alunos que o concluem. Temos cerca de 59 calouros, em média, nos primeiros semestres, contra uma média de aproximadamente 20 formandos nos segundos semestres. E uma média de aproximadamente 36 calouros nos segundos semestres, para uma média de cerca de 14 formandos nos primeiros semestres. Uma observação interessante nos dados apresentados é que, apesar de existir uma tendência de aumento do número de formandos, a turma que teve o maior número de formandos, 33, foi uma turma atípica. Nesta turma havia alunos que não eram regulares; alunos que já estavam no curso há muito tempo e que conseguiram se formar nessa ocasião.

Assim, a pergunta foi: “Como esta situação se configura? Por que isso acontece? Onde estão os outros aproximadamente 60% dos alunos que iniciaram o curso?” A fim de tentar responder a essa pergunta, seria necessário compreender e mapear os fenômenos envolvidos nessas situações de ensino, e descrevê-los. Se isto fosse feito, surgia então uma outra pergunta: “O que fazer para evitar que tais situações aconteçam, ou pelo menos como atenuá-las?”. Essa foi a idéia inicial e a motivação do trabalho.

Sabe-se que são muitos e variados os fatores que poderiam contribuir para a existência dos problemas citados anteriormente. Depois de refletir, algumas hipóteses, também em forma de perguntas, foram colocadas:

- Quais foram as *condições oferecidas para a aprendizagem* (metodologia, relação professor-aluno) em tal contexto de ensino?
- Qual é o *perfil* dos alunos que se matriculam no curso? Que dificuldades eles poderiam ter?
- Até que ponto *problemas externos à universidade* interferem no processo de ensino e aprendizagem, no âmbito da sala de aula?
- O *processo de avaliação da aprendizagem* é adequado?

A princípio, acreditei que a solução seria repensar o processo de *avaliação da aprendizagem*, no que diz respeito às técnicas de avaliação e aos momentos específicos em que elas acontecem. Muitos professores o consideram inadequado, bem como os alunos. Além

disso, a *avaliação* tem sido tema de pesquisa de muitos pesquisadores. Diante desse contexto, esta pesquisa começou com o estudo de avaliação da aprendizagem em cursos de engenharia, e, com este enfoque, alguns trabalhos foram desenvolvidos (Silva et al., 2005c,a,b).

Todavia, com o desenvolver da pesquisa, e a realização dos trabalhos acima mencionados, juntamente com a minha experiência como professora no curso de engenharia, optei por mudar o foco da investigação de *avaliação da aprendizagem* especificamente para a *aprendizagem* em geral. Não estou dissociando o tema *avaliação* do tema *aprendizagem*, porque considero ser impossível. Apenas fiz a opção por estudar a aprendizagem num âmbito maior, e não apenas os momentos em que o aluno era formalmente avaliado.

Percebi que muitos estudantes apresentavam grandes dificuldades de aprender os conteúdos do curso. Também comecei a questionar o modo pelo qual eles aprendiam o conteúdo. A experiência de sala de aula sugere que tais estudantes têm realizado uma aprendizagem mecânica, superficial. Muitos deles estudam decorando, apenas para fazer provas, e rapidamente esquecem o conteúdo estudado. Os conceitos essenciais de cada disciplina muitas vezes passam despercebidos pelos alunos. De maneira sistemática, o trabalho como professora no CEE me permitiu observar as seguintes dificuldades de aprendizagem dos alunos:

- Dificuldade de ler e escrever;
- Dificuldade de compreensão do conteúdo (falado ou escrito);
- Dificuldade de resolver problemas;
- Dificuldade de compreender e assimilar conceitos científicos;
- Demanda por processos avaliativos repetitivos (questões da prova iguais às questões da lista de exercícios) e que exigem apenas processos mecânicos e de memorização;
- Falta de autonomia para estudar; a maioria depende exclusivamente do professor.

Frente a esse panorama, me propus a investigar o que acontece nesse curso, a estudar a forma pela qual se dá o processo de aprendizagem desses alunos.

Assim, o que me motivou a realizar esta pesquisa foi a minha imersão na realidade do Curso de Engenharia Elétrica do Unileste-MG (instituição onde me graduei e onde trabalho atualmente) e o desejo de contribuir com a compreensão e uma possível melhoria, *a posteriori*, da mesma.

## 1.2 Questão de pesquisa

Uma análise das questões levantadas na seção anterior levou-me a optar por investigar a *aprendizagem* no curso de Engenharia Elétrica, buscando entender o ponto de vista do aluno. Estudar o processo de aprendizagem (sem dissociá-lo do processo de ensino, mas dando-lhe especial foco), a atividade de aprendizagem na sala de aula. Sem propor nenhuma intervenção (como uma metodologia diferente, por exemplo), mas apenas observar, estudar e buscar compreender o cotidiano do aluno, ali, numa sala de aula normal. Que problemas realmente acontecem durante este processo? Propus-me a investigar como acontece a aula: a metodologia (incluindo a condução da aula pelo professor, os recursos, e as avaliações), o ensino dos conceitos científicos especialmente, e as relações humanas entre o professor e os alunos. Também, busquei identificar a visão do aluno sobre este processo, bem como suas atitudes dentro deste processo de aprendizagem. Tais questões que levanto, e que acredito concorrerem durante o fenômeno de aprendizagem, são muitas. Busquei, por este motivo, uma perspectiva teórica que me permitisse olhar para a aprendizagem levando em conta a maioria delas.

A Teoria da Atividade, abordada no capítulo de fundamentação teórica, é uma teoria da Psicologia que vem sendo muito utilizada para descrever e compreender atividades humanas em geral, em vários campos, inclusive na Educação. Ela contém elementos que nos ajudam a compreender a estrutura de uma atividade humana, como ela acontece e quais podem ser os problemas nela inseridos, de um modo sistêmico, possibilitando a articulação dos diversos elementos que eu identificava. Além disso, alguns teóricos dessa corrente vêm dedicando esforços para compreender como o ensino escolar deve ser organizado para que de fato contribua para o desenvolvimento do aluno, por meio do ensino de conceitos científicos. Por isso, optei por utilizar essa teoria para fazer uma leitura da atividade de aprendizagem dos alunos de Engenharia Elétrica. Assim, este trabalho faz uma interface entre a Psicologia (aplicada à Educação) e a Engenharia.

Para estudar a atividade de aprendizagem dos alunos, escolhi uma turma do CEE do Unileste: a turma da disciplina de Circuitos Elétricos I (CE I) do segundo semestre de 2008, por dois motivos principais: 1) a disponibilidade e a facilidade para coletar os dados<sup>1</sup>; 2) o fato de esta ser uma disciplina específica do CEE. A disciplina de CE I acontece em dois momentos e locais distintos: a sala de aula e o laboratório.

A questão de pesquisa (e seus desdobramentos) que orientou toda a pesquisa foi formulada: *Como ocorre a atividade de aprendizagem na perspectiva do aluno?*

Responder a esta questão, para mim, significa estar atenta a:

1. Que elementos estão envolvidos na atividade de aprendizagem em sala de aula?

---

<sup>1</sup>A facilidade de coleta de dados se deve à minha disponibilidade de horário para assistir às aulas, e ao acolhimento que o professor desta disciplina teve para com a pesquisa.

- Que motivos os alunos apresentam para cursarem a disciplina?
  - Quais são as atitudes dos alunos (ou seja, o que os alunos fazem) para aprender o conteúdo da disciplina?
  - A aula teórica e a aula de laboratório “envolvem” os alunos do mesmo modo?
2. Como os alunos lidam com os conceitos científicos da disciplina?
    - Como o ensino de conceitos científicos tem sido realizado?
    - Os alunos têm aprendido os conceitos científicos?
  3. Que problemas emergem no decorrer da atividade de aprendizagem?

## 1.3 Objetivos

Diferentemente de muitos trabalhos já desenvolvidos na literatura, este não tem a pretensão de criar algo novo, como uma nova metodologia de ensino. Nem de apresentar uma proposta de intervenção. O que este trabalho traz de novo é a descrição da atividade de aprendizagem em um curso de engenharia, bem como a busca por elucidar aspectos dessa atividade. O que se pretende com este trabalho é observar a realidade, descrevê-la e tentar compreendê-la, tendo como referencial teórico, isto é, como uma “lente”, a Teoria da Atividade. Compreender uma atividade humana da sala de aula num curso de Engenharia, e principalmente os problemas concernentes a ela é o primeiro passo para contribuir para a evolução dessa atividade. Os objetivos deste trabalho são apresentados a seguir.

### 1.3.1 Objetivo geral

Investigar e descrever como acontece a atividade de aprendizagem em um curso de Engenharia Elétrica, da perspectiva do aluno.

### 1.3.2 Objetivos específicos

1. Descrever a aula teórica e a aula de laboratório e compreender como os alunos percebem estas duas modalidades de aula contribuindo para a sua aprendizagem;
2. Investigar como o ensino de conceitos científicos tem sido organizado pelo professor;
3. Eleger um conceito específico da disciplina e investigar como se deu a aprendizagem desse conceito;
4. Identificar possíveis tensões que ocorrem na atividade de aprendizagem;
5. Extrair possíveis contribuições da Teoria da Atividade para o Ensino de Engenharia.

## 1.4 Justificativa e importância do trabalho

A justificativa para esse trabalho se traduz principalmente em:

1. A necessidade de compreender (para aprimorar) o processo de aprendizagem nos cursos de engenharia;
2. A importância do estudo de conceitos científicos para uma aprendizagem consistente.

A literatura da área de Educação em Engenharia mostra com clareza como pesquisadores e professores têm se preocupado em aprimorar os processos de aprendizagem dos alunos, buscando reduzir suas dificuldades de aprendizagem e, conseqüentemente, os índices de reprovação e até mesmo de evasão. Uma revisão da literatura mostra que várias teorias da aprendizagem têm sido usadas na engenharia. Além disso, experimentações metodológicas têm sido desenvolvidas, no esforço de minimizar as dificuldades de aprendizagem do aluno de engenharia. O capítulo 2 apresenta alguns desses esforços já realizados.

Por outro lado, também tem sido colocada a importância da aprendizagem de conceitos científicos, não apenas para a consolidação da aprendizagem do conteúdo, como também para o desenvolvimento do aluno. A falta de compreensão dos conceitos científicos já foi apontada como uma possível causa para o baixo aproveitamento escolar (Barros, 2006) e como certamente dificultando a resolução de problemas práticos, visto que a aquisição de conceitos científicos permite ao aluno compreender casos particulares e resolver problemas concretos (Sforini, 2004). Os conceitos constituem parte das ferramentas teóricas não apenas dos cientistas, mas também dos profissionais de nível superior. A teoria estudada na faculdade é o fundamento da atividade profissional escolhida. Sem um domínio básico das ferramentas teóricas (idéias, signos), o profissional não conseguirá exercitar plenamente a profissão (Ferrari, 1982). A importância de se aprender conceitos científicos como entendida neste trabalho será o foco da seção a seguir.

### 1.4.1 A aprendizagem de conceitos científicos

Algumas pesquisas (Corazza-Nunes et al., 2006; Caballer and Giménez, 1993; Barranín and Sánchez, 1996; Giordan and Vecchi, 1996) sugerem que o ensino na escola tem sido pouco eficaz na promoção do desenvolvimento do pensamento conceitual dos alunos. Nem sempre tem sido possível aos alunos utilizarem os conceitos científicos como instrumentos do pensamento em situações que extrapolam o contexto escolar. Assim, a maior parte do saber científico ensinado acaba sendo rapidamente esquecida. Muitas vezes, a atividade dos alunos tem se restringido a memorizar conteúdos fragmentados e dissociados de sua vida cotidiana, reduzindo-se a uma ação mecânica de associação de símbolos, como já observei. Além disso, pode-se constatar que as dificuldades de aprendizagem por parte dos alunos aumentam à medida em que os conteúdos tornam-se mais complexos; isto é,



quanto mais abstratos tornam-se os conceitos trabalhados na escola, mais dificuldades de apropriação dos mesmos enfrentam os alunos.

Para Vygotsky (2001), um conceito é mais do que a soma de certos vínculos associativos formados pela memória, é mais do que um simples hábito mental; é um ato real e complexo do pensamento que não pode ser aprendido por meio de simples memorização. Ainda de acordo com este autor, o domínio dos conceitos científicos é tão determinante de rupturas e transformações no homem quanto o domínio da escrita. A maior contribuição que o domínio de conceitos pode trazer não é a maior quantidade de conteúdos de posse do sujeito, mas a qualidade que a aprendizagem de tais conceitos confere ao pensamento, que se traduz em termos das relações que podem ser estabelecidas. Assim, torna-se importante pensar em uma forma adequada de se promover o ensino e a aprendizagem de conceitos.

Os conceitos científicos compõem os sistemas simbólicos que medeiam a ação do homem sobre o mundo. Ao pensar, o ser humano não lida com a coisa em si, mas opera mentalmente com uma representação sua, o que permite a ele pensar sobre coisas que não estão imediatamente presentes no tempo ou no espaço. Os conceitos são representações da realidade rotuladas por signos específicos - as palavras; procedem de um dado objetivo e constituem uma forma culturalmente determinada de ordenação e designação das categorias da experiência (Oliveira, 1997). De uma forma ideal, os diversos conteúdos com os quais o aluno se depara na escola constituem-se em vários campos conceituais que, por oferecerem novos significados sobre o mundo, ampliam seu horizonte de percepção e modificam as formas de interação com a realidade, isto é, permitem modificar a forma e o conteúdo do pensamento humano. Os conceitos científicos, quando apropriados, transformam-se em instrumentos cognitivos.

Aprender, na perspectiva adotada neste trabalho, não significa recitar um número cada vez maior de conceituações formais, mas sim elaborar modelos, articular conceitos de vários ramos da ciência, de forma que cada conhecimento apropriado pelo sujeito amplie a rede de informações e possibilite tanto a atribuição de significados como seu uso como instrumentos de pensamento (Sforni and Galuch, 2006b). O aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer (Vygotsky, 1984).

Da minha experiência, percebo que tem sido comum a escola trabalhar mecanicamente, com definições que não requerem necessariamente compreensão do conceito que está envolvido. Nesse caso, não se dá a devida importância ao sentido das palavras e nem ao próprio conceito, quando na verdade, mais importante seria reconhecer se os alunos são capazes de pensar com os conceitos internalizados, de poder utilizá-los como instrumentos do pensamento em outros contextos e situações, ou seja, se são capazes de analisar e resolver problemas, lidar com variáveis, projetar. Para isso, não basta definir o que um conceito é; não basta saber dar respostas à escola (Sforni and Galuch, 2006b). A

compreensão de um conteúdo é evidenciada quando o aluno consegue transpor o conteúdo escolar para explicar cientificamente os fenômenos com os quais se depara diariamente, ou seja, quando o pensamento ascende ao concreto (Vygotsky, 1989). Pensar na aprendizagem dos conceitos nessa perspectiva implica em reconhecer que sua apropriação não se resume à definição e à memorização. É necessário que tais conceitos estejam inseridos em uma atividade em que sua função, como ferramenta, seja explícita. Deve-se criar a possibilidade de realização de operações mentais facilitadas pelos conceitos.

Um dos fundamentos da aprendizagem conceitual é a mediação docente, que deve oportunizar que conhecimentos prévios sejam transformados em conhecimentos científicos. Nesta mediação, é desejável que sejam desenvolvidas atividades de ensino que contribuam para que os alunos desenvolvam: a percepção e a atenção deliberadas em relação ao fenômeno estudado; a reflexão sobre o saber já dominado, frente ao novo conhecimento; a memória seletiva, dentre as várias fontes de informação disponibilizadas; o raciocínio, com os conceitos adquiridos, dentre outros. Situações-problema podem ser úteis para que o pensamento dos alunos transite entre o conceito espontâneo e o científico. A internalização dos conceitos científicos pelo aluno não se dá apenas com o ensino (no sentido tradicional) de tais conceitos. Nesse caso, são úteis as atividades coletivas, as explicações do professor, a troca de experiência com os colegas, as leituras de textos de diferentes naturezas sobre o tema, a observação de vídeos explicativos, a realização de experimentos. Atividades como estas podem contribuir para um diálogo interno e para uma reorganização do pensamento do aluno (Sforni and Galuch, 2006b).

A linguagem é um dos aspectos fundamentais a serem considerados no ensino de conceitos, pois, para que haja a apropriação do conceito e compreensão do conteúdo, é necessário que a memorização da palavra seja ultrapassada, alcançando o seu significado. Para Vygotsky (2001), a aquisição de significados é um processo coletivo, partilhado, que acontece nas interações em que cada indivíduo se apropria e reconstrói esses significados.

Sforni (2004) chama a atenção para a possibilidade de se ensinar a pensar por meio do ensino de conteúdos escolares, visto que a aprendizagem de conteúdos favorece o desenvolvimento de capacidades cognitivas que possibilitam o pensamento. A autora ainda afirma que, sem dúvida, a transmissão do conhecimento sistematizado e a formação do pensamento são questões centrais da corrente soviética da psicologia. Estas são analisadas não como fenômenos estanques, mas como uma unidade que justifica a relevância do ensino (Sforni and Galuch, 2006b). Em outras palavras, a apropriação de conhecimentos e o desenvolvimento de capacidades psíquicas fazem parte de um processo único de desenvolvimento do psiquismo humano.

É difícil para um professor ter a certeza de que houve a apropriação dos conceitos exatamente do modo como é a expectativa da escola, mas a inserção do aluno em um movimento de reflexão, mesmo que ainda oscilando entre o velho e o novo conhecimento, é um indício de que ele está se engajando na atividade de aprendizagem, no sentido

exposto por Leontiev (Sforni, 2004). Como explicam Sampaio and Ribeiro (1998):

A formação de conceitos é um processo, não um resultado de transmissão de palavras ou definições que expressem a generalização compreendida nos conceitos, (...) portanto, a formação de conceitos, que deve estar presente na proposta de conhecimento da escola, é movimento de pensamento com oscilações, que vai aos poucos se constituindo - pelo uso das palavras, por combinações entre operações mentais, isolando atributos comuns entre objetos, abstraindo determinados traços, simbolizando, chegando a sínteses. Síntese ou conceito não se mede, mas se persegue para que os alunos possam chegar lá.  
p.10

Adotando este ponto de vista, justifico a importância de desenvolver este trabalho buscando responder a questão de pesquisa, como proposta em 1.2.

## 1.5 Relevância da contribuição

A observação, descrição e compreensão da atividade de aprendizagem em um curso de Engenharia Elétrica fornece subsídios para uma melhor compreensão dos problemas de aprendizagem que atualmente ocorrem e até mesmo para propostas de intervenção futuras, contribuindo para uma melhoria do processo de ensino e aprendizagem em engenharia. Além disso, este trabalho relaciona os domínios da Educação e da Engenharia.

## 1.6 Organização do trabalho

Este texto está organizado da seguinte forma.

No Capítulo 2 será apresentada uma Revisão de Literatura, abordando esforços que têm sido feitos na área de Educação em Engenharia, com o objetivo de minimizar os problemas relativos à aprendizagem dos alunos.

No Capítulo 3, tem-se a Fundamentação Teórica. São apresentadas as bases teóricas sobre as quais este trabalho está sendo construído. O capítulo trata da Teoria da Atividade e da aprendizagem de conceitos segundo a perspectiva sócio-histórica.

O Capítulo 4 apresenta a opção metodológica e a descrição da Metodologia da pesquisa.

No Capítulo 5 temos a descrição da aula teórica, nos seguintes aspectos: a metodologia, o ensino de conceitos e as relações humanas na classe.

O Capítulo 6 está dividido em duas partes: na primeira, temos a descrição da aula de laboratório, nos mesmos aspectos da aula teórica; e na segunda, a descrição de um

experimento (a aplicação de um exercício) para verificar a aprendizagem de um conceito específico: o do princípio da superposição.

No Capítulo 7, os dados da pesquisa, descritos nos capítulos 5 e 6, são analisados segundo a Teoria da Atividade. São apresentadas a estrutura da atividade de aprendizagem dos alunos em CE I, e em seguida, as contradições encontradas nessa atividade.

Finalmente, o Capítulo 8 faz o fechamento do trabalho, apresentando as principais conclusões advindas da pesquisa.

## Revisão de Literatura

---

O objetivo deste capítulo é apresentar o tratamento que vem sendo dado por pesquisadores e professores para o problema da *dificuldade de aprendizagem* do estudante de engenharia. Certamente não será possível esgotar o assunto, e verificar *todas* as formas que já têm sido utilizadas para tratar esse problema. Procurou-se, fundamentalmente, investigar essa questão no Brasil.

A preocupação dos professores e pesquisadores da área de engenharia com a melhoria do processo de ensino-aprendizagem é bastante conhecida. Uma prova disso é o número de trabalhos que vêm sendo publicados nos anais do principal congresso brasileiro da área de educação em engenharia, o Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia - COBENGE.

Nota-se uma preocupação muito forte com o tipo de profissional que se deseja entregar ao mercado de trabalho. O avanço da tecnologia tem imposto algumas exigências ao profissional que deseja ingressar no mercado de trabalho. Esse fato tem sido provavelmente o maior fator motivador de estudos que visem ao aperfeiçoamento do processo de ensino-aprendizagem. Os estudos sobre processo de ensino-aprendizagem se fundamentam em teorias diversas, e basicamente têm focado duas etapas do processo: 1) a metodologia de ensino; 2) o processo de avaliação da aprendizagem. Este capítulo está organizado de modo a abordar os seguintes tópicos:

- O perfil do aluno de engenharia exigido atualmente pelo mercado de trabalho;
- As principais teorias da aprendizagem que fundamentam os estudos sobre ensino-aprendizagem em cursos de engenharia;
- Os estilos de aprendizagem usados na educação em engenharia;
- Propostas para melhoria do processo de ensino-aprendizagem:
  1. Metodologia de ensino;
  2. Capacitação docente;

### 3. Avaliação da aprendizagem.

## 2.1 O perfil desejável do engenheiro atual

Franchi and Júnior (2004) comentam sobre as muitas discussões que têm existido nos últimos anos acerca do perfil do engenheiro atual e das características que os cursos de engenharia devem desenvolver. Tais discussões se intensificaram a partir de mudanças ocorridas na legislação educacional brasileira, culminando com a elaboração das Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, aprovadas em 2002. De acordo com o Art. 4º desse documento, a formação do engenheiro tem por objetivo dotar o profissional dos conhecimentos requeridos para o exercício das seguintes *competências e habilidades* gerais (CNE, 2002):

1. aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
2. projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
3. conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
4. planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;
5. identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
6. desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
7. supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
8. avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
9. comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
10. atuar em equipes multidisciplinares;
11. compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;
12. avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
13. avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;
14. assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Oferecer um curso de engenharia que seja capaz de formar o aluno com as competências e habilidades mencionadas acima tem sido um grande desafio para as instituições de ensino e pesquisadores brasileiros, começando com a reformulação do currículo e do projeto pedagógico do curso (que deve incluir não apenas um elenco de disciplinas, mas todo um conjunto de atividades complementares, tais como trabalhos de iniciação científica, projetos multidisciplinares, visitas teóricas, trabalhos em equipe, desenvolvimento de protótipos, monitorias, participação em empresas juniores e outras atividades empreendedoras) e chegando até à sala de aula, que é onde acontecem efetiva e rotineiramente as situações de aprendizagem. Para desenvolver competências não bastam as atividades que levem à aquisição de conhecimento formal<sup>1</sup>, compreensão e memorização. É necessário promover o aprendizado ativo e participativo em substituição ao tradicional aprendizado passivo e não participativo. Para isto devem-se implementar metodologias de ensino que privilegiem a participação dos alunos nas atividades de forma:

- ativa: levando-os a pensar, a buscar informações, a considerar aspectos multifuncionais relacionados à atividade, estimulando a criatividade e a pró-atividade;
- crítica: possibilitando a avaliação, com mais profundidade e elementos, dos impactos decorrentes das soluções obtidas nos problemas de engenharia;
- cooperativa: incentivando os alunos a trabalharem em equipe com compreensão do real sentido dessa forma de trabalho.

Trevelin and Pereira (2005) retratam uma questão interessante em seu trabalho: as transformações sofridas pela sociedade mundial nos ambientes político, econômico e social, as quais interferem ou modificam conseqüentemente as organizações e os papéis desempenhados por seus agentes. De acordo com Crawford (1994), as profundas mudanças na base da economia e da estrutura social do mundo permitiram a identificação de 4 tipos de sociedade:

1. Sociedade Primitiva: o homem agia de acordo com a sua intuição, usava a descoberta dos recursos que o rodeavam e preocupava-se exclusivamente com a própria sobrevivência, utilizando recursos de caça, pesca e coleta.
2. Sociedade Agrícola: tem sua organização econômica e social baseada na propriedade de recursos naturais e livre iniciativa e é bastante estável demograficamente.
3. Sociedade Industrial: é a era do trabalho mecânico, ocasionado pela Revolução Industrial. A contratação do trabalho se faz por meio dos detentores do capital e

---

<sup>1</sup>Na visão da Teoria da Atividade, conforme será mostrado nos próximos capítulos, os conhecimentos são compreendidos como *instrumentos simbólicos*. Adquirir tais conhecimentos significa ter competência para operar com eles; isto é, não existe distinção entre aquisição de conhecimentos e competências e habilidades.

prevalece a idéia de racionalização pela redução de custos. Estabelece-se a hierarquia social composta pelos capitalistas, burocratas e trabalhadores. A organização social e econômica é baseada na propriedade do *capital físico e financeiro*. O trabalhador que antes era considerado livre e dono do seu tempo perde a autonomia para o trabalho quando vai para as fábricas e torna-se mão-de-obra.

4. Sociedade do Conhecimento: é a era do *capital intelectual*, com o conhecimento totalmente disseminado e democratizado, e com o desenvolvimento tecnológico a serviço do homem para melhoria de sua qualidade de vida. Desaparece a imagem do trabalho como castigo e surge a atividade profissional como fonte de prazer, permitindo que a sociedade se organize em um sistema de parceria, em que todos tenham, pelo menos teoricamente, a possibilidade de ganhar.

É importante notar que o otimismo presente na *sociedade do conhecimento* trata-se de uma situação ideal. Infelizmente, a situação real é diferente. Apesar da abundância das informações e do avanço tecnológico, muitas pessoas ainda continuam sem acesso a estes elementos. Além disso, o trabalho nem sempre deixou de ser uma obrigação ou castigo e passou a ser uma fonte de prazer.

Entretanto, não se pode negar que na sociedade atual o mercado de trabalho está cada vez mais exigente e o profissional deve ter uma postura pró-ativa para sua formação e carreira, seja para trabalhar como funcionário de uma empresa ou para ser dono do seu próprio negócio.

Nesse contexto, é necessário que as instituições de ensino de engenharia se esforcem para formar engenheiros capacitados para atuar na sociedade e no setor produtivo, a partir de ações empreendedoras, como agentes do seu próprio desenvolvimento e, conseqüentemente, como agentes do desenvolvimento de sua sociedade.

Deseja-se também o desenvolvimento simultâneo de conhecimentos, habilidades e atitudes dos alunos (Ribeiro and Mizukami, 2004):

- conhecimentos: em ciência e tecnologia, computação, administração de empresas, leis, impactos ambientais e sociais da tecnologia, etc.;
- habilidades: desenvolvimento de projetos, solução de problemas, comunicação, trabalho em equipe, auto-avaliação e avaliação de pares, etc.;
- atitudes: ética, integridade, responsabilidade para com colegas, sociedade e profissão, iniciativa, empreendedorismo, flexibilidade, motivação para o aprendizado autônomo e contínuo ao longo da vida, etc.

Assim, é muito importante que o aluno de engenharia *aprenda a aprender e aprenda sempre*. De acordo com Vygotsky e também com Davydov, autores colaboradores da



Teoria da Atividade, que será apresentada no capítulo seguinte, os conteúdos das diversas disciplinas escolares devem ser ensinados de modo a promover o desenvolvimento mental do aluno. O ensino deve adiantar-se ao desenvolvimento, isto é, o ensino deve servir para que o desenvolvimento aconteça. Para isso, é necessário que a aprendizagem não seja mecânica, superficial. Os conteúdos de estudo devem ser internalizados de modo a se tornarem ferramentas teóricas para a resolução de problemas da vida prática e profissional do estudante de engenharia. Esse tipo de ensino só pode ter sucesso quando o aluno assume uma postura pró-ativa ao participar da atividade de ensino e aprendizagem.

## 2.2 Teorias de aprendizagem usadas na engenharia

Conforme mencionado no início desse capítulo, são muitos os trabalhos publicados sobre a temática *melhoria do processo de ensino-aprendizagem* em cursos de engenharia. Muitos desses trabalhos propõem mudanças ou experimentos metodológicos referenciados em teorias de aprendizagem já existentes. A seguir serão descritas sucintamente aquelas que têm fundamentado as pesquisas na área de engenharia.

### 2.2.1 Teoria Construtivista

Na Teoria Construtivista, elaborada a partir dos estudos do suíço Jean Piaget (Piaget, 1987, 2001), o conhecimento não é entendido como algo pré-determinado desde o nascimento, nem como o resultado do simples registro de percepções e informações. O conhecimento resulta das ações e interações do sujeito com o ambiente em que vive. Todo conhecimento é uma *construção* que vai sendo elaborada desde a infância, por meio de interações do sujeito com os objetos que procura conhecer, sejam eles físicos ou culturais.

Piaget dedicou-se a pesquisar a origem e o desenvolvimento do conhecimento, cunhando o termo *epistemologia genética*: é o processo mental por meio do qual o ser humano agrega novos conhecimentos, integrando-os ao conjunto de suas informações e vivências anteriores. Esse modelo de concepção do conhecimento integra os fatores hereditários (a biologia e a fisiologia que compõem o organismo humano) com a dinâmica vitalícia do próprio ser humano. A idéia central da teoria piagetiana é que o conhecimento não procede nem da experiência única dos objetos nem da programação inata pré-formada no sujeito, mas de *construções* sucessivas com elaborações constantes de estruturas novas.

São 4 os fatores gerais que interferem no desenvolvimento cognitivo:

1. maturação nervosa;
2. ação concreta sobre os objetos;
3. interações sociais;

#### 4. equilíbrio.

A maturação nervosa se refere aos aspectos biológicos do desenvolvimento. É uma condição necessária, mas não suficiente, para explicar o surgimento das estruturas do pensamento. A experiência adquirida na ação concreta sobre os objetos é uma condição essencial e necessária, mas não suficiente para explicar a elaboração das estruturas lógico-matemáticas. As interações sociais representam um fator importante do desenvolvimento, mas não são em si a sua fonte, visto que a linguagem apenas veicula processos mentais, que obviamente são desenvolvidos antes da mesma. O quarto fator, a equilíbrio, pode ser entendido como uma forma adaptativa que procura maximizar as interações organismo-meio por meio da construção de novos instrumentos de compreensão e ação sobre a realidade, sempre que isso se mostrar necessário ao sujeito. O processo de construção é assim um processo de reestruturação no qual todo conhecimento novo é gerado a partir de outros prévios. O novo se constrói sempre a partir do já adquirido e o transcende. O sistema de equilíbrio coloca-se como uma forma de ligação entre o desenvolvimento e a aprendizagem, combinando os fatores de ação externa com os fatores de organização interna, inerentes à estrutura cognitiva.

Para Piaget, a inteligência é uma adaptação que tende sempre para um maior e mais perfeito equilíbrio por dois motivos: 1) o sujeito tem uma tendência natural à assimilação, incorporando os elementos que lhe são exteriores; 2) toda nova assimilação obriga o sujeito a modificar seus esquemas anteriores de assimilação para acomodar as particularidades do elemento assimilado, sem todavia perder a continuidade dos esquemas anteriores. Assim, o desenvolvimento cognitivo é formado por uma sucessão de estágios que são caracterizados pelo alcance de novos patamares de equilíbrio adaptativo que se refletem na construção de estruturas mentais originais.

Piaget delimitou quatro grandes estágios de desenvolvimento da inteligência: 1) sensório-motor (de 0 a 2 anos aproximadamente), 2) pré-operatório (de 2 a 6 anos aproximadamente), 3) operatório-concreto (de 6 a 12 anos aproximadamente) e 4) operatório-formal (a partir dos 12 anos de idade). É importante ressaltar que o que delimita os estágios não são as idades cronológicas em si, mas os modos de pensamento característicos de cada estágio e a própria seqüência de desenvolvimento cognitivo.

Na visão construtivista, a aprendizagem se refere a aquisições que ocorrem somente quando o aluno desenvolve seu próprio conhecimento. Ela resulta da interação do sujeito com o objeto de conhecimento, que não se reduz ao objeto concreto, mas inclui o outro, a família, a escola, o social. Teóricos e pedagogos desta perspectiva sugerem principalmente duas estratégias de ensino: a proposição de problemas e o trabalho em equipe. O ensino baseado na proposição de problemas busca provocar o desequilíbrio cognitivo necessário para ativar o processo de equilíbrio mencionado anteriormente. O trabalho em equipe é visto como uma estratégia eficaz para a socialização do indivíduo, visto que por meio

da interação social os indivíduos compartilham idéias, informações, responsabilidades e decisões que contribuem para o desenvolvimento do ser humano.

Quanto ao papel do aluno, ele deve ser o sujeito de seu próprio processo de aprendizagem. Deve assumir uma postura ativa na busca do conhecimento, sentindo-se motivado pela curiosidade e realizando ações de exploração sobre o objeto em estudo, uma postura que o levará a construir um acervo pessoal de conhecimento e não apenas um conjunto de informações que precisa dominar para passar na prova. O ensino dos conteúdos escolares deve ser organizado de modo a permitir que o aluno consiga desenvolver essa postura.

Quanto à conduta do professor, deve ser um incentivador do aluno, promovendo situações desafiadoras a fim de que o aluno movimente seus conhecimentos pré-existentes e perceba suas certezas e dúvidas sobre o tema, atuando para resolvê-las. O professor deve instigar o aluno apresentando a eles situações de problematização.

Exemplos de trabalhos que têm estudado o ensino de engenharia numa perspectiva construtivista podem ser encontrados em Vallim (2000); Souza (2003); Schnaid et al. (2003); Soares et al. (2005); Oliveira (2005).

### **2.2.2 Teoria Sócio-interacionista**

A Teoria Sócio-interacionista da aprendizagem tem como principal teórico o russo Lev Semenovich Vygotsky.

A principal característica dessa teoria (Vygotsky, 1998) é que a aprendizagem acontece por um processo social: o indivíduo está inserido em um grupo social e aprende o que seu grupo produz. O conhecimento surge primeiro no grupo, sendo interiorizado individualmente depois. A aprendizagem acontece por meio da internalização, a partir de um processo anterior, de troca, que possui uma dimensão coletiva. Segundo Vigotsky, a aprendizagem é formada por vários processos internos de desenvolvimento mental, que tomam corpo somente quando o sujeito interage com objetos e sujeitos em cooperação. Uma vez internalizados, esses processos tornam-se parte das aquisições do desenvolvimento. Desse modo, um processo interpessoal é transformado num processo intrapessoal. Todas as funções no desenvolvimento do aprendiz aparecem duas vezes no ciclo do desenvolvimento humano: primeiro, no nível social, e, depois, no nível individual; primeiro, entre pessoas (interpsicológica), e, depois, no interior do aprendiz (intrapsicológica). Isso se aplica igualmente para a memória lógica e para a formação de conceitos. Em se tratando de um ambiente acadêmico, a aprendizagem ocorre no relacionamento do aluno com o professor e com outros alunos.

Para Vygotsky, todo conhecimento é construído socialmente, no âmbito das relações humanas. Quando um problema devido à ausência de algum conhecimento surgir, deverá ser solucionado pela incorporação de um novo conhecimento (conceito, informação),

que será adquirido por meio da interação social. Assim, o conhecimento individual vai se transformando e se tornando mais complexo pela interação do indivíduo com outros indivíduos. O homem é visto como um ser que transforma e é transformado nas relações produzidas em uma determinada cultura, e a cultura é um produto da vida, da atitude social do homem.

Dentro dessa teoria, as atividades cognitivas básicas do indivíduo ocorrem de acordo com sua história social e acabam se constituindo no produto do desenvolvimento histórico-social de sua comunidade. Assim, as habilidades cognitivas e as formas de estruturar o pensamento do indivíduo não são determinadas somente por fatores congênitos, mas pelas atividades praticadas de acordo com os hábitos sociais da cultura em que o indivíduo se desenvolve. Segue-se que a história da sociedade na qual o aluno está inserido, bem como a sua história pessoal são fatores cruciais que vão determinar sua forma de pensar. Neste processo de desenvolvimento cognitivo, a linguagem tem papel fundamental na determinação de como o aluno vai aprender a pensar, visto que os pensamentos são transmitidos de um indivíduo ao outro por meio de algum tipo de linguagem.

Para Vygotsky existem dois níveis de conhecimento: o real e o potencial. No real, o indivíduo é capaz de realizar tarefas com independência, e caracteriza-se pelo desenvolvimento já consolidado. No potencial, o indivíduo só é capaz de realizar tarefas com a ajuda do outro. Nesse contexto, surge um dos conceitos importantes nessa teoria: o de *zona de desenvolvimento proximal*. Partindo desses dois níveis de conhecimento, Vygotsky define a zona de desenvolvimento proximal como sendo a distância entre o conhecimento real e o potencial. Nessa zona de desenvolvimento estão as funções psicológicas ainda não consolidadas. Ela é a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado por meio da solução de problemas sob a orientação de um orientador ou em colaboração com companheiros mais capazes.

Assim, o processo de desenvolvimento cognitivo está centrado na possibilidade de o sujeito ser, constantemente, colocado em situações problema que provoquem a construção de conhecimentos e conceitos, a partir da zona de desenvolvimento proximal. Em outras palavras, o sujeito necessita usar os conhecimentos já consolidados, desestabilizados por novas informações, que serão processadas, colocadas em relação com outros conhecimentos, de outros sujeitos, num processo de interação, para só então, serem consolidadas como um conhecimento novo.

Exemplos de trabalhos relacionados à engenharia e que utilizam a teoria sócio-interacionista podem ser encontrados em Souza (2003); Soares et al. (2005).

### 2.2.3 Teoria das Inteligências Múltiplas

A Teoria das Inteligências Múltiplas (Gardner, 1994, 1995) foi proposta por Howard Gardner, um psicólogo e professor da Universidade de Harvard, nos Estados Unidos, por volta da década de 1980. Gardner vem pesquisando como se processa a inteligência nas pessoas, sendo um dos seus questionamentos a validade dos testes de Quociente de Inteligência - QI. Para ele, a inteligência humana não é algo mensurável, mas sim, um conjunto constituído de oito partes igualmente importantes.

Para Gardner, inteligência se refere à capacidade que um indivíduo tem de resolver problemas ou elaborar produtos que sejam importantes num determinado ambiente ou comunidade cultural. De uma forma mais clara, a inteligência se refere à capacidade que um indivíduo tem de: 1) resolver problemas encontrados na vida real; 2) gerar novos problemas a serem resolvidos; e 3) fazer algo ou oferecer um serviço que seja valorizado em sua própria cultura.

A Teoria das Inteligências Múltiplas foi elaborada levando em consideração as origens biológicas de resolver problemas. Para Gardner, a inteligência de uma pessoa é o resultado da junção de uma tendência biológica pessoal de resolver problemas com os estímulos culturais que ela recebe. Em seu trabalho, ele procurou identificar os blocos de inteligências usados por diferentes grupos de pessoas, como por exemplo, marinheiros, médicos, sábios, idiotas, entre outros. Também abordou a inteligência não como algo único, mas como um *sistema de inteligências* ou de habilidades interconectadas e, em parte, independentes, localizadas em diferentes regiões do cérebro, com pesos diferentes para cada indivíduo e para cada cultura. As inteligências estudadas por Gardner são oito:

1. Lingüística ou verbal: relaciona-se com as palavras e a linguagem. É a inteligência usada para ouvir, falar, ler e escrever. Exemplos de habilidades desenvolvidas são: habilidade de expressão, facilidade para se comunicar, gosto pela leitura, vocabulário amplo, competência para debates, facilidade de transmissão de informações complexas, absorção rápida de informações verbais. Oradores, poetas e escritores são alguns exemplos de profissionais que possuem a inteligência lingüística bem desenvolvida.
2. Lógico-matemática: refere-se ao raciocínio dedutivo e indutivo, número e relacionamento entre segmentos de informação. Exemplos de habilidades desenvolvidas: facilidade para detalhes e análises, sistemáticas no pensamento e no comportamento, abordagem por etapas de problemas (passo-a-passo), reconhecimento de padrões e relações entre objetos e números. Exemplos de profissionais: matemáticos, engenheiros, cientistas.
3. Visual-espacial: está relacionada com a capacidade de visualizar um objeto e criar imagens mentais. Habilidades desenvolvidas: percepção multidimensional do mundo,

facilidade para distinguir objetos no espaço, bom senso de orientação e preferência da linguagem visual à verbal. Exemplos de profissionais: arquitetos, navegadores, desenhistas e escultores.

4. Musical: refere-se à habilidade de reconhecer padrões sonoros, tons e ritmos. Inclui a sensibilidade a sons ambientais, vozes humanas e instrumentos musicais. Além disso, tem-se mais 2 características: a música evoca emoções e imagens e boa memória musical. Exemplos de profissionais: músicos, compositores, dançarinos.
5. Corporal-cinestésica: relacionada com o movimento físico e o conhecimento do corpo e como ele funciona. Inclui a habilidade de usar o corpo para expressar emoções, jogar e interpretar e para usar a linguagem corporal. Outras características: boa mobilidade física, prefere aprender fazendo, prefere trabalhos manuais, facilidade para atividades como dança e esportes corporais. Exemplos de profissionais: artistas, esportistas, mímicos e dançarinos.
6. Pessoais
  - (a) Interpessoal: usada nos relacionamentos pessoa-a-pessoa. Inclui a habilidade de comunicar-se com os outros e ter empatia por seus sentimentos e convicções. Revela-se por meio de uma capacidade especial de relacionar-se bem com os outros, de perceber seus humores, suas motivações, de captar suas intenções, de descentrar-se e de conseguir analisar questões coletivas de diferentes pontos de vista. Outra característica é o gosto pela companhia de outras pessoas. Exemplos de profissionais: políticos, religiosos e professores.
  - (b) Intrapessoal: é baseada no conhecimento de si mesmo. Inclui metacognição (pensar sobre o pensar), respostas emocionais, auto-reflexão e introspecção. A característica básica é a de estar bem consigo mesmo, administrando os próprios humores, os sentimentos, as emoções e os projetos. Outras características: capacidade de pensamentos independentes, autodesenvolvimento e auto-realização. Exemplos de profissionais: escritores, psicoterapeutas, conselheiros.
7. Naturalista: refere-se à capacidade de reconhecer e classificar espécies da natureza. Características: confortável com os elementos da natureza, bom entendimento das funções biológicas, interesse em questões como a origem do universo, evolução da vida e preservação da saúde. Exemplos de profissionais: agricultores, veterinários, agrônomos, médicos que realizam pesquisas em plantas.
8. Existencial: refere-se à preocupação com questões fundamentais da existência. É a responsável pela necessidade do homem fazer perguntas sobre si mesmo, sua origem e seu fim.

Pela Teoria das Inteligências Múltiplas, os indivíduos, sem estímulos específicos, são deficientes em alguns aspectos, ao mesmo tempo em que são competentes em muitos outros. Pelo menos teoricamente, todo indivíduo poderia ter um desenvolvimento global de suas habilidades, podendo ter inteligências em várias áreas de interesse, de acordo com os estímulos recebidos.

A Teoria das Inteligências Múltiplas tem uma grande contribuição na educação. Especialmente nos cursos superiores, essa teoria contribui com a preparação do profissional para um mercado de trabalho em constante transformação. Sua proposta fundamental é o desenvolvimento de um indivíduo completo, com habilidades diferenciadas, entre as quais: capacidade de assimilação de conteúdos diferentes de forma natural, habilidade de resolver conflitos profissionais e pessoais em tempo hábil, capacidade de trabalhar em equipe, capacidade de comunicar idéias e conceitos escrita ou verbalmente, capacidade de análise crítica baseada em experiências e de propor soluções (Gardner, 1994).

Nesse contexto, Marcheti (2001) afirma que o estímulo das inteligências múltiplas dentro da sala de aula surge como uma proposta viável para melhorar o processo de ensino e aprendizagem em cursos de engenharia. A idéia é estimular o desenvolvimento de outras inteligências, e não apenas da lógico-matemática, de modo a desenvolver no aluno habilidades que lhe permitam se tornar um profissional mais preparado para vencer os desafios que lhe estão sendo impostos no mercado de trabalho. Outro trabalho que se preocupa com a melhoria da aprendizagem fundamentando-se na Teoria das Inteligências Múltiplas é o de Junior and Carqueja (2004).

#### 2.2.4 Aprendizagem Baseada em Problemas

Registros afirmam que a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL - do inglês: *Problem Based Learning*) originou-se efetivamente na Escola de Medicina da Universidade de McMaster, no Canadá, na década de 1960. Embora concebida para o ensino de medicina, a PBL tem sido usada em muitas outras áreas do conhecimento, tais como odontologia, farmácia, arquitetura, computação, administração, direito, e engenharias. Ribeiro and Mizukami (2004) chamam a atenção para o fato de que a PBL assume vários formatos de acordo com as especificidades de cada área e com as necessidades específicas de formação dos alunos nessas diferentes áreas. Esses autores comentam também que apesar de, originalmente, a PBL ter sido implementada em todo o currículo, essa estratégia de aprendizagem também tem sido utilizada de maneira parcial, ou seja, em apenas algumas disciplinas dentro de um currículo convencional, ou mesmo em partes de algumas disciplinas, como uma metodologia alternativa de ensino.

A principal característica da PBL é que, diferentemente das metodologias convencionais, que apresentam um problema de aplicação ao final da explicação de um conteúdo, essa teoria de aprendizagem sugere metodologias que utilizam problemas para iniciar e

motivar a aprendizagem da teoria pertinente ao conteúdo e promover o desenvolvimento de habilidades e atitudes nos alunos, necessárias à sua solução. Em outras palavras, ao se ensinar determinado conteúdo na metodologia convencional, apresenta-se primeiro a teoria e depois a aplicação prática. Na PBL, apresenta-se primeiro a aplicação prática e esta levará o aluno a buscar a teoria.

O objetivo principal da PBL é promover um processo de aprendizagem baseado em situações semelhantes às da vida real, nas quais o conhecimento das diferentes disciplinas deve ser integrado. O foco do processo de aprendizagem é a conexão entre o conteúdo aprendido e sua aplicação prática. Além disso, a PBL tem o objetivo de promover o desenvolvimento de habilidades, tais como a de trabalho em grupo e a aprendizagem autônoma e atitudes, tais como cooperação, ética, respeito pela opinião de outros, etc. (Barrows, 1996)

A PBL é centrada no aluno, colaborativa, integrada e interdisciplinar. Normalmente, utilizam-se grupos pequenos e apresentam-se a esses grupos os problemas. O processo original de solução de problemas é composto pelas seguintes etapas:

1. apresenta-se um problema aos alunos que, em grupos, organizam suas idéias, tentam defini-lo e solucioná-lo com o conhecimento que possuem;
2. por meio de discussões, os alunos levantam os aspectos do problema que não compreendem;
3. os alunos planejam quem, como, quando e onde as questões levantadas no item anterior serão investigadas para serem posteriormente compartilhadas;
4. quando se reencontram (dentro ou fora da sala de aula), integram seus novos conhecimentos ao contexto do problema;
5. depois de terminado o trabalho com o problema, avaliam a si mesmos e aos colegas, de modo a desenvolverem habilidades de auto-avaliação e avaliação construtiva de colegas (Ribeiro and Mizukami, 2004).

Kaufman (1998) comenta que a PBL está fundamentada em três princípios da psicologia cognitiva:

1. Com a PBL o aluno utiliza seus conhecimentos prévios, uma vez que esses são necessários para dar um direcionamento à solução do problema proposto. O conhecimento prévio pode determinar a natureza e a quantidade de informação nova necessária para se resolver o problema.



2. Ao trabalharem em grupo na solução do problema, os alunos discutem idéias prévias e informações novas, criando novas associações entre conceitos e múltiplas ligações cognitivas entre os velhos e os novos conceitos. Quanto maior o número de associações forem criadas, melhor será a capacidade de recuperação das informações da memória pelos alunos.
3. A PBL apresenta aos alunos problemas como ocorreriam em situações reais. O problema e a sua resolução são pistas para o aluno aprender a solucionar problemas similares que surgirão na sua prática profissional. Estas pistas são essenciais para acessar o conhecimento prévio existente na memória.

Dentro dessa teoria, uma questão que tem sido investigada é como as pessoas resolvem problemas. Alguns estudos têm sido realizados nas últimas décadas com o objetivo de permitir uma compreensão mais precisa sobre os processos envolvidos na resolução de problemas e como esses processos podem ser aprimorados por meio do ensino (Pozo, 1998; Polya, 1995).

Parece haver um consenso entre pesquisadores que: 1) resolver problemas é algo muito complexo, 2) há diversos tipos de conhecimentos diferentes envolvidos na aprendizagem, 3) não se conhece bem a forma como as estratégias de resolução de problemas se desenvolvem e 4) não existem materiais adequados à disposição dos professores. Polya (1995) propôs uma estratégia de resolução de problema em 4 fases:

1. compreensão do problema;
2. estabelecimento de um plano de solução;
3. execução do plano;
4. análise do resultado.

As etapas acima mencionadas podem apenas ajudar na resolução de problemas, mas não são rígidas, fixas e nem infalíveis. Todavia, poderão ser úteis desde que o professor tenha o cuidado de oferecer aos alunos problemas adequados ao seu nível de conhecimento. O professor pode dosar o grau de dificuldade dos problemas e estimular nos alunos a curiosidade e o gosto pelo raciocínio independente e pela satisfação que pode ser proporcionada durante a busca de uma resposta para os problemas apresentados.

Martins (2002), em seu trabalho de doutoramento, estudou a aprendizagem baseada em problemas e a aplicou a um ambiente virtual de aprendizagem. A autora fez uma síntese das características da PBL:

- Interação social rica: a PBL incorpora equipes colaborativas para resolver problemas relevantes. Esse método promove interação entre os alunos, permitindo que os mesmos desenvolvam suas habilidades interpessoais.
- Problema mal estruturado: os problemas enfrentados pelos alunos devem relatar problemas reais, os quais são, freqüentemente, mal estruturados e exigem conhecimentos de várias disciplinas a fim de que sejam solucionados.
- Os papéis do professor e do aluno em PBL: nesse estilo de aprendizagem, as responsabilidades dos professores e dos alunos são diferentes das responsabilidades dos mesmos num estilo convencional de aprendizagem:
  - do estudante:
    1. averiguar e resolver problemas;
    2. iniciar e organizar tarefas;
    3. planejar e produzir;
    4. implementar soluções;
    5. comunicar e negociar;
    6. explorar materiais e tecnologia a fim de se coletar a informação necessária.
  - do professor:
    1. facilitar a aprendizagem, fornecendo experiências, atividades e oportunidades para o trabalho colaborativo;
    2. mediar;
    3. co-investigar - os professores e os alunos investigam as informações necessárias, inclusive junto a profissionais da área.

Em resumo, o professor atua mais como um tutor, orientador, facilitador e coordenador do processo de ensino e aprendizagem e os alunos assumem um papel mais ativo, responsabilizando-se pela busca dos objetivos de aprendizagem.

Exemplos de trabalhos que têm se fundamentado na Aprendizagem Baseada em Problemas podem ser encontrados em Ribeiro and Mizukami (2004); Oliveira (2005); Conceição et al. (2004).

### **2.2.5 Aprendizagem Significativa**

A teoria da Aprendizagem Significativa (Ausubel et al., 1980) teve origem no trabalho do psicólogo educacional americano David Ausubel, na década de 60. As idéias de Ausubel encontram-se entre as primeiras propostas da Psicologia Educacional que tentam explicar a aprendizagem escolar e o ensino a partir de princípios cognitivos. Ausubel faz

distinção entre dois pares de aprendizagem, definidos de acordo com aspectos cognitivos e epistemológicos da aprendizagem, respectivamente:

- aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa;
- aprendizagem por recepção e aprendizagem por descoberta.

Na aprendizagem mecânica, repetitiva ou memorística, o novo conteúdo não é relacionado com o conhecimento prévio do aluno e conseqüentemente não adquire significado para o mesmo. As novas informações são armazenadas isoladamente ou por meio de associações arbitrárias na estrutura cognitiva, de forma que permanecem disponíveis por um certo intervalo de tempo. Assim, a pessoa memoriza fórmulas, leis e procedimentos para provas, mas pode esquecê-los logo após a avaliação.

Na aprendizagem significativa o novo conteúdo é incorporado às estruturas de conhecimento do aluno e adquire significado para ele a partir da relação com seu conhecimento prévio, também chamado de subsunçor. Na proposta de Ausubel, o subsunçor é uma estrutura específica à qual uma nova informação pode se integrar ao cérebro humano, que é altamente organizado e detentor de uma hierarquia conceitual que armazena experiências prévias do aprendiz. Ausubel acrescenta que para que aconteça a aprendizagem significativa são necessárias duas condições:

1. o aluno precisa ter disposição para aprender (se ele quiser memorizar o conteúdo arbitrário e literalmente, então a aprendizagem será mecânica);
2. o conteúdo escolar a ser aprendido tem que ser potencialmente significativo, isto é, ele tem que ser significativo lógico e psicologicamente. O significado lógico depende somente da natureza do conteúdo, enquanto o significado psicológico se refere ao significado que o próprio aluno atribui ao conteúdo.

Considera-se que os indivíduos apresentam uma organização cognitiva interna baseada em conceitos, e que a complexidade dessa organização depende muito mais das relações estabelecidas entre esses conceitos que do número de conceitos presentes. A estrutura cognitiva é compreendida, fundamentalmente, como uma rede de conceitos organizados, de modo hierárquico, de acordo com o grau de abstração e de generalização. A partir dessa especificação, a aprendizagem escolar passa a ser vista como a assimilação de uma rede de determinados conceitos selecionados socialmente como relevantes e organizados nas diversas áreas do conhecimento.

A classificação aprendizagem por descoberta/aprendizagem receptiva diz respeito à maneira pela qual o aluno recebe os conteúdos que deve aprender: quanto mais os conteúdos são recebidos de modo não completamente acabado, tendo o aluno que descobri-los

antes de assimilá-los, mais a aprendizagem se aproxima da aprendizagem por descoberta. Por outro lado, quanto mais os conteúdos são recebidos pelo aluno em sua forma final, já acabada, mais se aproxima da aprendizagem receptiva.

De acordo com Ausubel, a aprendizagem do aluno pode se processar variando entre os dois extremos: aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica. Quanto mais se relaciona o novo conteúdo de maneira substancial e não-arbitrária com algum aspecto da estrutura cognitiva prévia que lhe for relevante, mais próximo se está da aprendizagem significativa. Quanto menos se estabelece esse tipo de relação, mais próximo se está da aprendizagem mecânica.

Três variáveis influenciam a aprendizagem e a relação ou permanência do material logicamente significativo na estrutura cognitiva do aluno: 1) a disponibilidade; 2) a discriminabilidade e 3) a estabilidade das idéias do sujeito em uma área específica do conhecimento ou de uma disciplina.

A disponibilidade pode ser entendida como a existência de conhecimentos prévios na estrutura cognitiva do aluno, relevantes para a inclusão apropriada do novo conteúdo, suas propriedades organizativas e o seu desenvolvimento cognitivo, isto é, a adequação de sua estrutura cognitiva às atividades de aprendizagem. Se não houver idéias prévias relevantes, as novas informações serão armazenadas de forma arbitrária (aprendizagem mecânica). Se as novas informações forem relacionadas com idéias prévias pouco relevantes, o conhecimento resultante terá uma significação ambígua e instável.

A discriminabilidade se refere à capacidade do indivíduo de distinguir o conteúdo novo dos conhecimentos prévios. Se o sujeito estabelecer uma determinada semelhança do novo conteúdo com o conhecimento pré-existente, ou não conseguir estabelecer diferença entre ambos, seu conhecimento resultante da interação entre o novo e o pré-existente terá significado ambíguo e confuso pela falta de dissociabilidade.

A estabilidade e a clareza das idéias tornam possível a permanência da informação na memória por mais tempo e facilitam a aprendizagem de novos conhecimentos, por meio de relações significativas entre os conhecimentos novos e os pré-existentes na estrutura cognitiva do sujeito.

Novos conhecimentos podem ser aprendidos e retidos na memória à medida em que conceitos relevantes e inclusivos estiverem claros e disponíveis na estrutura cognitiva do indivíduo, funcionando como ponto de ancoragem para as novas idéias e conceitos. Neste processo de assimilação, também chamado de inclusão, ocorre uma interação entre os conceitos mais relevantes e inclusivos com as novas informações. Os conceitos pré-existentes funcionam como ancoradouro, abrangendo e integrando as novas informações e ao mesmo tempo modificando-se em função do novo material incluído.

Para Ausubel, a fim de se facilitar o desenvolvimento de conceitos relacionados a uma área específica do conhecimento, ou de uma disciplina, as idéias mais gerais (mais inclusivas) de um assunto devem ser apresentadas primeiro. E, depois, por meio de um processo progressivo, são apresentados os conceitos mais específicos, detalhando o conteúdo. Esse processo de diferenciação progressiva de idéias (incremento de conceitos existentes) estabelece hierarquias conceituais organizadas na estrutura cognitiva, permitindo que a rede de conceitos se torne cada vez mais complexa. O armazenamento de informações no cérebro é organizado formando uma hierarquia na qual elementos mais específicos de conhecimentos são ligados, ou seja, assimilados, a conceitos mais gerais, mais inclusivos.

O desenvolvimento da estrutura cognitiva também é aperfeiçoado por um mecanismo chamado de reconciliação integrativa. Esse mecanismo consiste em relacionar e comparar idéias novas e antigas, perceber semelhanças e diferenças entre as mesmas, e reconciliar inconsistências reais ou aparentes. A reconciliação integrativa leva a um esclarecimento de significados, ao desenvolvimento de uma hierarquia conceitual e à compreensão sobre a vinculação das idéias, permitindo encontrar uma solução para os possíveis conflitos gerados por uma dissonância cognitiva.

A aprendizagem significativa tem 3 vantagens essenciais em relação à aprendizagem mecânica: 1) o conhecimento que se adquire de maneira significativa é retido e lembrado por mais tempo; 2) aumenta a capacidade de aprender outros conteúdos de uma maneira mais fácil; 3) se a informação original for esquecida, a “reaprendizagem” se torna mais fácil.

A Teoria da Aprendizagem Significativa ao longo dos anos encontrou novos pesquisadores adeptos e recebeu contribuições dos mesmos. Procedimentos e estratégias de ensino importantes para a aprendizagem significativa por recepção podem ser encontrados na literatura, dentre os quais destacam-se nesse trabalho: os organizadores prévios e os mapas conceituais, que serão brevemente descritos nas seções a seguir.

#### *2.2.5.1 Organizadores prévios*

Conforme mencionado anteriormente, a aprendizagem significativa ocorre a partir da relação/interação entre os conhecimentos prévios (subsunçores) do aluno e as novas informações. Quando essa relação conceitual não se estabelece de maneira clara e direta para o aluno, deve-se recorrer à estratégia dos organizadores prévios, propostos por Ausubel como âncoras criadas a fim de manipular a estrutura cognitiva, desenvolvendo conceitos subsunçores que facilitem a aprendizagem subsequente, e interligando conceitos aparentemente não relacionáveis.

Os organizadores prévios são materiais introdutórios, pertinentes e inclusivos, usados para facilitar a aprendizagem de um determinado conteúdo. Sua finalidade é a de servir como ponte cognitiva entre os conhecimentos prévios do aluno e os novos conteúdos a serem

aprendidos e assim facilitar a significância da aprendizagem. Esses organizadores devem ser apresentados antes do conteúdo a ser aprendido, oferecendo uma visão geral desse conteúdo. Um organizador prévio não deve ser confundido com resumo ou introdução do assunto; e não é uma síntese daquilo que vai ser apresentado; ele deve estar num grau de abstração e/ou generalidade para facilitar a integração da nova idéia.

#### *2.2.5.2 Mapas conceituais*

Os mapas conceituais (Novak and Gowin, 1984), uma das grandes contribuições para o desenvolvimento da Teoria da Aprendizagem Significativa, foram introduzidos na década de 70 pelo professor e biólogo de formação Joseph Novak e seus colaboradores. A idéia surgiu durante o desenvolvimento de um projeto de ensino audiotutorial. Confrontado com um enorme conjunto de gravações que tinham sido feitas com os alunos envolvidos nesse projeto, e necessitando interpretar o seu conteúdo e discernir os padrões de mudança na compreensão conceitual desses alunos, Novak e o seu grupo de pesquisa começaram a representar as estruturas cognitivas dos mesmos e as mudanças nelas operadas por meio de mapas hierarquizados de conceitos e proposições. Os primeiros mapas conceituais foram construídos a partir de transcrições de entrevistas com alunos e só depois, foram introduzidos nas salas de aula para serem produzidos pelos próprios alunos de modo a externalizar as suas estruturas cognitivas. Logo de início foi notório que os mapas dos estudantes mais instruídos eram mais ricos (mais elaborados) do que os dos estudantes menos instruídos.

Mapas conceituais são considerados como um instrumento para aprender a aprender, para registrar o pensar. São representações gráficas semelhantes a diagramas, que apresentam os conceitos e as relações hierárquicas entre os mesmos. Representam uma estrutura que vai desde os conceitos mais abrangentes até os menos inclusivos. São utilizados para auxiliar a ordenação e a seqüenciação hierarquizada dos conteúdos de ensino, de forma a oferecer estímulos adequados ao aluno. Um mapa conceitual pode ser feito segundo a seguinte estrutura de apresentação dos conceitos:

1. conceitos superordenados, mais gerais e inclusivos;
2. conceitos subordinados, intermediários;
3. conceitos específicos, pouco inclusivos, e exemplos.

Como recurso pedagógico, os mapas conceituais podem apoiar tanto a ação do professor quanto a do aluno. Para o professor, um mapa conceitual pode ser usado no planejamento da unidade didática como instrumento de organização, hierarquização, estruturação e diagnóstico prévio de conceitos chaves do conteúdo, relacionando-os para facilitar a comunicação com o aluno. Oferecem também um meio de planejar e organizar

as atividades direcionadas a uma aprendizagem significativa, a partir dos conhecimentos prévios dos alunos. Para o aluno, os mapas conceituais auxiliam na tomada de consciência de suas construções pessoais, a partir da explicitação dos conhecimentos prévios, com o objetivo de estabelecer relações com os novos conhecimentos, reestruturando os esquemas e as estruturas cognitivas já existentes. Um mapa conceitual é uma forma de o aluno registrar, em pouco tempo, tudo o que ele sabe sobre determinado assunto, expressando de forma esquemática e hierárquica os conceitos e como eles se relacionam entre si e com o tema central.

De acordo com Silva et al. (2004b), os mapas conceituais usados pelo professor com o intuito de explicar determinado conteúdo devem ser introduzidos quando os alunos tiverem uma familiaridade com o assunto. Além disso, deve-se atentar a algumas questões na hora de elaborar um mapa conceitual: 1) os mapas devem ter significado para os alunos, para que não sejam considerados como mais um material a ser memorizado; 2) os mapas devem ser claros e completos, não confusos nem muito complexos, a fim de que os alunos possam entendê-los.

Exemplos de trabalhos que se fundamentaram na Teoria da Aprendizagem Significativa podem ser encontrados em Silva et al. (2004b); Filho et al. (2004); Barros and Meloni (2005).

## 2.3 Estilos de aprendizagem

Um processo de ensino que seja massificado, ignorando as individualidades, preferências e conhecimentos prévios dos alunos pode comprometer a aprendizagem dos mesmos.

Cada indivíduo possui uma maneira própria de assimilar e processar as informações que estão à sua volta. Em outras palavras, cada pessoa reage de maneira diferente aos estímulos exteriores que recebe. Alguns conseguem captar melhor informações visuais, enquanto outros captam melhor aquilo que ouvem. No contexto da Engenharia, alguns alunos têm mais facilidade com teorias e modelos matemáticos, enquanto outros atentam mais para fatos e dados concretos. Há também aqueles que preferem aprender por meio da prática, enquanto outros assimilam melhor o conteúdo de forma individual e introspectiva.

Essas diferentes maneiras de ser, compostas por características que representam o perfil do aluno com relação à motivação, definem os chamados *estilos de aprendizagem*. O conhecimento dos estilos de aprendizagem dos alunos é muito importante, pois os ajuda a se conhecerem melhor e dão suporte ao professor para a utilização de estratégias de ensino adequadas e que motivem a aprendizagem (Belhot et al., 2005).

A preocupação com o entendimento e o uso dos estilos de aprendizagem já pode ser percebida no meio dos docentes dos cursos de engenharia (Almeida and Silva, 2004; Trev-

elin and Pereira, 2005; Belhot et al., 2005; Pereira, 2005). São muitos os modelos de estilos de aprendizagem, normalmente desenvolvidos por teóricos da Educação. Especificamente neste trabalho, serão destacados dois modelos de estilos de aprendizagem que têm sido usados na educação em engenharia<sup>2</sup>: o de Kolb (1984) e o de Felder and Silverman (1988). As seções a seguir descrevem resumidamente esses modelos.

### 2.3.1 Modelo de estilos de aprendizagem desenvolvido por Kolb

Em (Pereira, 2005), a autora cita alguns trabalhos que têm utilizado o modelo de Kolb no ensino de engenharia e afirma que os relatos dos autores mostram que os benefícios da implementação desse modelo são significativos. Segundo esse modelo, a aprendizagem pode ser entendida como um processo que envolve duas dimensões: a *percepção* da informação, (que acontece entre os extremos *sentir* e *pensar*) e o *processamento* da informação (que acontece entre os extremos *fazer* e *observar*). Kolb identificou quatro estágios ou fases da aprendizagem:

- Experiência Concreta (EC): é a primeira fase - os aprendizes precisam se envolver completa e imparcialmente em novas experiências.
- Observação Reflexiva (OR): os aprendizes refletem sobre as novas informações e experiências, examinando-as sob diferentes expectativas.
- Conceituação Abstrata (CA): esta fase envolve mais o uso da lógica e das idéias do que sentimentos para o entendimento dos problemas e situações. Os aprendizes precisam criar conceitos que integrem suas observações em teorias sólidas em termos de lógica.
- Experimentação Ativa (EA): nessa fase os aprendizes experimentam ativamente as situações, usando as teorias citadas anteriormente para resolver problemas e tomar decisões.

De acordo com Kolb (1984), existem quatro estilos de aprendizagem: os divergentes, os assimiladores, os convergentes e os acomodadores.

Os divergentes percebem as informações pela via sensorial (EC) e a processam de modo reflexivo (OR), sem a necessidade de experiência ativa. Seus pontos fortes são imaginação e percepção aguçada de significados e valores. São denominados divergentes porque podem ver as coisas sob diferentes perspectivas e combinar relacionamentos em um todo significativo. Preferem ouvir e partilhar idéias, são pessoas criativas e inovadoras,

---

<sup>2</sup>Na verdade, estes modelos não são particularmente importantes para este trabalho. Eles são mencionados aqui como exemplos de técnicas que tomam como premissa os estilos de aprendizagem, formando mais uma categoria de trabalhos.



têm facilidade para propôr alternativas, reconhecer problemas e compreender pessoas. Por fim, gostam de saber o valor do que irão aprender.

Os assimiladores percebem a informação com base na compreensão intelectual (CA) e as processam de modo reflexivo (OR). Seus pontos fortes são criar modelos teóricos. São denominados assimiladores porque analisam, organizam e assimilam partes da informação, transformando-as em um todo integrado. Integram experiência com conhecimentos já existentes. Utilizam a dedução para a resolver problemas. São mais interessados pela lógica de uma idéia do que pelo seu valor prático e procuram assimilar novas idéias e pensamentos.

Os convergentes percebem a informação por meio da conceituação abstrata (CA) e as processam ativamente (EA). Seus pontos fortes são resolução de problemas, tomada de decisões e aplicação prática de idéias. São denominados convergentes porque tendem a convergir ou a tomar decisões rapidamente, procurar por uma resposta correta e chegar ao essencial com muita rapidez. De acordo com as pesquisas de Kolb (1984), esse estilo é característico de muitos engenheiros.

Os acomodadores ou adaptadores percebem a informação por meio da experiência concreta (EC) e a processam ativamente (EA). Seus pontos fortes são a realização de coisas, execução de planos e o envolvimento em novas experiências. São denominados acomodadores porque procuram adaptar o aprendido para seus próprios usos, usando a criatividade para mudar e fazer melhor. São altamente ativos e líderes naturais.

De acordo com Pereira (2005), em termos de ensino, o ideal seria que o professor atendesse a todos os quatro estilos de aprendizagem. Para isso, é necessário que as técnicas de ensino e aprendizagem sejam apropriadas e variadas, de modo a abranger a vasta gama de diferenças individuais de seus alunos.

### **2.3.2 Modelo de estilos de aprendizagem desenvolvido por Felder e Silverman**

As dimensões dos estilos de aprendizagem propostos por Felder and Silverman (1988) estão relacionadas com a forma de captação (visuais e verbais), percepção (sensoriais e intuitivos), organização (dedutiva e indutiva), compreensão (ativos e reflexivos) e processamento (globais e seqüenciais) da informação. Cada indivíduo tem as suas preferências de aprendizagem, que podem ser identificadas por características pessoais e comportamentos observados durante o processo de aprendizagem.

Segundo Felder and Silverman (1988), o modelo pode ser compreendido por meio das respostas às seguintes cinco perguntas:

1. Que tipo de informação o estudante percebe preferencialmente?

- sensorial (externa): sinais, sons, sensações físicas; ou

- intuitiva (interna): possibilidades, palpites, intuições.
2. Por qual modalidade a informação sensorial é efetivamente percebida?
    - visual: gravuras, diagramas, gráficos, demonstrações; ou
    - auditivo: palavras, sons.
  3. Com que organização da informação o estudante se sente mais à vontade?
    - indutiva: fatos e observações são fornecidos, princípios subjacentes são inferidos; ou
    - dedutiva: princípios são dados e as aplicações e conseqüências são deduzidas.
  4. Como o estudante prefere processar a informação?
    - ativamente: envolvendo-se em atividade física ou discussão; ou
    - por meio da introspecção reflexiva.
  5. Como o estudante progride na direção da compreensão?
    - seqüencialmente: em etapas contínuas; ou
    - globalmente: em saltos holísticos.

A seguir, a descrição dos diferentes estilos de aprendizagem identificados a partir desse modelo.

- Visual e verbal - estudantes visuais captam melhor a informação que se apresenta como desenhos, figuras, diagramas, esboços, fluxogramas, esquemas, gráficos, filmes, mapas e demonstrações. Os estudantes verbais tendem a captar melhor informações que se apresentam por palavras, escritas ou faladas, extraíndo muito de uma discussão ou explicação.
- Sensorial e intuitivo - o estudante sensorial tende a ser concreto e metódico, percebe melhor as informações sensoriais (aquilo que é ouvido, tocado, visto), observa o que está acontecendo, gosta de fatos e dados contextualizados com a sua vida real, resolve problemas utilizando métodos padronizados, tem paciência com trabalhos detalhados. Já o estudante intuitivo tende a ser abstrato e imaginativo, percebe melhor informações intuitivas (idéias, memórias, possibilidades, teorias), procura significados, gosta de teorias e modelos, aprecia variações e prefere encontrar a sua própria forma de resolver as questões. Não suporta repetições e não gosta de trabalhos detalhados, nem de aplicar regras e fórmulas.

- Indutivo e dedutivo - alunos indutivos preferem as apresentações que vão do específico para o geral: partem da observação e dados específicos, seus princípios e regras de inferência para entenderem princípios e axiomas, ou seja, informações mais generalizadas. Por outro lado, os alunos dedutivos partem dos princípios e regras gerais para deduzir fenômenos e possíveis conseqüências.
- Ativo e reflexivo - os estudantes ativos precisam experimentar para compreender, podem iniciar as tarefas prematuramente e gostam de participar de trabalhos em grupo. Os reflexivos tendem a processar a informação de forma introspectiva, pensam para si mesmos, precisam compreender para experimentar, demoram a iniciar as atividades e preferem trabalhos individuais.
- Sequencial e global - os estudantes sequenciais usam processos mentais lineares na solução de problemas; aprendem melhor por etapas, a um passo de cada vez, são bons em análises e raciocínios convergentes. Os globais aprendem em grandes e conectados aglomerados de informações, são bons sintetizadores e muito criativos. Podem não ser capazes de explicar como chegaram às soluções.

Para identificar o estilo de aprendizagem dos alunos é necessário utilizar algum instrumento de investigação tipológica. Em (Pereira, 2005) a autora menciona e descreve alguns dos instrumentos existentes para esse fim.

Belhot (2005) discute em seu trabalho como os estilos de aprendizagem podem ser utilizados como base para o desenvolvimento de novos métodos e técnicas de ensino. O autor afirma que os estilos de aprendizagem têm sido usados como base não apenas para o desenvolvimento de novas técnicas de ensino, mas também para a revitalização de técnicas já existentes, revisão de currículos, reforma do ensino (nos diferentes níveis e especialidades), para a preparação de programas de capacitação de docentes ou mesmo em uma disciplina isolada para dar conhecimento aos alunos dos seus estilos.

## 2.4 Propostas para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem

Um estudo da literatura mostra que muitos esforços têm sido feitos com o intuito de se aperfeiçoar o processo de ensino e aprendizagem em cursos de engenharia, em geral. Tais esforços podem ser divididos em 3 grandes categorias: 1) experimentações metodológicas que facilitem a aprendizagem do aluno, 2) treinamentos com professores e 3) experimentações no processo de avaliação da aprendizagem.

### 2.4.1 Experimentações metodológicas de ensino

Por experimentações metodológicas de ensino entendem-se aqui todos os esforços que têm sido feitos no sentido de melhorar o processo de ensino e aprendizagem atuando na forma de trabalhar os conteúdos em sala de aula com os alunos. São procedimentos de ensino que visam a uma maior aprendizagem do aluno. Uma forte tendência percebida na atualidade é o uso dos recursos da tecnologia e da informática como aliado ao ensino presencial. O uso do computador tem sido a base de muitas propostas de melhoria do processo de ensino e aprendizagem em cursos de engenharia. Além do uso da tecnologia, percebem-se também tentativas de implementação de modelos pedagógicos.

Muitos dos experimentos têm sido propostos visando ao desenvolvimento de algumas disciplinas em especial, como por exemplo, disciplinas relacionadas à matemática (principalmente os cálculos) e disciplinas de laboratório. A seguir, uma apresentação dos experimentos metodológicos encontrados na literatura, em suas devidas categorias.

#### 2.4.1.1 Utilização de softwares disponíveis no mercado

Alguns autores têm estudado e proposto formas de ensinar determinado conteúdo com o auxílio de softwares educacionais já existentes no mercado, como por exemplo o Maple (Dandolini et al., 2004; Filho et al., 2004), o Numérico e o MatLab (Filho et al., 2004).

#### 2.4.1.2 Criação/implementação de softwares específicos

Outros autores têm preferido implementar seu próprio software educativo, de modo a atender de maneira mais específica as necessidades de suas turmas. São programas que além de contemplarem os conteúdos das disciplinas para cujo ensino são criados, têm o objetivo de tornar o estudo mais agradável e de desenvolver nos alunos outras habilidades, tais como a criatividade, a autonomia e a capacidade de aprender a aprender. Tais protótipos educacionais são normalmente desenvolvidos segundo alguma teoria de aprendizagem, como por exemplo, a aprendizagem significativa (Silva et al., 2004b; Barros and Meloni, 2005), a aprendizagem baseada em problemas (Conceição et al., 2004) e a abordagem construtivista e sócio-interacionista (Soares et al., 2005).

Em seu trabalho de doutoramento, Pereira (2005) propõe a utilização de um conjunto de alternativas pedagógicas para a adequação do processo de ensino e aprendizagem em Engenharia ao contexto de rápidas e constantes inovações observado na realidade atual. Tais inovações exigem uma redefinição do perfil do engenheiro. Todavia, segundo a autora, existe uma dificuldade em aumentar o tempo dedicado às disciplinas para incorporar novos conteúdos, visando à essa redefinição do perfil profissional do aluno. Assim, ela propõe uma abordagem na qual novos conteúdos são trabalhados, sem comprometer o conteúdo programático tradicional. A idéia é complementar o ensino tradicional com

um ambiente virtual de aprendizagem. Para isso, a autora criou alternativas pedagógicas que são fundamentadas no construtivismo e nos diferentes estilos de aprendizagem e que utilizam recursos da hipermídia. Tais alternativas consistem em: implementação do conteúdo do curso em CD, ambiente desenvolvido na internet, trabalho em grupo e pesquisa. As alternativas propostas foram testadas em uma turma do terceiro ano do curso de Engenharia Civil, da disciplina Planejamento de Transportes. Os resultados obtidos indicam que as alternativas propostas contribuíram significativamente para aprimorar o processo de ensino e aprendizagem, inclusive incorporando novos conteúdos, mesmo diante de uma grade curricular rígida.

Outros trabalhos podem ser encontrados na literatura, seguindo a mesma intenção do trabalho de Pereira (2005): a proposta de procedimentos pedagógicos que utilizam recursos computacionais (implementação de aplicativos, protótipos, internet, etc.) fundamentados em alguma teoria de aprendizagem, como forma de se melhorar o processo de ensino e aprendizagem de uma disciplina específica dos cursos de engenharia. É o caso, por exemplo, dos trabalhos de doutoramento dos seguintes pesquisadores: Silva (2001), Trindade (2002) e Valente (2003).

Em um outro trabalho de doutoramento (Martins, 2002), a autora se propôs a responder às seguintes perguntas:

1. Como criar situação de motivação para que ocorra a aprendizagem a partir de problemáticas advindas da realidade do aluno, buscando aumentar um pensar crítico e habilidades através do “aprender fazendo”?
2. De que forma os recursos computacionais podem ter o aluno como centro da aprendizagem, contribuindo de maneira efetiva para motivar e incentivar o aluno em seu estudo?
3. É possível criar um ambiente virtual baseado em situação-problema que promova efetivamente a aprendizagem do aluno?

A tentativa de responder a tais perguntas resultou na proposição de um modelo de estratégia metodológica de ensino e aprendizagem baseada na teoria da aprendizagem baseada em problemas (PBL), aplicada em ambiente virtual de aprendizagem, com a finalidade de promover motivação, interesse, autonomia e auto-aprendizagem do aluno. A proposta de implementação do ambiente virtual de aprendizagem baseado em PBL foi implementada em duas situações. A primeira, na disciplina de *Teorias Contemporâneas de Aprendizagem Aplicadas à Tecnologia*, que foi oferecida utilizando-se a videoconferência para cursos de mestrado na modalidade semipresencial, cuja área de concentração é Mídia e Conhecimento, com enfoque em Educação e Informática. A segunda situação foi o curso Programa Educacional de Resistências às Drogas (PROERD), ministrado pela Polícia Militar de Santa Catarina, em Florianópolis, para crianças das turmas de quarta série do

ensino fundamental. Nas duas situações foi sugerida a característica prática do modelo proposto.

Amorim (2005) traz questionamentos sobre aplicativos e metodologias que podem ser úteis quando se pensa em educação em engenharia apoiada pela internet. Em seu trabalho, ele buscou respostas para a seguinte pergunta: “Quais as possibilidades pedagógicas e computacionais de um aplicativo de autoria na elaboração de mapas conceituais e hipertextos para a Educação em Engenharia?” A resposta a essa pergunta culminou com o desenvolvimento de um aplicativo de autoria de módulos educacionais em hipertexto via utilização de mapas conceituais chamado COMA (Conceitos e Mapas). Esse aplicativo permite não apenas o trabalho com mapas conceituais, mas também a confecção de páginas HTML (hipertexto) que podem ser úteis no processo de autoria de sites, tutoriais, trabalhos escolares, aulas virtuais ou até mesmo a simples indexação de arquivos de vários formatos sobre um determinado tema. O aplicativo COMA tem uma esperada facilidade de uso, distribuição gratuita e interface multilíngüe (português, inglês e espanhol).

Além destes, muitos são os trabalhos que discutem a usabilidade de ambientes virtuais incorporados às atividades de ensino presencial (Gama and Scheer, 2004; Costa and Franco, 2005) ou apresentam algum tipo de experimentação metodológica que se utilize dos recursos computacionais no ensino de Engenharia, como por exemplo: a utilização de objetos de aprendizagem (Stump and Mustaro, 2005), ambientes de simulação (Ueno and Chwif, 2005), o uso de recursos multimídia (Pereira et al., 2005), o uso de sistemas tutores inteligentes (Navarro and Omar, 2005), o desenvolvimento de rotinas computacionais (pelos alunos) para a solução de problemas (Modler and Krug, 2005).

#### *2.4.1.3 O uso de Jogos*

Uma outra alternativa encontrada para melhorar o processo de ensino e aprendizagem é apresentada em Soares and Scalco (2005): a introdução de componentes lúdicos na análise e solução de problemas clássicos do currículo de engenharia. Por meio de projetos interdisciplinares, os alunos foram desafiados a desenvolver programas de computador que simulassem situações específicas de seus estudos. A proposta foi que os alunos utilizassem de maneira lúdica os recursos da computação para simularem, por meio de jogos, fenômenos estudados em outras disciplinas, tais como Geometria, Cálculo, Física, Química, Álgebra Linear, entre outras.

Vallim (2000) trata o problema da falta de integração entre os conhecimentos adquiridos na formação acadêmica e os exigidos pela prática profissional com a proposta de implementação da disciplina de Introdução à Engenharia de Controle e Automação (neste mesmo curso, na UFSC), e da utilização de um conjunto de experimentos metodológicos apropriados nessa disciplina. A metodologia de ensino proposta se baseia nos princípios das teorias interacionistas (representadas principalmente pelas teorias construtivistas e sócio-interacionistas) e consiste nos seguintes procedimentos. A disciplina foi dividida em

três blocos temáticos: 1) bloco de contextualização à vida acadêmica, 2) bloco de contextualização ao mundo real da engenharia, 3) bloco de atividades práticas. Em cada bloco,  $n$  atividades são desenvolvidas, de acordo com os assuntos específicos que devem ser trabalhados. Em cada atividade são propostos problemas visando à construção coletiva do conhecimento. Os alunos trabalham em grupos para resolvê-los. A solução encontrada é apresentada por um aluno do grupo, sorteado para esse fim. Todas as atividades práticas são desenvolvidas em quatro fases: 1) exploração do tema (tem por finalidade contextualizar o assunto); 2) desafio (tem o objetivo de captar as concepções pré-existentes dos alunos sobre o problema proposto); 3) solução do desafio (o objetivo é ativar o pensamento criativo e crítico dos alunos, e que os mesmos construam a solução do problema proposto) e 4) reelaboração do conhecimento (é feita uma reflexão coletiva sobre a atividade, buscando ressaltar os aspectos conceituais envolvidos). Como ferramenta para o desenvolvimento das atividades práticas, adotou-se o kit MINDSTORMS ROBOTICS INVENTION SYSTEM, da LEGO (empresa dinamarquesa fabricante de blocos de montagem). Segundo o autor, essa ferramenta é adequada para os alunos projetarem e implementarem suas idéias, e também para o desenvolvimento dos conceitos selecionados para a disciplina, além de ser flexível, fácil de usar, ter baixo custo e robustez, avançada concepção tecnológica, arquitetura de software aberta e grande apelo lúdico. Os resultados obtidos com a implementação da metodologia foram considerados satisfatórios e a metodologia mostrou-se promissora para desenvolvimentos futuros.

#### 2.4.1.4 Criação de sala ambiente

A experiência descrita em Franchi and Júnior (2004) enfoca a melhoria do processo de ensino e aprendizagem a partir de uma mudança no ambiente de sala de aula. O novo ambiente, denominado *sala ambiente* foi desenvolvido para receber grupos de estudantes e possibilitar o uso de recursos computacionais em aulas teóricas. Basicamente, as salas ambientes são formadas por mesas que abrigam até 4 alunos, com um computador em cada mesa, de modo que os alunos possam interagir e trabalhar em conjunto durante a aula. A sala possui também uma lousa, uma tela de projeção, e uma mesa com computador para uso do professor.

#### 2.4.1.5 Feira de ciências

Em Germano et al. (2004) é descrita a experiência da criação da Feira de Ciências do Instituto Tecnológico da Aeronáutica - ITA. O principal objetivo desse projeto é oportunizar aos alunos do ensino fundamental do curso de engenharia do ITA um momento para discutir e expor idéias, apresentar projetos, sistematizar e ampliar seus conhecimentos, iniciando-os na pesquisa científica.

#### *2.4.1.6 Implementação de modelos pedagógicos*

Nesta seção serão apresentados, de maneira sucinta, alguns procedimentos didáticos/pedagógicos divulgados na literatura.

Junior and Carqueja (2004) relatam a experiência de utilização de um procedimento didático utilizado na disciplina de Mecânica dos Sólidos I, do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC. Basicamente, o procedimento didático é constituído das seguintes etapas: 1) continuidade do conteúdo: aplicação de exercícios para uma melhor fixação do conteúdo; 2) modo de aplicação dos exercícios: a resolução dos exercícios propostos em aula pelos alunos, no quadro-negro; 3) elogio aos alunos pelo mérito alcançado, a fim de estimular seu empenho nos estudos; 4) aplicação prática das teorias: correlação entre a teoria ensinada e a sua aplicação prática ou profissional.

Um modelo pedagógico fundamentado nos princípios da abordagem construtivista e da aprendizagem baseada em problemas é apresentado em Oliveira (2005). O modelo está sendo experimentado nas disciplinas de Introdução à Computação e Cálculo Numérico de cursos de engenharia do ITA. As etapas do modelo pedagógico definido são: 1) ativação; 2) demonstração; 3) aplicação; 4) integração. Na etapa de ativação a experiência prévia relevante ou os modelos mentais apropriados para o novo conhecimento são ativados. Na etapa de demonstração, a aprendizagem é promovida ao se demonstrar os conteúdos que devem ser aprendidos, e não apenas apresentar as informações referentes aos mesmos. Mapas conceituais são usados nessa etapa. Na etapa seguinte, a de aplicação, os alunos usam seus conhecimentos ou habilidades adquiridas para solucionar problemas. A etapa de integração se fundamenta na idéia de que a aprendizagem é promovida quando os alunos podem refletir, discutir e defender seu conhecimento ou habilidade. A integração ocorre em 2 dimensões distintas: 1) refere-se à integração da temática abordada numa determinada unidade (os alunos mostram como o conteúdo aprendido foi empregado na solução dos problemas propostos); 2) refere-se às etapas da solução dos problemas não estruturados, trabalhados ao longo do semestre (os alunos apresentam todas as etapas dos trabalhos elaborados durante o semestre).

Simon et al. (2004) fazem uma análise crítica do processo de ensino e aprendizagem em engenharia, apontam diversos problemas e apresentam um exemplo de mudanças na metodologia de ensino para as disciplinas experimentais. O principal objetivo das mudanças sugeridas é a formação de um engenheiro mais crítico e mais habilitado a enfrentar novos desafios. Basicamente, as mudanças consistem em criar um ambiente de investigação, onde os experimentos devem ser iniciados por um questionamento que permita fazer os estudantes pensarem sobre o que é que se quer ensinar, sobre os fenômenos envolvidos e sobre as formas alternativas de se fazer a mesma coisa. Os alunos trabalham em equipe, discutindo e debatendo os questionamentos propostos primeiramente na sua equipe e depois com toda a classe. No final do procedimento, um relatório deve ser apresentado por cada equipe. Um trabalho similar a este, ou seja, uma metodologia também



voltada para as aulas de laboratório, é apresentada em (Bastos et al., 2004).

Já Pinheiro and Burini (2004) abordam em seu trabalho o *ensino por competências*, um modelo educacional construtivista já adotado, segundo os autores, pela Secretaria do Ensino Médio e Tecnológico do Ministério da Educação do Brasil nos cursos técnicos de nível médio e superiores de tecnologia. O modelo educacional por competências desloca o foco do processo educacional do ensino para a aprendizagem, está centralizado no aluno, e tem como objetivo permitir que o mesmo aprenda a aprender. Nesse modelo, o importante não é a quantidade de fórmulas e conceitos que um aluno aprende, mas sua capacidade de usar o conhecimento adquirido e, principalmente, de continuar aprendendo. Assim, as competências que um curso deve desenvolver ao ensinar conteúdos curriculares passam a ser cada vez mais importantes do que os conteúdos em si mesmos. O currículo por competências tem como princípios pedagógicos a problematização, interdisciplinaridade, a contextualização e a flexibilidade.

Uma outra tendência percebida na literatura é a de se utilizar procedimentos pedagógicos que possam atender aos *estilos de aprendizagem* dos alunos com os quais se trabalha. Em (Belhot et al., 2005), são discutidos os benefícios do conhecimento dos estilos de aprendizagem no ensino de engenharia de produção. Os autores sugerem que os docentes utilizem em suas práticas pedagógicas atividades alternativas que favoreçam a aprendizagem ativa, com jogos e simulações, e a aprendizagem colaborativa, por meio do trabalho em equipe. Os autores sugerem também a diversificação das atividades dentro de sala de aula, com o objetivo de atingir os diferentes estilos de aprendizagem e provocar uma maior interação entre professor e alunos e entre os próprios alunos. Um outro trabalho que discute a melhoria do processo de ensino e aprendizagem a partir da aplicação dos estilos de aprendizagem dos alunos pode ser encontrado em (Trevelin and Pereira, 2005).

Em Timm et al. (2005) apresenta-se como estratégia pedagógica a *elaboração de projetos*. Os autores consideram que elaborar projetos é uma estratégia pedagógica eficiente porque envolve as mesmas habilidades cognitivas e as mesmas estratégias de resolução de problemas do trabalho prático do engenheiro. Segundo eles, os projetos são estruturadores da cognição do engenheiro, pois fazem parte da sua atividade profissional e concentram, de forma integrada, vários problemas cuja natureza faz parte do universo profissional da Engenharia: são complexos, multidisciplinares, precisam ser equacionados por modelos físicos e matemáticos, envolvem raciocínio científico, precisam levar em conta a incerteza e geram soluções múltiplas, cuja escolha depende de simulações e tomada de decisão com base em múltiplas variáveis. Em (Gebran, 2002) a elaboração de projetos foi aplicada a título de prática curricular na Universidade Tuiuti do Paraná. O autor propõe a realização de projetos anuais, chamados de *Trabalho de Série*, nos quais a interdisciplinaridade está sempre presente. A mudança no currículo desse curso surgiu com a necessidade de se melhorar o ensino de engenharia, e como alternativa para minimizar a falta de base de conhecimentos do ensino médio e para a formação de engenheiros com um perfil que

atenda às necessidades profissionais exigidas pelo mercado de trabalho atual.

Ainda tendo como pano de fundo os *projetos*, em seu trabalho de doutoramento, Oliveira (2000) apresenta uma proposta de melhoria do processo de ensino e aprendizagem na Engenharia Civil. A metodologia proposta, chamada de *metodologia tridimensional de ensino e aprendizagem*, se sustenta em dois eixos: 1) fundamentos da abordagem construcionista sócio-histórica de aprendizagem (Vygotsky); 2) fundamentos de projeção (a arte de desenvolver projetos) na engenharia. O autor considera a educação em engenharia sob três dimensões: a terceira dimensão se refere ao contexto de aplicação; e as outras duas, à teoria e à prática. O contexto de aplicação se refere às atividades que vão além da teoria (que na maioria das vezes tem como base principal a sala de aula tradicional) e da prática (que é considerada como uma aplicação da teoria, e ocorre, geralmente, por meio de aulas de laboratórios, de simulações de problemas de engenharia e de estágios, entre outros). Tais atividades incluem o estudo de projetos (serviços ou obras) de engenharia civil como um todo e, principalmente, que estejam em andamento em organizações de engenharia (órgãos, empresas, escritórios, etc.), a fim de que sejam verificadas as diversas interferências etnográficas e ambientais e as interfaces relacionadas à base de conhecimento inerente ao artefato de projeto. A metodologia pode ser implantada a partir de disciplinas isoladas ou conjuntos de disciplinas, independente do tipo de currículo. A implementação da disciplina prevê:

1. Aulas: devem acontecer em locais que facilitem a interatividade professor/alunos e também aluno/aluno. Devem ser utilizados meios, materiais e recursos variados. E deve-se sempre providenciar exemplos relacionados aos tópicos das disciplinas que remetam ao contexto do exercício profissional.
2. Atividades extra-aulas: devem ser sistemáticas, em grupos ou individuais. Deve-se usar o trabalho de campo, que é considerado a âncora da metodologia tridimensional.
3. Avaliação: o ideal seria a ausência de mecanismos específicos, e a valorização de todas as atividades desenvolvidas. Caso as provas sejam inevitáveis, devem ser constituídas de questões *abertas*, isto é, que permitam ao aluno desenvolver soluções próprias e até realizar alterações de dados não fundamentais visando à experimentação de outras alternativas.

Como providência final da metodologia proposta, deve-se criar um sistema de acompanhamento do desenvolvimento dos alunos egressos da disciplina em que a metodologia foi implantada. A metodologia proposta foi validada por meio de experiências realizadas com a sua aplicação no primeiro e no segundo períodos letivos de 1999, em disciplinas do curso de Engenharia Civil da UFJF.

Cruz (2002) discute a formação acadêmica nos cursos superiores de engenharia, particularmente, no curso de Engenharia Elétrica da Faculdade de Engenharia Elétrica e de

Computação (FEEC) da Unicamp. A principal preocupação do autor é a de proporcionar aos estudantes de engenharia uma formação humanista ou técnico-humanista, que é aquela em que se objetiva trabalhar de maneira completa com o indivíduo, não se restringindo ao lado técnico ou conteudista da formação universitária. Os valores humanistas defendidos nesse trabalho são três: o diálogo, o comprometimento com o próximo e a busca filosófica pela verdade. A partir deles, e centrando-se nos pressupostos da Teoria da Atividade (que será explicada no capítulo a seguir), Cruz propõe uma metodologia pedagógica fundamentada nas idéias de Ausubel e que utiliza trabalhos em grupos colaborativos. A metodologia foi implementada e analisada em dois estudos de caso (duas disciplinas regulares da grade curricular da FEEC). Finalizando o trabalho, o autor ainda apresenta algumas considerações sobre questões curriculares, no contexto de formação humanista baseada nos valores propostos.

Colenci (2000) discute o ensino de engenharia em termos da necessidade de atuação profissional do engenheiro: ela observa um descompasso entre o tipo de engenheiro que as escolas de engenharia têm oferecido ao mercado de trabalho e aquele que o mercado tem solicitado. Assim, em seus estudos a autora buscou um novo enfoque, capaz de identificar os problemas existentes, explicar as circunstâncias atuais e propor mudanças. Ela buscou resposta para a seguinte questão: “Que instrumentos de *análise* seriam adequados para apontar as deficiências do atual modelo de ensino de engenharia e o que pode ser feito para melhorá-lo qualitativamente?” A autora propõe uma estrutura de referência para análise do ensino de engenharia a partir da ótica de serviços, que permite identificar os princípios e estratégias que dão sustentação ao atual modelo de ensino de engenharia e estabelecer mecanismos que possam incrementar a qualidade na educação em engenharia. O ensino é visto como uma forma de prestação de serviços: altera-se o enfoque do ensino para a aprendizagem e tem-se como principal prestador de serviços o professor, e o aluno como cliente.

Na tentativa de melhorar o processo de ensino e aprendizagem em cursos de engenharia e de desenvolver características pessoais e técnicas (capacidade de trabalhar em equipe, de expressão, de raciocínio lógico, de aprender a aprender, dentre outras) necessárias ao profissional em formação, Marchetti (2001) fez um estudo que propõe a incorporação da Teoria das Inteligências Múltiplas às estratégias de ensino em sala de aula. Em seu trabalho a autora discute como incrementar o uso das seguintes estratégias de ensino - aula expositiva, seminários e projetos, utilizadas no ensino de Engenharia, a partir do referencial teórico das inteligências múltiplas, com o objetivo de revitalizar a aprendizagem e a formação do engenheiro visando à sua melhor preparação para o mercado de trabalho.

Uma outra estratégia didática encontrada na literatura é o uso dos mapas conceituais, Seção 2.2.5.2, na sala de aula (Silva et al., 2004a; Silva and Austrilino, 2005; Bianchini, 2005).

### 2.4.2 Capacitação docente

Um dos esforços que têm sido feitos no sentido de melhorar o processo de ensino e aprendizagem é o trabalho específico com os professores (Grimoni and Nakao, 2004; Filho and Vargas, 2005), no sentido de possibilitar que os mesmos aperfeiçoem suas práticas didáticas e colaborem ainda mais com a formação de engenheiros com o perfil exigido pelo mercado de trabalho atual.

### 2.4.3 Avaliação da aprendizagem

Considerando a avaliação da aprendizagem como parte integrante do processo de ensino e aprendizagem, é natural que as tentativas de melhoria desse processo estejam presentes também nos procedimentos de avaliação da aprendizagem do aluno. Muitos professores e pesquisadores, preocupados com a aprendizagem dos alunos, têm não apenas discutido os processos e procedimentos de avaliação da aprendizagem, como têm também proposto melhorias nesses procedimentos. As seções a seguir sintetizam algumas discussões feitas sobre alguns procedimentos de avaliação, e apresentam os instrumentos de avaliação de aprendizagem que têm sido usados nos cursos de engenharia brasileiros.

#### 2.4.3.1 A prova escrita

Em Beck and Costa (2005), os autores discutem a realização da prova escrita associada a uma *pesquisa pedagógica* do resultado da prova, feita por uma comissão de 4 professores do departamento. Essa pesquisa tem os seguintes objetivos: 1) identificar as prováveis causas do fracasso dos alunos na prova, ou seja, investigar porque os objetivos educacionais pré-fixados não foram atingidos; 2) oferecer alternativas adequadas ao aperfeiçoamento das atividades e aos processos de ensino-aprendizagem para que se obtenha maior êxito no futuro.

Loder and Bender (2005) analisam o uso da prova escrita como instrumento de avaliação partindo do pressuposto de que essa prova é largamente utilizada no contexto de uma pedagogia diretiva. A Pedagogia Diretiva, de acordo com Becker (1994), está fundada no paradigma de que o processo de ensino desencadeia o processo de aprendizagem. O professor é a figura central, e assume o papel de transmissor de conhecimentos que vão, aos poucos, sendo assimilados pelos alunos. Assim, estabelece-se um processo que começa no professor e termina no aluno, ou seja, um processo em que o conhecimento é *direcionado* para o aluno. Essa é a pedagogia tradicional, conhecida de todos, e largamente utilizada, constituindo-se de: aulas expositivas, experimentos orientados e provas escritas para avaliação do conteúdo. Tais provas são normalmente individuais e realizadas em local e horário definido para todo o corpo de alunos envolvidos. Dentro da Pedagogia Diretiva, esse critério de avaliação é visto como necessário e suficiente para garantir a isenção do

professor e evitar possíveis apadrinhamentos e privilégios para alguns alunos, o que é uma situação condenável dentro dos princípios republicanos de igualdade para todos perante a lei. Normalmente, o professor que age dessa forma acredita estar fazendo a avaliação mais justa possível. Loder and Bender (2005) questionam a validade e a qualidade dessa forma de avaliação, fazem sugestões que visam a superar as dificuldades apontadas no uso da prova escrita e propõem uma alternativa para a avaliação do aprendizado do aluno, à luz da *Pedagogia Relacional*. Segundo esses autores, apesar de a avaliação ser uma prática de todo professor, muitos deles sentem-se desconfortáveis com essa questão, chegando até mesmo a considerar a avaliação como a pior parte do trabalho docente. Os pontos condenáveis da prova escrita apontados nesse trabalho são: 1) a incoerência e a ineficiência do uso de uma avaliação pontual, dado que o aprendizado é um processo; 2) a possibilidade da “cola” - o professor está sempre preocupado em garantir a individualidade da prova; 3) a impossibilidade de retomada da avaliação e, conseqüentemente, a impossibilidade da avaliação se constituir uma parte importante do processo de aprendizagem - a falta de realimentação da avaliação no processo de ensino-aprendizagem. Os autores comentam que parece existir, no imaginário da coletividade acadêmica, um pensamento sobre a aprovação e a reprovação: quanto maior é o grau de dificuldade de uma disciplina, menor deve ser o índice de aprovação na mesma, podendo ser esse índice de até 10%; o que não seria razoável é um índice *zero*. Esse critério porém, parece ignorar as individualidades dos alunos, e considerar o professor como justo e infalível em sua avaliação final - o que não há nenhuma certeza de ser verdadeiro. Assim, os autores propõem como alternativa de avaliação a *avaliação continuada*. Essa forma de avaliação envolve avaliações individuais e em grupos, pequenos e grandes, e de diferentes tempos de duração e locais de realização; e exige um trabalho maior tanto do professor quanto dos alunos, em relação à avaliação tradicional. Outros locais e momentos de aprendizagem são propiciados, além da sala de aula, como por exemplo, laboratórios, visitas a empresas e palestras de pesquisadores. Essa estratégia busca libertar o aluno dos limites temporais e espaciais impostos pelo local e horário de aula. O professor assume os papéis de orientador, consultor e tutor de seus alunos; oferece-lhes o conhecimento mediante as aulas expositivas convencionais, incita-os a refletirem e a aprenderem, estimula-os ao esforço constante, acompanhando-os de perto nas atividades dentro e fora da sala de aula. Os autores concluem que a alternativa proposta gera um processo de avaliação livre da pressão por resultado imediato, o que traz como consequência o fato de o aluno poder ser avaliado e valorizado dentro de sua individualidade, fazendo com que o mesmo retribua com um empenho e um comprometimento maior; além disso, verificaram um resultado positivo na formação do aluno. E complementam que seria um ganho para o professor o fato de o mesmo conseguir realizar uma ruptura epistemológica de modo a redirecionar a sua ação pedagógica a uma *Pedagogia Relacional*. Nessa concepção pedagógica, o ensino é intrinsecamente ligado à aprendizagem, a educação é tida como um processo em constante aprimoramento e não um produto acabado, e assim, professores e alunos assumem o papel de verdadeiros agentes no processo educacional. A mudança da visão do processo de ensino e aprendizagem traz,

consequentemente, uma mudança na forma de se avaliar a aprendizagem do aluno, que deve ser fundamentada no comprometimento necessário que ambos, professor e aluno, devem ter para garantir a eficácia do processo.

#### *2.4.3.2 A produção de artigos técnicos e/ou científicos*

Em Arienti and Arienti (2005) é descrita a experiência de se utilizar a elaboração de artigos técnicos como item de avaliação na graduação de um curso de Engenharia Mecânica. Os alunos são obrigados a apresentar dois artigos técnicos, elaborados ao longo do curso, dentro de determinados limites, restritos ao âmbito da graduação. O objetivo dessa prática é colaborar para que o egresso possa vencer as dificuldades iniciais da carreira. A metodologia adotada permite ao aluno adquirir, sem traumas, de maneira gradual e natural, a competência de escrever um artigo técnico e/ou científico. Os resultados obtidos com essa prática têm sido positivos e animadores - professores e alunos estão de acordo sobre a validade do processo. Apesar dos resultados positivos, os autores consideram a experiência em um nível ainda inicial, e que necessita de discussões com pesquisadores de outras instituições, a fim de que o método seja melhorado.

#### *2.4.3.3 Seminários*

Em Morales and Grimoni (2005), os autores descrevem a experiência de se avaliar alunos de Engenharia Elétrica, entre outras formas, por meio da realização de um seminário. A turma é dividida em pequenos grupos e os temas são propostos a partir de artigos técnicos. Cada grupo elabora um texto escrito (contendo a síntese do artigo, uma análise crítica do mesmo, a bibliografia consultada e as conclusões obtidas) e o entrega aos demais alunos, para que tenham uma visão geral do tema tratado, no dia da apresentação (que tem um tempo estimado de aproximadamente 25 minutos). Todo material gerado nas apresentações é corrigido pelo professor e disponibilizado eletronicamente, para estudo dos alunos. Os conteúdos apresentados pelos grupos são cobrados posteriormente em provas objetivas. A avaliação do seminário é feita com base na qualidade e conteúdo da apresentação e do texto distribuído, segundo critérios claros, previamente estabelecidos. Segundo os autores, os resultados obtidos com a experiência foram satisfatórios. Os objetivos da disciplina foram mais explorados e as experiências dos alunos puderam ser compartilhadas nas equipes e com toda a sala, o que proporcionou maior integração e companheirismo entre os alunos; também um nivelamento melhor do conhecimento e resultados mais satisfatórios na aprendizagem.

#### *2.4.3.4 Visitas técnicas*

As visitas técnicas possibilitam uma integração maior entre o conteúdo da sala de aula e as aplicações práticas. Por meio delas, os alunos têm sua visão ampliada, algumas dúvidas esclarecidas e podem até mesmo sentir-se mais motivados para o estudo. Em

Morales and Grimoni (2005), a visita técnica é uma forma de avaliação, juntamente com seminários e exercícios extra-classe - seu conteúdo é cobrado nas provas objetivas.

#### 2.4.3.5 A auto-avaliação

Na tentativa de ultrapassar a já referida visão reducionista de avaliação, professores do curso de Engenharia Química da PUCRS têm estudado estratégias diversificadas de ação, com diferentes instrumentos de avaliação, mais apropriados a um enfoque de acompanhamento ou diagnóstico de aproveitamento escolar do aluno. Um desses instrumentos é a auto-avaliação; o relato dessa experiência é descrito em Frankenberg and Côrtes (2005). Os autores afirmam que a realização da auto-avaliação é um procedimento importante, pois permite que o aluno expresse sua própria percepção da aprendizagem que realizou, auxiliando-o a refletir sobre as atitudes que necessita reformular, face às atividades de ensino desenvolvidas, sobre a responsabilidade que manifesta (ou não) em relação às propostas da disciplina, sobre as dificuldades que enfrenta na aquisição do conhecimento da área e até mesmo sobre sua auto-estima. Por esse caminho, o aluno passa a ser co-participante e co-responsável por seus sucessos e/ou fracassos escolares, não deixando sobre os ombros apenas do professor a responsabilidade de dar os vereditos definidores do aproveitamento de sua aprendizagem. Um outro ponto importante é que a auto-avaliação tem um caráter diagnóstico, e auxilia na tomada de decisão sobre o que fazer frente à situação diagnosticada. Os autores concluem o trabalho questionando a prática avaliativa tradicional normalmente realizada nos cursos de engenharia, uma vez que é possível tornar a avaliação mais formativa e menos sentenciosa, chamando a atenção para o fato de que ela pode ser desenvolvida a partir de um aporte predominantemente pedagógico.

#### 2.4.3.6 A avaliação continuada

Numa abordagem construtivista, a avaliação tem um sentido mais amplo do que a mera aplicação de testes. Os testes são instrumentos importantes de investigação, mas a avaliação deve ser continuada e não terminal. Para isso, é necessário que o professor crie em sala de aula um ambiente propício ao diálogo e troca de experiências, assumindo, assim, uma nova postura (Teive, 2005).

A avaliação continuada também já tem sido utilizada na Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS. A experiência é descrita em (Loder and Bender, 2005) e já foi comentada na Seção 2.4.3.1. Um outro trabalho, de pesquisadores da USP, que aborda a eficácia da avaliação continuada pode ser encontrado em Junior et al. (2004).

Em Machado et al. (2005), professores do ITA apresentam um modelo de avaliação que tem por objetivo avaliar o aluno durante todo o decorrer do processo de ensino e aprendizagem. A experiência foi feita na disciplina de Física do primeiro ano dos cursos de graduação. Os instrumentos de avaliação do modelo proposto são basicamente resumos

e listas de exercícios semanais, e questionários de auto-avaliação.

#### 2.4.3.7 A avaliação integrada

Um dos diversos esforços do Centro Universitário Nove de Julho, São Paulo, para modificar a visão do aluno em relação às disciplinas, ao curso e ao seu futuro profissional, resultou na criação de um instrumento avaliativo chamado de *avaliação integrada*, o qual já vem sendo aplicado a todos os alunos do Curso de Engenharia de Produção Mecânica desde o ano de 2002. A experiência é descrita em Cesar and Dutra (2005). Os autores concordam que a formação nos cursos de graduação das instituições brasileiras de ensino superior tem por base o *fordismo*, em que se privilegiam o especialista e a especialidade, a técnica, em prejuízo dos seus fundamentos. Os currículos fordistas formam profissionais fragmentados que apresentam uma visão desconexa da sua profissão, ao passo que se percebe hoje uma necessidade forte da visão de conjunto ou sistêmica, como pressuposto para a adequação do profissional ao mercado de trabalho. Assim, a apresentação das disciplinas não pode ocorrer de forma isolada e a estrutura curricular deve estar atenta à relação entre os conteúdos a serem ministrados e seu compromisso em estruturar racionalmente o conhecimento para permitir que o processo evolutivo ocorra de forma integrada, transformando a conexão entre as partes num todo coerente. Essa conexão deve ser percebida pelo estudante a fim de estimulá-lo na investigação. Segundo os autores, parte da desilusão gerada nos alunos dos cursos de engenharia deve-se à ausência da experimentação da engenharia como um todo; e entre os desafios profissionais discutidos pelos egressos dos cursos está a lacuna entre teoria e prática. Segundo eles, há também a necessidade de se pensar em inserir questões humanas e sociais no ensino de engenharia, e continuam dizendo que se fosse possível perceber a interação entre as partes, desde o início do curso, a compreensão do contexto geral seria automaticamente percebida. Nesse contexto, uma alternativa encontrada pelos autores a fim de minimizar o problema da fragmentação dos conteúdos e do curso foi a avaliação integrada, que se constitui em um dos instrumentos de avaliação utilizados durante o semestre e durante o curso. Essa avaliação caracteriza-se pela integração do corpo docente no desenvolvimento do conteúdo de suas disciplinas e na preocupação com a influência da mesma no todo. A avaliação é na verdade, uma prova escrita, elaborada a partir da reunião dos docentes para a proposta de uma determinada problematização, cuja resolução exigirá os conhecimentos desenvolvidos em todas as disciplinas, porém de forma conjunta. Os alunos são colocados diante de um problema passível de solução baseada nos conhecimentos desenvolvidos pelo conjunto de disciplinas que compõem o semestre letivo (ou os anteriores). Concluindo, os autores afirmam que o processo de avaliação deve ser amplamente discutido, mas já existe a certeza de que a avaliação integrada vem trazendo benefícios sensíveis no auxílio da construção do profissional em sua totalidade, reduzindo a fragmentação comum nos cursos de engenharia e favorecendo a visão sistêmica, fundamental ao profissional dessa área.



#### 2.4.3.8 Sistema de avaliação modularizado

Em Martins and Milito (2004) os autores descrevem a experiência da implementação de um sistema de avaliação modularizado. O objetivo dessa metodologia de avaliação é verificar se o aluno está apto a ser aprovado em uma disciplina não por um valor médio, como normalmente acontece, mas pela verificação do conhecimento de todo o conteúdo, dando-se maior atenção aos conceitos nos quais o aluno tenha apresentado maior dificuldade. Basicamente, a metodologia consiste no seguinte. As disciplinas são divididas em módulos, que contêm assuntos afins agrupados. Os conceitos fundamentais que devem ser absorvidos pelos alunos são definidos e são realizadas avaliações para verificar o grau de assimilação. Caso o aluno não tenha demonstrado um aproveitamento satisfatório em algum módulo, ele deve ser reavaliado nesse módulo.

## 2.5 Comentários Finais

Este capítulo apresentou os resultados de uma investigação sobre o que tem sido feito para melhorar o processo de ensino e aprendizagem em cursos de engenharia. Conforme pôde ser visto, muitos são os esforços canalizados para esse fim. Tais esforços compreendem vários aspectos, tais como a metodologia de ensino em sala de aula, o procedimento de avaliação, capacitação docente e até mesmo análise da estrutura curricular.

Nos últimos anos têm se percebido um avanço rápido da tecnologia, bem como o aumento de informações e a facilidade (e velocidade) de divulgação das mesmas. Certamente, esse panorama reflete na Educação em Engenharia, exigindo que o perfil do engenheiro formado hoje seja diferente daquele formado há muito tempo. São requeridas do profissional de engenharia hoje muitas habilidades e competências, entre elas a capacidade de *aprender a aprender*.

Pôde-se perceber que têm sido propostos muitos experimentos metodológicos que utilizam os recursos computacionais como recursos auxiliares à educação presencial. A utilização das ferramentas computacionais é multivariada: desde softwares já disponíveis no mercado, internet, implementação de softwares específicos, aplicativos, protótipos, construção de CDs educativos, até a construção de salas ambientes.

Percebe-se também uma preocupação mais humana com o ensino de engenharia: a preocupação de não massificar o ensino, mas de tentar conduzi-lo de modo a atender aos diversos estilos de aprendizagem dos alunos, uma espécie de ensino personalizado. Uma outra questão correlata envolvida nesse contexto é a utilização da Teoria das Inteligências Múltiplas. Além da preocupação mais humana com o *como* ensinar, percebe-se também uma preocupação em colocar mais humanidade nos conteúdos: não restringir a formação do aluno de engenharia à formação técnico-científica, mas realizar esforços no sentido de formar um profissional completo, dotado inclusive de habilidades não-técnicas, mas

necessárias ao exercício profissional e à vida pessoal.

Pelo menos aparentemente, a grande maioria das propostas de experimentos metodológicos se fundamenta em alguma das teorias de aprendizagem que leve em consideração a abordagem de construção do conhecimento via um processo sócio-interacionista. No processo de ensino e aprendizagem, o professor é apenas um mediador. Tem-se o aluno como agente ativo desse processo; deve-se levar em consideração o conhecimento que ele já tem, deve-se propor problemas para que ele se sinta motivado e impelido a buscar o conhecimento, e deve-se estimular a interação, ou seja, o trabalho em grupo. Esse tipo de trabalho tem sido bastante comentado como forma de desenvolver nos alunos habilidades tais como a de trabalhar em equipe, de tomar decisões, liderança, planejamento, entre outras.

Uma característica observada nos trabalhos estudados é que tais trabalhos trazem as expectativas dos professores, das instituições e até mesmo do mercado profissional, mas exploram pouco o ponto de vista do aluno. A expectativa do aluno de engenharia e o que acontece no ambiente natural da sala de aula, na atividade de ensino e aprendizagem, ainda é um campo que necessita de maiores investigações. Outra característica observada é a ação individualizada do docente. Ou seja, os experimentos realizados são pontuais, e não algo planejado pelo conjunto de professores que atuam no curso.

A proposta deste trabalho é trabalhar com a Teoria da Atividade<sup>3</sup>, descrita no próximo capítulo, a fim de se tentar descrever e compreender como acontece a atividade de aprendizagem do aluno. É um trabalho que diferencia-se dos outros por buscar compreender o fenômeno da aprendizagem de conceitos, no ambiente natural da sala de aula. Não se pretende aqui propor uma nova metodologia ou prática pedagógica, como muitos dos trabalhos citados neste capítulo mostraram, mas compreender, com o auxílio de uma teoria, a realidade da atividade de aprendizagem específica de conceitos científicos. Entender o que acontece na atividade de aprendizagem em sala de aula é importante para fundamentar propostas e experimentos pedagógicos. Espera-se que essa descrição e compreensão venham a subsidiar a implementação de novas práticas pedagógicas em sala de aula, posteriormente.

---

<sup>3</sup>A Teoria da Atividade se propõe a explicar a atividade humana, qualquer que seja, inclusive a atividade de ensino e aprendizagem. É por isso que ela foi escolhida como referencial teórico neste trabalho, dada a complexidade do objeto de estudo, que é o fenômeno do ensino e aprendizagem em sala de aula.

---

# Fundamentação Teórica

---

Com o intuito de compreender o que acontece no ambiente natural da sala de aula, escolhi a Teoria da Atividade como referencial teórico para este estudo.

A escolha se deve ao fato de que a Teoria da Atividade se propõe a explicar a atividade humana, qualquer que seja, desde que esta atividade esteja inserida num contexto social. Como afirma Davydov (1988), p. 27: “A categoria filosófica da atividade é a abstração teórica de *toda a prática humana* universal, que tem um caráter histórico social.” Utilizarei a Teoria da Atividade como uma lente para observar a atividade de ensino e aprendizagem adotando os seus princípios como norteadores da análise.

A noção de atividade humana, segundo a Teoria da Atividade, vem sendo utilizada em vários trabalhos (Quevedo, 2005; Charlariello, 2005; Almeida, 2006; Arruda, 2006; Tomaz, 2007; Kawasaki, 2008; Souza, 2009; Heemann, 2010) para analisar atividades educacionais. Ela permite caracterizar tais atividades, descrevê-las sistemicamente, perceber transformações e contradições internas, com base na participação dos sujeitos (alunos e/ou professores). Alguns autores chamam a atenção para a Teoria da Atividade como uma abordagem teórico-metodológica multidisciplinar em potencial para a pesquisa educacional (Duarte, 2002; Asbahr, 2005).

Neste capítulo apresento aspectos da fundamentação teórica da Teoria da Atividade (T.A.): a definição de *atividade*, e alguns elementos desta teoria, importantes para desenvolver a análise de dados desta pesquisa. Em seguida, apresento também as bases sócio-históricas do ensino e aprendizagem de conceitos. Assim, o capítulo está dividido em duas seções principais: A Teoria da Atividade e A Aprendizagem de Conceitos.

## 3.1 A Teoria da Atividade

A Teoria da Atividade é uma abordagem interdisciplinar das ciências humanas que se origina na escola de psicologia histórico-cultural soviética, iniciada por Vygotsky, Leontiev e Luria nas décadas de 1920 e 1930 (Engeström, 1999a). Estes pesquisadores buscaram

desenvolver uma psicologia com base nos fundamentos da filosofia marxista.

A Teoria da Atividade pode ser definida, segundo Martins and Daltrini (1999), como uma “estrutura filosófica e interdisciplinar para estudar diferentes formas de práticas humanas de processos de desenvolvimento, tanto no nível individual como no nível social”. Ela busca explicar práticas culturais e sociais de trabalho, relacionando-as aos contextos histórico e cultural em que se desenvolvem. Por isso, apesar dos primeiros estudos datarem do ano de 1920, a teoria da atividade continua sendo atual e considerada importante e relevante. Tem referenciado trabalhos em vários campos do conhecimento, tais como a Educação, a Antropologia, a Sociologia do Trabalho, a Linguística e a Filosofia (Duarte, 2002).

### 3.1.1 O conceito de atividade

O termo *atividade* surge nos trabalhos teóricos de Marx e Engels. No entanto, é nos trabalhos de Leontiev que o termo atividade começa a ser compreendido de forma mais abrangente e sistemática. Leontiev (1981a) traz esse conceito para explicar outros fenômenos, ligados à subjetividade humana, ao desenvolvimento do psiquismo e da personalidade. Ele descreve as atividades humanas como relacionadas a práticas estabelecidas histórica e coletivamente na sociedade, mesmo quando realizadas individualmente. Em suas próprias palavras:

[...] a atividade é uma unidade, não aditiva, central da vida para o sujeito corpóreo, material. Numa perspectiva menos abrangente (por exemplo, o nível psicológico) é a unidade de vida que é mediada pela reflexão mental. A real função desta unidade é orientar o sujeito no mundo dos objetos. Em outras palavras, atividade não é uma reação ou conjunto de reações, mas um sistema com estrutura, transformações internas e desenvolvimento próprios [...] (Leontiev, 1981a)(p. 46)

Assim, a atividade é entendida como um sistema coletivo acionado por um *objeto* e um *motivo*. A estrutura básica do sistema de atividade é descrita por Leontiev em termos dos conceitos de *atividade*, *ação* e *operação*. A *atividade* está relacionada ao *motivo*, a *ação* ao *objetivo* e a *operação* à *condição*. A atividade se realiza por meio das ações individuais, que são impulsionadas pela busca do objetivo. As ações são realizadas por meio de operações rotineiras, que dependem das condições.

Na Teoria da Atividade, a noção de atividade se refere à atividade humana intencional, consciente, diferente da atividade animal. Como em (Davidov, 1999):

Atividade é uma forma específica da existência societal/social de seres humanos consistindo na mudança intencional da realidade natural e social. Em

contraste às leis da natureza, as leis sociais/sociais manifestam-se somente através da atividade humana que constrói novas formas e características da realidade, transformando, portanto, o material inicial em produtos. Toda atividade conduzida por um sujeito inclui metas, meios, o processo de modelar o objeto e os resultados. Na realização da atividade, os sujeitos também mudam e desenvolvem a si mesmos. (p.39)

Nessas palavras de Davidov, podemos inferir um entendimento de um potencial transformador da atividade humana, como concebida na T.A. (não apenas de os sujeitos transformarem o material inicial em produtos, mas também de esses próprios sujeitos serem transformados durante a atividade); além de o caráter objetual da atividade (toda atividade é orientada a um objeto), e também o caráter mediado da atividade humana (“toda atividade inclui meios e o processo de modelar o objeto”).

Para a compreensão do desenvolvimento da atividade humana como entendida por Leontiev, uma questão importante é a noção de *consciência*. É a consciência que atribui ao ser humano a capacidade de pensar, refletir, e projetar suas ações no mundo social e na natureza, considerando as suas condições biológicas, e, assim, desenvolver a sua atividade a partir de uma prática já existente (Leontiev, 2004).

### 3.1.2 As bases filosóficas da Teoria da Atividade

Como mencionado, as bases filosóficas da Teoria da Atividade têm suas raízes nos fundamentos teóricos de Karl Marx e Friedrich Engels. Esses dois autores foram os primeiros a observar a importância de se discutir a atividade humana. O conceito de atividade se destaca dentro dos fundamentos do materialismo histórico-dialético e, nesse contexto, a alteração da natureza pelo homem, sendo intencional, é compreendida como atividade humana. Tal atividade é entendida como essencial para a base do pensamento e, consequentemente, para a evolução da inteligência (Werstch, 1981).

Na concepção de Marx e Engels, o *trabalho* é a forma básica de atividade humana. É um processo de ação do homem sobre a natureza e da natureza sobre o homem (Marx, 1980), apud (Kawasaki, 2008):

O trabalho é primeiramente um ato que se passa entre o homem e a natureza, um processo em que o homem, através de sua atividade, inicia, regula, e controla a reação do mundo material entre ele e a natureza. Portanto, agindo sobre o mundo externo e mudando-o, ele (o homem), ao mesmo tempo muda a sua própria natureza (p. 197-198).

Leontiev (1983) destaca dois elementos interdependentes que caracterizam o *trabalho*: 1) a fabricação e o uso de ferramentas e 2) a sua natureza coletiva. As ferramentas

passam a mediar a atividade humana, tornando-a mais complexa. Assim, surgem novas necessidades, diferentes das necessidades vitais (como saciar a fome, por exemplo), e relacionadas à produção material da vida humana. A natureza coletiva do trabalho produz as relações sociais e a comunicação entre os indivíduos, a fala. Assim, as ferramentas e a linguagem, que são produtos da atividade humana, passam a ter uma existência objetiva, concreta no mundo material, e medeiam a atividade *trabalho*. Dessa forma, o trabalho se transforma em uma atividade mais complexa, mediada, própria e exclusiva dos seres humanos.

Marx chamou de *objetivação* o processo em que um objeto natural, impregnado da atividade física e mental do homem, torna-se um elemento cultural (Duarte, 2004):

Por meio desse processo de objetivação, a atividade física ou mental dos seres humanos transfere-se para os produtos dessa atividade. Aquilo que antes eram faculdades dos seres humanos se torna depois do processo de objetivação, características por assim dizer 'corporificadas' no produto dessa atividade, o qual, por sua vez, passa a ter uma função específica no interior da prática. Um objeto cultural, seja ele um objeto material, como por exemplo um utensílio doméstico, seja ele um objeto não material, como uma palavra, tem uma função social, tem um significado socialmente estabelecido, ou seja, deve ser empregado de uma determinada maneira. O processo de objetivação é portanto o processo de produção e reprodução da cultura humana (cultura material e não-material), produção e reprodução da vida em sociedade.(p. 49-50)

Duarte (2004) ainda afirma que “o processo de objetivação não pode existir sem o seu oposto e ao mesmo tempo complemento, que é o processo de *apropriação* dessa cultura pelos indivíduos”(p.50). O processo de apropriação ou assimilação da cultura resulta na reprodução, pelo indivíduo, das aptidões e funções humanas historicamente formadas (Leontiev, 1983). Portanto, para Duarte (2004), os processos de objetivação e de apropriação ou assimilação da cultura medeiam a formação histórica do gênero humano e a formação de cada indivíduo como ser humano.

### 3.1.3 As gerações da Teoria da Atividade

Engeström (1999b) sugere a existência de três gerações na evolução da Teoria da Atividade. Estas serão discutidas nas seções a seguir.

#### 3.1.3.1 A primeira geração da TA

A *primeira geração da TA*, caracterizada principalmente pelos trabalhos de Vygotsky, e apoiada por trabalhos de autores como Rubinstein, Luria e Leontiev, desenvolveu-se

a partir da idéia de *mediação*. A formulação deste conceito surgiu quando Vygotsky buscava transcender entendimentos divergentes da Psicologia da época, desenvolvendo uma Psicologia baseada nos princípios do materialismo dialético.

Engeström (1987) esclarece que, por volta da década de 20, havia dois entendimentos divergentes sobre as relações entre a mente, o comportamento do ser humano e o mundo exterior ou material: as tendências behaviorista e a da psicanálise. Para a tendência behaviorista, o comportamento humano era controlado pelo mundo externo, ou seja, de fora para dentro: o indivíduo reage de forma objetiva a um dado estímulo externo. Isto é, para cada estímulo externo haveria uma resposta imediata, determinada por instintos biológicos e/ou regras sociais. Para a psicanálise, o comportamento do sujeito é controlado de dentro para fora: os “efeitos da influência externa dependem de como o sujeito as interpreta” (Leontiev, 1981a). Ou seja, para cada estímulo externo haveria uma resposta imediata, determinada pela razão. Desta forma, predominava em ambas as abordagens uma oposição “entre motivação e mundo externo” (Leontiev, 1981a). Ambas as tendências possuíam um caráter estático da relação estímulo - resposta, excluindo o processo dinâmico (a atividade humana), pelo qual o sujeito interage com o mundo material externo, modificando-o e sendo modificado por ele. É justamente este processo que os estudiosos da psicologia marxista julgavam fundamental.

É nesse contexto que Vygotsky (1984) diz que “o indivíduo modifica ativamente a situação estimuladora como parte do processo de resposta a ela”, chamando a totalidade da estrutura desta atividade de *mediação*. Para Vygotsky, a *mediação* é um elemento intermediário entre o estímulo e a resposta, e possibilita a transformação da atividade, visto que o processo pelo qual o indivíduo interage com o mundo externo é dinâmico. Na atividade humana, o processo se torna dinâmico porque o indivíduo, ao agir sobre o mundo, pode experimentar *feedbacks* dessa sua ação. A partir daí, ele pode refletir, fazer escolhas e agir novamente, de maneira criativa, controlando o seu comportamento, de modo consciente.

Engeström (1999a) entende que os seres humanos podem controlar seu comportamento não de dentro para fora, utilizando somente os instintos biológicos ou a razão, mas de fora para dentro, usando e criando artefatos culturais. Os artefatos culturais fazem a mediação entre o sujeito e o objeto material.

Assim, podemos entender que a *mediação* consiste na relação do ser humano com o mundo e com os outros seres humanos. Tal relação não é direta, mas mediada pelos artefatos culturais, isto é, por ferramentas que auxiliam sua atividade. Os artefatos podem ser de duas naturezas: a) física ou material (instrumentos), b) simbólica (signos).

Os instrumentos compreendem ferramentas que são usadas como um meio de trabalho para dominar a natureza. Já os signos compreendem a linguagem, os sistemas de contagem, as obras de arte, os mapas, dentre outros. Oliveira (1997) esclarece que os

instrumentos de natureza física ou material são elementos externos aos seres humanos, voltados para fora dele, e têm como função modificar objetos e controlar processos da natureza. Os instrumentos físicos auxiliam em ações concretas. Por outro lado, os signos correspondem aos instrumentos psicológicos e são as representações mentais de objetos, eventos ou situações do mundo real. Os signos são direcionados para o interior do sujeito, e têm a função de contribuir nas ações psicológicas, tanto do próprio sujeito, como dos outros.

Tanto os instrumentos quanto os signos são criados pelos seres humanos ao longo da história da sociedade e mudam a forma social e o nível de seu desenvolvimento cultural (Vygotsky, 1984). Em outras palavras, todos os artefatos utilizados são culturalmente construídos e estão em um processo de desenvolvimento contínuo. Além disso, novos artefatos podem ser criados de acordo com as necessidades humanas. Assim, eles incorporam os valores específicos da cultura na qual estão inseridos, de modo que a atividade executada pelos indivíduos que utilizam tais artefatos estará amoldada aos valores e traços culturais da sociedade em que eles foram criados.

Asbahr (2005) enfatiza essa idéia ao entender que os artefatos são meios culturais pelos quais os sujeitos podem agir na estrutura social, material e psicológica, transformando o objeto de modo a suprir alguma necessidade. Ao suprir essa necessidade, explica a autora, novas necessidades e novas atividades são produzidas. Para isso, novos artefatos são desenvolvidos ao longo da história. Com isso, não apenas o objeto é transformado, mas também a atividade e o próprio homem. Por meio dessas transformações, os seres humanos, suas atividades e artefatos se desenvolvem mutuamente.

Engeström (1999b) ressalta que a inserção dos artefatos culturais nas ações humanas foi revolucionária, pois passou a relacionar o indivíduo com a sociedade: o indivíduo não podia mais ser compreendido sem o seu meio cultural, e a sociedade não podia mais ser compreendida sem o poder de agir dos indivíduos que usam e produzem os artefatos. Os objetos se tornaram entidades culturais e a *orientação da ação ao objeto* se tornou a chave para compreender a psiquê humana.

Em se tratando de uma atividade de aprendizagem, os signos merecem destaque, visto que os mesmos atuam como instrumentos psicológicos que agem nas questões internas do indivíduo. Nas palavras de Vygotsky (1998):

A invenção e o uso dos signos como meios auxiliares para solucionar um dado problema psicológico (lembrar, comparar coisas, relatar, escolher, etc.) é análoga à invenção e uso de instrumentos, só que agora no campo psicológico. O signo age como um instrumento da atividade psicológica de maneira análoga ao papel de um instrumento no trabalho (p.70).

Thofehrn (2005) apresenta um exemplo esclarecedor acerca dos *signos*:



Quando pensamos em um curativo, não temos na mente o próprio curativo, trabalhamos com uma idéia, *um conceito*, uma imagem, uma palavra, enfim, algum tipo de representação, de signo, que substitui o curativo real sobre o qual pensamos. Essa capacidade de usar as representações para substituir o próprio real é que possibilita ao ser humano libertar-se do espaço e do tempo atual, fazer relações mentais na falta das próprias coisas, imaginar, planejar e ter intenções. Posso pensar num curativo pequeno ou grande, limpo ou sujo, oclusivo ou aberto. Essas possibilidades de operação mental não consistem numa relação direta com o mundo palpável, pois é determinada por uma relação mediada pelos signos internalizados, libertando as pessoas da necessidade de interação concreta com os objetos de seu pensamento (p.93).

Podemos entender os *signos* como *instrumentos de trabalho* da mente humana; sendo por isso, muito importantes para a realização de uma atividade de aprendizagem.

Kuuti (1996) discute o conceito de mediação referindo-se ao fato de que o objeto não é visto e manipulado em si mesmo, mas dentro das limitações impostas pelos artefatos. O que se vê e se apreende do mundo está delimitado pelas significações e ferramentas de análise que se tem; ferramentas de mediações distintas podem conduzir a entendimentos e modos de ação diferenciados. Tendo por base esta idéia, pode-se conjecturar que indivíduos de culturas diferentes podem analisar ou perceber um mesmo fato de maneiras diferentes. No caso de uma atividade de aprendizagem, pode-se perceber o quão importante é se apropriar de e utilizar artefatos adequados para que os sujeitos construam o conhecimento satisfatoriamente. Nesse contexto, o domínio de conceitos torna-se essencial para a construção do conhecimento.

Adotando esta perspectiva, os estudos de Leontiev fortaleceram a *natureza coletiva* da atividade, superando limitações da primeira geração da TA, que Engeström (1999b) descreve como o fato de a unidade de análise estar ainda focada no indivíduo. Os trabalhos de Leontiev caracterizaram a *segunda geração da TA*. Este autor introduziu a *divisão do trabalho* na atividade humana, o que permitia uma diferenciação entre uma *ação individual* e uma *atividade coletiva*.

### 3.1.3.2 A segunda geração da TA

Como já antecipado, o segundo momento de desenvolvimento da T.A. acontece através dos estudos do psicólogo soviético Aleksei Nikolaevich Leontiev (1903-1979). Segundo o próprio Leontiev, além das influências marxistas, seu trabalho dá continuidade aos estudos inicialmente desenvolvidos por Vygotsky, sistematizando alguns conceitos, como o de atividade. De fato, é nos trabalhos desenvolvidos por Leontiev (considerado o principal teórico sobre a Teoria da Atividade) que podemos encontrar os conceitos fundamentais para a compreensão da estrutura e função da atividade. Leontiev é o responsável por três

conceitos/características da atividade: 1) *a orientação a objetos*, 2) *a estrutura (níveis) da atividade* e 3) *significado e sentido*. Esses conceitos são discutidos a seguir.

Leontiev ressaltava como característica básica da atividade a *orientação ao objeto*. Uma atividade se move em direção ao objeto de sua *necessidade* e termina quando essa necessidade é satisfeita. Uma necessidade só pode ser satisfeita *quando encontra um objeto*, e a este Leontiev denomina *motivo*. O motivo articula uma *necessidade* a um *objeto*, sendo, portanto, o fator impulsionador da atividade. Para a psicologia histórico-cultural, a necessidade é o que dirige e controla a atividade concreta do sujeito em um mundo objetivo. Mas apenas a necessidade não é capaz de provocar nenhuma atividade de modo definido. Para que a necessidade oriente e controle a atividade é necessária a existência de um objeto que corresponda a essa necessidade, isto é, que seja idealmente capaz de satisfazê-la. Objetos e necessidades isolados não produzem atividades; a atividade só pode existir se houver um *motivo* (Leontiev, 1983). A atividade é, assim, considerada como uma atividade objetiva. O que distingue uma atividade de outra é o seu objeto. É esse objeto que dá à atividade a sua direção. O objeto da atividade é a sua própria motivação. (Leontiev, 1981a).

Nas palavras do próprio Leontiev (1978):

A primeira condição de toda a atividade é uma necessidade. Todavia, em si, a necessidade não pode determinar a orientação concreta de uma atividade, pois é apenas no objeto da atividade que ela encontra sua determinação: deve, por assim dizer, encontrar-se nele. Uma vez que a necessidade encontra a sua determinação no objecto (se “objetiva” nele), o dito objecto torna-se motivo da atividade, aquilo que o estimula. (p. 107-108)

Leontiev (1983) dá um exemplo que favorece o entendimento da orientação ao objeto: imagine que um sujeito está com fome, ou seja, ele tem a *necessidade* de comer. Uma forma de satisfazer a essa necessidade é buscar a comida, isto é, o *objeto*. Tal sujeito estará *motivado* para a atividade de buscar comida quando sentir a necessidade de comer e conseguir idealizar um objeto que poderá satisfazê-lo. Só então ele irá pensar em o que poderá fazer (ações) para satisfazer sua necessidade. As ações possíveis irão depender das condições históricas e culturais de vida desse sujeito. É na busca da satisfação da necessidade, e mediante um motivo, que se desenvolve a atividade.

Leontiev distingue a ação individual da atividade coletiva, organizando a atividade em três níveis distintos, porém interdependentes: a *atividade*, a *ação* e a *operação*.

A *atividade* é coletiva e definida pela necessidade e orientada para seu objeto ou motivo, conforme mencionado nos parágrafos anteriores. Não existe atividade se não existir um *motivo*. Motivos distintos determinam atividades distintas.

As *ações* são individuais. Indivíduos do grupo que conduzem a atividade realizam ações distintas, com metas individuais, estabelecidas a fim de se suprir a necessidade que gerou a atividade. Leontiev (1981a) explica que são as ações que traduzem a atividade em realidade, ou seja, a atividade humana existe somente na forma de uma ação ou de uma corrente de ações. As ações que constituem a atividade são direcionadas a determinados *objetivos*. Nesse sentido, uma atividade é normalmente desenvolvida por meio do agrupamento de ações que, por sua vez, são subordinadas a objetivos parciais.

Cada ação apresenta ainda o seu caráter operacional, ou seja, o *como* algo deve ser feito. Os meios pelos quais uma ação é desenvolvida são chamados de *operações*. É preciso fazer a distinção entre ações e operações: as ações têm a ver com os objetivos e as operações com as condições, os meios (Leontiev, 1981a). As operações também são individuais e dependem diretamente das condições ou ferramentas sob as quais um objetivo concreto pode ser alcançado. Uma mesma ação pode ser realizada em condições materiais e com métodos ou ferramentas diferentes, isto é, por meio de operações distintas. Além disso, as operações são consideradas como procedimentos automatizados ou inconscientes, ao contrário da atividade e das ações, que são consideradas procedimentos conscientes.

Daniels (2003) transcreve dois exemplos fornecidos por Leontiev (1983), que nos ajudam a entender os níveis da atividade. O primeiro deles refere-se à atividade de caça, realizada pelos membros de uma tribo:

Quando estão caçando, os membros de uma tribo têm, individualmente, metas separadas e estão encarregados de diversas ações. Alguns estão afugentando um bando de animais na direção de outros caçadores que abatem as feras, e outros membros têm outras tarefas. Essas ações têm metas imediatas, mas o real motivo está além da caçada. Juntas, essas pessoas têm em vista obter comida e roupa - permanecer vivas. Para entender porque as ações separadas são significativas, é preciso compreender o motivo por trás da atividade como um todo. A atividade é guiada por um motivo. (p. 115-116)

Este exemplo evidencia a distinção entre motivação e metas, (ou entre a atividade - motivo e as ações - objetivos), e a ligação entre esses dois níveis da atividade. Considere, por exemplo, a ação de afugentar os animais. Se analisada isoladamente, tal ação não tem significado numa atividade de caça, pelo contrário, parece ser até mesmo contraditória ao objetivo (como vamos capturar um animal se o afugentarmos?). Mas em conjunto com a outra ação, caçadores à espera dos animais afugentados a fim de matá-los, ela adquire sentido para o sujeito. Só é possível compreender os *significados* das ações dentro do contexto da atividade e de seu motivo. Além disso, a atividade depende do sucesso das ações. Se uma das ações não se realiza, a atividade não pode se concretizar.

O outro exemplo apresentado por Leontiev refere-se ao ato de mudar as marchas de

um carro, na atividade de dirigi-lo (Daniels, 2003):

No início, toda operação, como mudar as marchas, é formada com uma ação subordinada especificamente a essa meta e tem sua própria base de orientação consciente. Em seguida, a ação é incluída em outra ação, por exemplo, mudar a velocidade do carro. Mudar as marchas torna-se um dos métodos para atingir a meta, a operação que efetua a variação da velocidade, e mudar as marchas cessa agora de ser realizada como um processo orientado para uma meta: sua meta não é isolada. Para a consciência do motorista, mudar as marchas em circunstâncias normais é como se não existisse. Ele faz algo mais: ele tira o carro de um lugar, sobe ladeiras íngremes, dirige o carro em alta velocidade, pára em determinado lugar etc. Na verdade, essa operação [de mudar de marchas] pode, como se sabe, ser totalmente retirada da atividade do motorista e executada automaticamente. Em geral, o destino da operação torna-se, mais cedo ou mais tarde, a função da máquina. (p. 116-117)

Este exemplo faz referência ao terceiro nível da atividade, que é a *operação*. Leontiev sugere que toda operação primeiramente é exercitada conscientemente, no nível da ação, e tende a se tornar automática. Ou seja, após formada, a operação passa a ser executada de maneira inconsciente pelo sujeito, como mencionado no exemplo: o motorista treinado, ao dirigir seu veículo, preocupa-se em conduzir o carro de acordo com seus objetivos, e não mais se lembra de que está mudando as marchas, como quando começou a aprender a dirigir um carro. Este procedimento torna-se automático.

A análise da estrutura da atividade em níveis permite a compreensão das suas relações internas e permite, ainda, a compreensão das *transformações* que surgem no desenvolvimento da própria atividade. É importante notar que a atividade é um processo caracterizado por constantes transformações: uma atividade pode perder a motivação que a inspirou; uma ação pode adquirir uma força energizante independente e tornar-se uma atividade em seu próprio direito; ou uma ação pode, ainda, ser transformada em meios para que se alcance o objetivo, tornando-se uma operação. A mobilidade interna do sistema de atividade acontece devido ao fato de que cada uma das suas unidades pode se fracionar ou ainda, de forma contrária, pode se agrupar a outras unidades, que inicialmente eram independentes. Como pode ser observado, no curso de se alcançar um objetivo isolado, outros objetivos intermediários podem ser identificados. Da mesma maneira, uma ação inicial pode ser separada em diversas ações sucessivas (Leontiev, 1981a).

O exemplo da caçada, mencionado anteriormente, evidencia dois conceitos desenvolvidos por Leontiev: *significado* e *sentido*. O significado é atribuído à atividade, sendo, portanto, coletivo. O sentido é atribuído às ações, sendo, assim, individual. Leontiev (1978) diz que “as significações são a cristalização da experiência humana, representam

as formas como o homem apropria-se da experiência humana generalizada.” Em outras palavras, como diz Asbahr (2005), a significação é histórica e social, e está presente em todo o conjunto de representações de uma sociedade, como sua ciência e sua língua. Quando um sujeito nasce, ele já encontra um sistema de significações pronto, e lhe atribui sentidos. De acordo com os sentidos pessoais que atribui ao mundo é que o indivíduo se apropria ou não de suas significações.

Leontiev (1978) diz que nos primórdios da história da humanidade, significação social e sentido pessoal estiveram unidos e eram, de certa forma, coincidentes. Na sociedade de classes, porém, significações e sentidos não apenas deixam de ser coincidentes, como podem até mesmo tornar-se contraditórios. É o que acontece, por exemplo, com muitos trabalhadores hoje: embora o significado social de seu trabalho seja produzir determinados produtos, o sentido de trabalhar é outro - obter um salário, pois é sua única forma de sobreviver. No contexto escolar, podemos exemplificar esta situação com a realização de uma prova. O significado social da prova é o de verificar, aferir a aprendizagem do aluno; mas para muitos alunos, fazer a prova tem o sentido de obter nota (ainda que por meios ilícitos, que não demonstrem uma aprendizagem), visto que essa é a única maneira pela qual ele pode ser aprovado no curso. A esta não coincidência entre significado e sentido, (Leontiev, 1978, 1983) chamou de *alienação*. Para este autor, tal ruptura entre significação e sentido pode levar a contradições e/ou à realização de uma atividade alienada.

Luria (1987) complementa a definição de Leontiev dizendo que o significado se refere ao “sistema de relações que se formou objetivamente no processo histórico e que está encerrado na *palavra*. [...] é um sistema estável de generalizações, que se pode encontrar em cada palavra, *igualmente para todas as pessoas*.” Ou seja: as significações de um povo estão consolidadas em sua linguagem, ou seja, nas palavras. O significado de cada palavra deve ser universal para determinada cultura. Como elucida Bernardes (2004), uma palavra possui um significado que a insere nas relações sócio-históricas e que lhe atribui uma característica própria diante da atividade humana. O significado de uma palavra é a expressão do próprio conceito, ou: o conceito é o significado inerente à palavra. No significado, tem-se o conceito, cujo domínio de significação corresponde ao significado sociocultural, produzido num sistema de relações históricas. O significado expressa as manifestações externas, constituídas no sistema de relações humanas.

Por *sentido*, Luria (1987) entende o *significado individual da palavra*. Ao ser empregada, a palavra se torna pessoal e subjetiva, assumindo uma significação diferente da significação universal referente ao conceito. A palavra recebe um sentido próprio, dentro de uma situação e de um momento específicos. No sentido, tem-se um juízo, cujo domínio de significação corresponde a uma mistura de características socioculturais com impressões pessoais que atribuem à palavra uma característica subjetiva. O sentido expressa as manifestações internas e pessoais em relação à apropriação das relações humanas. O sentido pessoal é o significado para o próprio sujeito. Um significado pode adquirir sentidos

peçoais diversos para indivíduos diferentes.

A partir da estrutura da atividade em três níveis, como proposta por essa segunda geração, Engestrom elaborou uma nova representação, chamada de sistema-atividade. Esta nova representação inclui a comunidade e caracteriza a terceira e atual geração da TA.

### 3.1.3.3 A terceira geração da TA

Engeström (2001) considera que uma nova geração da T.A. surge a partir da década de 70, quando emergem vários estudos com uma diversidade grande de aplicações da T.A. Descrever essa terceira geração é uma tarefa difícil, dada a diversidade de pesquisadores e áreas de aplicação da TA. Na visão de Kawasaki (2008), nessa última geração a teoria não se desenvolveu em uma linha evolutiva única, mas vem se expandindo em várias direções no tempo e no espaço. Ou seja, a terceira geração é marcada pela expansão da teoria e de seus conceitos, entre eles, aqueles desenvolvidos por Engestrom.<sup>1</sup>

Engestrom amplia os conceitos anteriores da atividade, desenvolvidos por Leontiev, acrescentando à estrutura da atividade as *regras*, a *comunidade* e a *divisão do trabalho*. O modelo proposto por Engeström expande, assim, a unidade de análise de atividades humanas. Conforme Engeström, um sistema de atividade nunca é estático. Seus componentes estabelecem entre si relações de desenvolvimento contínuo, caracterizadas pelo acúmulo de experiências e mudanças e transformações, ocasionadas por rupturas e descontinuidades (Engeström, 1999a).

A grande variedade de aplicações da T.A. ocorridas nessa terceira geração<sup>2</sup> a tornaram multidisciplinar e ampliaram seu escopo inicial, que era voltado para a psicologia nas duas primeiras gerações. Esta terceira geração foi, em grande parte, responsável por tornar a TA conhecida entre os países ocidentais (Engeström, 1999a). Quando a T.A. se tornou internacional, o diálogo entre diferentes tradições e perspectivas foi permeado por sérios desafios. É com tais desafios que a terceira geração da T.A. deve lidar. Segundo Engestrom, esta última geração tem o compromisso de desenvolver ferramentas conceituais para compreender o diálogo, as perspectivas múltiplas e as redes de sistemas de atividades em interação.

---

<sup>1</sup>Contudo, há autores, em diversos países, fundamentando seus trabalhos diretamente nos trabalhos de Vygotsky e Leontiev (primeira e segunda gerações), ou em outros autores como Ilyenkov e Davidov.

<sup>2</sup>Além de Engestrom, a terceira (e atual) geração da TA compreende outros autores internacionalmente conhecidos, como Engelsted, Hedegaard, Karpatschof, Mortensen, Davidov, Il'enkov, Miettinen, Punamäki, Cole e Nardi, entre outros, de vários países além da Rússia. No Brasil, mais especificamente na área da Educação, temos autores como Libâneo (2003) e Duarte (2002, 2004) e grupos de pesquisa na área da Educação Matemática das Faculdades de Educação da USP e da UFMG.

### 3.1.4 Os princípios da Teoria da Atividade segundo Engeström

De acordo com Engeström (2001), a TA possui cinco princípios fundamentais, a saber: 1) Contexto e unidade de análise; 2) Multivocalidade do sistema de atividade; 3) A historicidade da atividade humana; 4) Contradições internas como fonte de mudança; 5) A aprendizagem expansiva. A seguir, abordarei cada um dos cinco princípios.

#### 3.1.4.1 Contexto e unidade de análise

Na perspectiva da TA, entende-se por *contexto* a atividade em estudo (Engeström, 1993). O *contexto* de análise é a atividade ou sistema-atividade, que é coletiva. Ao analisar a atividade deve-se levar em consideração a divisão do trabalho para a realização da atividade e as regras que cada participante do sistema deve observar.

É importante ressaltar, porém, que uma atividade não existe isoladamente. Ela se relaciona com outras atividades. De fato, um indivíduo, ao longo de sua vida, participa de mais de uma atividade (trabalho, escola, família, etc.), seja simultaneamente ou não. Uma atividade se relaciona com outras por meio da conexão entre seus elementos, tais como sujeitos, objetos, instrumentos, etc.

Assim, para fins de estudos, seleciona-se a atividade que será o foco da análise, sem desconsiderar a existência de outras atividades interligadas a essa, e que podem, inclusive, interferir nela.

#### 3.1.4.2 Multivocalidade do sistema de atividade

Para Engeström (2001), o “sistema-atividade é constituído por pontos de vista, tradições e interesses múltiplos.” Em uma atividade coletiva existem diversos sujeitos, dotados de experiências e histórias de vidas diferentes. Da mesma forma, os artefatos também são impregnados de história e valores.

Quando os sistemas-atividades estão em interação, as múltiplas vozes se multiplicam. Assim, a multivocalidade pode gerar problemas, ou pode, por outro lado, ser alternativa de inovação. Como observado por Kawasaki (2008), cabe aos sujeitos da atividade compreenderem as diferentes vozes e articularem os diferentes pontos de vista, visando ao desenvolvimento da atividade pelo grupo, que inclui negociação de regras e divisão de papéis.

#### 3.1.4.3 A historicidade da atividade humana

Conforme mencionado no início deste capítulo, a TA tem suas bases na psicologia histórico-cultural, que tem como um de seus princípios a *historicidade* da atividade humana. As atividades se constituem em um espaço e tempo, inseridos em uma dada cultura.

E se transformam ao longo do tempo. Assim, uma determinada atividade será melhor compreendida mediante o entendimento de sua evolução ao longo do tempo. As ações, problemas e resultados de uma atividade podem ser melhor compreendidos se analisados em seu contexto histórico.

#### 3.1.4.4 *Contradições internas como fonte de mudança*

De acordo com Engeström (1999b), a idéia de “*contradições* internas como a força motriz da mudança e desenvolvimento do sistema-atividade” é uma das principais idéias da TA em sua terceira geração. A atividade é um sistema dinâmico, que se encontra em constante transformação. É natural que *contradições* internas surjam e impulsionem o desenvolvimento da atividade, por meio de inovações e mudanças. As *contradições* são acentuadas por transições contínuas e transformações entre os componentes do sistema-atividade (sujeito, objeto, artefatos, regras, comunidade e divisão do trabalho) e entre os níveis da atividade coletiva (atividade, ação e operação).

*Contradições* são desequilíbrios ou *tensões* que aparecem sob a forma de problemas dentro do sistema de atividade. Elas podem gerar distúrbios e conflitos, e com isso, provocar o questionamento das práticas por parte dos sujeitos. A tentativa de superar tais distúrbios e conflitos pode causar rupturas, que por sua vez podem trazer mudanças dentro da atividade, por meio de inovações propostas. Quando tais *contradições* são superadas é que acontece o desenvolvimento. São as *contradições* que impulsionam as mudanças e o desenvolvimento da atividade (Engeström, 1987).

Engeström (2008) define distúrbios como sendo “desvios do curso normal dos eventos no processo de trabalho, sendo normal o que é definido por planos, regras e instruções explícitas, ou tradições assumidas tacitamente.”(p.24) Os distúrbios podem ocorrer na relação entre pessoas e objetos do mundo material, e são manifestados sob a forma de obstáculos, dificuldades, fracassos, desacordos e conflitos.

O autor acredita ainda que estudar os pontos de tensão de uma atividade é muito importante para compreendê-la. A percepção das *contradições* é um indício de mobilidade e de capacidade de desenvolvimento do sistema de atividade. Analisar um sistema de atividade se refere a encontrar problemas, falhas e *tensões* que possam auxiliar na identificação das *contradições* existentes nesse sistema.

#### 3.1.4.5 *A aprendizagem expansiva*

As *contradições* internas podem gerar *tensões*, conflitos, ou desequilíbrios dentro do sistema de atividade. Podem também, por outro lado, permitir que a atividade se desenvolva, por meio da resolução de tais *contradições*. As *contradições* podem provocar o questionamento das práticas por parte dos sujeitos, levando-os a ter iniciativas inovadoras para mudar a atividade, transformando-a (Engeström, 1987).



*Ciclo expansivo* ou *ciclo de expansão* foi o nome dado por Engeström à estrutura temporal evolutiva de um sistema de atividades. A evolução histórica de um sistema de atividades pode ser entendida como estruturas de tempo cíclicas. Nesse caso, ciclos não transmitem a idéia de movimentos repetitivos. O ciclo expansivo de Engeström é caracterizado por um movimento em espiral. Um ciclo expansivo possui fases de internalização e de externalização, que são elementos pressupostos na atividade humana.

*Internalização* é o processo de assimilação ou apropriação da experiência acumulada pelo gênero humano no decurso da história social, isto é, das conquistas e do desenvolvimento espiritual das gerações humanas anteriores (Leontiev, 1991). A internalização está relacionada com a reprodução da cultura: o indivíduo internaliza conhecimentos, conceitos, valores e significados e passa a reproduzi-los em suas relações sociais.

Por outro lado, tem-se o processo de *externalização*, que está relacionado com a transformação da cultura: o ser humano, com sua capacidade criativa, é capaz de transformar a realidade. De acordo com Engeström (1999a), na externalização, uma representação interna se transforma em externa por meio da fala, do gesto, da escrita, da manipulação do material disponível. No processo de externalização podem ser criadas novas ferramentas mediadoras. A externalização acontece quando há projeção e implementação de um novo modelo para a atividade e, conseqüentemente, o surgimento de uma nova estrutura, gerando a criação de novas regras e padrões. Normalmente, a externalização acontece primeiro como uma inovação individual a fim de se solucionar falhas e resolver problemas resultantes de contradições do modelo. Quando o novo modelo se estabiliza na sociedade, o processo de internalização recomeça (Engeström, 1999a).

De acordo com Engeström (1999a), um ciclo expansivo é formado por sete ações de aprendizagem, permeadas pelos processos de internalização e externalização:

1. Questionando (os aspectos da prática atual);
2. Analisando (a situação, para descobrir causas ou mecanismos explanatórios);
3. Modelando uma nova situação;
4. Examinando o modelo, a fim de perceber potencialidades e limitações ;
5. Implementando o novo modelo;
6. Refletindo sobre o novo modelo (avaliação do modelo);
7. Consolidando uma nova prática.

O movimento caracterizado pelo ciclo expansivo é uma contínua construção e resolução de tensões e contradições em um sistema de atividade, transformando-o e dando origem a novas formas de organização social.

## 3.2 A Aprendizagem de Conceitos

Apesar de o tema *Conceitos* estar sendo abordado nesta seção específica deste capítulo de fundamentação teórica, ressalto que neste trabalho o abordaremos adotando a perspectiva da Teoria da Atividade. A divisão em seções foi feita apenas para facilitar o entendimento.

Muitas são as concepções existentes sobre o que denominamos conceito. Adotando a perspectiva vigotskiana, e de maneira simplificada, podemos dizer que o conceito é o significado de uma palavra (ou termo), que por sua vez, é um signo. Sendo um signo, as palavras (ou termos) são artefatos mediadores entre o sujeito e o seu objeto de conhecimento do mundo.

Neste trabalho o foco está nos conceitos científicos, que são os conceitos trabalhados em ambientes acadêmicos, e que estão presentes nas atividades de ensino e aprendizagem de um curso de engenharia, objeto de estudo desta pesquisa. Primeiramente, abordo a noção de conceitos e a sua importância dentro da linguagem da ciência. Em seguida, apresento as bases da aprendizagem de conceitos segundo duas abordagens teóricas marcantes: a Didática Tradicional (influenciada pela Lógica Formal) e a Teoria sócio-histórica.

### 3.2.1 Os conceitos e a linguagem da ciência

Ferrari (1982), em seu livro de Metodologia Científica, fala com propriedade sobre os conceitos e a linguagem da ciência. É por meio da linguagem científica que os cientistas conseguem materializar suas idéias, utilizando signos que podem ser percebidos e entendidos pelos demais cientistas da área do conhecimento em questão e também pelo grande público, quando tal linguagem se tornar suficientemente acessível ao cidadão comum.

Neste contexto, estes signos são as palavras. Porém, dentro do contexto de uma área específica da ciência, palavras específicas recebem o nome de *termo*, como explica Lara (2004). Os conceitos são representados pelos termos, que são designações verbais. Mais especificamente, *o termo é uma designação que corresponde a um conceito em uma linguagem de especialidade*. É um signo linguístico que difere da palavra (uma unidade da língua geral), por ser qualificado dentro de um discurso de especialidade. Uma palavra tem propriedades (como em um dicionário de língua), mas tem muitos significados, porquanto são elementos do léxico da língua natural. Um termo, ao contrário, é uma palavra contextualizada no discurso, tendo, conseqüentemente, um referente de interpretação. A palavra, unidade do léxico, constitui um predicado livre, e o termo, enquanto unidade do discurso, um predicado vinculado. Assim, chamaremos de palavra a um signo qualquer dentro da língua portuguesa, e de termo a uma palavra específica de determinada área do conhecimento. Palavra e termo são signos. Os seus significados são conceitos.

Toda ciência constrói sua linguagem própria. Ferrari (1982) afirma que os cientistas ou pesquisadores trabalham mais com os conceitos do que propriamente com os fenômenos. Por isso se diz que o conhecimento científico é inteiramente conceitual. O conjunto de termos de uma determinada disciplina constitui a terminologia dessa disciplina.

Os termos são importantes não apenas para veicular o conhecimento científico, como mencionado por Ferrari, mas também para o sucesso escolar, como menciona Barros (2006) em seus estudos:

Os encontros nacionais e regionais de professores de diferentes disciplinas do ensino fundamental e médio discutem há anos o problema do baixo aproveitamento dos alunos. Os debates levam geralmente à conclusão de que uma das causas desse insucesso escolar é a dificuldade de decodificação de textos especializados e de compreensão dos enunciados das provas. Essa dificuldade provém, em boa parte, do pouco domínio pelos alunos da metalinguagem própria da disciplina ensinada. O problema detectado no Brasil não é, no entanto, um fato isolado. Muitos países vivem a mesma realidade, inclusive em relação a estudantes de cursos de nível superior. A terminologia pode colaborar na elaboração de estratégias e de instrumentos de aprendizado do vocabulário especializado, contribuindo para a melhoria do ensino e para o sucesso escolar. (Barros, 2006)(p.2).

Ferrari (1982) ainda ressalta que, apesar de cada ciência ou área do conhecimento ter a sua terminologia específica, existem termos que são comuns a várias ciências. Quando isso acontece, é necessário que o cientista ou até mesmo o estudante tenha clareza de qual é a conotação que tal termo tem dentro de sua área específica de conhecimento. Somente depois deste esclarecimento é que ele estará preparado para operar com o conceito correspondente.

Os conceitos constituem parte das *ferramentas teóricas* não apenas dos cientistas, mas também dos profissionais de nível superior. A teoria estudada na faculdade é o fundamento da atividade profissional escolhida. Sem um domínio básico das ferramentas teóricas (signos, conceitos), o profissional provavelmente não conseguirá exercitar plenamente a profissão.

Acredito que em um curso de engenharia elétrica, assim como em qualquer outro curso voltado à formação acadêmica profissional, a terminologia é de suma importância, visto que os termos é que irão “balizar” o significado de cada palavra dentro daquela área específica, evitando ou até mesmo eliminando as dúvidas ou erros devido à polissemia. A não-clareza sobre os significados dos termos, isto é, os conceitos, poderá “desviar” o pensamento ou raciocínio do sujeito da direção para a qual ele deveria seguir. Entendidos os significados de cada termo, tais termos podem se transformar em ferramentas intelectuais

com as quais o sujeito poderá operar e resolver problemas práticos.

### **3.2.2 Formação de conceitos segundo a Lógica Formal e a Didática Tradicional: o pensamento empírico**

Davydov (1988) investigou as orientações para o ensino de conceitos por meio das estruturas das disciplinas escolares, segundo a Didática Tradicional. Tal ensino compreende a aprendizagem de conceitos como um processo que se divide em 3 etapas: 1) percepção, 2) representação e 3) conceito. Na percepção, “os alunos são levados a observar a diversidade sensorial concreta de objetos e fenômenos e a explicar de forma oral os resultados da observação” (Sforni, 2004). Em seguida, na representação, o aluno realiza a generalização e a abstração, quando começa a usar a palavra. O aluno, mediante a palavra, constrói uma imagem do objeto. Ao descrevê-lo, destaca seus traços essenciais, abstraindo-os dos traços secundários, irrelevantes. O emprego do conceito refere-se ao ato do aluno de identificar os objetos e fenômenos pertencentes a uma determinada classe.

É importante levar em consideração que, enquanto o ensino de determinado conteúdo acontece, um determinado tipo de pensamento é formado nos alunos à medida em que assimilam tal conteúdo. O ensino fundamentado na Didática Tradicional leva à formação do pensamento empírico. Este pensamento empírico, “que domina as práticas de ensino na maioria das instituições escolares, aproxima-se do modo como a lógica formal assume a relação entre a abstração, a generalização e os conceitos” (da Rosa et al., 2010), p. 71.

Segundo a Lógica Formal, os objetos ou fenômenos possuem atributos ou traços (substanciais e secundários). O sujeito, após comparar os atributos substanciais de diversos objetos ou fenômenos, pode agrupá-los em classes. Além disso, nessa perspectiva, cada conceito possui conteúdo (conjunto de traços substanciais) e extensão (a totalidade dos objetos aos quais o conceito pode ser aplicado). Dominar o conceito significa conhecer o seu conteúdo e perceber a sua extensão. Em resumo, este processo surge diretamente da atividade objetiva e sensorial do homem, passa pela comparação, pela análise e pela síntese, chegando à generalização (Davydov, 1982).

Essa forma de ensino pressupõe que os alunos devem ser submetidos a situações que lhes permitam interagir com objetos concretos. A aquisição do conceito ocorre de baixo para cima, isto é, do particular para o geral. De acordo com essa orientação, quanto mais manifestações sensoriais-concretas, menores seriam as dificuldades do aluno em formar o conceito, abstraindo os traços característicos dos objetos e posteriormente generalizando-os. “Acredita-se que, quanto mais ricas forem as percepções, mais sólidas serão as representações e mais seguras as generalizações” (Sforni, 2004).

No contexto do pensamento empírico, o conceito é entendido como o conjunto de traços comuns levantados com base na percepção do sujeito. Conforme exposto por Sforni

(2004) e da Rosa et al. (2010), em um exame minucioso da obra de Davydov (1982), essa abordagem teórica de formação de conceitos serve como organizador do real, mas não contribui para a criação de novos conhecimentos, uma vez que apenas diferencia e classifica os objetos e fenômenos e os denomina com novos termos. Não basta descrever, nomear e definir objetos e fenômenos. Daí provém a dificuldade de utilizar tal abordagem na formação de conceitos científicos. No contexto científico, o conhecimento não está apenas no fato do sujeito se apropriar do conteúdo do conceito, mas também em dominar formas de interação com o conhecimento presentes nos conceitos científicos. Estes, quando apropriados teoricamente, são transformados em instrumentos cognitivos. O conhecimento científico tem que passar da descrição dos fenômenos à revelação da essência como nexo interno dos mesmos. Isso é possível por meio do estudo da constituição e funcionamento dos objetos e fenômenos, de uma análise sistêmica dos mesmos.

Sforni (2004) ainda nos chama a atenção para o fato de que o conhecimento adquirido no contexto escolar tem características diferentes daquele adquirido informalmente, no contexto cotidiano. Neste último, é natural que o sujeito adquira conhecimento mediante a observação direta dos objetos e fenômenos, processo que coincide com a visão da Didática Tradicional e da Lógica Formal sobre a formação de conceitos. Temos então mais uma limitação dessa abordagem: nem todo conteúdo escolar é acessível ao contato empírico dos alunos. Na maioria das vezes, o aluno tem acesso a um conhecimento sistematizado por meio de deduções baseadas em outros conhecimentos, exposto na forma de texto ou representações gráficas, organizado pelo professor ou pelos livros didáticos.

Além disso, a teoria do ensino organizado para o pensamento empírico não dá conta de abordar as contradições e reestruturações do conhecimento científico, enfim, a construção humana da ciência:

A lógica destas transições, e, por conseguinte, a lógica do aparato conceitual da ciência, fica à margem nesta teoria. Ficam fora da atenção ou mal conscientizadas as peculiaridades fundamentais dos conceitos teóricos: a mutabilidade de sua estrutura (...) (Davydov, 1982), p.109.

Outra limitação dessa teoria empírica, discutida por Sforni (2004), refere-se à dificuldade do aluno em reconhecer a diferença entre os traços substanciais e os secundários (insubstanciais) dos objetos ou fenômenos. Quando não consegue fazer a distinção, o aluno parte para a operacionalização do conceito como um ato mecânico, ou seja, que tem como processo mental a memorização.

Ao tentar adequar o conteúdo ao esquema percepção-generalização-conceito (...), o conhecimento científico é simplificado e desumanizado; calculado apenas para atividades como descrever, definir, classificar... Não há conflitos, contradições; não são oferecidos elementos para deduções, para compreensão

de causas e consequências do conhecimento ante as relações sociais que o produziram e o mantêm; não são explicitados a origem e o desenvolvimento dos conceitos; enfim, não são proporcionados elementos para autonomia intelectual.” (Sforni, 2004)(p. 70)

E mais:

O que é compreendido por conceito nada mais é do que a representação dos objetos cristalizada em uma palavra-termo que evidencia características externas do mesmo. Temos claro que dominar tais representações significa ampliar a possibilidade de interlocução com o mundo, pois implica o domínio de novos códigos, porém não exige do indivíduo operações cognitivas diferentes daquelas realizadas na aprendizagem de conceitos cotidianos (percepção, comparação, memorização...). (Sforni, 2004) (p. 71-72)

Concordo com da Rosa et al. (2010), que afirma que a compreensão da formação de conceitos voltada para o pensamento empírico está bastante presente no cenário escolar atual. Entretanto, “amparados nos autores e nas pesquisas que têm abordado a teoria histórico-cultural, compreendemos que esse aspecto intuitivo não é suficiente para possibilitar o desenvolvimento completo do pensamento do sujeito” (p. 71).

### **3.2.3 Formação de conceitos na perspectiva sócio-histórica: o pensamento teórico**

#### *3.2.3.1 Conceitos em Vygotsky*

Para Vygotsky (2001), os conceitos são entendidos como um *sistema de relações e generalizações* contidas nas palavras e determinadas pela construção cultural do grupo ao qual pertence o indivíduo, que o internaliza ao longo do seu processo de desenvolvimento. Vygotsky (1993) afirma que um conceito é formado por meio da generalização: uma atividade mental que *abstrai de uma classe de objetos suas características mais gerais*, separando-os do mundo sensível e permitindo que o sujeito utilize esses conceitos abstratos em quaisquer outras situações. É como se o conceito fosse a imagem de um objeto mais complexo. E esclarece:

Um conceito é mais do que a soma de certas conexões associativas formadas pela memória, é mais do que um simples hábito mental; é um ato real e complexo de pensamento que não pode ser ensinado por meio de treinamento, só podendo ser realizado quando o próprio desenvolvimento mental da criança já tiver atingido o nível necessário. Em qualquer idade, um conceito expresso por uma palavra representa um ato de generalização. (Vygotsky, 1993)(p. 71).

Para Vygotsky (1993), existem dois grupos de conceitos: os cotidianos e os científicos. Para este autor, a linguagem é fundamental para a aprendizagem ou aquisição de conceitos. Ele considera que o processo de formação de conceitos consiste em uma operação intelectual, “dirigida pelo uso das palavras como o meio para centrar ativamente a atenção, abstrair determinados traços, sintetizá-los e simbolizá-los por meio de um signo.” Em Vygotsky, os conceitos são mediadores culturais, como a seguir.

### 3.2.3.2 *Mediadores culturais*

De acordo com Vygotsky (1998), o desenvolvimento ontogenético<sup>3</sup> do psiquismo humano acontece por meio da apropriação de formas histórico-sociais da cultura. Conforme mencionado na seção 3.1.3.1, na cultura encontram-se os instrumentos, que podem ser físicos/materiais ou simbólicos. Os instrumentos materiais medeiam a ação física, enquanto os signos medeiam a ação mental sobre o mundo. Tanto os instrumentos físicos quanto os simbólicos (os signos) são denominados de *mediadores culturais*.

Os signos internalizados pelo sujeito compõem as representações mentais que, no plano mental, equivalem aos objetos do mundo real. Com as representações mentais o sujeito pode operar mentalmente sobre o mundo, sem se prender ao tempo e ao espaço, e aos objetos materiais; isto é, pode interagir com o mundo sem ter a necessidade de estabelecer com a base material uma relação direta, física e imediata. Assim, a atividade mental do homem tem como conteúdo os signos.

Um signo que merece destaque é a *palavra*. A palavra possibilita a comunicação entre os sujeitos, tem um grande poder de representação de objetos e fenômenos do mundo objetivo em categorias gerais, além de estar codificada no sistema linguístico e de ser difundida socialmente. Segundo Vygotsky (1993), cada palavra é uma generalização, um conceito e, portanto, um ato do pensamento e da linguagem. As palavras representam as coisas do mundo real em categorias, que foram elaboradas ao longo da história, por meio da percepção e da organização dos elementos do mundo.

No contexto escolar encontramos os conceitos científicos, distribuídos nos vários conteúdos referentes às diversas áreas do conhecimento. Esses conceitos científicos, difundidos nos conteúdos escolares, são mediadores culturais que favorecem a formação e o desenvolvimento do pensamento teórico, isto é, do pensamento científico. Devido ao fato de um conceito ser um ato do pensamento e da linguagem, e não apenas uma denominação para os fenômenos ou objetos, compreendê-lo significa formar uma nova percepção e organização do mundo real. É estabelecer um modo de ação mental que permite tornar presente o que está fisicamente ausente (Sforni, 2007).

---

<sup>3</sup>Ontogênese é a série de transformações sofridas pelo ser vivo desde a fecundação do ovo até o completo desenvolvimento. (Silveira Bueno, Minidicionário da Língua Portuguesa, FTD). É a história do desenvolvimento de cada sujeito em particular (não da espécie).

Considere o exemplo mencionado em (Sforni, 2007). Ao se denominar um gato de felino, não se está atribuindo a ele apenas mais um nome, mas afirmando e negando características particulares que permitem que ele seja incluído ou não em uma denominação geral. Para isso, é necessária a atenção deliberada entre o particular (cada gato) e o geral (características essenciais do grupo de felinos); a percepção é dirigida aos aspectos relevantes; a memória utiliza elementos mediadores de caráter lógico, identifica e retém características desse grupo; o raciocínio permite um movimento entre o particular e o geral e vice-versa. Esse movimento permite ao sujeito conhecer outros objetos particulares, mediante o conhecimento já adquirido, sem a necessidade de contato físico. É o que aconteceria se o sujeito quisesse, dentro do exemplo dado, conhecer um guepardo<sup>4</sup>, mesmo não tendo contato direto com esse animal. O fato de o sujeito saber que ele é um felino permite-lhe prever, pelo menos em uma visão macro, seus hábitos, sua aparência, alimentação, forma de procriação, entre outros. A interação do sujeito com esse animal (o particular) é mediada pelo conceito (o geral). Se o sujeito tivesse que interagir fisicamente com o guepardo, mesmo que pela primeira vez, já teria algum conhecimento sobre ele, o que lhe permitiria planejar e organizar ações conforme suas intenções em relação ao animal: caçada, domesticação, reprodução ou simplesmente livrar-se dele. Ou seja: o sujeito não estabelece uma relação direta com o mundo; tal interação é mediada pelos conceitos. Os conceitos permitem ampliar a interação do sujeito com a realidade, visto que lhe possibilitam transcender a experiência imediata, extrapolando os limites do tempo e do espaço vividos.

Portanto, o conceito se coloca entre o sujeito e o objeto do conhecimento, favorecendo novas formas de pensamento e de ação. A maior vantagem de se dominar conceitos não é a aquisição de maior quantidade de conteúdos pelo sujeito, mas sim a qualidade de pensamento gerada pela aprendizagem de generalizações conceituais. Vygotsky (1982) aponta uma relação entre a aprendizagem de conceitos e o desenvolvimento psíquico: a atenção, a percepção, a memória, a imaginação e o raciocínio do homem sobre o mundo objetivo são modificados pelo conceito.

### 3.2.3.3 *Significado e sentido*

Conforme apresentado na seção 3.1.3.2, as noções de significado e sentido são características da T.A. Esses conceitos também se aplicam ao signo linguístico, isto é, à palavra. De acordo com Leontiev (2004), a palavra tem um *significado* e um *sentido*. O significado do signo linguístico é aquilo que é convencionalmente estabelecido pelo social, ao passo que o sentido é o signo interpretado pelo sujeito histórico, dentro de seu tempo, espaço e contexto de vida pessoal e social. O homem encontra no mundo social um sistema de significações pronto, elaborado historicamente, e apropria-se dele tal como se apropria de

---

<sup>4</sup>Guepardo: Felídeo da África e S.O. da Ásia. Tem pernas longas, pelagem fulva com manchas negras, garras não retráteis, e é o animal mais veloz da fauna terrestre (corre até 100 km/h). Mini Aurélio, 6ª edição revista e atualizada, Editora Positivo.



um instrumento. Vygotsky (1993) também diferenciou significado de sentido, e suas idéias corroboram as idéias de Leontiev: o significado é compartilhado socialmente, enquanto o sentido é único para cada indivíduo, sendo criado a partir de sua história. O sentido surge no momento do diálogo, dependendo do contexto e dos interlocutores. Aspectos extraverbais, como a entonação e o volume de voz influenciam diretamente na formação do sentido. Vygotsky entende que o sentido de uma palavra é a soma de todos os eventos psicológicos que a palavra desperta em nossa consciência e que o significado é apenas uma das zonas do sentido, a mais estável e precisa. No discurso interior, o sentido prevalece sobre o significado.

Sentido e significado da palavra/termo são importantes nas relações de ensino. É importante que o sujeito internalize não apenas o código linguístico, mas principalmente o seu significado. A internalização do significado resulta na elaboração de formas de pensamento, uma vez que a aquisição de conhecimentos historicamente construídos favorece o desenvolvimento da consciência. Palangana (1989) afirma que a presença dos significados linguísticos modifica a natureza dos conteúdos sensoriais na consciência, na medida em que estes significados (re)elaboram a percepção que o sujeito tem do real, impulsionando o desenvolvimento das formas tipicamente humanas de comportamento. Nesse contexto, a qualidade da linguagem internalizada colabora com a capacidade do indivíduo de compreender, analisar e expressar a realidade objetiva. E, na escola, essa linguagem é o conteúdo das diversas ciências. Assim, cabe à escola organizar situações em que os conhecimentos sejam processados e transformados em instrumentos simbólicos mediadores entre o sujeito e a sociedade. Para isso, seria importante que o professor percebesse se os sentidos atribuídos pelos alunos aos termos se aproximam de seu significado.

#### 3.2.3.4 A questão da generalização

O conceito que uma palavra representa não se refere a apenas um objeto, mas a uma *categoria*, isto é, o conceito se refere a uma *generalização*. Vygotsky (2000) afirma que a “palavra nunca se refere a um objeto isolado, mas a todo um grupo ou classe de objetos. Por essa razão, cada palavra é uma generalização latente.” A formação de conceitos resulta de generalizações em níveis diferentes de conceitos, isto é, consiste em organizá-los em um sistema, tendo como critério o grau de generalização. Vygotsky (1993) esclarece da seguinte forma a idéia de generalização, descrevendo a existência de um *sistema* de conceitos:

Parece-nos óbvio que um conceito possa submeter-se à consciência e ao controle deliberado somente quando começa a fazer parte de um sistema. Se consciência significa generalização, a generalização, por sua vez, significa a formação de um conceito supra-ordenado que inclui o conceito dado como um caso específico. Um conceito supra-ordenado implica a existência de uma série de conceitos subordinados, e pressupõe também uma hierarquia de conceitos de diferentes

níveis de generalidade. Nos conceitos científicos que a criança adquire na escola, a relação com um objeto é mediada, desde o início, por algum outro conceito. Assim, a própria noção de conceito científico implica uma certa posição em relação a outros conceitos, isto é, um lugar dentro de um sistema de conceitos. É nossa tese que os rudimentos de sistematização primeiro entram na mente da criança por meio do seu contato com os conceitos científicos, e são depois transferidos para os conceitos cotidianos, mudando a sua estrutura psicológica de cima para baixo. (Vygotsky, 1993)(p. 80)

Vygotsky (1987) nos dá um exemplo que nos ajuda a compreender a idéia do sistema de conceitos e da relação entre eles:

O conceito de *flor* não é, de fato, mais genérico que o de *rosa*. Quando a criança domina um único conceito, a relação dela com o objeto é diferente de quando ela domina um segundo. No entanto, após ela dominar um segundo conceito, há um longo período durante o qual o conceito *flor* continua a ficar ao lado do conceito *rosa*, não sobreposto a ele. O primeiro não inclui o último. O conceito mais estreito não é subordinado. O conceito mais amplo atua, antes, como substituto do mais estreito. Fica ao lado dele numa série única. Quando o conceito *flor* é generalizado, a relação entre ele e o conceito *rosa* também muda. De fato, há uma mudança em sua relação com todos os conceitos subordinados. Isso marca o aparecimento de um sistema de conceitos. (p. 193)

A percepção de sistemas de conceitos é útil para a construção do conhecimento e também para a resolução de problemas ou para a compreensão de situações, e na elaboração do pensamento/raciocínio. Se um conceito estiver fora de um sistema, somente relações empíricas podem ser estabelecidas, isto é, relações entre a palavra e o objeto. Assim, o sujeito pode-se deixar levar pela percepção e pela situação concreta, incorrendo em juízos contraditórios que nem ao menos são percebidos, visto que a lógica da percepção desconhece as contradições (Vygotsky, 1982). Vygotsky exemplifica tal situação citando um dos estudos de Piaget: “Nos experimentos de Piaget, a criança afirmava uma vez que a bolinha afundava na água porque era pequena; outra vez, referindo-se a outra bolinha, afirmava que afundava porque era grande.” Segundo Vygotsky, essa insuficiência de dedução, o que denota uma limitação do pensamento da criança, decorre da falta de desenvolvimento das relações entre os conceitos. Isso leva a criança a se prender aos dados empíricos e a transformar cada situação em algo novo. Ela não tem elementos para reconhecer as semelhanças (e as diferenças) entre as situações. Daí a importância do conhecimento conceitual: tal conhecimento lhe seria útil para permitir que ela estabelecesse relações e percebesse as contradições, visto que a contradição só pode ser percebida quando dois

ou mais conceitos isolados são reconhecidos como subordinados a um conceito superior. Assim, situar o conceito em um sistema permite ao sujeito reconhecer a pertinência dos juízos sobre ele.

O processo de generalização é essencial na formação de conceitos, e acontece continuamente: novas generalizações são formadas e substituem as anteriores. Quando o sujeito entra em contato com um conceito científico, o significado desse conceito começa a se desenvolver. O processo de formação de conceito está, assim, em seu início, e avança à medida em que o sujeito se desenvolve, substituindo a generalização primitiva expressa pela palavra por generalizações mais elevadas. É necessário que esse processo de formação de conceitos avance, visto que, de acordo com Vygotsky (1996), o desenvolvimento dos conceitos, ou dos significados das palavras, pressupõe o desenvolvimento de muitas funções intelectuais: atenção deliberada, memória lógica, abstração, capacidade para comparar e diferenciar. E tais processos psicológicos complexos não podem ser dominados apenas por meio da aprendizagem inicial dos conceitos.

No ambiente escolar, o processo de generalização pode acontecer no contato com o significado dos termos, no diálogo com a linguagem específica de determinado conteúdo, na introdução de conceitos científicos e na busca da apropriação desses conceitos pelo sujeito (Cavalcanti, 2005).

### 3.2.3.5 *Conceitos cotidianos e conceitos científicos*

Conforme mencionado anteriormente, no início desta seção, Vygotsky (1993) divide os conceitos em dois grupos: os conceitos cotidianos (ou espontâneos) e os conceitos científicos. Os conceitos cotidianos têm características diferentes dos conceitos científicos, e a forma de apropriação dos dois tipos de conceitos também é diferente.

A principal diferença que ocorre entre os processos de apropriação de conceitos cotidianos e conceitos científicos refere-se à *tomada de consciência* desses conceitos pelo sujeito. Os conceitos cotidianos são apreendidos em situações em que a consciência do sujeito se volta para o fenômeno em si, e não exatamente para o conceito presente nele. Por outro lado, os conceitos científicos contêm um grau mais elevado de abstração, e não são tão evidentes nos fenômenos. Assim, para que sejam apreendidos, é necessário que a consciência do sujeito lhes seja dirigida intencionalmente. Se isso não acontecer, corre-se o risco de se manter na superficialidade dos fenômenos e de não se apropriar dos seus conceitos (Vygotsky, 2000).

De acordo com Leontiev (1983), o que não é consciente, em geral, não pode ser reproduzido de maneira voluntária. O objeto real da consciência depende da atividade que o sujeito realiza com o objeto. Existe uma relação entre atividade e consciência. Ainda de acordo com Leontiev, pode não haver uma coincidência entre conteúdo percebido e conteúdo conscientizado pelo sujeito. Considere, por exemplo, uma pessoa que caminha

numa rua, enquanto conversa com outra pessoa. Nesse caso, fatores tais como as irregularidades da rua, os transeuntes e as mercadorias expostas nas vitrines das lojas não são conscientizados por tal pessoa, visto que o objeto de sua consciência é somente o conteúdo da conversa. Os fatores que rodeiam essa pessoa são *percebidos* por ela, e orientam seus movimentos e toda a sua conduta na rua, mas não se pode dizer que são *conscientizados*. O âmbito do conscientizado é relativamente estreito.

Nas palavras de Leontiev (1983), “o conteúdo do que se manifesta ante o sujeito, ou seja, o que se conscientiza em um momento dado, é um conteúdo que ocupa dentro da atividade que realiza, um lugar estrutural completamente determinado e que constitui o objeto de sua ação (o objeto direto desta ação) externa ou interna.” E, continuando: “para que um conteúdo possa conscientizar-se é necessário que este ocupe dentro da atividade do sujeito um lugar estrutural de objetivo direto da ação e desse modo, entre em uma relação correspondente com o motivo desta atividade. Este postulado tem validade tanto para a atividade interna como para a externa, tanto para a prática como para a teórica.”

Assim, para que determinado conteúdo entre no campo da consciência, é necessário que a ação do sujeito esteja diretamente dirigida para esse conteúdo (Sforni and Galuch, 2006a). Leontiev (1983) exemplifica essa questão. Considere um aluno que escreve algo. O que é conscientizado quando ele escreve depende do que o impulsiona a escrever. Se ele quiser expressar, na forma escrita, suas idéias, então essas idéias serão o objeto de sua consciência. A representação gráfica das palavras que irá escrever será percebida, mas não será o objeto real de sua consciência naquele momento. Por outro lado, se o objetivo do sujeito for escrever com boa caligrafia, então o objeto de sua consciência será a representação gráfica das letras.

Sforni (2007) ressalta que uma das grandes contribuições de Leontiev para o entendimento da formação da consciência é a compreensão de que, para que os conhecimentos se desenvolvam no sujeito como operações conscientes, apesar de já serem operacionais ou estarem automatizados na cultura, é necessário que tais conhecimentos se formem primeiramente como ações. Nesse momento as funções psíquicas superiores são deliberadamente dirigidas para a ação realizada. A autora ainda ressalta a importância da mediação do professor nesse processo. O sujeito não se apropria do significado apenas por estar inserido em um ambiente propício (seja alfabetizador, letrado ou científico). O processo de internalização é, além de ativo, coletivo. A interação com o objeto de conhecimento é importante, mas não suficiente. O professor deve promover um ensino de forma a tornar consciente ao sujeito o conteúdo que deve ser internalizado. É o professor quem deve dirigir a atenção do aluno para as observações necessárias, orientar as análises e expor os termos. As ações mentais tendem a ocorrer quando são provocadas pelo professor na atividade de ensino, e são importantes para que o sujeito chegue à generalização e ao domínio do conceito em pauta. Conforme afirma Davydov (1988), “o homem realiza a correlação entre o singular e o universal graças a uma série de ações mentais.” Sforni (2004)

complementa: essas ações, dirigidas pelo professor, envolvem todas as funções psíquicas na realização da reflexão, análise e generalização.

Em se tratando de abstração e generalização (Vygotsky, 1987), o processo de formação de conceitos cotidianos é *ascendente*: surge impregnado de experiência, porém de uma forma não-consciente, e ascende para um conceito definido conscientemente. Por outro lado, o processo de formação dos conceitos científicos é *descendente*: começa com uma definição verbal com aplicações não-espontâneas e posteriormente adquire um nível de concretude, por meio da experiência. Vai da esfera do caráter consciente e da intencionalidade para a esfera da experiência pessoal e do concreto. O acesso ao conceito científico se dá por meio da instrução, sendo assim um conhecimento que se adquire de forma desvinculada da experiência imediata, em momentos organizados com a finalidade explícita de ensinar e aprender. Sforzi (2004), em sua leitura de Vygotsky, esclarece que a aquisição de conceitos cotidianos se dá por processos indutivos (das propriedades elementares e inferiores às propriedades superiores) e empíricos, ao passo que a aquisição de conceitos científicos se dá pelo caminho inverso, desenvolvendo-se por um processo dedutivo, isto é, das propriedades complexas e superiores às propriedades elementares e inferiores. Os conceitos científicos não interagem diretamente com o objeto, mas são mediados por outros conceitos.

Apesar de possuírem processos de formação diferenciados, os conceitos cotidianos e científicos fazem parte de um único processo, se relacionam e se influenciam:

Acreditamos que os dois processos - o desenvolvimento dos conceitos espontâneos e dos conceitos não-espontâneos - se relacionam e se influenciam constantemente. Fazem parte de um único processo: o desenvolvimento da formação de conceitos, que é afetado por diferentes condições externas e internas, mas que é essencialmente um processo unitário, e não um conflito entre formas de inteligência antagônicas e mutuamente exclusivas. O aprendizado é uma das principais fontes de conceitos da criança em idade escolar, e é também uma poderosa força que direciona o seu desenvolvimento, determinando o destino de todo o seu desenvolvimento mental. (Vygotsky, 1993) (p. 74)

A distinção dos processos de aprendizagem de conceitos cotidianos e científicos deveria ser levada em consideração na hora de se ministrar o ensino escolar. Sforzi (2004) estuda essa questão e ressalta a importância da distinção entre os conceitos cotidianos e científicos, feita por Vygotsky. Segundo ela, tal distinção é importante para se repensar a didática, que é normalmente presa à psicologia tradicional e entende a formação de conceitos científicos como uma continuidade da formação dos conceitos cotidianos e, com essa compreensão, tem sido usada na organização do ensino.

Um aspecto muito importante da aprendizagem dos conceitos científicos é que tais

conceitos contribuem para o desenvolvimento mental, ou psíquico do sujeito. Vygotsky (1982) diz que, no uso dos conceitos cotidianos, o pensamento do sujeito está voltado para o objeto, enquanto que, no uso dos conceitos científicos, o pensamento se volta mais para o conceito e para a atividade mental do que para o objeto em si. Nas palavras de Vygotsky (1982):

Os conceitos científicos, com suas atitudes totalmente distintas para o objeto, mediados através de outros conceitos com seu sistema hierárquico interno de relações mútuas, constituem a esfera em que a tomada de consciência dos conceitos, ou seja, sua generalização e domínio, surgem, ao que parece, em primeiro lugar. Uma vez que a nova estrutura da generalização surge em uma esfera do pensamento, se transfere depois, como qualquer estrutura, como um determinado princípio de atividade, sem necessidade de aprendizagem alguma, a todas as restantes esferas do pensamento e dos conceitos. Deste modo, a tomada de consciência vem pela porta dos conceitos científicos (Vygotsky, 1982)(p. 213-214)

Ou seja, a apropriação de conceitos científicos significa não apenas a assimilação de novas informações, mas também a possibilidade de produção de um sistema de pensamento organizado, que pode ser usado em todas as demais áreas do pensamento e com outros conceitos, inclusive os cotidianos.

### *3.2.3.6 O ensino de conceitos científicos e o desenvolvimento psíquico*

Vygotsky deixava claro que os conceitos científicos não são inatos, nem assimilados numa forma já pronta. Portanto, devem ser aprendidos. Porém, a transmissão pedagógica direta de conceitos não leva ao desenvolvimento conceitual. Sobre isso, o autor afirma:

A experiência pedagógica mostra que o ensino direto de conceitos é impossível e pedagogicamente improdutivo. O professor que tenta usar essa abordagem não alcança mais que um aprendizado estúpido de palavras, um verbalismo vazio que estimula ou imita a presença de conceitos na criança. Nessas condições, a criança aprende não o conceito mas a palavra, que ela capta pela memória, não pelo pensamento. Esse conhecimento revela ser inadequado em qualquer aplicação significativa. Esse modo de instrução é o defeito básico dos modos verbais puramente escolásticos de ensino, que têm sido universalmente condenados. Ele põe o aprendizado de esquemas verbais mortos e vazios no lugar do domínio de um conhecimento vivo. (Vygotsky, 1987)(p. 170)

Pelo visto, a repetição de definições verbais ou até mesmo a sua memorização não garantem a aprendizagem dos conceitos. Vygotsky (1993) afirma que os conceitos científicos não são aprendidos mecanicamente, mas evoluem com a ajuda de uma vigorosa

atividade mental por parte do sujeito, e acredita que, embora os conceitos científicos não sejam absorvidos já prontos, o ensino e a aprendizagem desempenham um importante papel na sua aquisição. Vygotsky (1996) também acredita que uma tarefa prática importante para os profissionais da Educação é descobrir a complexa relação entre o aprendizado dos conceitos científicos e o desenvolvimento do sujeito.

Para Vygotsky, o ensino (ou instrução) deve promover o desenvolvimento psíquico do sujeito. Aliás, o ensino só tem valor se permitir que o sujeito se desenvolva. Todavia, na realidade, nem sempre o ensino promove o desenvolvimento, como observa Vygotsky (1987):

Vimos que a instrução e o desenvolvimento não coincidem. São dois processos diferentes com inter-relações complexas demais. A instrução só é útil se vai à frente do desenvolvimento. Neste caso, ela impele ou desperta toda uma série de funções em fase de maturação que se encontram na zona de desenvolvimento proximal<sup>5</sup>. Esse é o principal papel da instrução no desenvolvimento. É isso que distingue a instrução da criança do adestramento de animais. É isso também que distingue a instrução da criança, dirigida para seu desenvolvimento completo, da instrução em habilidades especializadas, técnicas, como escrever à máquina ou andar de bicicleta. O aspecto formal de toda matéria escolar é aquele em que se realiza a influência da instrução sobre o desenvolvimento. A instrução seria completamente desnecessária se meramente utilizasse o que já tinha amadurecido no processo desenvolvimental, se não fosse, ela mesma, uma fonte de desenvolvimento. (p. 212)

Vygotsky (1993) enxerga na aprendizagem de disciplinas escolares uma oportunidade para o desenvolvimento de funções psíquicas que são usadas também fora do contexto das disciplinas, ou seja, o ensino escolar pode contribuir para o desenvolvimento psíquico do sujeito :

Especificamente, nossos experimentos trouxeram à tona os seguintes fatos inter-relacionados: os pré-requisitos psicológicos para o aprendizado de diferentes matérias são, em grande parte, os mesmos; o aprendizado de uma matéria influencia o desenvolvimento das funções superiores para além dos limites dessa matéria específica; as principais funções psíquicas envolvidas no estudo de várias matérias são interdependentes - suas bases comuns são a consciência e

---

<sup>5</sup>Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) é “a distância entre o nível de desenvolvimento real, determinado pela resolução independente de problemas, e o nível superior de desenvolvimento potencial, determinado pela resolução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com pares mais capazes.” (Vygotsky, 1978)(p. 86) Podemos então, entender a ZDP como sendo a capacidade que um sujeito tem de *aprender sob orientação*, seja de um professor, ou de um colega mais desenvolvido.

o domínio deliberado, as contribuições principais dos anos escolares. A partir dessas descobertas, conclui-se que todas as matérias escolares básicas atuam como uma disciplina formal, cada uma facilitando o aprendizado das outras; as funções psicológicas, por elas estimuladas, se desenvolvem ao longo de um processo complexo. (p. 88)

Vygotsky não enfatizava apenas a transmissão e a aquisição de um corpo de informações. Ele se preocupava em que a educação fornecesse ferramentas, técnicas e operações intelectuais que facilitassem o desenvolvimento, e criticava muitas formas de educação que pareciam se contentar com a transmissão de conhecimento (Ivic, 1989). Em outras palavras, Vygotsky deixava claro que a instrução só tem valor se contribuir para o desenvolvimento do educando. Davydov também se preocupou com o fato de a instrução escolar se prestar ao desenvolvimento do sujeito. De acordo com Davydov (1998a), a instrução, para ser eficaz na formação de conceitos científicos, deve ser projetada para promover a tomada de consciência da forma e da estrutura conceituais e, assim, levar em conta o acesso individual a conceitos científicos adquiridos e o controle sobre eles. A instrução também deve promover a interação e o desenvolvimento de conceitos cotidianos com conceitos científicos.

A interação entre os conceitos científicos obtidos na aprendizagem teórica e os conceitos cotidianos formados na aprendizagem empírica é essencial ao desenvolvimento. Se esses dois grupos de conceitos não se correlacionam, não acontece o verdadeiro desenvolvimento conceitual. Assim, se o ensino teórico baseado em conteúdo não for organizado para se correlacionar com a aprendizagem empírica cotidiana dos aprendizes, tal ensino ficará inerte e ineficaz do ponto de vista do desenvolvimento (Daniels, 2003).

A aprendizagem do conhecimento escolar, e especificamente o desenvolvimento de conceitos científicos, tende a ser tratada como um fim em si mesma. O desafio é fazer com que a aprendizagem de conceitos seja compreendida como apropriação e posterior desenvolvimento de uma série de ferramentas usadas para a resolução de problemas na realização de objetivos que os alunos acham pessoalmente importantes (Daniels, 2003).

### *3.2.3.7 A atividade e a formação do homem*

De acordo com a perspectiva sócio-histórica, o homem atual tem praticamente as mesmas qualidades psíquicas de seus antepassados. O homem não herda biologicamente de seus antepassados o desenvolvimento intelectual produzido ao longo da história; sua herança é social, cultural. Como afirma Leontiev (2004): “cada indivíduo aprende a ser um homem. O que a natureza lhe dá ao nascer não lhe basta para viver em sociedade. É-lhe ainda preciso adquirir o que foi alcançado no decurso do desenvolvimento histórico da sociedade humana.”

O desenvolvimento está presente nos produtos objetivos, materiais e ideais da ativi-



dade humana. Em contato com tais produtos, o homem reproduz as propriedades, capacidades e procedimentos humanos de conduta formados historicamente, apropriando-se, assim, não apenas dos produtos, mas também do desenvolvimento material e intelectual potencializados neles. Leontiev (2004) compreende que a apropriação desse mundo real, conceitual, o fazer-se homem, é um problema a ser constantemente resolvido pelo sujeito:

O mundo real, imediato, do homem, que mais do que tudo determina a sua vida, é um mundo transformado e criado pela atividade humana. Todavia, ele não é dado imediatamente ao indivíduo, enquanto mundo de objetos sociais, de objetos encarnando aptidões humanas formadas no decurso do desenvolvimento da prática sócio-histórica; enquanto tal, apresenta-se a cada indivíduo como problema a resolver. (p. 178)

Todos os atos humanos devem ser descobertos pelo sujeito, desde as ações motoras mais simples até às ações mentais complexas. Assim, a apropriação cultural se torna um problema a ser resolvido pelo sujeito. As formas histórico-sociais da atividade são reproduzidas individualmente quando cada sujeito em particular se apropria dos instrumentos e dos signos criados socialmente. É por meio do processo de interiorização que a atividade, antes coletiva e externa, se transforma em uma atividade individual e interna.

O desenvolvimento psíquico da criança ocorre no processo de apropriação das formas de cultura historicamente elaboradas. A necessidade de interagir de forma mais intensa com seus colegas e de pertencer à coletividade faz com que o sujeito busque superar a contradição que em alguns momentos surge entre o seu modo de vida e as suas necessidades. Isso leva o sujeito a reorganizar sua atividade e a se dirigir a um novo estágio de desenvolvimento da vida psíquica. Uma inferência importante que se pode fazer da T.A. em relação ao ensino é a de que o desenvolvimento psíquico de um sujeito é desencadeado quando ele passa a participar de uma atividade coletiva que lhe traz novas necessidades e lhe exige novos modos de ação. É o fato de o sujeito participar realmente dessa atividade que possibilitará um ensino significativo. O sujeito se apropria da cultura como um ser ativo. A atividade é expressão da unidade entre os componentes cognitivos, afetivos e da vontade (Sforni, 2004).

As atividades realizadas no ambiente sociocultural são mobilizadoras da aprendizagem: elas desencadeiam necessidades e motivos para a realização de novas ações. Essas ações exigirão do sujeito a realização de novas operações mentais, que promoverão o desenvolvimento das funções psíquicas.

#### *3.2.3.8 O pensamento teórico*

Nas seções anteriores foram apresentadas as bases do processo de formação de conceitos segundo a perspectiva sócio-histórica, desenvolvidas por Vygotsky. Porém, foi Davy-

dov quem deu continuidade à investigação da correlação entre a organização do ensino de conceitos científicos e o desenvolvimento psíquico do sujeito. Assim como Vygotsky, ele também estava preocupado com o “bom ensino”, isto é, aquele ensino que traz de fato o desenvolvimento psíquico do sujeito que aprende. Nesta seção fazemos uma breve exposição de aspectos importantes do pensamento teórico: suas principais características, a importância do desejo em sua formação, sua correlação com a apropriação dos conhecimentos elaborados culturalmente e possíveis implicações no papel do professor ao organizar o ensino. Finalmente, esboçamos uma tentativa de aplicar a idéia da formação do pensamento teórico ao ensino de engenharia.

Para Davydov, mais do que ensinar conteúdos, a escola deve ensinar os alunos a pensar. Para isso, deve-se organizar o ensino de modo que este ensino impulse o desenvolvimento psíquico (ou seja, as capacidades e habilidades mentais). Davydov o denominou de *ensino desenvolvimental*:

(...) a tarefa da escola contemporânea não consiste em dar às crianças uma soma de fatos conhecidos, mas em ensiná-las a orientar-se independentemente na formação científica e em qualquer outra. Isto significa que a escola deve ensinar os alunos a pensar, quer dizer, desenvolver ativamente neles os fundamentos do pensamento contemporâneo para o qual é necessário organizar um ensino que impulse o desenvolvimento. Chamemos esse ensino de desenvolvimental. (Davydov, 1988), p.3

Diferentemente do ensino baseado na didática tradicional (influenciada pela lógica formal), que desenvolve no aluno o *pensamento empírico*, o ensino desenvolvimental forma no aluno o *pensamento teórico*, que, por meio da apropriação dos conceitos científicos, permite que o aluno se desenvolva cognitivamente. O pensamento teórico é importante porque permite que o sujeito crie modelos mentais dos objetos e atue com eles, organizando uma metodologia para solucionar diferentes problemas (Sforni, 2004).

Nesse contexto, a aprendizagem de conceitos científicos (conhecimento desvinculado da experiência imediata) acontece via instrução (em momentos organizados explicitamente com a finalidade de ensinar e aprender), dentro de uma *atividade* mediada em relação ao objeto. O motivo dessa atividade de aprendizagem é justamente o processo de aquisição do conhecimento. A relação do aluno com o conceito científico é mediada por outros conceitos elaborados anteriormente, e começa no âmbito da consciência e da intencionalidade, dirigindo-se posteriormente para o âmbito da experiência pessoal e concreta. Estar consciente refere-se ao fato de a atividade do sujeito estar voltada para a própria atividade psíquica. Uma vez consciente, o sujeito pode atuar sobre ela, ter domínio sobre ela (Sforni, 2004). Essa tomada de consciência se torna possível devido à organização dos conceitos científicos em um sistema. No uso de conceitos científicos o pensamento está mais voltado para o conceito e para a atividade mental do que para o objeto (Vygotsky,

1982), e sua aprendizagem se dá por um processo dedutivo (que ocorre por meio das relações estabelecidas entre os conceitos, em um sistema).

Em outras palavras, o pensamento teórico se caracteriza como o método da ascensão do abstrato para o concreto. A abstração se torna um instrumento com o qual se desenvolve uma relação inicial geral que caracteriza o assunto e se descobre como essa relação aparece em muitos problemas específicos. Ou seja: de uma relação geral subjacente ao assunto ou problema, são deduzidas relações particulares. Nas palavras de Davydov (1998b):

“Ao iniciar o domínio de qualquer matéria curricular, os alunos, com o auxílio dos professores, analisam o conteúdo do material curricular e identificam nele a relação inicial geral, simultaneamente descobrem que essa relação se manifesta em muitas outras relações particulares encontradas no dado material. Ao registrar de forma referencial a relação inicial geral identificada, os alunos constroem uma abstração substantiva do assunto estudado. Continuando a análise do material curricular, eles detectam a vinculação regular entre essa relação inicial e suas diversas manifestações, obtendo, assim, uma generalização substantiva do assunto estudado. Desta forma, as crianças utilizam consistentemente a abstração e generalização substantivas para deduzir (uma vez mais com o auxílio do professor) outras abstrações mais particulares e uni-las no objeto integral estudado (concreto). Quando começam a fazer uso da abstração e generalização iniciais como meio para deduzir e unificar outras abstrações, elas transformam a formação mental inicial num conceito que fixa o núcleo do assunto estudado. Este núcleo serve, posteriormente, às crianças como um princípio geral através do qual elas podem se orientar em toda a diversidade de material curricular factual que tem que assimilar, em uma forma conceitual, através da elevação do abstrato ao concreto.” (p. 22)

As idéias de Davydov sobre o ensino desenvolvimental, que, em tese, é o ensino que forma o pensamento teórico, foram sintetizadas por Libâneo (2003) nos seguintes pontos:

1. A educação escolar, com seu ensino e formação correspondentes, é fator determinante do desenvolvimento mental;
2. As origens sociais interferem no processo de desenvolvimento, isto é, o desenvolvimento individual depende do desenvolvimento do coletivo. Por meio das interações com o meio, o sujeito aprende os instrumentos cognitivos e comunicativos de sua cultura;
3. A Educação faz parte da atividade humana e é orientada para o desenvolvimento do pensamento por meio da atividade de aprendizagem (formação de conceitos teóricos,

generalização, análise, síntese, raciocínio teórico, pensamento lógico), desde os níveis elementares de escolarização;

4. Os objetos científicos (os conteúdos) são a referência básica do processo de ensino e devem ser apropriados pelos alunos e reconstruídos sob a forma de conceitos teóricos na atividade conjunta entre professor e alunos. A interação do sujeito com o objeto requer o uso de mediações simbólicas encontradas na cultura e na ciência (sistemas, esquemas, mapas, modelos, enfim, signos em geral). A reconstrução e reestruturação do objeto de estudo formam o processo de internalização. Com isso, reestrutura-se também o modo de pensar dos alunos, possibilitando assim o seu desenvolvimento.

### 3.2.3.9 A importância das emoções na formação do pensamento teórico

É muito importante destacar que, “como uma atividade humana, as relações de ensino e aprendizagem envolvem motivos, desejos, necessidades e emoções” (Sforni, 2004), p. 111. A questão da emoção, do desejo, foi tratada por Vygotsky (1982) e Davydov, mas especialmente por este último. Este autor compreende o *desejo* como núcleo básico de uma necessidade, visto que este se transforma em necessidade:

“Acredito que o desejo deve ser considerado como um elemento da estrutura da atividade. (...) Necessidades e desejos compõem a base sobre a qual as emoções funcionam. (...) O termo desejo reproduz a verdadeira essência da questão: as emoções são inseparáveis de uma necessidade. (...) Em seus trabalhos, Leontiev afirma que as ações são conectadas às necessidades e motivos. Discordo desta tese. Ações, como formações integrais, podem ser conectadas somente com necessidades baseadas em desejos - e as ações ajudam na realização de certas tarefas a partir dos motivos. Por outro lado, os motivos são formas específicas de necessidades, no caso de uma pessoa que estabelece para si mesma uma tarefa e está realizando ações para realizá-las. Dessa forma, os motivos são consistentes com ações. Ações são baseadas em motivos e o agir é possível se estiverem disponíveis certos meios materiais ou signos e símbolos. (...) É esta estrutura da atividade que tentei apresentar-lhes. (...) Os elementos são os seguintes: desejos, necessidades, emoções, tarefas, ações, motivos para as ações, meios usados para as ações, planos (perceptual, mnemônico, pensamento, criativo) - todos se referindo à cognição e também à vontade.” (Davydov, 1999) p. 41.

Davydov afirma que as necessidades e emoções humanas estão por detrás das ações, e antecedem não só as ações, como também as relações com os outros e a linguagem:

“A coisa mais importante na atividade científica não é a reflexão nem o pensamento, nem a tarefa, mas a esfera das necessidades e emoções. (...) As emoções

são muito mais fundamentais que os pensamentos, elas são a base para todas as diferentes tarefas que um homem estabelece para si mesmo, incluindo as tarefas do pensar. (...) A função geral das emoções é capacitar uma pessoa a pôr-se certas tarefas vitais, mas este é somente meio caminho andado. A coisa mais importante é que as emoções capacitam a pessoa a decidir, desde o início se, de fato, existem meios físicos, espirituais e morais necessários para que ela consiga atingir seu objetivo.”(Davydov, 1999), p.7

Com base nas idéias de Vygotsky e Davydov sobre emoções e cognição, pode-se dizer que as ações humanas estão cheias de sentidos subjetivos. Tais sentidos influenciam várias áreas da vida do sujeito, inclusive suas atividades como aluno, interferindo na compreensão das disciplinas escolares e no envolvimento com o assunto estudado. Além disso, as necessidades e emoções estão intimamente ligadas a traços socioculturais. Elas não apenas influenciam o sentido atribuído às coisas e às relações sociais, mas também surgem no seio de uma cultura, isto é, de relações intersubjetivas em um determinado contexto cultural. Em outras palavras, as necessidades que originam os motivos não são apenas biológicas ou individuais, mas também sociais. Assim, na formação de conceitos visando ao desenvolvimento cognitivo e pessoal, deve-se levar em consideração que as atividades de aprendizagem estão sempre impregnadas de processos subjetivos de natureza sociocultural (Libâneo, 2003).

Tendo em vista a importância do desejo na atividade de aprendizagem, cabe ao professor “criar” no aluno o desejo de aprender os conceitos científicos, ao organizar o seu ensino:

(...) na organização do ensino o professor não trata apenas da organização lógica do conteúdo, mas também do modo de fazer corresponder o objeto do ensino com os motivos, desejos e necessidades do aluno. Sua função maior é a de transformar a atividade de ensino em atividade de aprendizagem para o aluno. (Sforni, 2004), p. 111.

#### *3.2.3.10 O pensamento teórico e a apropriação dos conhecimentos culturalmente elaborados*

Os conceitos científicos, quando ensinados de forma teórica (usando um procedimento epistemológico teórico), contribuem para o desenvolvimento psíquico do aluno (Hedegaard, 1996). Nesse sentido, aprender conceitos não significa acumular conhecimentos, mas se apropriar do nível de consciência neles potencializado ao longo de sua formação. Dominar um conceito é mais que compreender o significado presente na palavra; e isso só é possível devido a um processo de internalização, mediante uma atividade psíquica. De acordo com a Teoria da Atividade, nesse processo de internalização, o sujeito *reproduz as capacidades humanas formadas historicamente* e apropria-se das formas de cultura historicamente

elaboradas, isto é, desenvolve-se psiquicamente. As capacidades que formam o pensamento teórico são a reflexão, a análise e o experimento mental (ou plano interior das ações) (Davydov, 1988):

1. Reflexão: acontece quando o aluno reflete sobre suas próprias ações, descobrindo as razões dessas ações e a sua correlação com as condições do problema (Semenova, 1996). Ou seja, no momento da reflexão acontece a tomada de consciência do objetivo da atividade, bem como a compreensão e o reconhecimento das condições necessárias para estudar o conteúdo. Isto é, o aluno compreende o que precisa ser feito e as condições necessárias para fazê-lo. Esse momento inclui a motivação e a orientação da atividade de aprendizagem do aluno (Libaneo, 2003).
2. Análise: acontece quando o aluno busca obter o princípio ou modo universal de resolução do problema, com o objetivo de utilizá-lo em outros problemas análogos. Ou seja: nesse momento, o aluno adquire a capacidade de identificar princípios gerais e fazer generalizações (Semenova, 1996). O momento de análise se refere ao estudo do conteúdo, partindo-se de conceitos centrais, princípios gerais, das regras gerais para a solução de problemas. O papel da análise é ajudar o aluno a desenvolver a capacidade de fazer generalizações conceituais. É o delineamento do problema e a solução do problema a partir da aquisição de capacidades cognitivas. Na análise tem-se: 1) a formação de conceitos por meio de operações práticas, uma ação prática, material, um exercício; 2) a formação de conceitos no plano da linguagem (desenvolvimento de ações cognitivas individuais e grupais de enfrentamento de problemas, por meio de conflitos cognitivos)(Libaneo, 2003).
3. Plano interior das ações: refere-se à internalização das ações; acontece quando os conceitos se transformam em instrumentos do pensamento, e o aluno já consegue operar mentalmente com eles. Conforme pode ser visto, quando se forma o pensamento teórico, os conceitos se tornam um tipo de atividade mental, e não apenas uma representação do real (Semenova, 1996). Nessa etapa, o aluno aprende a lidar, de maneira prática, com os conceitos internalizados, visto que estes se transformam em ferramentas mentais (Libaneo, 2003).

Davydov considera que o objetivo da atividade de aprendizagem é dominar o conhecimento teórico, isto é, símbolos e instrumentos culturais disponíveis na sociedade, por meio da aprendizagem de conhecimentos das diversas áreas do saber. Apropriar-se desses conteúdos - das ciências, das artes, da moral - significa apropriar-se das formas de desenvolvimento do pensamento. Assim, a generalização conceitual é importante como conteúdo e instrumento do pensamento:

O saber contemporâneo pressupõe que o homem domine o processo de origem e desenvolvimento das coisas mediante o pensamento teórico, que estuda e

descreve a lógica dialética. O pensamento teórico tem seus tipos específicos de generalização e abstração, seus procedimentos de formação dos conceitos e operações com eles. Justamente, a formação de tais conceitos abre aos escolares o caminho para dominar os fundamentos da cultura teórica atual. (...) A escola, a nosso juízo, deve ensinar às crianças a pensar teoricamente. (Davydov, 2002), p.49

A escola ensina o aluno a pensar teoricamente quando o insere em uma atividade que lhe permita reproduzir as capacidades historicamente acumuladas em um determinado conteúdo:

Esta reprodução das capacidades, da atividade, com os instrumentos e conhecimentos, pressupõe que a criança deve realizar em relação a elas uma atividade prática ou cognitiva que seja proporcional (ainda que não idêntica) à atividade humana incorporada nelas Davydov (1998a), p.23.

Ao pensar teoricamente, isto é, ao se utilizar de abstrações, generalizações e conceitos teóricos, o aluno se apropria dos conceitos, imagens, valores e normas desenvolvidos historicamente pelos cientistas e pesquisadores, alcançando, de certa forma, algo em comum com o pensamento dos cientistas:

Ao realizar esta atividade, as crianças executam ações mentais semelhantes às ações através das quais estes produtos da cultura espiritual foram historicamente construídos. (...) Em sua atividade de aprendizagem, as crianças reproduzem o processo real pelo qual os indivíduos criam conceitos, imagens, valores e normas. Portanto, o ensino de todas as matérias na escola deve ser estruturado de modo que reproduza, de forma condensada e abreviada, o processo histórico real da geração e desenvolvimento dos conhecimentos. (Davydov, 1998b), p. 22.

De acordo com Davydov (1998b), os alunos podem conseguir reproduzir este processo por meio de uma tarefa proposta pelo professor que lhe exija:

1. a *análise* do material factual para descobrir nele alguma relação geral que tenha uma conexão regular com as diversas manifestações desse material;
2. a *dedução*, em que os alunos deduzem determinadas relações no conteúdo estudado, formando um sistema unificado dessas relações, ou seja, o núcleo conceitual;
3. o *domínio* do modo geral pelo qual o objeto de estudo é construído, mediante o processo de análise e síntese.

O objetivo principal dessa abordagem de ensino é estabelecer uma correlação entre a formação dos conceitos científicos e o desenvolvimento das capacidades do pensar. Libâneo (2003) tem estudado sobre os achados da teoria sócio-histórica e aplicado-os ao ensino de graduação. Este autor acredita que o ensino hoje precisa unir a lógica do processo de investigação com os produtos da investigação. Não se deve aprender apenas a lógica do processo, e nem apenas os conteúdos. O acesso aos conteúdos, a aquisição de conceitos científicos, precisa percorrer o processo de investigação, os modos de pensar e investigar a ciência em estudo. Por exemplo, não basta aprender o que aconteceu na história; é necessário pensar historicamente. É necessário pensar matematicamente sobre a matemática. E assim sucessivamente, com todas as demais áreas do conhecimento. Uma questão importante nesse contexto é: como o professor e, conseqüentemente, seus alunos, internaliza o procedimento investigativo da disciplina que está ensinando? Certamente isso envolve formas e habilidades de pensamento, que levem a uma reflexão sobre a *metodologia investigativa do conteúdo* que se está aprendendo. Libâneo chama esse processo de ensinar a adquirir meios do pensar, por meio dos conteúdos. É o desenvolvimento do pensamento teórico: analisando e resolvendo problemas profissionais, os alunos do ensino superior percebem a essência e o desenvolvimento dos objetos de conhecimento e adquirem os métodos e as estratégias cognitivas gerais de cada ciência.

Libâneo (2003) concorda que o pensamento que um aluno desenvolve na atividade de aprendizagem tem algo em comum com o pensamento de cientistas que expõem o resultado de suas pesquisas, *quando se utilizam de abstrações, generalizações e conceitos teóricos*. E afirma que, no ensino superior, apesar de todas as dificuldades encontradas em juntar o conteúdo e as capacidades de pensar em tão pouco tempo de aula, isso se torna possível mediante a atividade de aprendizagem. A atividade de aprender consiste em encontrar soluções gerais para problemas específicos, em usar os conceitos científicos como ferramentas mentais para lidar de maneira prática com problemas, situações ou dilemas práticos.

Para Libâneo (2003), desenvolver nos jovens o pensamento teórico é inseri-los no processo por meio do qual a essência e o desenvolvimento dos objetos de conhecimento são revelados, onde eles precisam analisar e resolver problemas cotidianos e profissionais, adquirindo, assim, os *métodos* e estratégias cognitivas gerais de cada ciência. Em outras palavras, podemos perceber que o que Davydov propõe, com seu “Ensino Desenvolvimental”, e com o reconhecimento da necessidade de se desenvolver o pensamento teórico, é que cada estudante *aprenda a pensar metodologicamente*, de acordo com a ciência específica que estuda. E que leve esse pensamento metódico característico de sua área de estudo para todos os âmbitos de sua vida estudantil e profissional: desde os problemas escolares e cotidianos até os problemas que vierem a surgir em sua vida profissional. No caso do estudante de engenharia, por exemplo, deveria-se responder à seguinte pergunta: como um engenheiro resolve problemas?, e treinar o estudante de engenharia a resolver até mesmo os problemas mais simples do contexto escolar utilizando a *metodologia científica própria*



*da engenharia.*

Libâneo (2003) também percebe uma correlação entre a idéia de se apropriar dos modos de pensar a que as disciplinas científicas recorrem e duas tendências consideradas fortes na pedagogia contemporânea: o método da *resolução de problemas* e o método do *ensino com pesquisa*. Tais métodos parecem corroborar a idéia de Davydov, que diz que as ações mentais implicam na resolução de tarefas cognitivas, que devem ser baseadas em problemas. Em suas próprias palavras:

(...) podemos entender que a implicação geral e o papel geral da tarefa de aprendizagem no processo de assimilação serão os mesmos (a princípio) que os da educação baseada em problemas. Observamos que, assim como a aprendizagem, a educação baseada na resolução de problemas está internamente associada ao nível teórico da assimilação do conhecimento e pensamento teórico (Davydov, 1998b), p.29.

De fato, o ensino baseado em problemas e o ensino com pesquisa favorecem a percepção e a utilização da metodologia científica: a resolução de um problema exige a determinação de passos a serem seguidos, assim como a realização de uma pesquisa numa área específica da ciência.

### 3.2.3.11 O papel do professor na organização do ensino

Para a aprendizagem de conceitos científicos, é necessário que o aluno forme *ações mentais adequadas*, conforme dizem Leontiev e Davydov:

(...) para aprender conceitos, generalizações, conhecimentos, a criança deve formar ações mentais adequadas. Isto pressupõe que estas ações se organizem ativamente. Inicialmente, assumem a forma de ações externas que os adultos formam na criança, e só depois se transformam em ações mentais internas (Leontiev, 1991), p. 74.

Os conhecimentos de um indivíduo e suas ações mentais (abstração, generalização, etc.) formam uma unidade. Segundo Rubinstein, os conhecimentos (...) não surgem dissociados da atividade cognitiva do sujeito e não existem sem referência a ele. Portanto, é legítimo considerar o conhecimento, de um lado, como o resultado das ações mentais que implicitamente abrangem o conhecimento e, de outro, como um processo pelo qual podemos obter esse resultado no qual se expressa o funcionamento das ações mentais. Conseqüentemente, é totalmente aceitável usar o termo *conhecimento* para designar tanto o resultado do pensamento (o reflexo da realidade), quanto o processo pelo qual

se obtém esse resultado (ou seja, as ações mentais). Todo conceito científico é, simultaneamente, uma construção do pensamento e um reflexo do ser. Deste ponto de vista, um conceito é, ao mesmo tempo, um reflexo do ser e um procedimento da operação mental. (Davydov, 1998b), p. 21

Tais ações mentais devem ser possibilitadas pela organização do ensino, tarefa que cabe ao professor. Ao organizar o ensino, o professor deve envolver os alunos em atividades mobilizadoras da aprendizagem (Sforni, 2004). Estas atividades devem desencadear necessidades e motivos para a realização de novas ações que exigirão do aluno a realização de novas operações mentais. Estas operações promovem o desenvolvimento das funções psíquicas.

Diante do exposto até então, pode-se observar que o papel do professor é de fundamental importância para a formação do pensamento teórico. Ele deve cuidadosamente propor tarefas de estudo, que levem os alunos a realizar ações de estudo, envolvendo-os, de modo que o motivo para a realização da atividade surja na realização da própria atividade:

(...) a necessidade da atividade de estudo estimula os escolares a assimilar os conhecimentos teóricos; os motivos, a assimilar os procedimentos de reprodução destes conhecimentos por meio das ações de estudo, dirigidas a resolver as tarefas de estudo. (Davydov, 1988), p. 178

De acordo com Davydov (1987), a atividade de estudo (ou atividade de aprendizagem) é composta por três elementos: 1) as tarefas de estudo; 2) as ações de estudo; 3) as ações de autoavaliação e regulação. A tarefa de estudo tem por objetivo transformar o sujeito mediante as ações que ele realiza. Com as ações de estudo o aluno pode particularizar relações gerais, identificar idéias-chaves da respectiva área do conhecimento, modelar relações, dominar procedimentos de passagem das relações gerais à sua concretização e vice-versa. Com as ações de autoavaliação e regulação o aluno pode avaliar suas próprias condições no início do trabalho, seu desenvolvimento e os resultados alcançados no decorrer da realização da atividade. Cabe ao professor organizar seu ensino trabalhando estes três componentes de forma integrada e mediada por suas ações. Quando isso acontece, o aluno pode se apropriar dos conceitos historicamente construídos e se desenvolver intelectualmente, mediante a formação do pensamento teórico (Moura et al., 2010).

Em se tratando da atividade de aprendizagem, deve-se destacar a importância do fato de ela ser realizada *coletivamente*. De acordo com Rubtsov (1996), a atividade coletiva é importante porque permite a interface entre a atividade intersíquica e a atividade intrapsíquica dos sujeitos, levando-os ao desenvolvimento das funções psíquicas superiores. De acordo com este autor, uma atividade pode ser caracterizada como coletiva se tiver os seguintes elementos: 1) repartição das ações e das operações iniciais; 2) troca de modos de

ação; 3) compreensão mútua (relação entre a própria ação e a ação de outros participantes do grupo); 4) comunicação (que assegura a repartição, a troca e a compreensão mútua); 5) planejamento das ações individuais visando à obtenção do resultado comum; 6) reflexão (os sujeitos têm uma atitude crítica em relação às suas ações, podendo transformá-las em função do trabalho a ser realizado).

Moura et al. (2010) explicam, com muita propriedade, que a atividade de aprendizagem e a atividade de ensino são duas atividades totalmente interligadas e correlacionadas, que fazem parte de um mesmo processo, podendo ser separadas apenas para fins de explicação didática. Os autores se apóiam no conceito de Atividade Orientadora de Ensino (AOE), proposto por Moura (1996). Para que se concretizem, o motivo de ambas as atividades deve ser o mesmo: que o aluno se aproprie dos conhecimentos historicamente acumulados, por meio da aprendizagem de conceitos científicos e da formação do pensamento teórico, e que se desenvolva intelectualmente. A atividade de ensino não faz sentido se o aluno não aprender. Por outro lado, a aprendizagem intencional não existe sem uma atividade de ensino adequadamente organizada. A Figura 3.1 sintetiza os elementos centrais da AOE, bem como a relação entre a atividade de ensino e a atividade de aprendizagem:

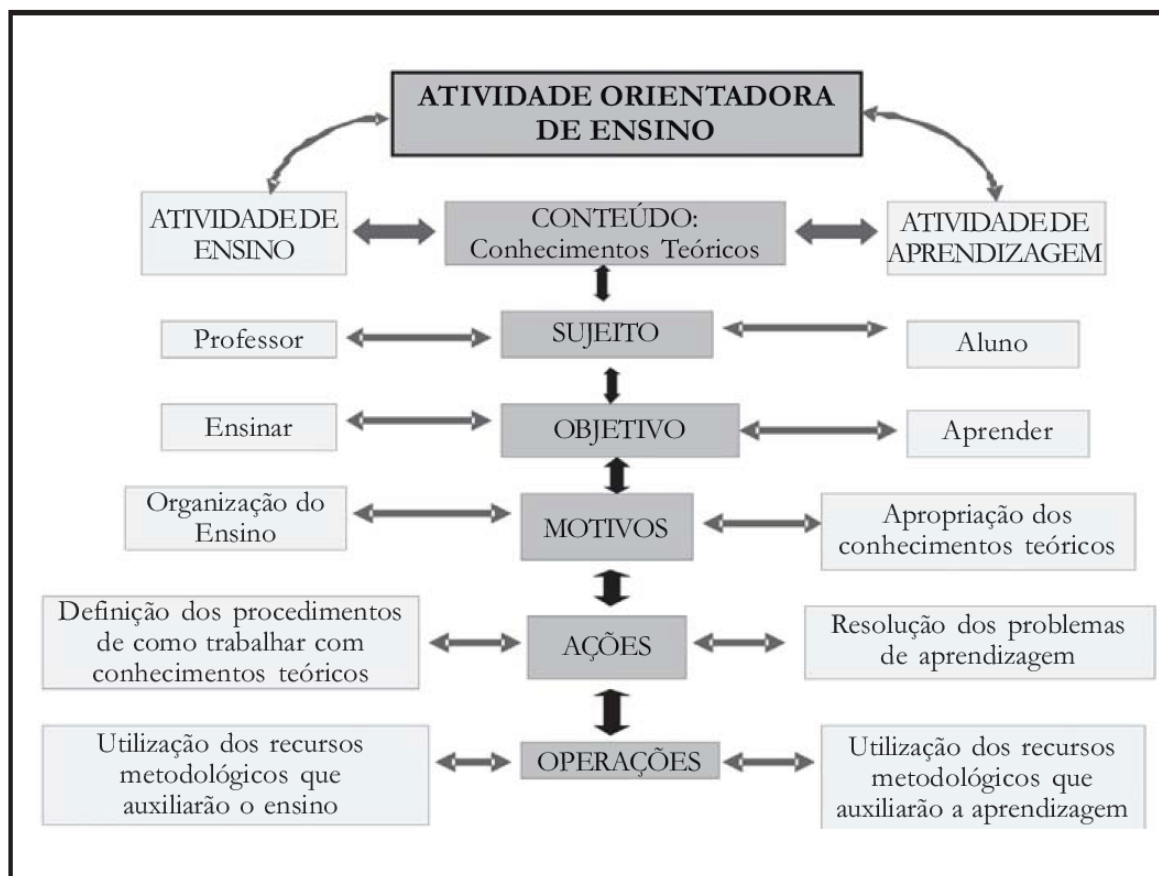


Figura 3.1: A Atividade Orientadora de Ensino.  
Fonte: Moraes (2008).

Na atividade de ensino, temos como principal agente o professor: é ele quem define ações, elege instrumentos e avalia o processo de ensino e aprendizagem. Nesse contexto, o primeiro ponto a ser considerado é a *intencionalidade* do professor. Todas as suas ações devem ser organizadas intencionalmente para que o seu aluno se aproprie dos conhecimentos produzidos historicamente. A atividade do professor é constituída justamente pela busca da organização do ensino, e é ela que deve gerar e promover a atividade do aluno, criando nele o motivo para a sua atividade: aprender teoricamente sobre a realidade. Na verdade, as ações do professor devem criar, nos alunos, a necessidade do conceito. Importante ressaltar que o professor em atividade de ensino está sempre se apropriando de conhecimentos teóricos a fim de melhorar o trabalho com os seus alunos, ou seja, o professor está constantemente aprendendo.

Também é importante que o professor tenha compreensão sobre o seu objeto de ensino, que é o que se tornará o objeto de aprendizagem para os alunos. A atividade do professor deve ser mediadora (entre os alunos e o objeto de conhecimento) e proporcionar aos alunos a apropriação dos conceitos científicos de forma sistematizada e intencional, desenvolvendo

neles o pensamento teórico por meio da realização de ações conscientes. A realização destas ações conscientes permite aos alunos a construção de um modo generalizado de ação.

O professor deve constantemente, durante o processo de ensino e aprendizagem, refletir sobre ele. Deve avaliar se os resultados alcançados por suas ações satisfazem os objetivos propostos e, em caso negativo, reorganizar suas ações. Como exemplos de ações (e operações), Moura et al. (2010) citam: leituras, estudos teóricos e práticos, reuniões, registros individuais e coletivos, discussões em grupo, elaboração de planos de aula. E, de forma mais específica, enumeram as possíveis ações do professor em uma atividade de ensino:

De forma mais específica, podemos entender como ações do professor em atividade de ensino eleger e estudar os conceitos a serem apropriados pelos estudantes; organizá-los e recriá-los para que possam ser apropriados; organizar o grupo de estudantes, de modo que as ações individuais sejam providas de significado social e de sentido pessoal na divisão de trabalho do coletivo; e refletir sobre a eficiência das ações, se realmente conduziu aos resultados inicialmente idealizados. (Moura et al., 2010), p. 102

Furlan (2003) faz uma observação interessante para o contexto do ensino superior: para ele, uma ação de aprendizagem que pode favorecer o desenvolvimento do pensamento teórico é o estudo de textos teóricos. Entendem-se por textos teóricos as obras que expressam um conhecimento do mundo, de maneira sistematizada, organizada e metódica. A sistematização, organização e metodização dos saberes expressos nos textos teóricos são resultado de um processo de construção ao longo da História, em que os cientistas foram definindo caminhos, sempre na tentativa de encontrar a explicação do real. Os textos teóricos são os instrumentos de estudos na Universidade, e é por meio deles que os estudantes se relacionam com a produção científica e filosófica. É por meio desses textos que os estudantes podem participar do universo de conquistas nas diversas áreas do saber. Assim, o estudo (compreensão aprofundada) dos textos teóricos permite aos alunos compreenderem não apenas o conteúdo da ciência, mas também a forma pela qual esse conhecimento foi produzido, ou seja, os aspectos metodológicos da ciência em estudo.

Na AOE, para que as atividades de ensino e de aprendizagem se mobilizem, deve ser proposta pelo professor o que Moura et al. (2010) chamam de uma *situação desencadeadora de aprendizagem*, de acordo com os seus objetivos de ensino. Os alunos devem buscar construir a solução da situação proposta, orientados pelas ações do professor. No desenvolvimento da situação desencadeadora, os sujeitos interagem uns com os outros. Isso possibilita que, ao resolver problemas *coletivamente*, o aluno não somente aprenda um conteúdo novo, mas também adquira um modo de se apropriar de conteúdos em geral. De acordo com Moura et al. (2010), a situação desencadeadora de aprendizagem deve contemplar a gênese do conceito, isto é, a sua essência, explicitando necessidades humanas

referentes a este conceito. É importante ressaltar que a AOE procura trabalhar com um *problema de aprendizagem* e não um *problema prático*. Rubtsov (1996) faz uma distinção entre estes dois tipos de problema: no primeiro, o aluno se apropria de uma forma de ação geral, que o orientará a agir em outras situações; no segundo, ele aprende uma ação para resolver uma situação particular específica. Entre os recursos metodológicos que podem ser utilizados nas situações desencadeadoras de aprendizagem, os autores mencionam os jogos, as situações emergentes do cotidiano e a *história virtual do conceito*, que coloca o aluno diante de uma situação problema semelhante àquela vivida pelo homem (no sentido genérico, cultural):

Esta última é compreendida como uma narrativa que proporciona ao estudante envolver-se na solução de um problema como se fosse parte de um coletivo que busca solucioná-lo, tendo como fim a satisfação de uma determinada necessidade, à semelhança do que pode ter acontecido em certo momento histórico da humanidade. (Moura et al., 2010), p. 105.

Na atividade de aprendizagem mediada pela AOE, os alunos devem realizar ações de aprendizagem, que serão o foco da análise do professor. A atividade de ensino do professor é tão importante quanto a atividade de aprendizagem do aluno. Unidas, elas fazem com que o processo educativo escolar seja uma atividade tanto para o professor, como trabalho, como para o aluno, como estudo. A AOE é uma unidade de formação do professor (que aprende a ser professor na atividade de ensinar) e do aluno (que se apropria do conhecimento teórico e se desenvolve psiquicamente. Na AOE, o professor tem a necessidade de ensinar, e o aluno, de aprender. Ambos são sujeitos em atividade.

Um outro ponto digno de nota é que, para buscar organizar o ensino adequadamente, é interessante que o professor observe o conceito de *atividade dominante*, proposto por Leontiev (1994). De acordo com este autor, a atividade principal (o jogo, o estudo e o trabalho) vai mudando ao longo do desenvolvimento da vida de um sujeito. É por meio dessa atividade que os processos psíquicos são reorganizados, levando a ocorrer as principais mudanças psicológicas na personalidade. Como afirmam (Moura et al., 2010):

Analisar o desenvolvimento do sujeito por meio da atividade principal é fundamental para compreender o papel da educação e da organização do ensino sobre a sua atividade e a formação da consciência. p. 95

Aplicando essa idéia ao contexto do ensino superior, podemos conjecturar que o aluno de graduação provavelmente encontra-se não somente na atividade de estudo, mas principalmente na atividade de trabalho. Desse modo, o ensino de graduação pode ser organizado adequadamente para trabalhar com os alunos questões referentes à formação profissional específica em que se encontram.

Ainda no contexto do ensino superior, mais especificamente no estudo da Didática do Ensino Superior, merecem destaque os estudos do Professor José Carlos Libâneo. Este pesquisador também tem dedicado esforços para compreender como deve ser a organização do ensino que visa ao desenvolvimento do aluno. Em um de seus textos, Libâneo (2002) apresenta uma investigação que realizou sobre os estilos de professores universitários, dos quais vamos destacar dois.

Um deles é o estilo *professor-transmissor de conteúdo*: basicamente, seu método consiste em passar a matéria, dar exercícios e depois cobrar o conteúdo em prova. Nesse caso, o mais comum é o aluno ter uma aprendizagem chamada por ele de *mecânica, repetitiva*: ele memoriza o que o professor fala, decora a matéria, fórmulas, definições. Segundo o autor, esse tipo de aprendizagem pode servir para responder questões em uma prova, mas não ajuda o aluno a desenvolver o próprio raciocínio, a formar generalizações conceituais, a relacionar conceitos. Infelizmente, talvez este seja o estilo de professor da maioria dos professores das instituições de ensino superior:

O que se vê nas instituições de ensino superior é um ensino meramente expositivo, empírico, repetitivo, memorístico. Os alunos desses professores não aprendem solidamente, ou seja, não sabem lidar de forma independente com os conhecimentos, não “interiorizam” os conceitos, o modo de pensar, raciocinar e atuar, próprios da matéria que está sendo ensinada e, assim, os conceitos não se transformam em instrumentos mentais para atuar com a realidade. (Libâneo, 2002), p.5

O trabalho de Cunha (2008) apresenta um relato que parece ser o perfil de um professor universitário brasileiro, que corrobora a visão de Libâneo:

A exposição oral foi a técnica a que mais assisti. (...) O ritual escolar está basicamente organizado em cima da fala do professor. (...) o professor é a maior fonte da informação sistematizada. (...) A grande inspiração dos docentes é a sua própria prática escolar e eles tendem a repetir comportamentos que consideraram positivos nos seus ex-professores. Há pouca possibilidade de que nossos interlocutores tivessem tido experiências de discussões em classe, com professores que (...) tentassem construir o conhecimento de forma coletiva. Tenho a impressão até de que os professores criam um certo sentimento de culpa se não são eles que estão “em ação”, isto é, ocupando espaço com a palavra na sala de aula. Tudo indica que foi assim que aprenderam a ensinar. (...) Os estudantes (...) estão condicionados a ter um tipo de expectativa em relação ao professor. Em geral, ela se encaminha para que o professor fale, “dê aula”, enquanto ele, aluno, escuta e intervém quando acha necessário. O fato de se achar na condição de ouvinte é confortável ao aluno. (...) Este

comportamento ratifica a tendência de que o ritual escolar se dê em cima da aula expositiva. É provável que professores e alunos assim se comportem por falta de vivência em outro tipo de abordagem metodológica. (Cunha, 2008) p.135-136

Loder (2009), em sua tese de doutoramento, estudou questões relativas à formação do engenheiro, fazendo sua pesquisa de campo com alunos e professores de um curso de Engenharia Elétrica. Uma de suas conclusões diz respeito às limitações das aulas expositivas:

Nos cursos de engenharia, onde o saber teórico subsidia o proceder prático, as aulas teórico-expositiva (...) nas quais o professor veicula informações, são pouco eficazes.(...) a modalidade de aula que mais contribui é a aula onde o aluno possa assumir uma postura ativa, intelectualmente. (p. 315)

O outro estilo de professor é o que foi proposto por Libâneo (2002) para que o ensino gere desenvolvimento: o *professor-mediador*. Este seria um professor que organiza seu ensino de acordo com os pressupostos da teoria histórico-cultural, isto é, os princípios da formação do pensamento teórico, anteriormente expostos neste capítulo. Portanto, a função do professor é planejar, selecionar e organizar os conteúdos, elaborar tarefas, criar condições de estudo dentro da sala de aula, incentivar os alunos ao estudo, enfim, podemos dizer colocá-los em atividade. De um lado, o professor propõe problemas, desafios e perguntas relacionados com conteúdos significativos, acessíveis e instigantes; por outro lado, os alunos estudam os conteúdos de maneira consciente, mobilizam seus motivos para o objeto de estudo, e desenvolvem suas habilidades e capacidades mentais. Novamente, podemos perceber a importância de os motivos dos alunos coincidirem com o objeto de estudo da atividade de aprendizagem, conforme mencionado anteriormente. Para que isso aconteça, é necessário que o professor domine não apenas o conteúdo de sua disciplina, mas também os procedimentos investigativos, as formas e habilidades de pensamento referentes a esse conteúdo.

De acordo com Libâneo (2003), alguns dos requisitos ao trabalho do professor são:

1. Conhecer profundamente os conceitos centrais e as leis gerais da disciplina, e também os procedimentos investigativos;
2. Saber avançar das leis gerais para a realidade circundante em toda a sua complexidade;
3. Saber escolher exemplos concretos e atividades práticas que demonstrem os conceitos e leis gerais de modo transparente;



4. Iniciar o estudo do assunto pela investigação (objetos, fenômenos, visitas, filmes), em que os alunos vão formulando relações entre conceitos, manifestações particulares das leis gerais a fim de se chegar aos conceitos científicos;
5. Criar novos problemas (situações de aprendizagem mais complexas, com maior grau de incerteza que propiciem em maior grau a iniciativa e a criatividade do aluno).

Libâneo (2002) apresenta sugestões para a elaboração de um plano de ensino segundo essa abordagem de organização do ensino. E comenta que a organização do conteúdo pode ser muito diferente da organização prevista pela instituição no projeto pedagógico do curso. Embora os temas possam ser os mesmos, a sequência e a lógica de estruturação dos conteúdos podem ser outras. Os procedimentos sugeridos pelo autor com relação à formulação de conteúdos, objetivos e metodologias são:

1. Identificar o núcleo conceitual da matéria (essência, princípio geral básico) e as relações gerais básicas que a definem e lhe dão unidade. Este núcleo conceitual contém a generalização esperada para que o aluno a interiorize, de modo a poder deduzir relações particulares da relação básica identificada.
2. Construir a rede de conceitos básicos que dão suporte a esse núcleo conceitual, com as devidas relações e articulações (mapa conceitual).
3. Estudo da gênese e dos processos investigativos do conteúdo, de modo a extrair ações mentais, habilidades cognitivas gerais a formar no estudo da matéria.
4. Formulação de tarefas de aprendizagem, com base em situações-problema, que possibilitem a formação de habilidades cognitivas gerais e específicas em relação à matéria.
5. Prever formas de avaliação para verificar se o aluno desenvolveu ou está desenvolvendo a capacidade de utilizar os conceitos como ferramentas mentais.

(Libâneo, 2002), p.12

### *3.2.3.12 Aprendendo a pensar “engenheiristicamente”*

Epistemologicamente, a engenharia pode ser entendida como a ciência da invenção ou do engenho. De acordo com Loder (2009), a engenharia contemporânea é mais do que uma atividade que busca construir artefatos. Ela é uma ciência da concepção, do projeto e da invenção, sendo composta fundamentalmente por 3 ciências: as ciências do artificial (a tecnologia), as ciências da natureza e as matemáticas. Sendo uma área específica do

conhecimento, ela pressupõe a existência de habilidades mentais diferentes das outras áreas, bem como uma metodologia específica.

Primi et al. (2002) realizaram um estudo com 960 alunos ingressantes em diversos cursos de graduação (entre os quais Engenharia Civil e Matemática), buscando encontrar uma possível relação entre a área de conhecimento e as habilidades cognitivas requeridas para esta área. Os autores verificaram que alunos dos cursos de Engenharia Civil e Matemática apresentam predominantemente a chamada *inteligência fluida* (ou raciocínio). Assim, as habilidades cognitivas referentes a estas duas áreas do conhecimento são: capacidade de processamento cognitivo, capacidade geral de relacionar idéias complexas, formar conceitos abstratos e derivar implicações lógicas a partir de regras gerais em situações relativamente novas (em que existem poucos conhecimentos memorizados previamente, ou em que os conhecimentos habituais não são suficientes), percepção de relações em padrões, estabelecimento de inferências, resolução de problemas, extrapolação, reorganização e transformação de informações.

As Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia apresentam as competências e habilidades gerais para a formação em engenharia, conforme já mencionadas na seção 2.1:

1. aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais à engenharia;
2. projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
3. conceber, projetar e analisar sistemas, produtos e processos;
4. planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;
5. identificar, formular e resolver problemas de engenharia;
6. desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
7. supervisionar a operação e a manutenção de sistemas;
8. avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas;
9. comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
10. atuar em equipes multidisciplinares;
11. compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;
12. avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
13. avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia;

14. assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.

Conforme pode-se observar, são muitas as competências exigidas para a formação em engenharia. Isso requer mais que um treinamento prático. Requer o desenvolvimento das habilidades mentais do estudante de engenharia:

Em função das múltiplas competências necessárias para o exercício pleno da profissão de engenheiro (...), a formação em engenharia requer muito mais do que um treinamento para capacitação prática da profissão. A formação em engenharia deve ter por meta fomentar a capacitação intelectual do aprendiz visando o desenvolvimento de suas habilidades mentais para o exercício das atividades de identificar problemas e projetar soluções, ações típicas do fazer em engenharia. (Loder, 2009), p. 289.

Em se tratando da atividade profissional do engenheiro, Loder (2009) enfatiza que ele precisa realizar atividades de *análise* e *síntese*, destacando a importância dos conhecimentos culturalmente acumulados. Em suas próprias palavras:

O trabalho do engenheiro ultrapassa as atividades de análise para se lançar às atividades de síntese ou de composição. As soluções a serem alcançadas não estão dadas *a priori*, mas devem ser encontradas ao longo de um processo que se pode identificar como projeto<sup>6</sup> de engenharia. Sendo a síntese de artefatos artificiais (feitos pelo homem) objeto central da atividade do engenheiro, as contribuições da ciência do artificial são fundamentais. Projetar é, essencialmente, inventar e toda invenção é resultado do ato de pensar, reorganizar idéias e reordenar ações. Estes processos se dão em nível do indivíduo, mas se efetivam a partir de um estoque de conhecimentos culturais acumulados. (Loder, 2009), p.34

Cortez and Andrade (2002) também analisam a atividade profissional do engenheiro. Segundo estes autores, fazem parte da atividade profissional do engenheiro a representação, a produção, a pesquisa, o desenvolvimento e o projeto, com as devidas considerações sobre os impactos na natureza e na vida humana. Para resolver problemas técnicos de engenharia, o engenheiro deve ser capaz de compreender e prever a natureza dos processos envolvidos nestes problemas, por meio de uma *metodologia*. Com esta competência, tanto o engenheiro que projeta um sistema ou o que analisa um processo podem obter o desempenho desejado e definir, dentre várias alternativas, um projeto otimizado ou uma solução mais adequada. Os autores ainda esclarecem que, na maioria das vezes, a análise

---

<sup>6</sup>que identifica um problema e constrói uma solução

científica de um sistema de engenharia, tendo-se as ferramentas computacionais (experimentação matemática) e instrumentais (aquisição de dados experimentais) disponíveis, envolve uma metodologia que contempla os seguintes procedimentos:

- formulação do problema: estabelecimento do problema, apresentação dos objetivos gerais e específicos, levantamento de dados e informações disponíveis na bibliografia;
- modelagem física ou modelagem matemática: representação ou descrição dos processos e fenômenos do sistema ou de partes do sistema por uma “réplica física” ou em forma matemática;
- análise dos modelos: validação, simulação, sistematização e interpretação dos resultados decorrentes do estudo;
- otimização: filosofia especial de abordagem do problema em questão, para facilidade da análise ou atendimento de certas exigências ou condições definidas a priori.
- conclusões: devem apresentar uma síntese da análise desenvolvida sobre o sistema em estudo, mostrando que os objetivos propostos foram alcançados e estabelecendo-se uma generalização dos resultados obtidos para poder aplicá-los na resolução de problemas semelhantes.

Neste ponto, gostaria de chamar a atenção para o curso de Engenharia Elétrica, que utiliza, de maneira especial, a modelagem matemática. Essa natureza matemática (e complexa!) do curso muitas vezes faz com que os alunos tenham mais dificuldade em seus estudos. Conforme explica Loder (2009):

A engenharia elétrica se notabiliza por seus modelos matemáticos que permitem ao engenheiro eletricitista partir das teorizações sobre os processos até chegar a sua implementação no mundo concreto. É a trajetória completa, da teoria à prática e dessa às novas teorizações, num ciclo que se fecha e que permite a criação de novos engenhos. Essa extensa matematização dos fenômenos da eletricidade faz com que o Curso possa ser considerado como uma Matemática Aplicada, e aí se originam as suas dificuldades essenciais (...) (Loder, 2009), p. 290

Conforme visto anteriormente, uma das capacidades que se espera de um engenheiro é que ele saiba resolver e analisar problemas. Cortez and Andrade (2002) expõem, com muita propriedade, sobre este aspecto. A análise científica de problemas técnicos de engenharia requer o uso do *método científico*, no desenvolvimento de uma *pesquisa científica*. O método científico é um modo sistemático de explicar, de forma objetiva e controlada,

um grande número de ocorrências semelhantes, de modo a obter resultados confiáveis e verificáveis, relevantes e indispensáveis ao conhecimento e à compreensão de um certo processo ou fenômeno. O *método científico* é composto principalmente dos seguintes elementos:

1. observação: é precedida pela teoria; serve para testar alguma teoria. Significa observar atentamente um objeto, para conhecê-lo de maneira clara e precisa, evitando que o estudo fique reduzido às conjecturas.
2. hipótese: consiste em uma suposição de uma causa ou lei que explique provisoriamente um fenômeno, até que os fatos ou a experimentação venham afirmá-la ou refutá-la. Além de dar explicações provisórias, as hipóteses servem para guiar o pesquisador na busca de informações para verificar a validade de tais explicações. Podem ser obtidas a partir da dedução de resultados já conhecidos, da experiência, da indução ou da analogia (quando o pesquisador percebe semelhanças entre o fenômeno que deseja explicar e outro já conhecido).
3. experimentação: é o conjunto de processos que serão usados para verificar as hipóteses, ou seja, as relações de causa e efeito. A experimentação é baseada no princípio do determinismo: as leis da natureza são fixas, ou seja, nas mesmas circunstâncias, as mesmas causas produzem os mesmos efeitos.
4. indução e dedução: são formas de raciocínio, de argumentação, ou seja, de reflexão. A reflexão é dirigida e requer esforço e concentração voluntária. A indução acontece quando faz-se uma generalização a partir de vários casos particulares observados. Parte-se do particular para o geral. A dedução parte de uma verdade universal para explicitar verdades particulares. Parte-se do geral para o particular. A indução e a dedução são processos que se complementam e referem-se ao relacionamento entre vários conjuntos de afirmações (e não entre afirmações e experiências perceptivas). O raciocínio dedutivo leva o pesquisador do conhecido ao desconhecido com uma margem pequena de erro, visto que a sua conclusão é sempre verdadeira, se obtida a partir de premissas verdadeiras. Nos argumentos indutivos, o que se pode dizer é que a conclusão é provavelmente verdadeira, se obtida a partir de premissas verdadeiras.
5. análise e síntese: a análise é o processo que parte do todo (mais complexo) e o decompõe em partes (menos complexo). É o conhecimento minucioso das diversas partes de um objeto. A síntese é o processo que vai do mais simples para o menos simples, reconstituindo o todo que foi decomposto pela análise. Com a síntese, podemos conhecer o lugar que o objeto ocupa no contexto global. Sem a análise, o conhecimento fica complexo e superficial. E sem a síntese, fica incompleto. É por meio dos processos de análise e síntese que o sujeito consegue extrair as relações de causa e efeito (ou princípios e consequências) dos fenômenos. A análise e a

síntese podem ser experimentais (quando operam sobre fatos ou seres concretos, em laboratório por exemplo) ou racionais (quando são feitas mentalmente, como na Matemática, por exemplo).

6. lei científica e teoria: a teoria é um conjunto de leis científicas que buscam explicar um fenômeno ou interpretar um assunto.

Para ser realizada, uma pesquisa científica pode ser dividida em fases. Cortez and Andrade (2002) sintetizam essas fases da seguinte forma:

1. Preparação da pesquisa (proposta do projeto de pesquisa):
  - (a) apresentação do tema;
  - (b) apresentação do “estado da arte” (revisão de literatura);
  - (c) apresentação da metodologia;
  - (d) apresentação de custos e prazos;
  - (e) apresentação da equipe executora.
2. Execução da pesquisa (desenvolvimento do projeto de pesquisa):
  - (a) detalhamento do problema;
  - (b) detalhamento das hipóteses e da metodologia;
  - (c) obtenção de resultados;
  - (d) análise dos resultados;
  - (e) conclusões.
3. Relatório da pesquisa (comunicação dos resultados).

Assim, considerando as capacidades e habilidades profissionais e mentais que um engenheiro deve ter, e considerando também a forma como a ciência engenharia evoluiu ao longo dos anos, histórica e culturalmente, ou seja, a metodologia de investigação baseada no método científico, podemos conjecturar que um ensino que leve o aluno ao desenvolvimento possa conter principalmente três elementos: o projeto, a pesquisa, e a resolução de problemas.

Podemos entender a realização de um projeto de engenharia como uma atividade que envolve o aluno e que contribui para o seu processo de formação. Conforme endossa Loder (2009):

Observa-se que a atividade de projeto, quando implementada no contexto escolarizado da engenharia, constitui-se no exemplo mais evidente que a gênese do conhecimento do aluno é tributária de um processo construtivo do qual o aluno é o sujeito. Por isso, o fato de a atividade de projeto ser, cada vez mais, contemplada nas atividades curriculares é positivo para o processo de formação do aluno. (Loder, 2009), p. 281

No curso de engenharia elétrica, a atividade de projeto se constitui em instância privilegiada de aprendizagem uma vez que se constitui, primordialmente, em um exercício da autonomia do aluno. Ao projetar, o aluno realiza atividades que vão da concepção à execução de uma solução, através de ações de interiorização e reconstruções endógenas do saber e demandadas por ações concretas ou motoras inteligentes, de forma individual ou cooperativa. Pela sua dinâmica, o projeto se apresenta, também, como instância em que mais se evidencia, no contexto escolar da engenharia, a interdependência entre as estruturas do pensamento e as relações sociais, bem como se apresenta como fator promotor da autonomia moral e da construção do conhecimento do aluno. (Loder, 2009), p. 315

Loder (2009) também concorda que o professor-pesquisador de engenharia deve, sempre que possível, integrar a docência com a pesquisa. Segundo ela, pode-se observar que nem sempre a ação do professor como pesquisador se reflete em sala de aula, apesar de a pesquisa ser uma atividade inerentemente inventiva.

Finalizando esta seção, façamos algumas considerações. Na perspectiva sócio histórica, e no contexto da engenharia, poderíamos chamar as tarefas de projeto, pesquisa e resolução de problemas de *situações desencadeadoras de aprendizagem*. Vale lembrar que tais tarefas devem ser intencionalmente elaboradas pelo professor, realizadas coletivamente e coordenadas/orientadas por ele. Na atividade coletiva, o aluno aprende tanto com o colega como com o professor. É interessante também retomarmos o conceito de *atividade dominante*: nessa fase da vida, os jovens encontram-se na atividade de trabalho; e tais tarefas têm correlação com as futuras atividades profissionais que poderão ser desenvolvidas. Esse fator pode contribuir para que seja desenvolvida nos alunos a necessidade de aprender os conceitos, fazendo com que os seus motivos coincidam com o motivo da atividade de ensino. Certamente ao se envolver na atividade gerada por tais situações desencadeadoras de aprendizagem, o aluno terá motivos para realizar novas ações que, por sua vez, lhe exigirão a realização de novas operações mentais. Esse processo leva ao desenvolvimento psíquico deste aluno.

Para organizar suas aulas, o professor pode seguir as sugestões apresentadas por Libâneo (2002), lembrando de sempre promover ações que levem à dedução, à reflexão, à análise e à síntese. Um outro ponto ao qual o professor deve ficar atento refere-se à escolha

dos problemas. Conforme já mencionado, devem ser cuidadosamente selecionados ou elaborados, visto que devem se tratar de problemas de aprendizagem e não de problemas práticos apenas.

Ao tentar organizar o ensino de engenharia na perspectiva sócio histórica, o professor poderá se deparar com alguns entraves. O primeiro deles seria a sua própria formação. É necessário que o professor se prepare mais e melhor, tanto com relação à didática<sup>7</sup>, como com relação ao estudo do próprio conteúdo que leciona. Conforme já mencionado, organizar aulas nessa perspectiva exige que o professor conheça profundamente o conteúdo que ministra, visto que deve selecionar os principais conceitos e organizá-los em sistemas, tendo consciência também de como tal conteúdo vem sendo construído histórica e culturalmente. Ou seja, o professor precisa saber os métodos investigativos usados na construção deste conhecimento especificamente. Na verdade, o professor também precisa *estar em atividade*. Isso requer tempo de estudo e dedicação, do qual nem sempre o professor dispõe. Um outro entrave seria o próprio sistema de ensino universitário. Seria necessário adequar elementos do sistema atual a essa nova realidade, entre eles, a ementa, o número de aulas e as formas de avaliação.

### 3.3 Dialogando com a Teoria da Atividade

Mediante o aporte teórico sintetizado neste capítulo, pretendo analisar os dados coletados na pesquisa de campo no que diz respeito a três questões principais:

1. aprendizagem de conceitos científicos;
2. compreensão da estrutura da atividade;
3. levantamento de possíveis problemas que emergem no decorrer da atividade de aprendizagem.

---

<sup>7</sup>Relembrando aqui que a grande maioria dos professores dos cursos de engenharia são formados em engenharia, e nunca tiveram acesso a uma disciplina de formação sobre didática do ensino superior, o que torna essa necessidade de preparo ainda mais forte.



# Metodologia

---

Neste capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos desse trabalho. Estes envolvem tanto aqueles que se configuram naturalmente a partir da Teoria da Atividade, como também os delineados especificamente para a pesquisa desenvolvida.

Conforme mencionado no Capítulo 1, o presente trabalho tem como tema a *atividade de aprendizagem*, e sua questão de pesquisa foi assim formulada:

Como a atividade cotidiana de ensino e aprendizagem em uma disciplina de um curso de Engenharia Elétrica ocorre, da perspectiva do aluno?

O objetivo geral da pesquisa é compreender aspectos da atividade de ensino e aprendizagem em sala de aula de uma disciplina do curso de EE e analisá-los, a fim de descrever o fenômeno, da perspectiva do aluno, contribuindo posteriormente para a elaboração e implementação de práticas alternativas.

Os objetivos específicos da pesquisa são:

- Descrever a atividade de sala de aula (e de laboratório) da perspectiva do aluno;
- Compreender a importância de diferentes mediações: sala de aula e laboratório;
- Investigar os motivos dos alunos ao participarem das atividades;
- Identificar ações de ensino e aprendizagem;
- Identificar tensões nas atividades observadas;
- Investigar como acontece o ensino e a aprendizagem de conceitos, tomando por base um conceito específico da disciplina.

Para viabilizar o estudo proposto, seria necessário escolher uma disciplina qualquer do curso de EE. Assim, escolhi a disciplina de Circuitos Elétricos I, pelos seguintes motivos: 1) possibilidade de assistir às aulas (disponibilidade de horário e consentimento do professor

da disciplina), 2) o fato de a disciplina de Circuitos Elétricos I ser uma disciplina específica do curso de EE. Ressalto, porém, que foge do escopo deste trabalho o estudo do ensino e aprendizagem de Circuitos Elétricos especificamente. Poderia ser objeto de estudo deste trabalho qualquer disciplina específica do curso de EE e a cujas aulas eu tivesse disponibilidade e permissão para assistir.

A seção seguinte trata detalhadamente do embasamento metodológico que orientou o estudo.

## 4.1 Escolha metodológica

Esta pesquisa é prioritariamente *qualitativa*. De acordo com Lüdke and André (1986), o fenômeno educacional foi estudado por muito tempo como se pudesse ser isolado, assim como se faz com um fenômeno físico, para uma análise precisa, se possível feita em um laboratório, onde as variáveis que o compõem pudessem também ser isoladas, a fim de se constatar a influência que cada uma delas exercia sobre o fenômeno em questão. Esses estudos, segundo os autores, não oferecem a possibilidade de um estudo mais profundo, não permitindo analisar diferenças individuais e grupais. Pelo contrário, normalmente levam à obtenção de um resultado médio, que reúna as diferenças porventura existentes. É nesse contexto que surgiu a pesquisa qualitativa, como uma nova forma de pesquisa, rompendo com o antigo paradigma e se adaptando melhor ao objeto de estudo. Na pesquisa qualitativa a relação entre o pesquisador e o grupo pesquisado é recíproca: o pesquisador participa da cena pesquisada e o grupo pesquisado também imprime marcas na investigação. Na pesquisa qualitativa o pesquisador entra no mundo do sujeito, e permanece, ao mesmo tempo, fora dele, indo a campo não como quem sabe tudo, mas como alguém que deseja aprender e saber o que é ser como o sujeito pesquisado (Viégas, 2007).

As palavras acima, juntamente com a natureza educacional e social do fenômeno a ser investigado, justificam a opção pela pesquisa qualitativa. Na verdade, como diz Viégas (2007), as pesquisas qualitativa e quantitativa não são incompatíveis entre si. Dependendo da situação, pode ser enriquecedor desenvolver um trabalho que envolva tanto aspectos qualitativos, como quantitativos. Nesse trabalho optou-se pela pesquisa prioritariamente qualitativa.

Feita a opção pela pesquisa qualitativa, fez-se necessário optar por uma metodologia dentro dessa área. Visto que se deseja analisar a realidade escolar sob a perspectiva da Teoria da Atividade, fez-se uma busca por sugestões de metodologia para se operacionalizar essa abordagem teórica, conforme mencionado nos parágrafos a seguir.

Kaptelinin and Nardi (1997) afirmam que o método de pesquisa básico na Teoria da Atividade não é a experimentação feita em laboratórios tradicionais, mas a experi-

mentação formativa que combina participação ativa com monitoramento das mudanças no desenvolvimento dos participantes do estudo. De acordo com esses autores, métodos etnográficos que localizam a história e o desenvolvimento de uma prática têm se mostrado importantes nesse tipo de estudo.

De fato, a idéia de se utilizar métodos etnográficos para se realizar experimentos e investigações à luz da Teoria da Atividade pode ser percebida nos trabalhos de Vygotsky (1984) e Engeström (1987), e reconhecida por pesquisadores contemporâneos (Kaptelinin, 1996; Macaulay et al., 2000; Höök, 2000; Mendes, 2002; Carelli, 2003; Pudo, 2003; Cruz Neto et al., 2003; Barth, 2003; Falcão and Gomes, 2004; Alberti and Bastos, 2005; Guerra, 2006; Almeida, 2006; Davis, 2007).

Vygotsky (1984) sugere que os experimentos sejam feitos utilizando descrições detalhadas, baseadas em *observações* cuidadosas. Para Vygotsky, tais observações são muito importantes. A observação e a intervenção experimental podem ser executadas numa situação de brinquedo, na escola ou num ambiente clínico, tão bem quanto ou melhor do que no laboratório<sup>1</sup>. Para Vygostky, os *estudos antropológicos* e sociológicos contribuem com a observação e a experimentação no grande empreendimento de explicar o progresso da consciência e do intelecto humanos.

Engeström (1987), refletindo sobre a metodologia do ciclo expansivo proposto por ele, afirmou que informar e avaliar resultados (dados) de pesquisa expansiva não é fácil. Segundo ele, a pesquisa pode ter mais sucesso se forem empregados um conjunto de métodos, que variam desde a *observação antropológica* e fenomenológica e análise histórica até uma análise cognitiva rigorosa de desempenhos, concepções e processos de discurso.

Nas palavras de Foot (2001): Vygotsky (1984) e a estudiosa da Teoria da Atividade, Scribner (1985), discutiram que os dados primários ideais para uma aplicação da teoria da atividade deveriam ser coletados por meio de *métodos etnográficos* de observação participante, entrevistas e discussões em locais de vida real.

Etnografia é um método de pesquisa oriundo da antropologia social, cujo significado etimológico pode ser “descrição cultural”. Assim, afirma Viégas (2007), ela representa a tentativa de estudar a sociedade e a cultura, seus valores e práticas, a partir de sua “descrição densa”, que vai além de uma simples compilação de fatos externos ao pesquisador. De acordo com Geertz (1989), pág.15:

Praticar etnografia é estabelecer relações, selecionar informantes, transcrever textos, levantar genealogias, mapear campos, manter um diário, e assim por diante. Mas não são essas coisas, as técnicas e os procedimentos determinados, que definem o empreendimento. O que o define é o tipo de esforço intelectual

---

<sup>1</sup>Essa nova abordagem experimental de Vygotsky rompeu algumas barreiras tradicionais entre os estudos de laboratório e de campo, dando novas possibilidades metodológicas à Psicologia, naquela época.

que ele representa: um risco elaborado para uma descrição densa.

Rockwell (1987), citada por Viégas (2007), uma pesquisadora mexicana da área de educação, define a etnografia como sendo o processo de documentar o não documentado, que se faz com um longo e intenso trabalho de campo, que implica em: estar em um local, participar, observar, conversar com aqueles que se dispuserem e conservar, o quanto possível, essa experiência por escrito. De acordo com a pesquisadora, os caminhos percorridos são construídos no próprio andar da pesquisa, dependendo, dentre outros fatores, da interação pretendida, do objeto que se constrói e das concepções dos sujeitos e do próprio pesquisador.

Uma outra definição de etnografia, que complementa as definições já citadas é a de Spradley (1979). Segundo este autor, citado por Lima et al. (1996), etnografia é a “descrição de um sistema de significados culturais de um determinado grupo, objetivando entender um outro modo de vida, mas do ponto de vista do informante. Assim, o trabalho de campo requer um estudo disciplinado do que o mundo é, como as pessoas têm aprendido a ver, ouvir, falar, pensar e agir de formas diferentes. Mais do que um estudo sobre as pessoas, etnografia significa aprendendo com as pessoas”. Em outras palavras, a etnografia procura descrever os significados da vida diária (Braga, 1988), permitindo a compreensão do ponto de vista do outro, sua relação com a vida, assim como a sua visão de mundo.

Algumas das características básicas de uma pesquisa de cunho etnográfico foram sumarizadas por Vasconcelos (2002):

1. Os dados coletados são predominantemente descritivos: são realizadas descrições de pessoas, situações, acontecimentos, depoimentos, fotografias, desenhos;
2. A preocupação com o processo é maior do que com o produto: a preocupação se volta ao “como” se desenvolve a ação humana, “como” um determinado problema é discursivizado pelo sujeito participante da investigação, “como” são os procedimentos desenvolvidos pelos sujeitos;
3. Significados que os sujeitos atribuem aos fenômenos, às coisas e à sua vida: a preocupação se volta ao “por quê?” e “quando?”, e toda atenção deve ser dada à verbalização e ao jogo cênico dos sujeitos entrevistados, com o objetivo de captar a perspectiva dos participantes.

Analisando as características da pesquisa etnográfica em educação, André (1995) destaca a tentativa de captar e descrever os significados atribuídos pelos sujeitos a si próprios e suas experiências. O pesquisador tenta compreender como determinada situação é interpretada por diversos sujeitos, não buscando uma realidade uníssona, mas a pluralidade de vozes (inclusive a dele), mesmo que sejam contraditórias entre si. O

pesquisador se atenta para o contexto, e o compreende como multidimensional, focando o olhar nos processos e não nos produtos, o que suscita perguntas do tipo *como* e *por que*.

Assim, deve-se ter um plano de trabalho flexível, que permita ao pesquisador modificar as técnicas de coleta de dados, se necessário, rever as questões que orientam a pesquisa, localizar novos sujeitos e até mesmo rever toda a metodologia ainda durante o desenvolvimento do trabalho (André, 1995). Isto porque a atividade de campo depende dos contatos iniciais do pesquisador, da forma com que ele entra em campo, de sua aceitação ou não, e de sua interação com os participantes.

Com relação aos métodos para o trabalho de campo, o professor e antropólogo Pereiro (2006) afirma que, a fim de se testar, fundamentar e legitimar o conhecimento antropológico, é ideal fazer a triangulação entre o trabalho documental, as entrevistas e a observação. Ele também enumera as seguintes técnicas para o trabalho de campo etnográfico:

1. Notas de campo;
2. Diário de campo;
3. Mapas, plantas e censos;
4. Genealogias;
5. Histórias e relatos de vida;
6. Histórias de família;
7. Inquéritos por questionário;
8. *Estudos de casos*;
9. Fotografia e filmagem;
10. Entrevistas;
11. Grupos de discussão ou debate;
12. Técnicas de análise documental;
13. Os orçamentos-tempo.

Note que o *estudo de caso* foi citado como uma das técnicas de se fazer pesquisa etnográfica. Ele deve ser utilizado quando se tem o objetivo de analisar acontecimentos específicos e em pequena escala.

Segundo Yin (1994), o estudo de caso refere-se a uma investigação empírica de um fenômeno contemporâneo dentro de seu contexto da vida real. Leffa (2006) esclarece que o

estudo de caso é a investigação profunda e exaustiva de um participante ou pequeno grupo. Procura-se investigar tudo o que for possível saber sobre o sujeito ou grupo escolhido e que se julgar ser relevante para a pesquisa. O autor sugere a triangulação entre diversos instrumentos de coleta, incluindo, no caso em que se deseja, por exemplo, ter o aluno como foco da pesquisa: questionários, entrevistas com o próprio aluno, colegas e professores, testes sobre o conteúdo, gravações de áudio, textos produzidos pelo aluno, desempenho escolar, entre outras. No estudo de caso procura-se descrever todos os aspectos que envolvem o caso, apreendendo a situação em sua totalidade, não se investigando apenas uma variável isolada. O autor ainda menciona que o estudo de caso é um tipo de pesquisa qualitativa, com ênfase maior na exploração e descrição detalhada de um determinado evento ou situação, sem a preocupação de descobrir uma verdade universal e generalizável. Suas aplicações não se restringem apenas à pesquisa, mas se estendem também à educação, como técnica de ensino e à clínica, como instrumento de trabalho. Lüdke and André (1986) mencionam que no estudo de caso pode-se: utilizar uma variedade de informantes, fontes de informação e situações; incluir diferentes pontos de vista, mesmo que conflitantes; englobar a perspectiva do próprio pesquisador; ter um plano de trabalho flexível, que se configura no decorrer do campo.

Stake (2000) admite a possibilidade de um estudo de caso ser realizado não pelo fato de o caso em estudo representar outros casos ou ilustrar um traço ou problema particular, mas pelo fato de, em todas as suas particularidades e no que têm de comum, este caso ser de interesse em si.

Stake considera que o importante é otimizar a compreensão do caso ao invés de privilegiar a generalização para além do caso, embora haja estudos de caso que possam favorecer ou contestar uma generalização aceita. Em outras palavras, embora o estudo de caso possa resultar em uma generalização, que pode ser usada como hipótese para outras metodologias, esse não é o seu objetivo central. Para ele, os pesquisadores de caso buscam tanto o que é comum quanto o que é particular em cada caso, mas o resultado final geralmente retrata algo de original em decorrência de um ou mais dos seguintes aspectos:

- a natureza do caso;
- o histórico do caso;
- o contexto (físico, econômico, político, legal, estético etc.);
- outros casos pelos quais é reconhecido;
- os informantes pelos quais pode ser conhecido.

Quevedo (2005) menciona que os estudos de caso são geralmente estudos complexos, pois há neles muitas fontes de dados, e que podem incluir vários casos dentro de um único

caso, gerando, assim, grandes quantidades de dados para análise. Apesar disso, os estudos de caso podem ser usados para reforçar ou contrariar uma teoria, explicar uma situação, fornecer base para a aplicação de soluções para alguma situação, ou explorar ou descrever um objeto ou fenômeno.

Várias pesquisas que se baseiam na Teoria da Atividade utilizam como metodologia o estudo de caso, tanto no Brasil (Barsotti, 2002; Cruz, 2002; Mendes, 2002; Carvalho, 2003; Fialho, 2005; Miranda, 2005; Quevedo, 2005; Almeida, 2006), quanto fora dele (Tolmie and Boyle, 2000; Turner and Turner, 2001; Spasser, 2002; Lim and Hang, 2003; Wu, 2004; Macpherson, 2005; Raven, 2006; Roth and Lee, 2006; Olson, 2007; Davis, 2007).

Há vários tipos de estudo de caso, categorizados de maneiras diferentes por autores distintos. Um desses tipos é o *estudo de caso etnográfico*, uma das modalidades da pesquisa qualitativa, que combina características da etnografia com o estudo de caso. Essa metodologia foi escolhida para esta pesquisa, pelos seguintes motivos:

1. Deseja-se estudar um pequeno grupo de alunos, inseridos na atividade de participar da disciplina selecionada, isto é, um caso;
2. Na literatura, existe a sugestão de se utilizar métodos etnográficos para realizar experimentos à luz da Teoria da Atividade;
3. Concordo com Lima et al. (1996), quando afirmam que a etnografia é uma metodologia propícia para descobrir a maneira de viver e as experiências das pessoas - a sua visão do mundo, os sentimentos, ritos, padrões, significados, atitudes, comportamentos e ações. A etnografia permite apreender, em certa medida, o fenômeno humano. Assim, a compreensão dos fenômenos, eventos e situações de educação em engenharia, especificamente a realidade da sala de aula, que apresentam características de ações em desenvolvimento (o próprio processo de ensino e aprendizagem), constituem objeto de estudo apropriado nessa abordagem.

A seção a seguir sintetiza as principais características do estudo de caso etnográfico.

#### 4.1.1 O estudo de caso etnográfico

O estudo de caso etnográfico é uma das formas de se realizar pesquisa qualitativa em educação e, segundo Viégas (2007), vem sendo cada vez mais usado.

Essa autora valoriza o estudo de caso etnográfico, comentando que este estudo *possibilita um contato face a face com a realidade escolar, permitindo uma compreensão mais densa e profunda dos processos que nela acontecem, tornando visíveis processos até então considerados invisíveis*. A autora também observa que, em função da profundidade

e riqueza de suas análises, a pesquisa etnográfica passou a ser mais utilizada em educação, especialmente a partir do final da década de 1970. André (1995) também valoriza a utilização da etnografia no estudo da vida escolar, principalmente porque este estudo possibilita uma maior aproximação da escola, considerada como um espaço social. Em seu trabalho, Viégas (2007) enfatiza a necessidade de se aliar a pesquisa etnográfica a uma perspectiva teórica: ao se descrever um objeto, é necessário conceituá-lo, isto é, não se deve apenas descrever algo, desprovido de uma teoria. Nesse trabalho, a abordagem teórica que será utilizada junto com a pesquisa etnográfica é a Teoria da Atividade.

Geralmente, a pesquisa de campo no estudo de caso etnográfico é realizada em uma unidade escolar específica. O caso pode envolver a escola como um todo ou apenas parte da escola, como uma sala de aula, por exemplo. A escolha da escola a ser pesquisada é uma função de vários aspectos, entre eles, o objetivo do estudo e as características específicas da escola. Para que o estudo seja realizado, é de suma importância que o pesquisador seja aceito pela escola. Sem tal aceitação, as relações de confiança entre o pesquisador e os participantes da pesquisa tornam-se difíceis ou impossíveis, inviabilizando o estudo (Viégas, 2007). A autora fala em uma escolha mútua: o pesquisador escolhe a escola, e a escola escolhe se ele permanece ou não em suas dependências. E ressalta que, devido ao fato de as relações de confiança entre pesquisador e participantes da pesquisa serem construídas durante todo o decorrer do estudo, a escolha dos participantes é a etapa de maior importância na realização do estudo de caso etnográfico. A escola a ser pesquisada pode ser tanto uma unidade com a qual o pesquisador tenha relação anterior, como uma que ele conheça no contexto da pesquisa. Finalmente, o pesquisador deve tomar cuidados éticos ao tratar com todos os participantes da pesquisa, desde os funcionários da escola (diretores, coordenadores e professores) até os alunos, durante todo o desenvolvimento da pesquisa. E todos os contatos com a escola devem ser registrados, a fim de ajudar na compreensão crítica dos achados relativos à dinâmica da escola pesquisada.

Feita a escolha dos participantes da pesquisa, deve-se planejar as atividades para o trabalho de campo. Entre as técnicas que podem ser utilizadas para tal trabalho, tem-se (Viégas, 2007):

1. Observação participante: é uma descrição detalhada das situações, que busca a compreensão dos processos e acontecimentos a partir da perspectiva dos sujeitos. Pereiro (2006) diz que a observação participante é também um exercício de empatia, de colocar-se no lugar do outro, a fim de perceber melhor o que se diz (e o que não se diz), o que se faz e o que se pensa. A observação participante vem sendo reconhecida como um instrumento importante de pesquisa na área da educação, visto que permite um contato pessoal e estreito entre o pesquisador e o fenômeno pesquisado. O pesquisador deve permanecer longo período em campo (uma unidade de tempo letiva: ano, semestre) a fim de se fortalecer os laços de confiança. O papel e as formas de participação do observador variam. Considera-se, porém, que o



simples fato de o pesquisador representar alguém de fora já produz uma interferência inevitável (na verdade ele não apenas modifica o contexto, mas também é modificado por ele). Um grande desafio da observação participante é o pesquisador saber lidar com o envolvimento e a subjetividade, mantendo o distanciamento necessário ao trabalho científico. Duas formas de registro são recomendadas para uma anotação mais profunda das observações:

- (a) O diário de campo: é um diário que deve ser escrito no momento exato da observação, registrando o máximo possível de aspectos observados. Tanto professores quanto alunos devem ter livre acesso ao seu conteúdo. Em algumas situações, é melhor o pesquisador abrir mão das anotações de campo e se dedicar integralmente à convivência com os participantes da pesquisa.
  - (b) Os relatos ampliados: após cada observação, os aspectos registrados no diário de campo mais os momentos vivenciados e não registrados são utilizados na construção dos relatos ampliados. Tais relatos englobam aspectos descritivos, reflexivos e comentários pessoais, isto é, o maior número de detalhes possível sobre as atividades e situações observadas, incluindo as sensações associadas aos fatos vivenciados.
2. Entrevistas: a entrevista, especialmente a semidirigida, tem um importante papel na construção da pesquisa etnográfica. É desejável que o pesquisado não seja um informante da pesquisa, e sim um interlocutor com o pesquisador, possibilitando uma relação dialógica, de diálogo efetivo, entre iguais. É necessário que o pesquisador saiba ouvir, ou seja, tente compreender o sentido do que foi observado para os participantes da pesquisa, e também seja ouvido. Na entrevista semidirigida não há imposição de perguntas; o participante é convidado a discorrer sobre o tema a partir de suas próprias informações e interesses. A transcrição das entrevistas deve ser feita pelo próprio pesquisador, e devem ser observadas não apenas as falas, mas também as hesitações, risos, silêncios, interrupções, etc., por serem muitas vezes reveladores de conteúdo.
  3. Análise documental: os documentos escolares revelam aspectos interessantes da vida escolar, visto que registram de forma escrita parte dela. Prontuários, pastas, avaliações, diários de classe, cadernos, dentre outros, são exemplos de documentos escolares que contribuem com o estudo de caso etnográfico. Devido às imperfeições da história documentada, ela deve ser complementada pela história não-documentada, conhecida por meio da convivência na escola.
  4. Encontros grupais como possibilidade de procedimentos de pesquisa: A realização de encontros em grupos de reflexão (os quais podem envolver professores, alunos ou familiares, dependendo do caso) é uma alternativa para conhecer a complexa realidade da vida escolar. O objetivo desses encontros é quebrar a rotina da escola,

criando um espaço em que os participantes possam falar, ouvir e refletir, de forma coletiva e aprofundada, sobre o tema do estudo. No contexto grupal, os participantes podem ter mais liberdade para falar e ouvir, possibilitando uma discussão mais aprofundada, com pontos de vista que se complementam ou até mesmo que se contradizem. A escolha dos participantes dos encontros depende dos objetivos da pesquisa, e daqueles sujeitos que, ao longo da pesquisa, se mostraram interessantes para o estudo e/ou interessados no mesmo. A organização dos encontros deve acontecer no decorrer do estudo, quando questões específicas se tornam mais claras. Cabe ao pesquisador coordenar a atividade (mediar falas, apontar visões contraditórias, complementares, preparar as atividades), sendo o responsável direto por sua existência e tema central. Ele deve ter o cuidado de manter uma postura dupla de participante ativo e observador crítico. Para facilitar o processo de prestar atenção (ser um participante ativo) e ao mesmo tempo anotar as observações (construir os relatos), o pesquisador pode contar com um auxiliar de pesquisa, que assuma o papel de observador. O auxiliar se responsabiliza pelas anotações, permitindo ao pesquisador se concentrar nas discussões. Após a reunião, auxiliar e pesquisador podem construir o relato ampliado, garantindo, assim, maior qualidade no trabalho. Uma proposta ousada seria criar grupos de alunos, e ouvir o que eles pensam sobre sua própria experiência escolar.

Finalmente, após os dados terem sido coletados, os mesmos devem ser analisados. Os próximos parágrafos comentam sobre a análise da pesquisa etnográfica.

Lüdke and André (1986) enfatizam que a análise do material construído a partir da pesquisa etnográfica não deve ser feita somente depois que o trabalho de campo for concluído, mas ao longo de toda a pesquisa. É durante a pesquisa que se faz a delimitação progressiva do foco, formulam-se questões analíticas e utilizam-se comentários e especulações e aprofunda-se na pesquisa bibliográfica.

Embora o trabalho analítico esteja presente em toda a pesquisa (nas várias decisões que o pesquisador deve tomar), ele se intensifica depois do trabalho de campo. Novas relações são estabelecidas e aspectos levantados inicialmente são aprofundados. As perguntas que impulsionaram a pesquisa são retomadas e outras questões podem surgir à medida em que se analisam os dados coletados.

Na análise etnográfica não se estabelecem categorias prévias; elas decorrem do próprio processo de investigação. Também não se tem como objetivo confirmar hipóteses, visto que essas se destacam à medida em que se estabelecem relações entre as informações coletadas em campo. As categorias de análise são construídas ao longo do estudo, com base em um diálogo muito intenso com a teoria e em um transitar constante dessa para os dados e vice-versa (André, 1995). Lüdke and André (1986) mencionam que o material obtido na pesquisa de campo deve ser lido e relido, até “chegar a uma impregnação do

seu conteúdo”. As leituras sucessivas devem possibilitar a divisão do material em seus elementos componentes, sem perder de vista a relação desses componentes com todos os demais.

Nas palavras de Viégas (2007):

As categorias de análise, construídas a partir da própria pesquisa, devem basear-se em aspectos recorrentes, mas também discrepantes, contraditórios, ausentes, complementares, etc. Além do sentido manifesto, também é considerado o sentido latente, que se refere não apenas ao contexto psicológico, mas também sociológico, político ou cultural (...) Aspectos freqüentemente apresentados sob a forma de detalhe, se organizados e interpretados, apresentam grande significação. p.119

Erickson (1986), citado por Viégas (2007), acredita que a análise qualitativa deve transitar entre os detalhes sutis e o contexto mais amplo. O autor também defende que a principal preocupação do estudo qualitativo deve ser a particularização, e não a generalização.

Em suma, a pesquisa etnográfica possibilita a visão de vários pontos de vista, fornecidos por diversos informantes, em diversas situações. A análise dos diversos pontos de vista permite que todos os envolvidos sejam “ouvidos”. Ao final, tem-se um material construído por múltiplas vozes.

A seção a seguir apresenta com maiores detalhes os procedimentos propostos para a realização do estudo de caso etnográfico a fim de se compreender como acontece a atividade cotidiana de ensino e aprendizagem em uma disciplina de um curso de Engenharia Elétrica, da perspectiva do aluno.

## 4.2 Metodologia da pesquisa

A pesquisa realizada compreende o estudo da atividade cotidiana de ensino e aprendizagem em uma disciplina no curso de Engenharia Elétrica do Unileste-MG<sup>2</sup> no segundo semestre de 2008 (período de agosto a dezembro). Os dados foram produzidos ao longo de cinco meses ininterruptos, como foi feito em (Quevedo, 2005) e (Almeida, 2006). Na seção a seguir, uma breve descrição do contexto em que a pesquisa foi realizada.

---

<sup>2</sup>Este centro universitário fica localizado na cidade de Coronel Fabriciano, região do Vale do Aço, em MG.

### 4.2.1 O contexto de pesquisa

Esta seção apresenta as características principais do contexto em que a pesquisa se realizou. Primeiramente, uma visão macro, com uma breve descrição dos aspectos mais interessantes do curso de Engenharia Elétrica. E em seguida, uma visão localizada, com uma breve descrição da disciplina de Circuitos Elétricos I.

#### 4.2.1.1 O Curso de Engenharia Elétrica

Nesta seção apresento, inicialmente, as principais características do curso de Engenharia Elétrica, e em seguida, o perfil do aluno, que é a principal voz dessa pesquisa.

O curso de EE foi implantado na instituição no ano de 1977, com a denominação de Engenharia Industrial Elétrica. Ao longo dos anos, o curso vem passando por diversas transformações e reformulações de currículo, incluindo redução da carga horária. A partir de 2001, o curso passou a ser denominado de curso de Engenharia Elétrica.

As reformulações acadêmicas são pautadas nas determinações legais e na concepção de que o Projeto Pedagógico do Curso é uma obra inacabada, por ser um instrumento dinâmico, vivo, que deve acompanhar as mudanças governamentais, os avanços tecnológicos, as mutações do perfil de mercado e a dinamicidade dos movimentos sociais, econômicos regionais, nacionais e mundiais (PPC, 2009). A mais recente atualização do Projeto Pedagógico do curso de Engenharia Elétrica até então ocorreu no ano de 2009, e levou em consideração as diretrizes curriculares nacionais Resolução CNE/CES 11/02, a legislação profissional (CREA/CONFEA), as transformações da economia regional e a transformação mundial que ocorre no processo de formação de Engenheiros.

As principais características do atual Curso de Engenharia Elétrica são:

1. carga horária total de 3600 horas;
2. implantação do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA);
3. uniformização das disciplinas comuns aos diversos cursos de Engenharia;
4. regulamentação das atividades complementares;
5. o ensino é focado no desenvolvimento das habilidades e competências propostas pela Resolução CNE/CES 11/02.

A Região do Vale do Aço conta com diversas empresas de pequeno e médio porte tanto na área de produção de bens tangíveis como na área de serviços, além de contar com três grandes empresas: Arcelor Mittal Inox Brasil, a Usinas Siderúrgicas de Minas Gerais - USIMINAS, e a Celulose Nipo-Brasileira - CENIBRA. Tais empresas contribuem

significativamente para o crescimento econômico da região, o que reflete no mercado de trabalho.

Os objetivos do Curso de Engenharia Elétrica são (PPC, 2009):

1. Formar Engenheiros Eletricistas com a capacidade de:
  - aplicar conhecimentos matemáticos, científicos, tecnológicos e instrumentais aos problemas relacionados com a engenharia elétrica;
  - projetar e conduzir experimentos e interpretar resultados;
  - conceber, projetar e analisar sistemas elétricos, produtos e processos;
  - planejar, supervisionar, elaborar e coordenar projetos e serviços de engenharia;
  - identificar, formular e resolver problemas de engenharia elétrica;
  - desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas;
  - supervisionar a operação e a manutenção de sistemas elétricos;
  - avaliar criticamente a operação e a manutenção de sistemas elétricos;
  - comunicar-se eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica;
  - atuar em equipes multidisciplinares;
  - compreender e aplicar a ética e responsabilidade profissionais;
  - avaliar o impacto das atividades da engenharia no contexto social e ambiental;
  - avaliar a viabilidade econômica de projetos de engenharia elétrica;
  - assumir a postura de permanente busca de atualização profissional.
2. Atender à demanda do *setor produtivo regional* de profissionais capacitados na área de Engenharia Elétrica.

O curso é ofertado em regime seriado semestral para ser integralizado no prazo mínimo de 5 anos (10 semestres) e no máximo de 10 anos (20 semestres). A carga horária total curricular corresponde a 3600 horas, dimensionadas em 200 dias letivos anuais de trabalho acadêmico. Por semestre, tem-se 20 semanas letivas.

As formas de ingresso no curso são: vestibular, portadores de diploma de curso superior, transferência interna e transferência de outras instituições.

A estrutura curricular do curso de Engenharia Elétrica é composta por: disciplinas, Estágio Curricular, Atividades Complementares (AC) e Trabalho de Curso (TC), e articulada com base nos critérios estabelecidos pelas Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Engenharia (Resolução CNE/CES 11/02), que estabelecem os núcleos de:

- Conteúdos Básicos: grupo de conteúdos que compreende cerca de 30% da carga horária mínima do curso.
- Conteúdos Profissionalizantes: grupo de conteúdos que compreendem cerca de 15% da carga horária mínima.
- Conteúdos Específicos: grupo de conteúdos que compreendem cerca de 25% da carga horária mínima.

A disciplina de Circuitos Elétricos I, objeto de estudo deste trabalho, faz parte dos Conteúdos Básicos. A disciplina trabalha o conteúdo de Eletricidade Aplicada, estabelecido pela Resolução CNE/CES 11/02.

Sobre o perfil do aluno do curso de Engenharia Elétrica (PPC, 2009):

Os discentes ingressantes no curso de graduação em Engenharia Elétrica são em sua maioria residentes e naturais da Região do Vale do Aço, predominantemente com idade a partir de 18 anos, do sexo masculino, católicos e provenientes do ensino médio não profissionalizante. A maior parte desses reside com os pais e *exerce atividade remunerada*, sobretudo em atividades industriais. Buscam informações nos jornais e revistas impressos, nos telejornais e na internet, sendo que a acessam principalmente em casa. A escolha do curso aconteceu pela possibilidade de realização pessoal, *pelo mercado de trabalho* e o principal motivo apontado para fazer um curso universitário foi a *formação profissional voltada para o trabalho*. Essas informações foram baseadas no questionário sócio-econômico preenchido pelo vestibulando, e são tabuladas e analisadas pelo Programa de Avaliação Continuada (PAC) do Unileste-MG.

As informações fornecidas pelo PAC conferem com as informações que coletei em um dos trabalhos (Silva et al., 2005b) realizados na instituição. A grande maioria dos alunos do curso de EE trabalham o dia todo e estudam à noite. Ainda há aqueles que trabalham de turno, e por isso acabam perdendo algumas aulas. A parcela de alunos que não trabalham e/ou que se dedicam ou já se dedicaram a atividades extra-classe, como a Iniciação Científica e a Monitoria é pequena, se comparada à dos que trabalham. Conforme mencionado no início desta seção, a região do Vale do Aço, onde está situado o Unileste-MG, é um parque industrial riquíssimo. Muitos dos alunos são funcionários dessas indústrias, já trabalham com questões relacionadas à Engenharia, e querem se tornar engenheiros a fim de se aperfeiçoarem profissionalmente e galgarem uma carreira sólida dentro da indústria.

#### 4.2.1.2 A disciplina de Circuitos Elétricos I

A disciplina de Circuitos Elétricos I faz parte da grade do terceiro período do curso de Engenharia Elétrica, juntamente com as disciplinas de Cálculo III (Equações Diferenciais), Análise de Algoritmos e Estrutura de Dados, Física II (Fluidos, Calor e Termodinâmica) e Estatística e Probabilidade. A disciplina possui uma carga horária semanal de 4 horas, totalizando 80 horas de carga horária semestral. A seguir, uma breve descrição dos principais aspectos da disciplina, com base em seu plano de ensino e no Projeto Pedagógico do Curso (PPC), e do perfil do professor.

##### *Ementa:*

Variáveis elétricas. Elementos de circuitos. Circuitos concentrados e leis de Kirchhoff. Técnicas de análise de circuitos. Indutância, capacitância e indutância mútua. Análise em regime permanente de circuitos senoidais. Potência em circuitos senoidais.

##### *Objetivos:*

Preparar o aluno para a compreensão e saber sobre modelagem e análise de circuitos elétricos ideais e reais, dotando-o especificamente de conhecimentos sobre:

1. A natureza da corrente elétrica, suas manifestações, principais variáveis e unidades de medida no Sistema Internacional (SI);
2. O comportamento da corrente elétrica, representação de circuitos e técnicas de modelagem e análise em CC e em CA monofásica, com ênfase às principais leis dos circuitos elétricos;
3. Introdução ao desenvolvimento de habilidades para a modelagem e análise de sistemas elétricos de potência reais.

##### *Unidades de Ensino*

1. Variáveis elétricas.
  - (a) Engenharia elétrica. Uma visão geral.
  - (b) O Sistema Internacional de Unidades (S.I).
  - (c) Análise de circuitos: uma visão geral.
  - (d) Tensão e corrente.
  - (e) O elemento básico ideal.
  - (f) Potência e energia.
2. Elementos dos circuitos.

- (a) Fontes de tensão e de corrente.
- (b) Resistência elétrica e Lei de Ohm.
- (c) Construção de modelos de circuitos.
- (d) Leis de Kirchhoff.
- (e) Análise de um circuito com uma fonte dependente.

### 3. Circuitos resistivos simples.

- (a) Resistores em série.
- (b) Resistores em paralelo.
- (c) O circuito divisor de tensão.
- (d) O circuito divisor de corrente.
- (e) Medições de tensões e de correntes.
- (f) A ponte de Wheatstone.
- (g) Transformações triângulo/estrela (ou estrela/triângulo).

### 4. Técnicas de análise de circuitos.

- (a) Terminologia.
- (b) Introdução ao método das tensões de nó.
- (c) Método das tensões de nó e fonte dependentes.
- (d) Método das tensões de nó: alguns casos especiais.
- (e) Introdução ao método das correntes de malha.
- (f) Método das correntes de malha e fontes dependentes.
- (g) Método das correntes de malha: alguns casos especiais.
- (h) Comparação entre o método das tensões de nó e o método das correntes de malha.
- (i) Transformações de fontes.
- (j) Circuitos equivalentes de Thévenin e Norton.
- (k) Outros métodos para obter o circuito equivalente de Thévenin.
- (l) Transferência máxima de potência.
- (m) Princípio da superposição.



*Procedimentos Metodológicos*

- Aulas expositivas dialogadas;
- Elaboração conjunta;
- Trabalhos individuais e em grupos;
- Estudo dirigido.

*Avaliação*

- Primeira Prova Parcial.....35 pontos (24/09/2008)
- Segunda Prova Parcial.....35 pontos (26/11/2008)
- Listas de Exercícios (ou TI/PI).....10 pontos
- Trabalhos de Laboratório.....20 pontos
- TOTAL .....100 pontos

*O perfil do Professor*

O professor participante da pesquisa possui graduação em Engenharia Eletrotécnica (1988), mestrado em Engenharia Elétrica (1996) e doutorado em Engenharia Elétrica (2004). É pesquisador e professor adjunto da instituição desde 1999. Desenvolve estudos, pesquisas e aplicações na área de Engenharia Elétrica, com ênfase em Sistemas de Energia Elétrica, atuando principalmente nos seguintes temas: geração, transmissão e distribuição de energia elétrica, gerenciamento pelo lado da demanda, eficiência energética, conservação de energia, usos-finais energéticos e energias renováveis.

**4.2.2 A coleta de dados**

Nardi (1996) estabeleceu alguns princípios que podem orientar trabalhos que utilizam como abordagem teórica a Teoria da Atividade. Nesses princípios há quatro considerações metodológicas, sintetizadas a seguir:

1. Delimitação de um período de tempo para entender o objeto: o tempo de pesquisa deve ser longo o suficiente para se entender os objetos da atividade.
2. Atenção para padrões mais amplos da atividade: a análise deve considerar primeiro os padrões mais amplos da atividade, antes de considerar os fragmentos episódicos que não revelam a direção geral e a importância da atividade. Assim, é necessário

levantar dados mais abrangentes sobre como os alunos realizam a atividade. Faz-se necessário coletar dados em detalhes, mas não analisá-los de forma isolada. Dados coletados de forma abrangente e cautelosa possibilitam uma melhor análise das características dos sistemas e suas inter-relações.

3. Uso de técnicas variadas para a coleta de dados: o pesquisador deve usar métodos variados para a coleta de dados (entrevistas, observações, vídeo, diários etc.) e pontos de vista (sujeito, comunidade, ferramentas) diferentes.
4. Compreensão da atividade do ponto de vista do sujeito: neste trabalho, busquei conhecer o que o aluno (foco da pesquisa) pensa sobre a atividade.

Estas considerações metodológicas nortearam as coletas de dados desta pesquisa, assim como das pesquisas de Quevedo (2005) e Almeida (2006).

Os dados foram coletados de agosto a dezembro de 2008, totalizando vinte semanas. Esse tempo equivale a um semestre letivo, isto é, o tempo de duração da disciplina. Os instrumentos utilizados para a coleta foram: 1) observação participante (com registros anotados e gravações em vídeo); 2) questionário, 3) entrevista, 4) aplicação de um exercício. A seguir, uma descrição de cada instrumento utilizado.

#### *4.2.2.1 Observação participante*

A disciplina de Circuitos Elétricos I possui 2 tipos de aula: 1) aulas teóricas, ministradas em sala de aula, e 2) aulas de laboratório. No grupo, assumi o papel de pesquisadora, e tanto o professor quanto os alunos estavam cientes de minha função.

Na observação das aulas, tanto teóricas como de laboratório, fiz registros por meio de notas de campo e/ou gravações em vídeo. Durante as aulas teóricas, eu sentava em um cantinho da sala do qual era possível observar toda a turma. Tinha um caderno sempre à mão para anotar minhas observações, e filmava a aula toda com uma pequena câmera digital. Eu procurava ser o mais discreta possível, a fim de não criar constrangimento nos alunos. No laboratório, eu me aproximava mais do grupo ao qual estava observando, ficando junto a eles, na bancada, a fim de captar mais detalhes da atividade.

#### *Registro das aulas teóricas*

As aulas teóricas foram observadas nas segundas-feiras, e tinham duração de 2 horas-aulas cada uma (100 minutos). Na prática, consegui observar 15 aulas, pelos seguintes motivos: 1) o professor começou a dar aula na terceira semana letiva, pois estava em viagem para outro país <sup>3</sup>, 2) na segunda-feira, dia 13/10/2008 não teve aula, e 3) as últimas semanas do semestre foram usadas para a realização da prova de segunda oportunidade.

---

<sup>3</sup>Importante notar que as aulas foram repostas, mas devido ao meu horário de trabalho, não pude acompanhá-las.

As aulas em que foram aplicadas as provas não foram gravadas, a pedido dos alunos. Durante a aplicação de provas fiz apenas anotações de campo.

#### *Registro das aulas de laboratório*

Nas aulas de laboratório, a turma era dividida em duas, para que os alunos obtivessem um melhor aproveitamento, visto ser uma turma com muitos alunos (mais de 30). As aulas de laboratório aconteciam nas sextas-feiras e eram quinzenais para uma mesma turma. Em uma semana o professor trabalhava com a Turma A, e, na outra, com a Turma B. Assim, a mesma prática laboratorial era trabalhada pelo professor por pelo menos duas semanas seguidas (uma para a turma A e outra para a turma B). Digo pelo menos porque uma turma só mudava de prática depois que terminasse a atual. Assim, como cada turma levava, em média, duas semanas para terminar cada prática, o professor ficava quatro ou mais semanas trabalhando com a mesma prática. Ao todo, foram dados três trabalhos laboratoriais ao longo do semestre. Devido ao meu horário de trabalho, tive a oportunidade de observar quatro dessas aulas. As aulas de laboratório aconteciam nas sextas-feiras, nos dois últimos horários.

#### *4.2.2.2 Questionário*

No início do mês de novembro apliquei um questionário para a turma. O professor me reservou um tempo para que eu pudesse fazê-lo em uma de suas aulas. Houve um total de 31 alunos respondentes. O questionário foi elaborado com questões sobre o aluno para que eu pudesse traçar o perfil da turma.

#### *O perfil da turma*

A maioria dos alunos (58%) matriculados em Circuitos Elétricos I estava no 3º período, mas havia também alunos do 4º (13%), 5º (13%), 6º (3%), 7º (6,5%) e 8º (6,5%) períodos. 93,5% eram do sexo masculino e apenas 6,5%, do feminino. Quanto à idade, quase a metade da turma (45,2%) tinha entre 19 e 22 anos, e 22,6% tinham entre 24 e 26 anos. Havia também alguns alunos mais velhos, com idades entre 27 e 30 anos (16,1%), 31 e 33 anos (9,7%) e 35 e 37 anos (6,4%). Quanto ao estado civil, 77,42% da turma era de alunos solteiros, 19,35% de casados e 3,23% se enquadravam na alternativa outros. Somente 6,45% dos alunos tinham filhos, contra um percentual de 93,55% de alunos que não tinham filhos. A maioria dos alunos (62%) reside na cidade de Ipatinga, 20,7% reside em Coronel Fabriciano (mesma cidade onde está localizada a faculdade), e 10,3%, em Timóteo. As cidades de Ipatinga, Coronel Fabriciano e Timóteo ficam próximas umas das outras, e são as principais cidades da região chamada de Vale do Aço. Mas há também alunos que residem em cidades mais distantes da faculdade, como Nova Era (3,5%) e João Monlevade (3,5%).

Com relação à vida profissional, a maioria dos alunos trabalha (80,65%). Desses alunos que trabalham, apenas 12% trabalham de turno e a maioria (68%) tem uma jornada de trabalho de até 8 horas diárias. 28% têm uma jornada diária de mais de 8 horas diárias e quase a metade (48%) trabalha há apenas 4 anos. 16% já têm de 6 a 8 anos de trabalho, 24%, de 10 a 12 anos, e apenas 8% da turma já trabalham de 15 a 19 anos. Finalmente, 4% estava estagiando. Com relação ao tipo de atividade desenvolvida no trabalho, 56% trabalham com atividades ligadas à engenharia, e 32%, com atividades administrativas. Dentre os que trabalham na área de engenharia, a maioria (57,14%) está na área há um período que varia de 6 meses a 2 anos; 21,43% já atua há um período de 4 a 7 anos, e 21,43%, há um período de 10 a 11 anos. Dentre os que trabalham na área administrativa, a maioria (62,5%) está trabalhando na área há um período que varia de 1 a 4 anos, e os 37,5% restantes, há um período de 5 a 10 anos. Com relação à renda mensal, apenas 20% dos alunos recebem um salário menor do que R\$800,00. 36% recebem um salário que varia de R\$800,00 a R\$1800,00, e a maior parte, 44%, têm um salário maior do que R\$1800,00. Quanto às funções que os alunos desempenham em seu trabalho, elas foram assim enumeradas:

- área de engenharia: técnico de eletrônica, técnico de instrumentação, técnico de automação, técnico de manutenção elétrica, técnico de manutenção, eletricista de manutenção, inspetor elétrico, supervisor de manutenção elétrica, líder de manutenção elétrica, projetista, desenhista, instrumentista, metalúrgico;
- área administrativa: gerente, auxiliar de escritório, comprador, técnico de informática, supervisor de subestação, oficial de manutenção, técnico de operações ferroviárias.

Entre os alunos respondentes, a maioria (64%) afirmou utilizar conhecimentos da disciplina de Circuitos Elétricos I em seu trabalho.

Com relação à formação anterior, a grande maioria dos alunos (76,67%) fez algum tipo de curso técnico (entre eles: Elétrica, Eletrotécnica, Eletrônica, Mecatrônica, Informática Industrial, Instrumentação Industrial, Telecomunicações, Metalurgia e Administração). Apenas 23,33% da turma fez o ensino médio regular. Também a maioria (64,3%) estudou em escola particular. O tempo entre o término do Ensino Médio e o ingresso na faculdade é variável: 20,7% dos alunos acabou de terminar o ensino médio e já ingressou logo em seguida na faculdade, 34,5% demorou de 3 meses a 1 ano, 20,7%, de 2 a 3 anos, 13,8%, de 4 a 6 anos e 10,3% de 7 a 8 anos. 6,9% desses alunos já possui algum curso superior (Física, Engenharia Metalúrgica e Engenharia Mecânica) e está cursando a Engenharia Elétrica como obtenção de novo título.

Dentro da faculdade, apenas 6,45% da turma já se envolveu com algum tipo de atividade extra sala de aula, como Iniciação Científica ou Monitoria.

#### 4.2.2.3 Entrevista

Percebi que, como acontece na maioria das turmas, havia vários grupos de alunos na turma que se organizavam por afinidade. Eram grupos de alunos que de alguma forma tinham características em comum (por exemplo, trabalhar), e estavam sempre juntos, estudando fora da sala de aula e fazendo os trabalhos da disciplina juntos. Em geral, os colegas de cada grupo sentavam-se perto também na sala de aula. Perguntei aos alunos quais eram seus colegas mais próximos na disciplina de CE I, e consegui identificar 9 grupos de alunos. O número de alunos por grupo variou de 1 a 7 alunos. Importante notar que um dos alunos se definiu como um grupo, pois não tinha convivência de estudo com nenhum outro colega da sala. Dos 9 grupos identificados, consegui entrevistar 6 (fiz contato com os 9 grupos, marquei a entrevista, mas 3 deles por algum motivo não puderam comparecer). As entrevistas foram feitas não com o grupo todo, mas com pelo menos um de seus componentes, como representante. Em alguns grupos, houve apenas um representante. Em outros, houve dois ou mais. As entrevistas foram gravadas em vídeo e transcritas posteriormente. A seguir, informações sobre os grupos entrevistados.

- Grupo 1 (G1T): formado por 7 alunos. A entrevista foi realizada no dia 01/12/08, com três representantes. Dentre os alunos entrevistados, os três possuem curso técnico nas seguintes áreas: Instrumentação Industrial, Eletrônica e Eletrotécnica. A idade dos entrevistados varia de 19 a 21 anos. Os três trabalham como técnicos: técnico em manutenção, técnico em instrumentação e técnico em eletrônica.
- Grupo 2(G2R): formado por 5 alunos. A entrevista foi realizada no dia 02/12/08, com inicialmente três e no final quatro representantes (um aluno chegou ao local da entrevista já no final, mas mesmo assim colaborou). Dentre os alunos entrevistados, três possuem formação no ensino médio regular, e apenas um fez curso técnico de Eletrônica. A idade dos entrevistados varia de 20 a 21 anos. Por ocasião da entrevista, apenas um dos quatro alunos estava trabalhando. Três deles estavam apenas estudando, entre eles, o que possui formação técnica.
- Grupo 3(G3T): formado por 2 alunos, formados em curso técnico. A entrevista foi realizada também no dia 02/12/08, com apenas um representante.
- Grupo 4(G4T): formado por 5 alunos. A entrevista foi realizada no dia 03/12/08, com apenas um representante. O aluno entrevistado tinha a idade de 29 anos na época da entrevista e possui formação técnica em Eletrotécnica e Administração. Nessa ocasião, trabalhava com atividades administrativas (como comprador).
- Grupo 5(G5R): formado por apenas 1 aluno. Este aluno já possui 2 cursos de graduação (Engenharia Metalúrgica e Engenharia Mecânica), e a Engenharia Elétrica é o seu terceiro curso. Ele não se entrosou com a turma, no sentido de fazer parte de algum grupo. Estudou sozinho, por isso se considerou um grupo. A entrevista

foi realizada no dia 04/12/08. A idade do entrevistado era de 35 anos na época da entrevista. O aluno é gerente em uma das grandes empresas da região.

- Grupo 6(G6T): formado por 4 alunos. A entrevista foi realizada no dia 05/12/08, com um e no final dois representantes (um aluno chegou ao local da entrevista já no final, mas mesmo assim colaborou). O aluno que respondeu a praticamente toda a entrevista sozinho tinha, na época, 33 anos de idade. Possui formação técnica em Eletrotécnica e na época trabalhava como líder de manutenção elétrica.

A entrevista foi direcionada aos seguintes temas: a aula em si, a aprendizagem de conceitos e as relações interpessoais na classe. As respostas de cada grupo foram transcritas e categorizadas por tema. A fim de facilitar o entendimento das respostas dos alunos, a partir de agora identificaremos os grupos de alunos que vieram (prioritariamente) do curso técnico com um T e os que não vieram do curso técnico com um R (de Regular). Assim, me referirei aos grupos como: G1T, G2R, G3T, G4T, G5R e G6T.

#### *4.2.2.4 Aplicação de um exercício*

Com o objetivo de investigar como acontece o ensino e a aprendizagem de conceitos, tomei por base um conceito específico da disciplina: o Princípio da Superposição. Além de perguntar aos alunos, na entrevista, sobre este conceito, convoquei os mesmos alunos que participaram da entrevista e apliquei-lhes um exercício no qual deveriam usar o Princípio da Superposição. Posteriormente, corriji os exercícios e analisei os resultados.

### **4.2.3 A análise dos dados**

Para análise dos dados, utilizarei como referencial teórico a Teoria da Atividade no que diz respeito à estrutura da atividade e às orientações para o ensino de conceitos científicos. Acredito que esta teoria contém elementos que me ajudarão a compreender o fenômeno em estudo.

# A aula teórica

---

## 5.1 Introdução

Este capítulo apresenta uma parte dos dados coletados na pesquisa, e se divide em duas seções principais: a primeira traz informações sobre os grupos de alunos entrevistados, que serão utilizadas para análise no capítulo de análise dos dados; e a segunda descreve a aula teórica com base nas observações das aulas (notas de aula e gravações em vídeo) e nas entrevistas realizadas com os 6 grupos. Aproveito para fazer uma ressalva: ao tomar uma prática pedagógica de um professor como objeto de análise neste trabalho não tenho a intenção de apontar as limitações do trabalho realizado. Seria injusto, na posição de observadora, simplesmente criticar. Conforme mencionado por Sforzi (2004), analisamos as questões pedagógicas como pesquisadores, mas na dinâmica da sala de aula existem outras razões de agir que não são estritamente pedagógicas. Muitas vezes, o fazer do professor foge até mesmo às suas próprias idealizações. Peço licença para fazer das palavras dessa pesquisadora as minhas palavras nesse momento:

(...) intenciono trazer, para o interior de nossas reflexões, elementos empíricos que dialoguem com os elementos teóricos que norteiam a pesquisa, conferindo maior propriedade à análise empreendida e às conclusões dela inferidas. Esse diálogo entre os dados empíricos e os pressupostos teóricos elucidada, amplia, reforça, nega, redefine os saberes, trazendo à luz a própria dinâmica de produção do conhecimento científico. (Sforzi, 2004), p. 121.

## 5.2 Sobre os alunos

### 5.2.1 As expectativas dos alunos ao cursarem a disciplina

Perguntei a cada um dos seis grupos entrevistados quais eram suas expectativas ao cursarem a disciplina de Circuitos Elétricos I. As respostas foram diversificadas.

Para o grupo G1T, as expectativas eram de *aprofundar mais na matéria e entender melhor o conteúdo*, aprender mais:

“Eu esperava que ia aprofundar mais na matéria, e, no início, eu acho que foi muito demorado o conteúdo básico. (...) Esperava ter mais, que eu pudesse entender melhor, ter mais matéria, sei lá.” (G1T. Entrevista em 01 dez. 2008)

O grupo G2R gostaria de *conhecer mais sobre a área de Engenharia Elétrica, mais especificamente sobre a prática do engenheiro eletricitista*. Aprender a base do conteúdo, isto é, os fundamentos, o início do conteúdo, e ver mais aplicações práticas, no sentido de visualizar o conteúdo na prática profissional do engenheiro eletricitista, e não apenas realizar uma aula prática (de laboratório) como complementação da teoria:

“Minha expectativa foi estar mais dentro da área da Elétrica, porque o Circuito Elétrico tem a ênfase, ele é o curso mais voltado para a prática, né, ele é a prática que todo engenheiro eletricitista tem que saber. Então, meu objetivo, né, em Circuitos Elétricos, minha expectativa era de ter um conhecimento a mais, entendeu? Ou então, porque até é importante eu saber se é isso mesmo que eu quero, se eu gostasse daquilo, entendeu? Porque é a base da Engenharia Elétrica, é o Circuito Elétrico. Eu acho. (...) Seria (...) pegar a base mesmo, porque no curso técnico a gente já pega pela metade, né, a coisa, e aí, pegar desde o princípio, desde o início, tudo. (...) Eu esperava que ele, tipo assim, o básico fosse dado num tempo mais hábil, né, um tempo melhor, e que ele pudesse dar mais a respeito de aplicações, e tal. Porque assim, poucas pessoas da sala têm conhecimento de aplicações em circuitos elétricos, entendeu? Eu achei assim, que as práticas de laboratório poderiam ter sido mais, assim, mais práticas mesmo, não tanto aquela coisa de ‘coloquei no quadro e na aula, vou colocar na sala’, entendeu? ‘Vou provar o que eu falei na sala lá no laboratório’.” (G2R. Entrevista em 02 dez. 2008)

O grupo G3T esperava *ter noção do que seria de fato o curso de Engenharia Elétrica*, visto que Circuitos I é uma disciplina específica do curso, e aprofundar no conteúdo:

“Minha expectativa foi pegar uma noção básica do que seria realmente o curso de engenharia elétrica, ou seja, as matérias mais específicas do curso da engenharia elétrica. (...) Eu acho que foi muito básico. Poderia ter sido um pouco mais avançado. (...) O conteúdo foi básico. Acho que o conteúdo foi um pouquinho básico demais.” (G3T. Entrevista em 02 dez. 2008)

O aluno representante do grupo G4T *declarou não ter expectativa nenhuma*:



“Olha, pra ser sincero, assim, eu não criei muita expectativa não. Acho que nós fizemos uma matéria e não fomos assim, eu particularmente, levei como natural. Natural do curso. Entendeu? (...) ...eu particularmente não tive expectativa nenhuma.” (G4T. Entrevista em 03 dez. 2008)

A expectativa do G5R foi *aprender sobre os vários tipos de circuitos*:

“A expectativa era de realmente sair da matéria, após o semestre, entendendo bem os circuitos, circuito equivalente, circuito de Norton, de Thévenin, entender bem essa parte. Essa foi minha expectativa.” (G5R. Entrevista em 04 dez. 2008)

Finalmente, o grupo G6T declarou ter a expectativa de *aprender um pouco mais sobre a análise de circuitos*.

“Bem, a minha expectativa é de aprender um pouco sobre análise de circuitos, porque é uma matéria muito importante, é uma das matérias de grande importância do nosso curso, né. Então, é, a expectativa é de realmente buscar aprender o máximo possível.” (G6T. Entrevista em 05 dez. 2008)

Note que todos os grupos, exceto o G4T, apresentaram expectativas relacionadas ao conteúdo e à sua *aprendizagem*, embora com ênfases distintas. Os grupos G1T, G5R e G6T manifestaram maiores expectativas em relação à disciplina de Circuitos Elétricos em si, ao seu conteúdo: “entender melhor o conteúdo”, “aprender sobre os vários tipos de circuitos” e “aprender um pouco mais sobre a análise de circuitos”. Por outro lado, os grupos G2R e G3T manifestaram uma expectativa que vai além da disciplina em si. Estes alunos pretendiam, por meio dessa disciplina, conhecer mais o curso de Engenharia Elétrica e a prática do engenheiro eletricitista: “conhecer mais sobre a área de Engenharia Elétrica”, “ter noção do que seria de fato o curso de Engenharia Elétrica”.

### 5.2.2 Importância/utilidade da disciplina de Circuitos Elétricos I

Quando questionados sobre a importância da disciplina de CE I, todos os grupos, sem exceção, mencionaram que a disciplina é importante por se tratar de uma *disciplina de base* (base para a disciplina de CE II, e também para outras disciplinas do curso, enfim, base para a Engenharia Elétrica). Como disse o grupo G1T:

“É a base, né. Então, se ela é a base, Circuitos I, pra você entender o que é um resistor em paralelo, o que é um resistor em série, pra quem não conhece

nada sobre a matéria ainda, (...) não fez um curso técnico de Elétrica, fica meio difícil para o cara, agora no Circuitos II, ele vai ter mais dificuldade pra aprender. (...) Ela é a base da Engenharia Elétrica. Tem que saber o que é um resistor em série, em paralelo, como é uma queda de tensão (...). O nome já fala, né, Engenharia Elétrica, a matéria principal, que eu acho, né, é os Circuitos Elétricos.” (G1T. Entrevista em 01 dez. 2008)

O grupo G2R atribuiu à disciplina uma importância a mais: por ser uma disciplina diferente das demais disciplinas dos dois primeiros períodos (que são comuns a todas as engenharias), no sentido de *iniciar o aluno na área de Engenharia Elétrica de maneira mais específica*, a disciplina de CE I pode atrair ainda mais o aluno para o curso ou afastá-lo dele:

“E eu acho que essa disciplina é pra chamar a gente para o curso mesmo. Pra quem está meio assim, voado, que é o caso dos dois primeiros períodos, que são matérias fundamentais da engenharia. Pra quem está assim 'ah, não sei se é isso'. Então seria pra puxar você para o curso, ou mandar você embora de vez.” (G2R. Entrevista em 02 dez. 2008)

E o grupo G6T viu na disciplina uma utilidade que vai além da sala de aula. O aluno viu a *possibilidade de usar a disciplina em seu trabalho*:

“No meu caso, né, no caso do meu curso, que é Engenharia Elétrica, ela é muito importante, né. Base, seria, assim, a base pra eletricidade, né. O Circuitos I seria a base. E no meu trabalho também, que trabalho com eletricidade, né, então ela é também muito importante. Eu poderia tirar muito proveito dessa matéria.” (G6T. Entrevista em 05 dez. 2008)

O grupo também ressaltou que a disciplina foi diferente da disciplina de circuitos cursada no curso técnico. O aluno percebeu uma grande diferença. *O conteúdo é mais abrangente*. A disciplina de Circuitos I trabalhou a análise de circuitos, que não foi tão trabalhada no curso técnico. O aluno disse que *deveria sim ter feito a disciplina*, mesmo que tivesse a opção de não fazê-la por já ter feito o curso técnico:

“E, embora eu tenha feito curso técnico, né, já tenha alguma noção de circuitos, mas, essa seria um complemento, porque a matéria, eu percebi que a matéria de Circuitos I, ela é mais abrangente do que o curso técnico. O curso técnico, tipo assim, tem uma certa diferença no conteúdo. Circuito aqui, eu percebi uma grande diferença no sentido de desenvolvimento de análise de circuitos

mesmo. Porque no curso técnico você trabalha muito com a lei de Ohm, né, é bastante usada. A lei de Kirchoff é pouco utilizada, né. (...) Então, pra eu que fiz curso técnico, eu percebi uma grande diferença. Eu pensei que fosse bastante parecido, mas a maneira de cobrar, né, circuitos Thévenin e Norton, embora seja assim, bem tranquilo, mas eu também não tive, eu não vi isso aí no curso técnico. (...) Eu acho que eu deveria ter realmente feito. (...) Valeu a pena.” (G6T. Entrevista em 05 dez. 2008)

O grupo G3T, porém, não compartilha dessa visão do grupo G6T. Para o G3T, a disciplina foi útil para *relembrar os conteúdos já vistos no curso técnico*, para poder usá-los em disciplinas futuras. Mas não teve nada de novo. Para este grupo, o ganho em ter feito a disciplina foi apenas relembrar o conteúdo.

“Uai, útil com certeza ela foi, né? Porque mesmo a gente já tendo noção boa da matéria serve pra gente lembrar alguma coisa que não usa muito. Pra relembrar pra nas matérias futuras usar. (...) Não, teve nada novo assim não. Teve não. Foi mais relembrar mesmo. (...) Ah, ganho, igual eu falei. O ganho foi mais foi lembrar mesmo as coisas, as fórmulas, o cálculo, o porquê daquele cálculo, porque que calcula daquele jeito, no mais foi isso.” (G3T. Entrevista em 02 dez. 2008)

Todos os grupos ressaltaram a importância da disciplina de Circuitos Elétricos I dentro do contexto do curso de Engenharia Elétrica: ela é uma disciplina de base para outras disciplinas do curso. Somente os grupos G2R e G6T atribuíram outro tipo de importância à disciplina. Para o grupo G2R, a disciplina, por se tratar de uma disciplina específica do CEE, pode atrair o aluno para o curso ou afastá-lo dele. Note que, mais uma vez, o grupo G2R correlaciona a disciplina com o curso de uma maneira incisiva. É como se este grupo enxergasse o curso de Engenharia Elétrica através da disciplina de Circuitos Elétricos I. E o grupo G6T enxerga na disciplina algo além da sala de aula: ele pretende utilizar, desde já, os conhecimentos adquiridos na disciplina em seu trabalho profissional.

### 5.2.3 O porquê de os alunos terem cursado a disciplina de Circuitos Elétricos I

Quando questionados sobre o porquê de terem cursado a disciplina de CE I, todos os alunos, sem exceção, mencionaram que a cursaram porque é uma *disciplina obrigatória* ou porque está na grade do curso de EE, conforme mostra o depoimento do grupo G4T:

“Porque ela estava na grade. Automático.” (G4T. Entrevista em 03 dez. 2008)

Apenas o grupo G6T acrescentou uma razão a mais para ter cursado a disciplina - *o interesse em aprender sobre circuitos elétricos* (tanto para prosseguir no curso, como para utilizar no trabalho):

“Ah, está na grade do curso, né. (...) Igual eu te falei no início, é uma matéria importante, eu tenho interesse em aprender Circuitos. Tanto para o desenvolvimento aqui, que eu vou precisar, é uma base, né, pra Circuitos II, e também para o meu trabalho.” (G6T. Entrevista em 05 dez. 2008)

Os grupos G1T e G3T, porém, enfatizaram que só cursaram a disciplina porque ela é obrigatória. Caso contrário, *possivelmente não a teriam cursado*, como mostram seus depoimentos:

“Porque ela é obrigatória, porque o que eu aprendi na matéria de Circuitos I, eu já tinha aprendido no curso técnico, então não tinha a necessidade de aprender, pra mim. Mas como não consta como, na grade, como eu fiz curso técnico, eliminar matéria, eu tive que refazer a matéria. (...) Teve algum ganho sim, alguns métodos diferentes que ele ensinou, mas, é tudo a mesma coisa. Tudo dá a mesma resposta. Então, é vários caminhos pra encontrar o mesmo resultado.” (G1T. Entrevista em 01 dez. 2008)

“Se eu soubesse que o conteúdo era esse, talvez não faria. (...) A diferença foi, como é que eu posso falar? O modo de dizer. Posso falar que foi um pouco mais didático talvez do que o técnico (SENAI). E algumas coisas diferem no modo de falar, no modo de, não é de escrever, mas a forma do cálculo às vezes difere um pouquinho. Não a forma, mas, como é que eu poderia falar, a forma de escrever assim os termos. Na realidade eles são a mesma coisa, mas na hora que você pega em Circuitos parece ser diferente, mas é a mesma coisa que a gente estudou.” (G3T. Entrevista em 02 dez. 2008)

Note que, quando questionados sobre o porquê de terem cursado a disciplina, todos os grupos alegaram a questão da obrigatoriedade da disciplina no currículo. Apenas o grupo G6T apresentou a razão do interesse de aprender sobre circuitos elétricos. É importante ressaltar que dos seis grupos participantes da pesquisa, quatro são formados majoritariamente por alunos que fizeram curso técnico. Desses quatro, três fizeram comparações entre a disciplina de Circuitos Elétricos no curso técnico e na graduação em EE. Desses três, apenas um (G6T) acha que valeu a pena ter cursado a disciplina na graduação. Dois (G1T e G3T) consideram que, de uma forma geral, a disciplina não lhes trouxe grandes ganhos na aprendizagem. Seria desnecessário cursá-la e eles só o fizeram devido à obrigatoriedade da disciplina na grade do CEE.

#### 5.2.4 Ações realizadas ao longo do semestre a fim de aprender os conteúdos da disciplina

Os alunos do grupo G1T, para aprender os conteúdos de CE I, *fizeram exercício em casa, estudaram sozinhos e em grupo*. Para estudar em grupo, reuniam-se na casa de um dos colegas e faziam exercícios. Às vezes *utilizavam livros da biblioteca, e livros próprios*. Antes de fazer exercícios, *liam a matéria do caderno*. *Refaziam exercícios resolvidos* para facilitar a resolução dos exercícios propostos. *Resolveram a lista de exercícios proposta pelo professor, e exercícios de outro livro*.

“Ah, nós tentamos, né, eu, no meu caso, fazia exercício em casa, pegava exercício do colega também, mas não foi suficiente não. Mas vamos ver. (...) Estudamos em grupo. (...) Ah, pouco sozinho. Mais em grupo.(...) Ah, a gente reunia, ia pra casa de um dos amigos, e fazia exercício, às vezes, alguns pegavam livro na faculdade. (...) Lia a matéria do caderno. (...) Depois fazia exercício. (...) Teve o trabalho dele também, que ele deu, né. Eram muitos exercícios, então pra quem pegou pra fazer todos os exercícios, deu pra, quem não sabia a matéria deu pra aprender bastante sobre a matéria. Por causa do trabalho. (...) Eu cheguei a comprar um livro de circuitos, fiz bastantes exercícios dele.” (G1T. Entrevista em 01 dez. 2008)

De modo semelhante, os alunos do grupo G2R *pesquisaram em livros e na internet* sobre a matéria. *Estudaram em livros, lendo a teoria e resolvendo exercícios* (exercícios resolvidos, exercícios propostos, exercícios além das listas do professor). Estudaram individualmente e em grupo, e tiraram dúvidas com os colegas de trabalho.

“Vim à biblioteca todos os dias, pesquisava nos livros (...), internet, tudo, e tal, pra me inteirar da matéria. (...) É, leio a teoria e pratico todos os exercícios, entendeu, pra memorizar. Entendeu? (...) Todos os resolvidos, e os propostos que eu conseguia resolver, entendeu? (...) É porque ele deu foi só duas listas, né. É, além da lista dele. (...) Eu não sei estudar em grupo. (...) Eu estudei sozinha. (...) Meu caso, eu pedi ajuda ao colega (...), e ele me ensinou bastante e me ajudou. Nós fazíamos exercícios juntos. (...) Eu tinha 'biografia' em casa, a respeito do assunto, e tal. Aí, quando eu tinha dúvida, eu recorria, ou à 'biografia' da minha casa, ou aos caras que trabalhavam comigo, né. Que eu trabalhei na área industrial já, então quando eu tinha dúvida, eu ligava pra lá, 'Oh, estou com dúvida nisso aqui,' e o pessoal estuda aqui também.” (G2R. Entrevista em 02 dez. 2008)

Os alunos do grupo G3T estudaram *em casa ou no trabalho, resolvendo listas de exercícios* com o colega. A matéria era lida *somente na hora da dúvida*. A prioridade era

*resolver exercícios.*

“Mais era eu e o colega. Meu grupo sempre era nós dois. Assim foi nesse semestre. Todas as matérias a gente fez juntos, só duas matérias que eu não fiz com ele. A gente sempre estudava, em casa ou na usina. (...) Ah, mais era resolver. Na hora da dúvida a gente lia a matéria.” (G3T. Entrevista em 02 dez. 2008)

O aluno do grupo G4T estudou *individualmente*. Teve mais necessidade de estudar do segundo módulo em diante, pelo fato de já ter feito o curso técnico em Elétrica. Utilizou o *livro* para estudar. *Lia primeiro o conteúdo, pra depois resolver os exercícios*. Não teve tempo para refazer os exercícios resolvidos do livro. Já partia direto para a resolução dos exercícios pedidos.

“Estudei individual algumas matérias, alguns módulos, né, algumas partes. Entendeu? (...) Eu tive uma vantagem muito grande, que eu já tinha feito o curso técnico. Eu fiz o curso técnico de Elétrica. Então, no primeiro módulo, eu acho que assim, o aprendizado já estava fixado. Mas no segundo eu tive dificuldade, devido ao trabalho. Eu não tive tanto tempo pra estudar. (...) Livro. (...) Leitura do conteúdo, pra depois resolver os exercícios (pedidos).” (G4T. Entrevista em 03 dez. 2008)

O aluno do grupo G5R também *estudou apenas individualmente*. Resolveu as listas de exercícios solicitadas pelo professor, nas vésperas das provas. *Estudou a parte teórica no livro* sugerido pelo professor, e também os exemplos e os exercícios com resposta do livro.

“Como eu comentei, é uma característica do Unileste, à noite, né, os alunos, por trabalharem, eles têm pouco tempo pra estudar, né? O que eu fiz, na verdade foi, véspera das provas, fiz os exercícios das listas que ele pediu, né, e na véspera das provas, na semana das provas, eu estudei. (...) Eu estudei lendo livro, né, eu li o livro básico do Nilson (...), né, até comprei. (...) Foi o que o professor sugeriu, (...), estudei pelo livro a parte teórica, os exercícios, os exemplos do livro, e os exercícios com resposta que o livro tem. (...) Eu acho que em grupo você perde muito tempo. Prefiro estudar sozinho.” (G5R. Entrevista em 04 dez. 2008)

Os alunos do grupo G6T *estudaram em grupo* (grupo fixo desde o primeiro semestre do curso), nos finais de semana. Usaram *livros da biblioteca e compraram o livro texto*

sugerido pelo professor. Estudavam com certa regularidade e não apenas nas vésperas das provas (quase todos os finais de semana, e nas folgas da faculdade, na biblioteca). Estudavam *resolvendo exercícios* (consultando os exercícios resolvidos do livro, olhando ou refazendo, e consultando também os exercícios passados pelo professor, tanto no caderno como modelo, quanto as listas). As dúvidas eram solucionadas com os colegas do grupo de estudo, ou com o professor, quando o grupo não conseguia solucioná-las.

“É, aprender, a gente tem um grupo de estudo, que há bastante tempo, desde o primeiro semestre a gente procura estudar nos fins de semana, né, porque no meu grupo praticamente todos trabalham, então tem que tirar os fins de semana pra estudar. (...) Então, pra aprender essa matéria, a gente buscou consultar livro na biblioteca, é, compramos livros também de circuitos. (...) A gente sempre buscou estudar antes da prova. E eu procurei não deixar acumular, porque quem trabalha todo dia não pode deixar acumular, senão depois não consegue. (...) Às vezes, aqui mesmo, nas folgas, na biblioteca. A gente vai muito à biblioteca. (...) Pra poder aprender a matéria. (...) Acho que a gente buscou mais a resolução de exercício, né. A gente pega o livro, aí tem a matéria. Aí você começa a consultar os exercícios resolvidos do livro, (...) olhando. (...) Às vezes, pode ser que a gente refaça, né. E os exercícios que o professor passa. (...) Tanto no caderno, que ele passa em sala, e também as listas pra resolver. (...) É bom estudar em grupo por isso, porque às vezes, você tem uma dúvida que o outro não tem. Aí você acaba trocando idéias ali, ou quando não tem jeito, a gente procura o professor, né, na sala de aula.” (G6T. Entrevista em 05 dez. 2008)

Os grupos G1T e G2T estudaram tanto individualmente quanto em grupo. Os grupos G4T e G5R estudaram apenas individualmente, e os grupos G3T e G6T estudaram em grupo. Todos os grupos, exceto o G3T, declararam utilizar livros para estudar. Os grupos G1T, G2R, G4T e G5R tinham o costume de estudar a parte teórica, enquanto os grupos G3T e G6T estudavam apenas por meio da resolução de exercícios. Um ponto interessante a ser observado é que todos os grupos resolviam exercícios para estudar. Alguns grupos (G3T, G4T) se atinham aos exercícios propostos pelo professor, enquanto outros (G1T, G2R, G5R, G6T) resolviam outros exercícios, que não haviam sido solicitados, especialmente os exercícios resolvidos (modelos) dos livros. Para os alunos, de uma maneira geral, a ação de resolver exercícios é mais importante que a ação de estudar o conteúdo teórico.

### 5.3 A aula teórica

As aulas teóricas se construíam em torno de dois grandes eixos: 1) exposições teóricas, e 2) resolução de exercícios. Apesar da existência dessas duas abordagens distintas, uma

mesma aula sempre tinha as duas abordagens. Por isso, vamos falar em aulas *prioritariamente* expositivas e dialogadas, e aulas *prioritariamente* de resolução de exercícios. Nas aulas que eram prioritariamente expositivas e dialogadas, o professor fazia uma exposição teórica de um determinado tema, na maior parte de seu desenvolvimento, e se utilizava da resolução de exercícios como exemplos ou fixação do conteúdo apresentado. Nas aulas que eram prioritariamente de resolução de exercícios, o professor passava a aula inteira resolvendo exercícios no quadro com os alunos, mas durante a resolução fazia pausas para exposições teóricas referentes ao conteúdo do exercício.

As 15 aulas que observei foram organizadas da seguinte forma:

- Aula 1 (Introdução ao estudo de Circuitos Elétricos I. O contexto curricular e profissional da disciplina.): expositiva
- Aula 2 (Principais grandezas e variáveis características de circuitos elétricos.): expositiva
- Aula 3 (Elementos de circuitos elétricos): resolução de exercícios;
- Aula 4 (Análise de circuitos elétricos simples, genéricos e resistivos): resolução de exercícios;
- Aula 5 (Elementos de circuitos elétricos e análise de circuitos elétricos): resolução de exercícios;
- Aula 6: Primeira Prova;
- Aula 7 (Divisor de corrente e divisor de tensão): expositiva;
- Aula 8 (Entrega e correção da Primeira Prova): resolução de exercícios;
- Aula 9 (Ponte de Wheatstone. Teoria e aplicações.): expositiva;
- Aula 10 (Transformações Triângulo-Estrela e Estrela-Triângulo de circuitos elétricos. Teorema da Superposição): expositiva;
- Aula 11 (Teoremas da superposição, de Thévenin e de Norton ): resolução de exercícios;
- Aula 12 (Corrente alternada): expositiva;
- Aula 13 (Corrente alternada monofásica): expositiva;
- Aula 14: Segunda Prova;
- Aula 15 (Devolução e correção da Segunda Prova): resolução de exercícios.



Note que em cada aula há um tema diferente para estudo. Foram 7 aulas prioritariamente expositivas, 4 aulas prioritariamente de resolução de exercícios e 4 aulas destinadas à realização e devolução e correção das provas. Interessante registrar que nas duas abordagens da aula teórica o professor sempre buscava dialogar com os alunos, fazendo-lhes perguntas e incentivando-os à participação na aula. A seção seguinte mostra uma aula teórica típica observada da disciplina de Circuitos Elétricos I.

### 5.3.1 Uma aula teórica

O excerto a seguir é a transcrição de um trecho da aula 10, ocorrida no dia 27 de outubro de 2008. Foi uma aula prioritariamente expositiva e dialogada, sobre transformações Triângulo-Estrela e Estrela-Triângulo de circuitos elétricos e sobre o Teorema da Superposição. Escolhi essa aula para transcrever devido ao fato de ela apresentar as duas abordagens (exposição teórica e resolução de exercícios), e por se tratar da aula na qual o professor introduziu o conceito de Teorema da Superposição, que foi o conceito da disciplina escolhido para análise neste trabalho. A aula 10 representa a dinâmica de uma aula típica da disciplina de CE I, em seus diversos momentos, que pude perceber em meu período de observação.

O professor começou a aula falando da necessidade de se obter a resistência equivalente de um circuito, e da impossibilidade de obtê-la aplicando as equações aplicadas aos resistores em série e em paralelo. Nesse caso, deveria se utilizar as transformações estrela-triângulo. O professor explicou a matéria utilizando o retroprojetor, e quando surgia a necessidade de um desenho, ele o fazia no quadro. Ele exemplificava o conteúdo da aula com situações práticas vistas na visita técnica realizada com a turma (geradores, por exemplo), e também relacionadas às residências dos alunos (sistema monofásico, trifásico, etc.). Nesse momento de exemplificação os alunos prestavam mais atenção, e alguns anotavam. Alguns alunos chegaram atrasados. O professor falou sobre a importância das conexões estrela e triângulo. Algumas perguntas foram feitas e o professor as respondeu. Falou também sobre a possível necessidade de se transformar um circuito na configuração estrela para a configuração triângulo e vice-versa, e mostrou como fazer isso. Durante a explicação, o professor dialogava com os alunos, fazendo-lhes perguntas ao desenvolver os procedimentos. Os alunos participavam da aula, prestando atenção e respondendo as perguntas. O professor mostrou também como encontrar uma resistência que na conexão em triângulo equivalha à conexão em estrela do ponto de vista da lei de Ohm e da dissipação de potência. Os alunos estavam concentrados, prestando atenção. Em determinado momento, o professor perguntou se os alunos conseguiam perceber o que ele dizia. Um deles disse que não. O professor, então, suspendeu o uso do retroprojetor e explicou no quadro aquele detalhe do conteúdo. Ao terminar, o professor perguntou se havia alguma dúvida. Como não havia, ele voltou a usar o retroprojetor e prosseguiu com a explicação. Também durante sua exposição, várias vezes o professor teve que interromper sua ex-

posição para esclarecer dúvidas. Em alguns momentos de exemplos com cálculos, alguns alunos trocavam idéias entre si, discutindo o exemplo.

Esse conteúdo não parecia ser trivial para os alunos. Como estavam tendo mais dificuldade com esse conteúdo, os alunos pareciam prestar mais atenção na explicação do professor. A maioria dos alunos estava concentrada, prestando atenção. Alguns, no entanto, estavam conversando, e outros cochilando. Enquanto o professor escrevia no quadro ou ajeitava as transparências no retroprojeto, o nível de conversa aumentava.

Entre um tópico do conteúdo e o outro (enquanto o professor ajeitava o retroprojeto), a conversa aumentou e o professor pediu silêncio. Em seguida, ele começou a falar do teorema da superposição (ou sobreposição).

O professor colocou a transparência no retroprojeto, e disse: “Gente, existe um assunto muito importante na resolução de circuitos elétricos que se chama Teorema de Superposição. Em alguma literatura vocês vão encontrar Teorema de Sobreposição. O que é, basicamente? Se nós tivermos um circuito (e fez o desenho no quadro).  $E_1$  e  $E_2$  são as fontes, tá? (E as indicou no desenho no quadro). Fontes de tensão.” Um aluno perguntou se não tinha jeito de o professor passar uns dois exercícios para fixar a matéria vista anteriormente (circuitos estrela-triângulo), antes de explicar o princípio da superposição, a fim de que eles assimilassem melhor o conteúdo. O professor disse que o exercício seria dado na próxima aula. Então o aluno disse assim: “Na próxima aula você vai ter que explicar a matéria toda de novo.” O professor disse que a aula seguinte seria só de exercícios. E continuou a explicar o princípio da superposição.

Muitos alunos ainda estavam conversando. O professor falou que aquele circuito tinha duas fontes em paralelo, e que isto acontece nas usinas hidrelétricas. E falou sobre o que havia nas usinas hidrelétricas (barramento, carga, gerador 1, gerador 2, gerador 3, e etc.) e também sobre as cargas (consumidores). O nível de conversa diminuiu, embora ainda houvesse alguma conversa. O professor explicou o que o princípio da superposição estabelece com relação ao cálculo de correntes devidas a diferentes geradores, apontando para o circuito desenhado e escrevendo as equações no quadro. E disse: isso aqui é o princípio da superposição. Um aluno disse que não entendeu (o mesmo que pediu os exercícios, embora estivesse conversando com o colega durante a explicação). O professor repetiu a explicação para ele, dando um exemplo com apenas duas fontes paralelas, com a intenção de que ele entendesse. Falou sobre a obtenção de correntes parciais, em função de cada fonte, e da obtenção da corrente total com a soma das correntes parciais. O aluno sinalizou que entendeu.

O professor prosseguiu na explicação, questionando os alunos, que participaram, respondendo as perguntas. O professor propôs um circuito, desenhando-o no quadro, a fim de exemplificar o conceito de superposição, e perguntou o valor de uma corrente daquele circuito, e discutiu com os alunos este exemplo, reforçando o princípio explicado. O mesmo

aluno que pediu exercícios pediu para o professor não passar mais matéria. O professor perguntou se ele queria passar para o próximo período de qualquer jeito. O aluno riu. Alguns alunos levantaram-se e foram embora. A turma já estava inquieta e agitada. O professor liberou a lista de presença para eles assinarem. Enquanto alguns alunos estavam amontoados, assinando a lista de presença para irem embora, o professor colocou no retroprojetor um exercício para ser feito, e o leu. Quando a turma ficou praticamente vazia (nesse momento, havia pouco mais de 10 alunos na sala), o professor explicou o exercício, organizando o procedimento de resolução do mesmo no quadro. Os alunos que ficaram prestaram atenção, perguntaram, participaram da resolução do exercício, esclareceram dúvidas. E o professor aproveitou o exercício para explicar mais detalhes do conteúdo, que ainda não haviam sido explicados, e esclarecer as dúvidas dos alunos.

A seguir, o excerto da aula descrita, com os turnos de falas enumerados para análises posteriores:

[1] P: (...) Então, pra isso acontecer, pra que se cumpra a Lei de Ohm e a de dissipação de potência, é necessário que a resistência equivalente entre pares terminais da conexão triângulo seja igual à resistência equivalente entre pares da conexão estrela. Estão percebendo?

[2] A1: Não.

[3] P: Não estão percebendo? (O professor desligou o retroprojetor, levantou a tela de projeção e usou o quadro para explicar a dúvida do aluno). O que é que a Lei do Ohm estabelece? O que é que a Lei do Ohm estabelece?

(...)

[4] P: Tensão é igual a resistência vezes a corrente. Certo?

[5] A1: Certo.

[6] P: Agora, potência. O que é a potência numa resistência elétrica?

[7] A2: tensão vezes a corrente.

[8] P: Tensão vezes a corrente. Ou corrente ao quadrado vezes a resistência.  
Ou

[9] A2: E ao quadrado sobre R.

[10] P: Tensão ao quadrado sobre R. Ou seja, nós temos aqui um comportamento elétrico. (...) Agora, nós temos duas situações: uma situação triângulo de resistores e outra situação estrela de resistores. Certo? Aqui nós temos resistores da conexão em triângulo, que podem ser vários pares, como já mostramos aqui. Certo? Cada um desses valores é calculado através de algum desses modelos que nós desenvolvemos. Aqui nós temos resistores em

estrela, certo? (...) Nós estamos à busca de valores que estão conectados em triângulo para o seu equivalente na conexão em estrela.

[11] A1: É só igualar...

[12] P: Como é que é?

[13] A1: Não é só igualar os respectivos aí não?

[14] P: Igualar os respectivos é o que nós estamos fazendo do ponto de vista do comportamento. Estamos colocando os circuitos satisfazendo às mesmas equações do comportamento do ponto de vista da lei de Ohm e da dissipação de potência. Quer dizer, não é uma questão de conexão física. É uma questão de conexão física com a produção do mesmo resultado. (...) Então, para a mesma tensão aplicada, nós teremos a mesma corrente, não interessa a conexão estrela ou triângulo. Então, o procedimento do ponto de vista de buscar esse resultado é igualando as duas equações. Certo? Alguém tem alguma dúvida? (O professor abaixou a tela de projeção do retroprojetor e o ligou, para dar continuidade à sua explicação). Então, igualando o lado do triângulo e o lado estrela, nós estaremos operacionalizando uma passagem da conexão triângulo para estrela. (...)

[15] P: Gente, existe um assunto muito importante na resolução de circuitos elétricos que se chama Teorema de Superposição. Em alguma literatura vocês vão encontrar Teorema de Sobreposição. (...) O que é, basicamente? Se nós tivermos um circuito (desenhando no quadro). E1 e E2 são as fontes, tá? Fontes de tensão. (...) R1 e R2, resistores.

[16] A3: Professor,

[17] P: Oi

[18] A3: Passa, tem como você passar uns dois exercícios da matéria que você explicou agora, para a gente já assimilar, e depois você passa para outra matéria?

[19] P: Na próxima aula é o exercício. (...) Na próxima aula, ok? (E fez mais algumas anotações no quadro). Certo? Então, o que nós temos aqui? Nós temos duas fontes em paralelo, basicamente, tá? Considerando, por exemplo, esses resistores iguais, nós temos esses condutores em paralelo. Isso é o que acontece nas usinas hidrelétricas, né? Isso acontece nas usinas hidrelétricas. O que é que nós temos na usina hidrelétrica? Nós temos um barramento, tá? A partir desse barramento saem condutores pra fora. Cá fora é onde nós temos a carga. (...) Mas aqui na usina nós temos gerador 1, gerador 2, gerador 3, etc, etc, até o último gerador da usina. (...) Agora, cá fora, nós temos cargas. Mas as cargas também são diversas. Nós temos vários consumidores. Aqui na região, por exemplo, temos o Unileste, temos a Acesita,

temos a Usiminas, que são consumidores e possuem cargas elétricas. As cargas elétricas podem ser representadas através das suas impedâncias e das suas resistências. Então, o que acontece? Cada vez, cada vez que nós ligamos um desses consumidores, os geradores têm que fornecer a potência (...). Então, uma miniatura dessa representação real (...) seria através de um circuito elétrico (...). Então, o teorema da Superposição estabelece que fontes em paralelo que são responsáveis por suprir a mesma carga ou conjunto de cargas, nós podemos determinar o valor total da corrente consumida por essa carga calculando separadamente a corrente devida a uma fonte sem considerar a presença da outra (apontando para o desenho do circuito no quadro) e depois calculando a corrente devida à segunda fonte sem a participação da outra, e depois somando os resultados. Então, o que é que se faz? Primeiro se calcula  $I_L$  devido a  $E_1$ , com  $E_2$  fora.

[20] A4:  $E_2$  o que?

[21] P:  $E_2$  fora, desligado. Se calcula o  $I_L$  devido a  $E_2$ , a fonte 2, tá, com  $E_1$  também desligado. E depois, os dois valores,  $I_{LE1}$  e  $I_{LE2}$  totalizam o valor total  $I_L$ . Então, isso aqui é que é chamado superposição.

[22] A3: Professor, eu não entendi não.

[23] P: Como é que é?

[24] A3: Eu não entendi nada.

[25] P: Não entendeu? Primeiro tenta o conceito. O conceito. O conceito é o seguinte: duas fontes. Vamos falar para duas para facilitar o entendimento. Para duas fontes ligadas em paralelo num circuito, a corrente total, a corrente total do circuito pode ser obtida como a soma de duas correntes parciais. Em que a primeira corrente é calculada com a outra fonte desligada. A segunda corrente é calculada com a primeira fonte desligada. Temos duas correntes parciais. Essas correntes parciais são de cada uma das fontes, não são a total. A total é a soma das duas. Certo?

[26] A5: Até eu entendi agora!

[27] A3: Beleza.

[28] P: Mas agora, como é que se calcula cada uma dessas correntes?

(...)

[29] P: Dizer desligado simplesmente, como assim, desligado, com a outra desligada?

[30] A6: Você desliga uma fonte.

[31] P: Mas o que é desligar uma fonte com correntes e tensões?

[32] A6: Tirar.

- [33] A4: A corrente não pode passar?
- [34] P: A corrente
- [35] A4: Impede a corrente de passar.
- [36] P: Impede a corrente de passar e quando é que isso acontece quando temos uma fonte de tensão?
- [37] A4: Alguma coisa, sei lá.
- [38] P: Eliminamos ela, tá, eliminamos a fonte e calculamos. (...) Por exemplo, nesse caso aqui. Nesse caso aqui. (...) Por exemplo, para o circuito (e desenha o circuito no quadro) como é que fica o cálculo, como é que fica o  $I$  devido a  $E_1$ ? Vamos, aqui, oh (apontando para o circuito no quadro). O que aconteceu com a fonte?
- [39] A4: Sumiu.
- [40] P: Sumiu. Mas o resistor continua ali. (...) (Faz os cálculos). Isso se chama Teorema da Superposição. (...)
- [O professor propôs um exercício e passou à sua resolução.]
- [41] P: (...) Ah, a diferença das fontes exige um raciocínio, tá? A diferença das fontes exige um raciocínio. E igual a zero Volts, o que é que significa? E  $I$  igual a zero Amper, o que significa? (tempo para os alunos pensarem).
- [42] A6: Zero amper significa que está jampeado, né?
- [43] P: Zero amper está?
- [44] A6: Zerado.
- [45] P: Não, é o contrário.
- [46] A6: É o contrário?
- [47] P: É o contrário. Eu não sei se no caso anterior expliquei esse detalhe, né. É o seguinte. Nós agora temos uma fonte aqui,  $E$ . E temos aqui os terminais  $A$  e  $I$ . Quando é que a tensão aqui vai ser zero?
- [48] A4: corrente
- [49] P: Quando é que a tensão vai ser zero?
- [50] A4: (...) [inaudível]
- [51] P: Não. Curto-circuito. (...) Agora, o que é uma fonte de corrente? Uma fonte de corrente é isso aqui (mostrando o desenho no quadro), certo? O que significa desligar a fonte de corrente? (...) Significa que o circuito aqui está
- [52] A6: Aberto.
- [53] P: Aberto. (...) Então, desligar fonte de tensão significa curto-circuitar a fonte. Tá? Desligar fonte de corrente significa abrir o circuito. Tá? Então,

desligar pra calcular a corrente resultante tem que saber qual é o tipo de fonte. Quando a fonte é de corrente, abrimos. Quando a fonte é de tensão, curto-circuitamos. Ok? (...)

[54] A7: Não entendi esses dois aí não (a fonte de corrente e a fonte de tensão). (...)

[55] P: Aqui é fonte de tensão. Certo? Fonte de tensão.

[56] A7: Mas se você abrir, os dois vão desligar, não vão não? Qualquer um dos dois que você abrir vão desligar, não?

[57] P: Não. Tem que ver o que é que significa a fonte. (...) O que é uma fonte de tensão? É um dispositivo que fornece voltagem, diferença de potencial. Certo?

[58] A7: Certo.

[59] P: Quando esta fonte de tensão não está presente a sua tensão vai ser fornecida?

[60] A7: Não.

[61] P: Não. Vai ficar zero. Eletricamente, o que significa a tensão igual a zero? Significa curto-circuito. Não vai haver diferença de potencial. Fonte de corrente, o que é? É um dispositivo que provê corrente elétrica, ou seja, provê amperes, não fornece tensão. Quando, em alguma fonte de corrente, você vai interromper a circulação da corrente? Com o circuito aberto. Igual nós temos aqui. (...)

Nas seções a seguir descrevo e analiso a aula teórica elegendo os seguintes aspectos: a metodologia do professor, o ensino de conceitos e as relações humanas na classe. A aula 10 será usada como referência para análise, assim como os depoimentos dos alunos coletados durante as entrevistas. Buscando orientar a análise futura, ao final de cada sessão faço um levantamento dos distúrbios presentes nas aulas teóricas que percebi.

### 5.3.2 A metodologia do professor

O termo *metodologia* nesse primeiro momento expressa a forma pela qual o professor conduz a aula, de maneira geral. Posteriormente, a questão da metodologia será descrita e analisada em termos dos tempos da aula, recursos utilizados, material didático, conteúdo e avaliações e atividades propostas.

Conforme já mencionado no início dessa seção, o professor sempre combinava exposições teóricas com resolução de exercícios, em todas as aulas. Para os alunos, de modo geral, a metodologia utilizada pelo professor na condução das aulas foi satisfatória.

Os grupos G3T e G4T destacaram como pontos positivos na metodologia do professor os fatos de: 1) o professor se *esforçar* para transmitir o conteúdo, 2) o professor *explicar o conteúdo passo a passo*, detalhadamente e pausadamente, 3) o professor *explicar o conteúdo novamente* caso algum aluno não compreendesse, isto é, esclarecer as dúvidas, antes de prosseguir com a exposição do conteúdo:

“Igual eu comentei, ele era bastante didático. Então, acho que, a metodologia que ele usou foi, quem não aprendeu foi porque não prestou atenção ou não fez exercício, porque se prestasse atenção dava pra pegar a matéria praticamente toda. Ele era bastante didático. (...) Ele sempre estava explicando o passo a passo, desde quando estivesse começando.” (G3T. Entrevista em 02 dez. 2008)

“Olha, eu comentei até com alguns colegas meus, eu gostei demais do método de ensino dele. Porque? ele estava dando a matéria, aí a turma manifestava uma certa dúvida, ele voltava e dava atenção. (...) Né? Dava atenção e, até fixar, pra ele poder passar pra frente. (...) Um exemplo: ele estava explicando lá lei de Ohm, né, ele explicava tudo. Detalhe. (...) tudo pausado. ‘Ah, mas eu não entendi.’ Ele voltava e explicava. Entendeu? (...) Ele procurou ser bem simples e objetivo.” (G4T. Entrevista em 03 dez. 2008)

A *visita técnica* que o professor previu no plano de curso de sua disciplina também foi considerada pelos alunos um aspecto positivo da metodologia: ajudou na compreensão do conteúdo da disciplina e mais, a se orientarem sobre as áreas da Engenharia Elétrica e criarem expectativas em relação ao curso. Os grupos G2R, G4T e G5R concordam neste aspecto, e o depoimento do G4T elucida a opinião destes grupos a respeito da visita técnica:

“É sempre interessante a visita técnica. (...) Ajudou bastante pra gente entender um pouco o conteúdo da matéria. Quanto mais visita técnica tiver é melhor pra nós. (...) Pra quem não trabalha na área, ele vai, já começa a nortear; ‘ah, eu vou seguir pra essa área, ou vou para aquela outra área’, aí já cria uma certa expectativa.” (G4T. Entrevista em 03 dez. 2008)

Um outro aspecto positivo comentado por alguns grupos foi a *linguagem* utilizada pelo professor. De acordo com os grupos G4T, G5R e G6T, a linguagem do professor era de *fácil compreensão*, por ser *simples e objetiva*. Veja os depoimentos desses grupos:

“Ele procurou ser bem simples e objetivo. Eu percebi isso.” (G4T. Entrevista em 03 dez. 2008)



“Linguagem, eu acho que, sem problema, né. Não teve, parte de entendimento, sem problema.” (G5R. Entrevista em 04 dez. 2008)

“Era possível entender o que ele falava.” (G6T. Entrevista em 05 dez. 2008)

Por outro lado, a respeito da *linguagem*, alguns aspectos negativos também foram evidenciados pelos alunos. Alguns alunos do G1T tiveram dificuldade com a *dicção* do professor (o professor não é brasileiro). O grupo mencionou ainda ter *dificuldade de compreender sua explicação quando se trata de um assunto ainda não estudado*:

“O cara que tem dificuldade não consegue encontrar o que ele está falando, porque ele fala muita coisa que nem estudou ainda, muita gente não estudou, e ele joga lá na frente as questões. (...) Uma outra dificuldade que o pessoal teve aí foi por causa da fala dele. Tem vez que ele fala muito enrolado, ou então ele fala de uma forma diferente. (...) Dicção. Por ele não ser do Brasil.” (G1T. Entrevista em 01 dez. 2008)

O grupo G5R, apesar de ter declarado que a linguagem do professor, em geral, era possível de ser entendida, fez uma ressalva no que se refere aos *termos técnicos* da disciplina. Segundo este aluno, é comum, não apenas em Circuitos I, mas também em outras disciplinas do CEE, o professor trabalhar naturalmente com os termos técnicos, como se partindo do pressuposto de que os alunos já têm algum conhecimento prévio sobre os mesmos. O que não é verdade. Existe uma *dificuldade de compreensão dos termos técnicos*:

“O que eu já comentei que é padrão, não só em Circuitos, como nos outros, é achar que o aluno da Engenharia Elétrica, ele tem formação técnica em Elétrica. Né, isso pra mim está em todos, ou praticamente quase todas as disciplinas. (...) Aí dá aula achando que todo mundo entende de todos aqueles vocabulários (...) que ele está falando, né. (...) Termos técnicos, isso que eu queria dizer. (...) Que são os conceitos, e aí eu acho que às vezes falha. Tem que dar uma melhorada. É nesse aspecto.” (G5R. Entrevista em 04 dez. 2008)

O grupo G2R mencionou que o professor *poderia ter usado mais analogias* para facilitar que os alunos visualizassem o conteúdo e o compreendessem melhor:

“Eu acho que ele podia ter usado mais analogias, entendeu? Tipo assim, pra pessoas que nunca tiveram acesso àquele conteúdo têm muito mais dificuldade. (...) Eu acho assim, pra quem já sabia o conteúdo não, não ia ser interessante,

porque ia estar sendo redundante. Mas pra quem nunca viu o conteúdo, ia ser muito mais fácil pra você entender. Igual, eu conheço gente lá na sala, por exemplo, que virou pra mim, tem o que, foi no dia da última prova, e perguntou pra mim o que era corrente, você entendeu? Assim, sabia calcular, sabia fazer tudo, mas assim, a pessoa não teve, assim, uma explicação do que era, do que fazia a corrente, porque que tinha corrente, entendeu? Igual, aí, o cara, na hora da prova lá, na hora da prova não é hora de perguntar isso. (...) É, porque a gente quer muito, apesar que não tem como ver, mas a gente quer ver, né. (...) Então, talvez a gente esperasse isso dentro da faculdade. Assim, ele mostrar mesmo, tentar mostrar o que não pode ver, tentar pegar o que não pode pegar, essas coisas assim.” (G2. Entrevista em 02 dez. 2008)

O grupo G5R ainda avaliou que gostaria que o professor não esperasse tanto os questionamentos dos alunos, mas que os incentivasse a questionar, visto que poucos são os alunos que questionam, e, normalmente, são sempre os mesmos:

“Eu acho que o que acontece é que às vezes, né, o professor, ele tem que esperar o aluno, é, ter as dúvidas, questionar. E pouca gente questiona. Você vê que sempre os mesmos questionam.” (G5R. Entrevista em 04 dez. 2008)

O último aspecto negativo observado sobre a metodologia em um aspecto geral foi que o professor *correu* com alguns conteúdos. Este aspecto foi observado em primeira mão pelos grupos G1T, G4T e G5R. O depoimento do grupo G1T representa a opinião destes alunos neste aspecto:

“O problema foi a correria em algumas matérias. Tirando essa parte aí, até que ele estava explicando bem. (...) Teve conteúdo que ele foi devagar. Quem nunca tinha visto aprendeu. Agora, teve matéria que ele correu muito. Aí não aprendeu.” (G1T. Entrevista em 01 dez. 2008)

Note que os pontos positivos da metodologia são reconhecidos por vários grupos, enquanto os pontos negativos são considerações pontuais. Exceto o item “*o professor correu com alguns conteúdos*”, não há menção de um aspecto negativo por mais de um grupo. A próxima seção aborda exatamente essa última questão: os tempos da aula.

### 5.3.2.1 Os tempos da aula

Por tempos da aula entendo como se distinguem e organizam os diversos momentos da aula: exposição teórica, resolução de exercícios, correção de exercícios, esclarecimento de dúvidas, discussão do conteúdo com o professor, discussão do conteúdo com os colegas.

Conforme mencionado no início deste capítulo, a aula se dividia em dois grandes tempos: 1) exposição teórica e 2) resolução de exercícios. Embora algumas aulas fossem prioritariamente focadas em exercícios, e outras em exposições teóricas orais, discussões teóricas e exercícios eram articulados de modo a não ser possível separar por completo o estudo da teoria da resolução de exercícios. Ao final de cada exposição teórica o professor passava pelo menos um exercício a fim de exemplificar a teoria abordada. Por outro lado, ao resolver o exercício, o professor não fazia apenas os cálculos e apresentava a resposta final, mas aproveitava para fixar ou esclarecer/explicar aspectos teóricos relacionados ao exercício, ou seja, havia situações em que o exercício era utilizado para explicar uma parte do conteúdo. O exercício era resolvido detalhadamente, passo a passo, com cada parte do método utilizado esclarecida à luz da teoria. E isso às vezes demandava quase todo o tempo da aula. O tempo gasto na resolução de um mesmo exercício era, algumas vezes, extenso. Às vezes o professor levava cerca de 100 minutos (2 aulas) para resolver, juntamente com os alunos, um único exercício. Os detalhes mais marcantes sobre a questão *tempo* são mostrados a seguir, na percepção dos alunos.

Houve unanimidade entre os grupos ao perceberem ou acharem que os tempos da aula, de alguma forma, *ficaram mal distribuídos*. Todos os seis grupos mencionaram que *faltou tempo para resolver mais exercícios em sala de aula*. Na visão dos alunos, inclusive aqueles que têm o hábito de estudar a teoria, o professor deveria gastar mais tempo resolvendo exercícios do que explicando a teoria. A fala do G5R representa bem essa observação geral:

“É, eu acho que o tempo não foi bem distribuído não. (...) Aquelas matérias mais do início do conteúdo, ela foi bem atendida em termos de tempo. Agora, no final do conteúdo, né, essa parte de trifásicos, por exemplo, de, né, circuitos estrela, circuito triângulo, né, foi até da última prova, eu acho que ela ficou um pouco prejudicada, né. (...) Então, eu acho que tinha que reduzir o tempo de exposições teóricas, de escrever no quadro, e aumentar o tempo com exercícios em sala.” (G5R. Entrevista em 04 dez. 2008)

Na percepção dos alunos, alguns assuntos ou exercícios foram trabalhados durante muito tempo, enquanto outros foram trabalhados com pouco tempo, na *correria*, conforme ressaltado na seção anterior pelos grupos G1T, G4T e G5R, quando avaliaram a metodologia do professor, de maneira geral.

O fato de o professor fazer *exposições teóricas em meio à resolução de exercícios* e detalhar a sua resolução foi percebido pelos alunos, como mostra o depoimento do grupo G2R:

“A minha opinião é que esses tempos não foram bem distribuídos. (...) Tipo assim, às vezes, igual, não sei se isso está dentro do plano de aula do professor

ter esses 'ah, tantos minutos vai ser pra mim explicar, tantos minutos pra corrigir exercício'. *Mas uma coisa acabava engolindo a outra, entendeu?*" (G2. Entrevista em 02 dez. 2008)

Apesar de acreditarem que o professor está buscando ensinar da melhor maneira possível, os alunos do G6T consideram *alguns detalhes como desnecessários e perda de tempo*. Para eles, seria interessante detalhar menos um exercício, a fim de que houvesse tempo para a resolução de mais exercícios, visualizando mais situações diferentes e eliminando mais dúvidas:

"... de uma maneira geral, com relação a tempo, porque o professor sempre chegava na sala, e resolvia um exercício, por exemplo, de uma lista determinada, de uma matéria determinada, e a gente gastava, praticamente uma aula em um exercício, né, explicando ele. (...) Mas eu acho que deveria ser melhor aproveitado o tempo dentro de sala de aula, é, porque senão você perde muito tempo, às vezes, num determinado exercício, e os outros exercícios, que são vários, você fica com dúvida naquilo depois. (...) Então, aí você vai pra casa e você tem que aprender sozinho, com o livro, e tal. É isso que eu achei ruim. (...) Eu acho que é a maneira do professor explicar. É o jeito dele, ele acha que o aluno vai aprender mais assim. (...) Explicando mais detalhadamente um exercício. (...) É, poderia ter adiantado pra poder pegar um pouco mais do outro exercício, um pouco mais complexo. Porque aí, na próxima aula, por exemplo, aquela lista, já não se fala mais nela. Já surge uma lista de uma outra matéria, um outro conteúdo. E aí, as dúvidas ficaram pra trás, entendeu?" (G6T. Entrevista em 05 dez. 2008)

Os alunos do G1T ficaram tão insatisfeitos com esse detalhamento e imersão na resolução de um único exercício, que consideram esse momento como sendo o momento mais chato<sup>1</sup> da aula:

"No momento em que ele dá um exercício fácil e começa a bordar ele demais. Em vez dele começar, e pegar aquele negócio lá e mostrar o resultado final fazendo passo a passo, ele fica, ele fica ensinando uma coisa com forma tão diferente, mas muito difícil. (...) E fica toda a vida naquela coisa." (G1T. Entrevista em 01 dez. 2008)

Essa situação pode ser destacada na aula 10, 5.3.1, nos turnos 41 a 61, em que o professor havia acabado de explicar o teorema da superposição e estava resolvendo um

<sup>1</sup>Durante a entrevista, perguntei quais eram os momentos mais chatos da aula.

exercício. Durante a resolução do exercício ele faz uma exposição teórica sobre curto-circuito e circuito aberto no contexto da utilização do teorema da superposição. O turno 47 mostra claramente que o professor interrompeu a resolução do exercício para explicar um aspecto teórico, quando ele diz: “Eu não sei se no caso anterior expliquei esse detalhe, né. É o seguinte.” e começa a explicação.

Uma outra característica marcante da aula de CE I é o fato de o professor sempre *responder perguntas* e buscar *esclarecer todas as dúvidas* dos alunos. Todos os grupos entrevistados percebem com clareza essa postura do professor de querer e se esforçar para esclarecer todas as dúvidas, e o admiram por isso. O depoimento do grupo G6T exemplifica o reconhecimento dos alunos dessa postura do professor:

“Qualquer coisa que a gente quisesse perguntar pra ele explicar, ele procurava explicar.” (G6T. Entrevista em 05 dez. 2008)

Por várias vezes, o professor interrompeu o roteiro normal da aula não só para responder perguntas, mas também para esclarecer a dúvida de algum aluno que dizia não ter entendido o conteúdo exposto. Essa situação pode ser percebida na aula 10, 5.3.1, nos turnos 1 a 14, e novamente, nos turnos 22 a 28. Nos turnos 1 a 14, o professor interrompe a sua exposição teórica para reexplicar a questão da dissipação de potência nas conexões estrela e triângulo para um aluno que não estava entendendo. Note que, no turno 3, o professor desliga o retroprojetor, levanta a tela de projeção, e usa o quadro-negro para esclarecer a dúvida do aluno. Somente depois de esclarecer a dúvida do aluno é que o professor liga novamente o retroprojetor (turno 14) e prossegue com a sua exposição teórica. Nos turnos 22 a 28, o professor interrompe novamente a aula para reexplicar a questão das correntes no contexto da utilização do teorema da superposição, para um aluno que havia dito não ter entendido nada. Somente depois de o aluno ter dito que havia entendido (turno 27), é que o professor prosseguiu com a aula (turno 28).

Apesar de os alunos reconhecerem o esforço do professor para discutir e até eliminar todas as dúvidas dos alunos, consideram que o fato de ele responder perguntas pode ser negativo e atrapalhar o andamento da aula, visto que acabavam *desviando o foco da aula*. Os grupos G2R, G5R e G6T apontam pontos negativos relativos a essa questão de o professor responder as perguntas.

Segundo o G2R, essa postura do professor nem sempre era favorável à aprendizagem da turma em geral, visto que algumas perguntas acabavam prejudicando o andamento da aula, ou por demandar muito tempo, ou por desviar o foco da aula<sup>2</sup>. Havia situações em que a mesma dúvida era respondida mais de uma vez, talvez por causa da conversa da turma. Isso demandava muito tempo. Da mesma forma, o fato de o professor parar a aula e/ou o exercício para esclarecer alguma dúvida, explicando detalhadamente o conteúdo,

<sup>2</sup>O que interferia nos tempos da aula, e provavelmente não permitia a resolução de mais exercícios.

também prejudicava o andamento da aula pois demandava muito tempo. O G2R observou que alguns alunos aproveitavam a aula para tirar dúvidas relacionadas ao seu trabalho profissional. Segundo este grupo, isso também prejudicava o andamento da aula, visto que desviava seu foco. O aluno que fez a pergunta se beneficiava, enquanto a maioria da turma ficava descontextualizada, e não aproveitava aquele momento da aula:

“Por exemplo, lá na sala lá, o pessoal conversava bastante, é, a sala é bem agitada mesmo. Então acabava que, assim, às vezes, a dúvida que o professor já tinha até passado por ela, assim, uma pessoa que perguntava de novo, o professor voltava tudo de novo, desde o Moisés de novo, pra explicar para o cara, entendeu? Então, às vezes, eu acho que atrapalhou um pouco isso o planejamento do tempo aí, foi isso aí. (...) igual, o tempo pra resolver exercício ficou muito prejudicado, eu acho, porque ele começava a resolver exercício, aí a pessoa perguntava pra ele 'ah, mas como é que faz isso aqui assim, assim, assado, não sei'. Aí ele virava, aí ele voltava a matéria, explicava o conteúdo daquilo ali, a teoria, como é que ele faz pra chegar naquele resultado, pra depois voltar para o exercício. (...) E a questão também de que a matéria já é muito ligada às coisas que as pessoas estão trabalhando, né, muitos trabalham, então eles colocavam dúvidas até mesmo de serviço. Entendeu? 'Ah, professor, como é que isso, isso e isso?', mas aí é em relação até ao que vê isso no serviço. Então, ele tirava aquele tempo pra explicar para a pessoa, né. E prejudicava o conteúdo, o andamento. Talvez aquilo tem alguma relação, mas assim, a pessoa que perguntou é que ficava mais, né, ciente do que ele estava falando, e a gente que não sabe com o que ele mexe, e tal, ficava meio... (...) Ele aproveitou, mas quem está aqui pra aprender a matéria, não aproveitou nada. (...) É, mas assim, eu acho assim, não é que desviava o foco assim em questão do professor desviar o foco. Ele dava importância àquilo ali, por quê? Pra gente aprender. Eu penso assim, que ele pensa que ninguém pode sair da aula dele com dúvida na matéria dele, então a importância dele foi o conteúdo. Então, já que ele deu importância a isso, ele acabou se prejudicando em outras partes.” (G2R. Entrevista em 02 dez. 2008)

O G5R avaliou que o problema era quando o professor respondia a dúvida de um aluno individualmente. O fato de o professor responder a pergunta de um aluno específico dando atenção em particular a ele, o deixava desmotivado. O aluno deste grupo parece que gostaria de participar desse momento de esclarecimento de dúvida dos outros colegas:

“O que me deixa mais desmotivado é quando o professor, ele começa a explicar para um aluno só, lá isolado. Aí você perde... (...) É, aquele que fez a pergunta. Porque ele vai lá no aluno e, conversa com ele em particular. Aí isso aí eu acho que não deve ter.” (G5R. Entrevista em 04 dez. 2008)

O G6T concorda com o G2R no fato de que algumas perguntas acabavam desviando o foco da aula, e isso prejudicava o seu andamento. O desvio do foco da aula desagradava tanto a este grupo, que ele chegou a mencionar que essa seria a parte mais chata da aula.

“Ah, eu acho que a parte mais chata seria a hora que o professor, por exemplo, estava dando uma matéria e aí desviava um pouco, ou então, é, desviava um pouco do assunto daquela matéria porque o aluno perguntou, sobre um conteúdo que não tinha aprendido ainda, e o professor começa a resolver no quadro.(...) às vezes é uma coisa que você já tinha visto, numa aula passada, por exemplo, e aí ele vai tentar detalhar o conteúdo com o aluno, por causa de uma pergunta. (...) Aí, se (...) o aluno às vezes fica parando demais a aula, (...) o professor quer, tipo assim, tentar solucionar a dúvida da pessoa (...). Então isso demanda tempo, aí, quer dizer, acaba que a aula fica interessante pra um aluno, ou dois, e fica desinteressante pra trinta, quarenta. (...) Automaticamente, você dispersa um pouco. (...) É que, você está acompanhando um raciocínio, né, ele está explicando lá e tal e você está lá acompanhando. Aí daqui a pouco alguém faz uma pergunta, ou o professor mesmo desvia um pouco daquilo ali, aí você , dá aquela quebrada, aí você vai e pára. Guarda o lápis, abaixa a cabeça (risos). Acontece. (...) Acaba que isso gera conversa. (...) Complicado. (...). Dependendo às vezes da situação, se é início de ano, início de semestre, final de semestre, você está mais preocupado com aquilo, realmente quer aprender, aquilo trava você todo. Às vezes junta que você está meio cansado também, aí desvia o foco, aí você não faz questão nenhuma de ficar vendo o que ele está falando, lá.” (G6T. Entrevista em 05 dez. 2008)

A preocupação do professor em esclarecer as dúvidas dos alunos era grande e notável. Os próprios alunos reconhecem o seu esforço em ensinar o conteúdo e o admiram por isto. O curioso (e aparentemente contraditório) é que, apesar disso, nem sempre os alunos ficavam satisfeitos com sua postura ao responder os questionamentos postos em sala de aula. É importante destacar que o simples fato de o professor responder à dúvida de um aluno pode causar insatisfações em outros alunos, fazendo com que estes fiquem desinteressados pela aula, com falta de concentração e falta de motivação.

Finalizando esta seção sobre os tempos da aula: alguns grupos, como o G3T, o G4T e o G6T chegaram a sugerir um aumento da carga horária, a fim de se ter mais tempo para o estudo da disciplina. E o G5R mencionou que se perde tempo quando se escreve a parte teórica da disciplina no quadro, para os alunos copiarem. Segundo este grupo, o ganho de tempo está associado também a um melhor aproveitamento dos recursos, conforme mostra a seção a seguir.

### 5.3.2.2 Os recursos utilizados

Os *recursos utilizados* pelo professor em sala de aula foram o retroprojektor ou o quadro-negro, ou os dois juntos, conforme pode ser observado na aula 10, 5.3.1. Os materiais utilizados (transparências e as listas de exercícios), eram disponibilizados no AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem). Na maioria das vezes, o professor usava o retroprojektor como referência, mas recorria ao quadro para fazer anotações complementares ou desenhos e gráficos, para esclarecer a explicação do conteúdo ou resolver exercícios. Em outras aulas, ele anotava toda a matéria no quadro e não usava o retroprojektor.

Os grupos G2R, G3T, G4T e G6T ficaram *satisfeitos* com a utilização dos recursos da maneira proposta por este professor. O depoimento do G2R representa a opinião destes grupos sobre os recursos:

“Eu prefiro um professor que dá a aula dele toda no quadro, do que um professor que vem com retroprojektor e data show.(...) Com o quadro dá mais tempo para o aluno também ficar atento à matéria e ter tempo de perguntar. (...) O uso do retroprojektor foi adequado. (...) eu gostei da didática dele com o retroprojektor, porque ele deixava o retroprojektor e ele ia para o quadro, entendeu? Ele usava o retroprojektor, assim, de auxiliar. Ele foi esperto, que ele não precisava desenhar o circuito toda hora, entendeu? (...) É, e assim, o retroprojektor ele usava mais, é, com a matéria que ele já tinha colocado disponível pra gente no AVA. Entendeu? Então, essa matéria, teoricamente, nós já tínhamos ela em mãos, tínhamos lido, então ele usava o retroprojektor pra fazer uma leitura conosco também. (...) Os recursos utilizados foram satisfatórios.” (G2R. Entrevista em 02 dez. 2008)

Em geral, não havia problemas com os recursos na aula teórica. Um pequeno problema que ocorreu é que às vezes o retroprojektor que estava na sala não funcionava, e tinha que ser substituído por outro, como menciona o grupo G3T:

“Ah, tirando o retroprojektor (risos), que ele pegou uns 3 retroprojetores e nenhum funcionava, o resto foi legal.” (G3T. Entrevista em 02 dez. 2008)

Por outro lado, os grupos G1T e G5R não ficaram totalmente satisfeitos com a utilização dos recursos. Para estes alunos, o *data show* deveria ser utilizado para aumentar a compreensão do conteúdo e para ganhar tempo durante a aula, sem, contudo, dispensar o uso do quadro negro e do giz:

“Eu acho o seguinte, o professor de hoje, século XXI, do ano 2008, *deveria usar data show e com animação em flash.* (...)Pra circuitos elétricos isso seria



o ideal. Passar no data show pra poder ensinar os alunos. É muito mais dinâmico para o aluno aprender. (...) Não dispensando o quadro e o giz, né, porque é importante. Mas se ele mostrar, se a pessoa puder ver o que está acontecendo, é muito mais fácil, do que ele mostrar calculando e desenhando no quadro.” (G1T. Entrevista em 01 dez. 2008)

“É, eu acho que tinha que usar mais, é, eu acho que tinha que usar o quadro pra fazer os exercícios. Não escrever no quadro, é, a parte teórica. Eu acho que tinha que, nesse caso, *usar transparência, data show*, e então faltou isso aí. Usar mais o quadro pra resolver os exercícios.” (G5R. Entrevista em 04 dez. 2008)

### 5.3.2.3 O material didático

O professor indicou um livro como referência básica, e usava também notas de aula, que eram as transparências usadas no retroprojetor (as quais eram disponibilizadas no AVA, juntamente com os roteiros das práticas de laboratório), ou as anotações no quadro.

Nem todos os grupos utilizaram todo o material didático sugerido e disponibilizado, como foi o caso do G1T e do G3T<sup>3</sup>, mas *todos se mostraram satisfeitos* com a parte utilizada e conhecida do material. Um destaque foi dado às notas de aula disponibilizadas no AVA. Na visão dos alunos, o material didático sugerido e disponibilizado foi satisfatório e contribuiu para o estudo da disciplina. O depoimento do grupo G5R representa a visão dos alunos no quesito material didático:

“O material foi bom. O livro, aquele livro texto que ele disponibilizou, tem outros livros que ele colocou, disponibilizou as transparências no AVA. (...) ...as transparências estavam lá, né, os laboratórios, a não ser a última prática, que não estava no AVA. Mas foram três práticas. As duas primeiras práticas estavam no AVA, disponibilizadas, a última não estava, mas as transparências estavam, o livro texto foi bom. Fácil de entender o livro texto, é um livro tranqüilo, eu acho que é um livro bom mesmo.” (G5R. Entrevista em 04 dez. 2008)

### 5.3.2.4 Conteúdo

O conteúdo da disciplina de Circuitos Elétricos I foi descrito na ementa, apresentada na seção 4.2.1.2 deste texto.

---

<sup>3</sup>O grupo G1T estudava em livros próprios, diferentes do livro texto sugerido pelo professor. E o grupo G3T praticamente não recorria a nenhum material teórico. Estes alunos estudavam apenas pelas listas de exercícios propostas.

A maioria dos grupos (G1T, G2R, G3T, G4T e G6T) concorda que a sequência com que os conteúdos foram trabalhados foi satisfatória - a dificuldade foi aumentando gradativamente. O conteúdo foi dividido em duas grandes partes (cada uma cobrada em uma prova), e os alunos acharam a segunda parte do conteúdo mais difícil do que a primeira. O depoimento do G3T representa a satisfação dos alunos em relação à sequência dos conteúdos estudados:

“...com certeza, o conteúdo foi bom. (...) A sequência foi boa, porque não tinha como você pegar e aprender uma lei de Kirchoff se não souber o que é uma base, o que é resistência, paralelo, série, como é que calcula a equivalente. (...) Primeiro começou lá do básico, não é, resistência, e tal, conceito, como é que calculava a resistência equivalente, a lei de Ohm...” (G3T. Entrevista em 02 dez. 2008)

Um ponto negativo ressaltado pelo grupo G5R é que o conteúdo parece ser ministrado partindo-se do pressuposto de que os alunos já têm um *conhecimento prévio da disciplina* - aqueles que fizeram curso técnico, por exemplo, ou que já trabalham na área. Ou seja, alunos que não fizeram o curso técnico teriam mais dificuldade com o conteúdo. Alguns alunos sentiram falta de alguns pré-requisitos, e sentiram-se *perdidos* com alguns *termos técnicos* utilizados de maneira natural pelo professor. Essa visão, que já foi mencionada no início da seção 5.3.2 quando a questão da *linguagem* foi abordada, é compartilhada pelos grupos G1T, G2R, G4T, G5R e G6T, e expressa pelo depoimento do grupo G5R:

“É, eu acho que faltou, que falta um pouco, aí já saindo um pouco de Circuitos I e indo para outras matérias. É que eles consideram que o aluno já é, já sabe alguma coisa de Elétrica, por exemplo. E esquece que às vezes tem muito aluno que é cru, que não sabe nada, não sabe nem o que é um resistor, não sabe o que é nada. Que é o meu caso. Então, eu acho que, esse início: lei de Ohm, lei de Kirchoff, e tal, tem que ser mais detalhado um pouco, né.” (G5R. Entrevista em 04 dez. 2008)

Mais uma vez, a questão da *correria* foi mencionada. Os alunos lembraram que alguns conteúdos foram trabalhados com bastante calma, e outros, principalmente o último - corrente alternada, na correria. O grupo G2R ressaltou que o conteúdo a que foi dedicado menos tempo em sala de aula foi o de corrente alternada:

“Eu acho que, se eu passar na matéria dele, eu fico muito prejudicada na questão de corrente alternada. Eu achei que foi muito corrido, é muito difícil, difícil e corrido demais. Então, não houve tempo suficiente pra ele poder fazer mais exercícios com a turma, né. (...) Enquanto as outras matérias, igual

nós já falamos, ele dedicou muito tempo pra elas, né, então todo mundo teve muito tempo pra poder aprender. E agora, a corrente alternada, não.” (G2. Entrevista em 02 dez. 2008)

O grupo G6T, porém, afirma que houve correria em todos os conteúdos, visto que em cada aula era trabalhado um conteúdo diferente:

“Eu acho que houve correria em todos os conteúdos. (...) Às vezes você vê uma matéria aqui, nessa aula, aí na outra, você não tem o tempo para resolver um exercício, pra poder tirar dúvida, aí entrava uma outra matéria, e às vezes, por exemplo, resolvia um exercício, e aí, embora você pegasse o material e tudo, mas aí você tinha que tentar aprender (...) em casa, e nas horas de folga. Então, eu acho que foi corrido sim.” (G6T. Entrevista em 05 dez. 2008)

Um outro aspecto discutido pelos alunos foi que as *práticas de laboratório contribuíram para a “visualização” do conteúdo teórico*. Os grupos G2R e G6T compartilham essa opinião, e o depoimento do G2R a expressa:

“É, basicamente sim, o conteúdo teórico pôde ser visualizado nas práticas de laboratório, né, porque ele só aplicou, na prática ele aplicou todas as metodologias. Aplicou a lei de Ohm, na primeira prática. A segunda prática foi Thévenin, né. (...) As práticas de laboratório, entendeu? Então, foram todas aplicadas. Só alternada que a gente não chegou a ver, em si, o conteúdo, entendeu? A aplicação dela.” (G2. Entrevista em 02 dez. 2008)

Os grupos G4T e G5R, porém, expressam que as práticas de laboratório *não foram suficientes para a visualização do conteúdo teórico*. Seria necessário que os conceitos fossem mais trabalhados, a fim de serem mais esclarecidos. Para o G4T, o laboratório deveria ser melhor utilizado:

“Aplicou a matéria, vai para o laboratório. (...) Eu acho que, tipo assim, eu acho que deveria ser mais cobrado. (...) ...eu acho que ficou um pouco vago. Acho que o aluno poderia ser, tipo assim, ter mais, o laboratório também deixou um pouco a desejar. (...) Entendeu? Pra gente visualizar isso, e com mais clareza.” (G4T. Entrevista em 03 dez. 2008)

Para o G5R, o professor deveria mostrar mais os elementos elétricos básicos, seja no laboratório, seja na sala de aula, em exemplares reais ou mesmo em fotos/imagens:

“Laboratório também tem que ser ir lá e o professor fazer para o aluno a primeira vez, porque, é, tem que levar em consideração que o aluno não sabe nada. ‘Ah, você fez Elétrica? O passado não importa. (...) Então, eu acho que isso falta. Falta, é, dar mais ênfase ao início (...) Eu acho que falta (...) na prática, o que é um resistor? O que é um capacitor? O que é um indutor? É, real, né. Mostrar, trazer pra aula. Não vai trazer grande, mas trazer, ter lá um armário com tipos de resistores, né, tipos de capacitores, tipos de indutores. Ou passar um filme, ou fotos, transparências, né, pra ilustrar melhor isso aí. Eu acho que falta isso.” (G5R. Entrevista em 04 dez. 2008)

Sobre o conteúdo, três questões principais foram levantadas pelos alunos:

1. Existe uma dificuldade de os alunos compreenderem os *termos técnicos* da disciplina, e o sentimento de que tais termos são trabalhados pelo professor de uma forma natural, como se os alunos já os conhecessem. Todos os grupos, exceto o G3T, mencionaram, em algum momento, que os termos técnicos precisam ser melhor trabalhados.
2. Existe, entre os alunos, uma sensação de que alguns conteúdos são trabalhados com *correria*<sup>4</sup>. Mais uma vez o G3T não se pronunciou a esse respeito. Todos os demais grupos mencionaram que o professor trabalhou alguns conteúdos da disciplina em um tempo curto.
3. As práticas de laboratório nem sempre foram suficientes para esclarecer a teoria estudada em sala, conforme mencionado pelos grupos G4T e G5R.

#### 5.3.2.5 As avaliações e atividades propostas

Neste aspecto, são consideradas as provas e as listas de exercícios.

##### *As provas*

O professor aplicou duas provas individuais e sem consulta, valendo 35 pontos cada uma, listas de exercícios totalizando 10 pontos e mais os trabalhos de laboratório, que serão abordados no próximo capítulo, valendo 20 pontos.

Com relação ao *conteúdo das provas* e ao *nível de cobrança* nas mesmas, houve unanimidade entre os grupos ao reconhecerem que *as provas foram coerentes com as aulas*. Ou seja: tudo o que foi solicitado em prova foi ensinado em sala. Alguns grupos, como o G3T e o G6T ainda mencionaram que as provas estavam fáceis. Para o G3T, as provas

---

<sup>4</sup>Este é um termo que os próprios alunos utilizam para dizer que o professor está trabalhando muito conteúdo em pouco tempo.

estavam muito fáceis, com conteúdo básico, e poderiam até ter cobrado um pouco mais do aluno:

“A avaliação eu acho que poderia ser um pouquinho mais puxada. (...) Poderia ter questões assim, um grau um pouquinho mais difícil. Acho que foi bem assim, básico, eu acho.” (G3T. Entrevista em 02 dez. 2008)

A respeito da *formulação das questões da prova*, o grupo G1T mencionou que as questões eram *extensas e não claras*, de modo que os alunos tinham dificuldade de compreendê-las:

“(...) não é bem específico o exercício dele, entendeu? (...) As perguntas, era muita coisa numa questão só. (...) E aí ele passa uma questão e dá f, f, dá 8 letras, 7 letras pra responder. Aí complica, né. (...) É coerente, a prova era coerente com as aulas. (...) É muito ambígua também, a questão dele. Na segunda prova, na segunda prova tinha duas letras lá que muita gente errou por causa de ambigüidade. Ele perguntava uma coisa, mas você olhava de um jeito, ele queria uma coisa. Você olhava de outra maneira, ele queria outra coisa.” (G1T. Entrevista em 01 dez. 2008)

O grupo G6T mencionou que havia *questões que dependiam umas das outras*, de modo que se você errasse uma, erraria as demais. Segundo este grupo, esse tipo de questão gera tensão e preocupação na hora da prova. Alguns alunos tiravam suas dúvidas com outros colegas durante a prova, mesmo a prova sendo individual. Não apenas dúvidas sobre o que fazer na questão, mas também conferiam seus resultados:

“A primeira prova foi muito fácil, mas gerou muita dúvida. (...) Então, aí pinta outra dúvida na hora e quando você não consegue fazer, por exemplo, a letra a, você não consegue fazer nenhuma mais. (...) E a letra c depende da b, e assim sucessivamente. (...) Você vem desmanchando. Aí a partir do momento que você desmanchou, você já começa a ficar preocupado com o tempo. (...) Então, grande parte do pessoal foi mal na primeira prova, embora seja uma prova muito fácil e tranqüila. Mas por que foi mal? De repente, tem alguma culpa do aluno, de achar que sabe a matéria, 'ah, lei de Ohm, fácil', e não rever. (...) Não estudar. (...) A segunda prova, (...) eu já estudei mais, (...) eu aprendi mais a matéria, e em grupo, né. Na realidade a gente fez a prova em grupo. Porque você acaba, é, por exemplo, não sei se você viu lá, o pessoal senta, o grupo senta sempre mais perto. Por que? Você tira dúvida com o resultado de uma, 'ah, quanto é que deu sua letra a?' (...) É. Aconteceu isso assim, entendeu? E acontece. (...) Então, a segunda prova não foi difícil, ele

não complicou ela, e foi tranqüila também. (...) As provas e as aulas estavam coerentes.” (G6T. Entrevista em 05 dez. 2008)

Os grupos G1T e G2R mencionaram que o professor exigia uma *resolução detalhada das questões na prova*, com a qual eles não estavam acostumados em disciplinas e cursos anteriores. Alguns alunos até se sentiram prejudicados com esse tipo de exigência, visto que perdiam nota na prova por não cumpri-la. O que eles chamam de resolução detalhada é o fato de o professor pedir que o aluno mostre primeiramente o modelo (a equação) usado na resolução do problema, antes de substituir os valores numéricos. Os alunos que vieram do curso técnico estavam acostumados a resolver as questões de maneira direta, sem explicitar o modelo teórico usado na sua resolução. O grupo G1T reclamou dessa exigência e o grupo G2R, apesar de ter achado que alguns alunos foram prejudicados com ela, reconheceu que os alunos deveriam atender a esse pedido do professor.

“Ele detalha demais o negócio. Eu acho que não precisa detalhar demais. Por exemplo, eu respondia porque eu sei como é que faz, aí ele ia lá e cortava. Falava que não tinha como explicação. (...) ‘De onde vem isso? De onde vem isso? De onde? De onde?’” (G1T. Entrevista em 01 dez. 2008)

“Mas depende, né, ele sempre pediu tudo bem explicado, detalhado. Agora você vai lá e põe duas letras em vez de ser dez? Vamos lá, nós temos que andar do jeito que ele pede também, né. A avaliação dele.” (G2. Entrevista em 02 dez. 2008)

Com relação à distribuição de pontos em prova, o grupo G3T considerou a *distribuição dos pontos satisfatória*, assim como o G2R, e mencionou que a distribuição dos pontos foi parecida com a de outras disciplinas do curso, uma espécie de padrão. Os grupos G4T e G5R, porém, mencionaram que seria melhor se o professor aplicasse *três provas em vez de duas*. Segundo estes alunos, duas provas podem prejudicar o aluno que tira uma nota baixa em pelo menos uma delas. Os depoimentos dos grupos G3T e G5R mostram as opiniões desses grupos:

“A distribuição dos pontos foi meio que padrão da escola, né?” (G3T. Entrevista em 02 dez. 2008)

“Só não concordo (...) com duas provas de 35 pontos. Eu acho que tinha que ser três provas (...); tem muitos professores usando 2 provas de 35, e eu acho que penaliza muito o aluno. Eu acho que é preferível 3 provas. Eu acho.” (G5R. Entrevista em 04 dez. 2008)

É interessante notar que todos os seis grupos concordaram que o conteúdo e o nível de cobranças nas provas estavam coerentes com as aulas. Apenas dois grupos (G1T e G6T) fizeram observações negativas sobre a formulação das questões da prova (questões extensas, não claras, e que dependem umas das outras).

#### *As listas de exercícios*

Durante o semestre, o professor forneceu aos alunos vários exercícios para que resolvessem e estudassem o conteúdo. Uma lista de exercícios, porém, foi avaliativa. Muitos alunos acharam essa lista de exercícios muito difícil. Segundo os alunos dos grupos G1T, G2R, G4T, G5R e G6T, *o grau de dificuldade desses exercícios era muito superior ao grau de dificuldade dos exercícios propostos em sala e nas provas*. O depoimento do grupo G1T expressa a idéia destes grupos:

“Muitas coisas ele não tinha explicado na sala. Quem nunca viu a matéria não fazia. Ou copiava de alguém, ou tinha que pegar livro aí e deitar em cima. E não fazia. (...) Teve muita dificuldade essa atividade. (...) Tinha que dar atividade no nível que ele estava dando na sala de aula. (...) A dificuldade que ele cobrava nos trabalhos era muito superior da aula e da prova.” (G1T. Entrevista em 01 dez. 2008)

O grupo G4T acha que faltou assistência do professor na resolução desses exercícios especificamente. Os alunos ficaram com muitas dúvidas e não conseguiram resolver os exercícios apenas com o conteúdo visto em sala de aula, ou com o conhecimento que já tinham acumulado desde o curso técnico; tiveram que buscar em outros materiais:

“O exercício aplicado na sala de aula, eu acho que o professor deveria ter acompanhado mais com a gente. (...) Não fazendo, né? Mas chamando um exercício parecido ou alguma coisa assim, porque nós vimos uma coisa, e aí não tivemos tempo de exercitar. E aí, na hora que chegou, o professor ‘tacou a lista’. ‘Não vou fazer a lista, vocês resolvem.’ (...) Eu estava conversando com o professor ontem, e ele até explicou esse lado. Eu concordo com ele, mas a gente não estava preparado pra isso. (...) O aluno, ele tem que aprender buscar. Entendeu? (..) De 100, são 5 que fazem isso, entendeu? (...) Os outros têm que ser excitados pra fazer. E quem tem que fazer isso é o professor. (...) Ele chegou, aplicou, deu exercício, e, passou um tempo, ele recolheu. (...) No exercício aí ele não deu assistência. Entendeu?” (G4T. Entrevista em 03 dez. 2008)

O grupo G5R concorda com o grupo G4T, ao perceber que o objetivo do professor ao propor essa lista de exercícios era justamente o de *despertar os alunos* para a busca do conhecimento fora da sala de aula e independente do professor:

“Eu, pra falar verdade, eu achei o trabalho realmente muito trabalhoso, e as questões do trabalho, eu acho que, talvez o objetivo seja até esse mesmo, as questões do trabalho, é, muitas delas não condiziam nada com a aula, com o que nós vimos em sala. Algumas questões, eu fui fazer lá, eu tive que buscar em outros capítulos aqui do livro. (...) É, talvez esse fosse o objetivo, é isso que eu te falei, talvez o objetivo foi esse, né.” (G5R. Entrevista em 04 dez. 2008)

Conforme disse o G4T, embora essa proposta seja interessante (e necessária), os alunos poderiam não estar preparados para realizá-la. Os alunos dependem do professor e, pelo menos aparentemente, têm dificuldade de buscar o conhecimento de maneira autônoma. Alguns deles, como não conseguiram resolver a lista, optaram por *copiar* exercícios de uma lista pronta que conseguiram, para obter a nota, como mencionado pelo G6T:

“Listas de exercícios, ele deu uma lista de exercícios valendo nota, que, na realidade, a gente fez, mas é na mesma situação: a gente teve que correr atrás pra poder aprender e fazer essa lista sozinhos, né. (...) Então gerou muita dúvida pra fazer essa lista. É, todo mundo tinha dúvida. (...) No final, quando a gente não agüentava mais fazer, alguém conseguiu uma lista, aí foi quando todo mundo copiou. (...) Mas não foi falta de esforço, é onde eu quero afirmar que o aluno, igual o meu grupo, ele é muito esforçado, então a gente buscou fazer. Tentamos o máximo possível. Eu fiquei aqui um sábado inteirinho, tentando fazer aquela lista, né, na biblioteca, e não consegui fazer. (...) Então, acabou o seguinte: fez a lista, ganhou os pontos, mas a dúvida continuou em alguns exercícios.” (G6T. Entrevista em 05 dez. 2008)

Apesar disto, numa visão geral sobre as atividades propostas, a maioria dos alunos (os grupos G2R, G3T, G4T e G6T) concordou que, de um modo geral, *tais atividades contribuíram para a aprendizagem do conteúdo* da disciplina. Os grupos G2R, G3T, G4T e G5R ressaltaram que *mais exercícios poderiam ter sido propostos*, principalmente sobre a segunda parte do conteúdo (especialmente sobre corrente alternada), como mostram os depoimentos abaixo:

“Faltou atividade só da corrente alternada. (...) É. Porque não deu tempo.” (G2. Entrevista em 02 dez. 2008)

“A lista de exercícios dele estava legal, dava pra se ter uma base boa pra se fazer a prova. Agora, não tinha muito, ele não passou tanto exercício também não. (...) Acho que poderia ter mais exercícios. Tudo bem que muita gente trabalha, e tal, fica pesado. Mas poderia ter mais exercício, mais questões.” (G3T. Entrevista em 02 dez. 2008)



O grupo G4T apontou a *importância do trabalho de pesquisa* (PI<sup>5</sup>) realizado, e sugeriu que mais trabalhos dessa natureza fossem desenvolvidos. O grupo ainda sugeriu que a instituição deveria divulgar mais as atividades realizadas pelas disciplinas de conteúdo específico do curso, como as visitas técnicas, por exemplo, a fim de criar expectativas nos alunos e motivação ao cursarem tais disciplinas, como é o caso de Circuitos I:

“Eu achei interessante o trabalho de PI. (...) Então, é uma forma de você pesquisar e procurar entender o seu conteúdo. (...) A escola poderia, não sei, talvez, a coordenação poderia preparar o berço para o aluno, pra ele ter, tipo assim, pelo menos a oportunidade de criar expectativa (...) Mostrar, igual, a visita técnica que nós fizemos, ela poderia ser postada no site do Unileste. (...) Aí já cria a expectativa. (...) O aluno vê no site, 'como que vai ser isso?' (...) Entendeu?” (G4T. Entrevista em 03 dez. 2008)

A questão principal levantada pelos alunos sobre a lista de exercícios refere-se ao seu grau de dificuldade (que foi mencionado por todos os grupos, exceto o G3T). Muitos alunos não conseguiram resolver os exercícios sem o auxílio do professor (há indícios de que eles têm dificuldade de desenvolver seus trabalhos de maneira autônoma) e optaram por copiar a lista. Alguns grupos (G2R, G3T, G4T e G5R) mencionaram que mais exercícios poderiam ter sido propostos.

#### 5.3.2.6 Elementos a serem destacados na metodologia

- O professor poderia ter utilizado mais analogias para facilitar o entendimento do conteúdo; os alunos têm dificuldade de compreender os conteúdos (G2R);
- O professor correu com alguns conteúdos (G1T, G2R, G4T, G5R, G6T);
- Os tempos da aula ficaram mal distribuídos: faltou tempo para resolver mais exercícios em sala. O professor deveria gastar mais tempo resolvendo exercícios do que explicando a matéria. (G1T, G2R, G3T, G4T, G5R, G6T);
- Exposições teóricas em meio à resolução de exercícios demandam muito tempo e tornam a aula desagradável. (G1T, G2R, G6T);
- O fato de o professor responder perguntas era, muitas vezes, um problema (desviava o foco da aula e demandava muito tempo, prejudicando seu andamento): professor respondia a mesma dúvida mais de uma vez; respondia dúvidas de trabalho (profissional) de alguns alunos, respondia a alguns alunos individualmente (gerava desmotivação), respondia dúvidas que fugiam ao conteúdo em estudo no momento (G2R, G5R, G6T);

---

<sup>5</sup>O trabalho de PI (Projeto Interdisciplinar) é um trabalho de pesquisa que os alunos fazem e que vale nota em todas as disciplinas cursadas no semestre.

- Recursos como o data show e a animação em flash deveriam ser mais utilizados a fim de aumentar a compreensão do conteúdo e para ganhar tempo durante a aula (G1T, G5R). O retroprojetor nem sempre estava em bom estado de conservação e funcionamento.
- O conteúdo parece ser ministrado partindo-se do pressuposto de que os alunos já têm algum conhecimento prévio da disciplina. Termos técnicos são naturalmente usados, sem que os alunos os compreendam (G1T, G2R, G4T, G5R, G6T);
- As aulas de laboratório poderiam ter contribuído mais para o entendimento do conteúdo teórico (G4T, G5R);
- Sobre as provas: 1) Havia questões na prova que eram extensas e ambíguas, de difícil compreensão (G1T); havia também questões que dependiam umas das outras (G6T). 2) O professor exigia uma resolução detalhada das questões (explicitar o modelo matemático usado antes de apresentar os cálculos) (G1T); 3) Seria melhor três provas, em vez de duas (G4T, G5R).
- Sobre as listas: a lista de exercícios tinha um grau de dificuldade muito superior àquele de exercícios de sala e de prova (G1T, G2R, G4T, G5R, G6T). O professor deu pouca assistência e muitos alunos não conseguiram resolver a lista. Os alunos copiaram a resolução da lista. Muitos alunos não estão preparados para trabalhar sem o auxílio do professor. Mais exercícios poderiam ter sido propostos (G2R, G3T, G4T, G5R).

### 5.3.3 O ensino de conceitos

Os *conceitos novos eram trabalhados verbalmente*, a partir de análise das definições dos termos, à medida em que iam surgindo no conteúdo. O professor utilizava definições de bibliografias e também do dicionário. Ele as escrevia no quadro ou as expunha no retroprojetor. Em seguida, lia e discutia cada definição. Em algumas situações, gráficos ou equações/funções também eram utilizados para explicá-los. Em seguida, para utilizá-los, ou discutir e situar como eram utilizados, o professor apresentava exemplos de elementos conhecidos dos alunos.

#### 5.3.3.1 A apresentação dos conceitos

O excerto da aula 10, 5.3.1, nos turnos 15 a 40, exemplifica uma situação da aula em que o professor introduziu um conceito novo: o *teorema da superposição*. O professor explicou este teorema por meio de um circuito elétrico com duas fontes e dois resistores (turno 15), ou seja, por meio de um exemplo de aplicação. Ele também enumerou sistemas reais que aquele circuito poderia representar (turno 19), e mostrou o que o teorema estabelece no caso de sua utilização em circuitos elétricos (turno 19). Durante a exposição

do professor, um aluno se manifestou dizendo que não havia conseguido entender e ele explicou novamente. Em seguida, prosseguiu sua exposição teórica dialogando com os alunos (turnos 28 a 40). O professor fazia perguntas para os alunos, chamando a atenção deles para o conteúdo e incentivando-os a participar da construção daquele conhecimento. Quando terminou a exposição teórica, o professor propôs um exercício e o resolveu juntamente com os alunos. Durante a resolução do exercício, o professor continuava dialogando com os alunos e explicando detalhes teóricos que ainda não haviam sido explicados.

Observando o excerto da aula descrito, podemos inferir que o ensino de conceitos era feito de uma forma verbal, dialogada, com exposições teóricas e com resolução de exercícios. Na opinião dos alunos, essa forma de ensinar os conceitos não era muito eficiente, visto que, muitas vezes, eles não conseguiam compreender os *significados* dos mesmos.

Os grupos de alunos entrevistados foram unânimes ao mencionar que *a forma pela qual os conceitos vêm sendo apresentados/ensinados, não tem sido suficiente para garantir-lhes a sua compreensão*. O ensino de conceitos com palavras não é suficiente para que os alunos os aprendam. Todos os grupos mencionaram a dificuldade de compreender os *significados* dos conceitos.

Conforme comentado na seção 5.3.2.4, os grupos G1T, G2R, G4T, G5R e G6T mencionaram que o professor utiliza naturalmente *termos técnicos* da área, que muitas vezes são desconhecidos para os alunos. Estes grupos comentam que os termos técnicos devem ser melhor trabalhados. Muitos dos alunos não perguntam/buscam o seu significado, e acabam não conseguindo acompanhar a aula e o raciocínio do professor. Os depoimentos a seguir elucidam essa questão.

“Ele não falou o que é corrente, tecnicamente lá, ele não falou. Ele escreveu lá, ele escreveu no quadro o negócio lá e ninguém entende. O conceito, ninguém entende. Os caras não entendem. (...) Pra alguns os termos técnicos eram desconhecidos. (...) Por que você vai usar aquilo? Ele não explicou porque você usa aquilo. ‘Ah, Thévenin é assim, Norton é assim.’ O resultado é quase igual, mas por que você usa esse ou por que você usa o outro?” (G1T. Entrevista em 01 dez. 2008)

“Igual, eu conheço gente lá na sala, por exemplo, que virou pra mim, tem o que, foi no dia da última prova, e perguntou pra mim o que era corrente, você entendeu? Assim, sabia calcular, sabia fazer tudo, mas assim, a pessoa não teve, assim, uma explicação do que era, do que fazia a corrente, porque que tinha corrente, entendeu? (...) Elemento passivo (...), o que é elemento passivo? Até hoje, ninguém quase na sala deve saber o que é elemento passivo. (...) Ninguém perguntou não, ‘O que é passivo?’ (...) É, não tinha significado

porque a gente não via. (...) Ah, mas o que que é? Na hora que eu chegar lá na área eu vou saber, só com a teoria?” (G2. Entrevista em 02 dez. 2008)

“Por exemplo, eu acho que o conceito foi ensinado assim, bem teórico mesmo, com equação no quadro, né.  $V = R \cdot I$ . Então, basicamente foi dessa maneira. Eu acho, por exemplo, se levasse pra sala de aula um, essa experiência lá, simples, mostrasse na sala de aula uma experiência simples lá, coisa de meia hora que você mostrasse, você explicava a Lei de Ohm, né, bem mais fácil de entender. (...) É, eu acho o seguinte, (...) falou um termo técnico, a princípio, todo mundo que está dentro da sala tem que entender aquilo ali, né. O professor fala alguns termos e, e, acha que todo mundo sabe, também o aluno não pergunta (...) É, e aí passa. (...) Tem um termo técnico que eu não entendi, quando eu às vezes não pergunto, eu vou anotando. Vou fazendo uma lista. Depois pesquiso aquele trem na internet lá, e aí, vou entendendo (...) por conta própria. (...) Na aula está deficiente.” (G5R. Entrevista em 04 dez. 2008)

Uma outra questão observada é que os alunos podem não estar desenvolvendo uma *capacidade de análise* como deveriam. Os grupos G1T, G3T, G4T e G6T sugeriram isso em suas falas ao dizerem que *o aluno não sabe porque deve usar uma técnica ou outra*, que o aluno às vezes *resolve um exercício mecanicamente, sem interpretar seus resultados*, ou até mesmo *sem saber porque utiliza determinada fórmula ou procedimento*. O G6T nos chama a atenção para o fato de que um aluno pode conseguir resolver um exercício sem dominar os conceitos envolvidos naquele exercício. Ele pode resolver um exercício sobre capacitor ou indutor sem saber o princípio de funcionamento de cada um desses elementos. Basta decorar um procedimento:

“Ele, na realidade, pelo que eu percebi, falava um pouco desses termos na frente da sala, mas não fixava muito (...). Partia mais para a resolução de exercícios. Mas falava sim, na frente, alguns esclarecimentos a esse respeito, né, e deixava o material, que na parte teórica do material tem tudo isso, né. (...) tem detalhado isso no material.(...) Não é suficiente em sala de aula. (...) Ele fala superficialmente de capacitor. (...) você tem que buscar depois, aprender realmente, o funcionamento do capacitor...(...) Esse buscar seria teórico e exercícios, né. (...) O aluno deve ler as definições. Embora essas definições, como não é cobrado na prova, é muito difícil ser cobrado, e o aluno já sabe disso, ele não busca muito, não preocupa muito com ela. O aluno preocupa mais em saber resolver o exercício, e talvez, esquecer, né, até do funcionamento do capacitor, de buscar aprender como que é o capacitor, porque existe o capacitor, essa parte mais teórica vai deixando de lado. Mas pra realmente aprender,

ele tem que buscar esse material, tem que buscar aprender fora de sala. (...) *Para resolver um exercício, o aluno não necessariamente precisa saber a teoria.* Depende do exercício. (...) Então, se você sabe como é que você faz ali, você não precisa preocupar muito com a teoria. (...) O aluno corre o risco de conseguir resolver o exercício, sem saber exatamente o que ele está fazendo, se ele não buscar aprender isso extra sala. (...) Acontece. Acontece sim. Entendeu? Você resolver um exercício mecanicamente e acaba esquecendo assim, o principal, ou uma das coisas principais, que seria o funcionamento, o que, o porquê.” (G6T. Entrevista em 05 dez. 2008)

Note que o grupo G6T nos revela uma visão dos alunos: os *conceitos não são, ou raramente são, cobrados*<sup>6</sup> em provas. As provas solicitam na grande maioria das vezes a resolução de exercícios. Isso leva os alunos a não se preocuparem com o estudo da parte teórica da disciplina. O grupo G4T compartilha dessa visão e enfatiza que *o aluno valoriza mais a resolução de exercícios.* Preocupa-se em resolver exercícios para fazer a prova e conseguir uma boa nota:

“Nós resolvemos muitos exercícios na faculdade, mas e o conceito? Eu talvez posso até estar equivocado. Mas o aluno hoje, ele preocupa em resolver os exercícios e fazer a prova. Ao meu ver, está totalmente errado. Você tem que entender o conceito, porque você está fazendo aquilo. (...) Eu acho a prova legal. Mas nós, alunos, nós não estudamos, muitas das vezes, pra aprender. Nós decoramos, fazemos exercícios, pra fazer a prova. Todo semestre, todo mundo entra preocupado com as provas. Já pega a divisão dos pontos, tantos pontos, tantos pontos, tantos pontos. Eu acho isso errado. (...) Acho que você tem que tomar gosto pela coisa e ir fazendo, tem que ter entusiasmo pra ir fazendo ao longo do curso, exercitando e aprendendo.” (G4T. Entrevista em 03 dez. 2008)

Os grupos G2R, G4T e G5R sugeriram ações que poderiam melhorar a aprendizagem dos conceitos em Circuitos Elétricos I: 1) o professor mostrar os elementos estudados na sala

---

<sup>6</sup>Provavelmente estes alunos se referem a uma cobrança direta dos conceitos, como por exemplo, uma pergunta do tipo “O que é isto?”. Eles não estão atentos ao fato de que mesmo para resolver um exercício de cálculo é necessário dominar os conceitos teóricos. Minha experiência como professora na instituição sugere que os alunos fazem separação entre a teoria e os exercícios. Alguns alunos chegam a declarar que não gostam da teoria e que preferem os cálculos. Em geral, os alunos partem para a resolução de exercícios sem antes estudar os conceitos, o conteúdo teórico. E assim, encontram grandes dificuldades em resolvê-los. Muitos alunos, mesmo resolvendo os exercícios, não alcançam uma capacidade de análise e articulação entre os conceitos satisfatória. Numa prova, por exemplo, quando mudamos o enunciado ou a questão, mantendo o mesmo raciocínio trabalhado em sala de aula, mesmo alguns alunos que resolveram os exercícios em sala apresentam dificuldade de resolvê-la. Há indícios de que eles dissociam o exercício do conteúdo teórico e de que muitas vezes resolvem os exercícios mecanicamente. Aprendem (decoram) os procedimentos que devem aplicar em determinadas situações, em vez de realmente compreenderem os conceitos envolvidos e operarem com eles.

e no laboratório, bem como realizar experiências práticas com tais elementos, e 2) trabalhar com pesquisa, projeto e problemas relacionados ao dia a dia do profissional de Engenharia Elétrica. O grupo G4T ainda sugere que o professor deve monitorar a aprendizagem dos conceitos com exercícios/trabalhos, antes de aplicar a prova. De acordo com esse diagnóstico, ele deve decidir se deve reexplicar o conteúdo ou se já pode aplicar a prova e prosseguir.

“Então, quando chegou no laboratório, eu pensei que ele ia fazer tipo assim, ‘Oh, fulano, esse daqui é o resistor, prazer’, tipo assim. E não teve isso também. (...) Se você chegar lá na sala e perguntar para que você usa um resistor num circuito, eu acho que menos da metade vai te responder pra que você usa. (...) É, faltou essas dúvidas assim, né, serem respondidas. (...) Se tivesse aproveitado o tempo do laboratório pra mostrar (...). Ele podia também levar os aparelhos pra dentro da sala de aula. (...) É, sala de aula. (...) Eu acho que numa matéria básica é mais importante você saber com o que você está trabalhando, do que você saber que a lei de Kirchoff existe, porque se ela é lei de Kirchoff, o cara já sabe que ela existe, né.” (G2. Entrevista em 02 dez. 2008)

“Então, é o caso que eu estou te falando, o professor, a função dele é ensinar. (...) Quais os problemas frequentes na área de Elétrica? O que demanda? Projetos? (...) É. Projetos, execução, manutenção, é parte de automação? Entendeu? É trazer isso pra perto do aluno, pra ele direcionar os problemas. Porque senão o camarada chega, estuda, estuda, estuda, e na hora que chega diante do problema, ele fica lerdo. (...) Sem saber. (...) Agora, seria interessante ele aprender. Entendeu? Dominar aquilo ali. Na hora que ele dominar, aí ele vai pra prova. (...) O professor está ali pra ensinar. Ele chegou, aplicou a aula, ele tem que ter uma participação. Se ele não tiver participação nenhuma, é óbvio que ninguém entendeu. Entendeu? Ele distribuiu um trabalho, de cada conteúdo ele dá um trabalho, e pelo trabalho ele mede, se ele vai poder prosseguir com a matéria, se ele vai ter que dar uma outra explicação, ou se ele já pode aplicar direto a prova.” (G4T. Entrevista em 03 dez. 2008)

“Eu acho, por exemplo, se levasse pra sala de aula um, essa experiência lá, simples, mostrasse na sala de aula uma experiência simples lá, coisa de meia hora que você mostrasse, você explicava a Lei de Ohm, né, bem mais fácil de entender. (...) Por exemplo (...), potência ativa, potência reativa, eu acho que esse conceito foi muito, passado muito rápido, a gente não tem muito, assim, idéia, sentimento do que é uma potência reativa, porque ela surge, qual é a finalidade dela, é ativa, potência reativa também, porque ela surge,

qual a finalidade dela. (...) E eu acho que em sala de aula só, mostrando lá aquelas fórmulas, triângulo, o triângulo, né, o triângulo de potências, só ali é pouco. Eu acho que, no caso de corrente alternada, por exemplo, eu acho que faltou, falta, assim, algo mais, ou talvez, levar mesmo no laboratório. (...) A definição só não resolve. Não. Pra corrente alternada, não. Pra Lei de Ohm, que é mais simples, sim, né. Lei de Kirchoff, lei de Kirchoff é outro que eu acho que, em laboratório, é mais entendido, né. (...) Alguns, como eu citei, da parte de corrente alternada, eu acho que tem que ter um pouco mais de aprofundamento. (...) Não com palavras, mas na prática mesmo.” (G5R. Entrevista em 04 dez. 2008)

### 5.3.3.2 A utilização de exemplos do dia a dia dos alunos

Por várias vezes, durante suas exposições teóricas, o professor utilizou *exemplos práticos*, referentes ao cotidiano dos alunos, como por exemplo: bateria de carro, pilha, conta de luz, ferro de passar, ventiladores, auto-falantes, linhas de transmissão, usinas hidrelétricas, o próprio sistema elétrico brasileiro, interruptores, a iluminação e a circulação de ar da sala de aula, dentre outros.

O excerto da aula 10, transcrito na seção 5.3.1, no turno 19, exemplifica esse aspecto da aula. Note que ao ensinar sobre o princípio da superposição o professor faz referência ao que acontece nas usinas hidrelétricas<sup>7</sup> e nas empresas da região.

Alguns alunos gostavam tanto desses exemplos práticos, que consideravam esse *momento em que o professor falava de algo prático como sendo o momento mais interessante da aula*. Veja os depoimentos dos grupos G1T, G2R e G6T, dados nas entrevistas:

“Ah, na hora que ele começa mostrar alguma coisa prática, que acontece, num gerador, por exemplo, como é que gera, aí, neste instante eu interessei. Porque ele estava mostrando como que faz. Aí, nesse ponto, alguma coisa prática. Ele fica falando de teoria lá, teoricamente assim, e vai fazendo cálculo (...). Aí, nesse momento que ele está falando alguma coisa como que gera, aí eu me interessei mais. (...) Você fica mais interessado quando você sabe como isso funciona, como é usado na vida real, não só na matéria dele, mas em qualquer matéria.” (G1T. Entrevista em 01 dez. 2008)

“Oh, o que me chamou mais a atenção na aula de Circuitos Elétricos foi a nossa visita técnica, que eu pude perceber a aplicação mais em si, entendeu? Além do laboratório, eu percebi o que realmente funcionava. Isso me chamou a atenção.” (G2. Entrevista em 02 dez. 2008)

<sup>7</sup>Importante ressaltar que a turma fez uma visita técnica nesse semestre a uma usina hidrelétrica.

“É, o dia a dia, fazer um paralelo entre os dois, faz, quer dizer, eu acho que a própria compreensão já fica mais fácil, lidar com aquilo todo dia, e por ficar mais fácil, eu acho que se torna até mais interessante. Entendeu? A idéia seria mais ou menos isso.” (G6T. Entrevista em 05 dez. 2008)

Os grupos G3T, G4T e G5R não fizeram menção a este aspecto da aula teórica (utilização de exemplos do dia a dia) em suas entrevistas.

### 5.3.3.3 *Elementos a serem destacados no ensino de conceitos*

- Os conceitos eram trabalhados por meio da apresentação e discussão de suas definições, verbalmente. Esta forma de se trabalhar os conceitos (ensino com palavras) não tem sido suficiente para garantir aos alunos a sua compreensão. Os alunos têm dificuldade de compreender os significados dos conceitos (G1T, G2R, G3T, G4T, G5R, G6T);
- Muitos termos técnicos são utilizados naturalmente pelo professor, mas são desconhecidos pelos alunos, que não conseguem compreendê-los. Faltou trabalhar melhor os termos técnicos (G1T, G2R, G4T, G5R, G6T);
- O aluno não sabe, muitas vezes, porque deve usar uma técnica ou outra; nem porque deve usar determinadas fórmulas ou procedimentos. Um aluno pode conseguir resolver um exercício mecanicamente, isto é, sem dominar os conceitos envolvidos no mesmo; basta decorar o procedimento (G1T, G3T, G4T, G6T);
- Muitos alunos não se preocupam em estudar a parte teórica, mas valorizam extremamente a resolução de exercícios (acham que as provas não cobram os conceitos). Fazem exercícios para fazer prova e tirar notas boas (G4T, G6T);
- Os alunos sentem que falta: 1) o professor mostrar os elementos estudados na sala e no laboratório, e realizar experiências práticas com esses elementos; 2) o professor trabalhar com projeto, pesquisa e problemas relacionados ao dia a dia do engenheiro eletricitista; 3) o professor verificar a aprendizagem de conceitos antes de aplicar a prova e prosseguir com o conteúdo (G2R, G4T, G5R).

## 5.3.4 **As relações humanas na classe**

### 5.3.4.1 *A relação professor - alunos*

O relacionamento entre o professor e os alunos foi tranquilo, satisfatório. Os alunos foram unânimes ao reconhecerem que o *professor era amigável, acessível, comunicativo, flexível, aberto a sugestões e questionamentos, atencioso e calmo*. Os grupos G2R e G3T ressaltam algumas das qualidades mencionadas pelos alunos em geral. Note que para o G2R, o professor é um *exemplo a ser seguido pelos demais professores da instituição*.



“Eu não tenho nada que reclamar. O professor atendeu a gente sempre, até fora do horário dele na sala de aula. (...) A relação foi muito amigável. (...) Nesse ponto aí ele é um exemplo a ser seguido por outros professores. (...) Foi um exemplo de professor. (...) Ficava disponível. (...) Todos deviam ser igual a ele. (...) A pior parte que eu acho do aluno aqui na faculdade hoje, no Unileste aqui, eu nunca estudei em outra, mas eu falo aqui, é essa dificuldade de comunicação com os professores. A maioria dos professores não têm o jogo de cintura - tiram pontos pelo não cumprimento dos prazos, por exemplo, mesmo que o aluno esteja trabalhando. (...) Não dá liberdade. (...) Entendeu?” (G2R. Entrevista em 02 dez. 2008)

O grupo G3T *ressalta como o professor sempre apresentava uma resposta para quaisquer questionamentos e/ou solicitações dos alunos:*

“Ah, eu acho que a relação professor-aluno era legal sim. Porque tudo que você precisava do professor, ele conseguia uma forma de te dar uma resposta. Sempre era aquela pessoa que tem a resposta pra você. Mesmo que ele falasse assim ‘não tem como fazer agora’, mas tinha a resposta pra você. Então, acho que ninguém pode reclamar disso do professor não. (...) Igual eu falei, ele foi até muito calmo com a turma, pelo comportamento.” (G3T. Entrevista em 02 dez. 2008)

#### 5.3.4.2 A participação do professor

Nesta seção, apresento a visão dos alunos sobre o papel desempenhado pelo professor no processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Circuitos I.

Todos os alunos concordaram que, de maneira geral, *o professor foi um bom professor*, ou seja, desempenhou bem a sua função de professor. Os grupos reforçaram características do professor já mencionadas na seção anterior, como: ser tranquilo, acessível, respeitar os alunos, ser flexível e sensível às necessidades dos alunos, ter calma com a turma (que era agitada e conversava muito), ser amigável, educado e de fácil relacionamento. Os grupos G1T e G5R ressaltaram que o professor *sabe bem o conteúdo que ensina*, e o G2 afirmou que ele *superou as expectativas como professor*.

“De maneira geral, o professor conduz bem a aula, tem, conhece bem a matéria. É, às vezes eu acho que, por conhecer tão bem a matéria, talvez passe despercebido alguns detalhes fundamentais, assim, básicos, né, para o aluno.” (G5R. Entrevista em 04 dez. 2008)

“Eu acho que ele foi muito além do esperado, porque muita gente trabalhava, e ele sempre dava trabalho, assim, pra entregar na outra semana. Ele sempre

dava o prazo de 15 dias. Quem não dava nesses 15 dias ele dava, 'no dia que você puder entregar, você me entrega', entendeu? (...) Ele via as dificuldades, né, as nossas dificuldades. Questão de trabalho, e tal. E ajudava.” (G2. Entrevista em 02 dez. 2008)

Os alunos apontaram também pontos em que o professor deveria melhorar no desempenho de sua função. O grupo G5R sugeriu que ele *deve responder as perguntas para toda a turma*, em vez de direcionar a resposta apenas ao aluno que fez a pergunta, de modo que todos possam participar desse momento.

“Eu acho que talvez, o que falta é, assim, é às vezes, é, muitas vezes um aluno faz uma pergunta, aí, o professor, de maneira geral, vai e direciona para aquele aluno, e fica assim, como se estivesse dando aula particular para o aluno e esquece o resto, né. Então, quando o aluno fizer uma pergunta, eu acho que essa pergunta tem que ser em âmbito geral, levar a pergunta, compartilhar com todo mundo.” (G5R. Entrevista em 04 dez. 2008)

O grupo G5R sugeriu também que ele *deve trabalhar mais o vocabulário técnico*, para que os alunos acompanhem melhor as aulas, não ficando *perdidos*, conforme já mencionado na seção 5.3.2.

Ressalvas também foram feitas pelo grupo G6T, que disse que o professor deveria cuidar para que o *tempo na sala de aula fosse melhor aproveitado*:

“Olha, pra ser sincero, assim, as funções de professor, eu acho que deixou a desejar. (...) No ponto é, por exemplo de, é, como eu te falei, o tempo gasto pra poder explicar uma matéria, talvez, assim, vamos dizer, a perda de tempo dentro de sala, em determinado conteúdo.” (G6T. Entrevista em 05 dez. 2008)

E o grupo G1T comentou que alguns alunos têm *dificuldade de compreender a fala (dicção) do professor*:

“De forma geral, ele é um bom professor. (...) Ele sabe muito. (...) Saber, ele sabe. Isso é sem dúvida. (...) Quem estava aprendendo tinha dificuldade de aprender. Agora ele, você via que ele sabia e queria ensinar. (...) Essa dificuldade pode ser devida, talvez, à forma dele falar, porque a forma dele falar é muito complexa. Ele tem que falar mais devagar, mais objetivo. (...) Perguntou isso, ele fala, 'é isso, isso e isso, acabou. E mais informações, vocês vão ter nas próximas matérias.” (G1T. Entrevista em 01 dez. 2008)

### 5.3.4.3 A participação dos alunos

Quanto à *turma*, apresentava características como: era uma turma cheia, de modo que sobrava pouco espaço físico na sala de aula. Vários alunos chegavam atrasados ou saíam mais cedo da aula. Era comum também perceber alunos cochilando durante as aulas. Uma outra característica da turma é que os alunos conversavam muito. Em alguns momentos, pude perceber colegas atrapalhando os outros, não apenas com conversas paralelas, mas também com brincadeiras sem graça. Conforme mencionado na seção , era uma turma com alunos de idade jovem (quase a metade da turma tinha entre 19 e 22 anos).

A forma de participar da aula variava de aluno para aluno. Alguns alunos ficavam silenciosos, prestando atenção. Outros faziam perguntas. Havia um deles que parecia ficar sempre à vontade. Ele sempre perguntava. Havia vários grupos de alunos (por afinidade e por estudarem juntos fora da sala de aula) na sala. Os alunos de cada grupo normalmente sentavam-se próximos uns aos outros durante as aulas e principalmente durante as provas.

Finalmente, pude perceber também uma grande preocupação dos alunos com a nota, ou seja, em serem aprovados na disciplina.

Todos os grupos reconheceram que os alunos, de alguma forma, *não desempenharam satisfatoriamente a sua função de aluno*. Os grupos G1T, G2R, G3T, G4T e G5R fizeram menções em seus depoimentos de que a turma *deixou a desejar* em sua função de aluno. Os grupos G4T e G5R mencionaram que a turma poderia *participar, cooperar, questionar, cobrar, se envolver e interagir mais com o professor*. Alunos com conhecimentos e experiências na área deveriam compartilhar seus conhecimentos e experiências com os colegas e o professor. Os alunos também poderiam sugerir ou pedir algo para as aulas. Em outras palavras, a turma deveria ter uma *postura mais pró-ativa*, em vez de simplesmente receber do professor. O depoimento do grupo G4T representa bem essa visão dos alunos:

“Eu acho que a turma poderia ser também mais, cooperar mais, questionar mais, cobrar. (...) Cooperar no desenvolvimento da matéria, entendeu? Tem muitas pessoas do nosso lado que têm muitos conhecimentos, entendeu? Então aquilo ali poderia ser trazido para discussão em sala de aula. (...) Faltou isso. Às vezes você ter assim, uma certa intrepidez, e chegar perto do professor e, 'não, vamos colocar isso, vamos fazer dessa forma, vamos mudar a aula'. Pedir um dia pra falar de alguma coisa.” (G4T. Entrevista em 03 dez. 2008)

A *conversa paralela* é um aspecto que atrapalhava a aula de Circuitos I. Havia momentos em que o professor parava a aula e pedia silêncio. Os alunos falaram sobre este aspecto. Os grupos G2R e G3T acharam que *a conversa paralela era tão intensa que chegava a ser falta de respeito dos alunos para com o professor*. Para o G2R, o mau comportamento da turma, em geral, era devido à falta de maturidade dos alunos.

“Tinha muita gente ali que sabia muita coisa, mas tinha muita gente também que era muito imatura (...). Tanto que tinha muita piadinha sem graça na aula do professor. (...) É, eu acho que a questão ali da sala é isso, ah, muita criança. (...) E aí, assim, prejudicou muito. (...) E a conversa também era muita. (...) Eu acho assim, o professor, claro que ele vai chamar a atenção, mas pelo amor de Deus, são, teoricamente são adultos (...). Então, é mais o aluno. Acho que é falta de respeito do aluno.” (G2R. Entrevista em 02 dez. 2008)

O grupo G3T mencionou que conversar muito é uma característica dessa turma, não apenas na disciplina de Circuitos I, mas em todas as demais. Segundo este grupo, os alunos ficam mais silenciosos durante a aula somente quando a data de uma prova se aproxima e eles precisam de nota:

“Eu acho que faltou um pouquinho do pessoal um carinho a mais na matéria, pela importância no curso, né? Acho que às vezes, o pessoal meio desatento, meio conversando, acho que poderia ter tido um respeito maior. (...) Ah, é o normal deles em todas as aulas. (...) Só quando eles estão assim, está chegando a última prova e eles estão precisando de nota é que eles ficam calados.” (G3T. Entrevista em 02 dez. 2008)

O grupo G5R disse que *a conversa atrapalha muito*, principalmente tendo em vista que muitos alunos trabalham e precisam aproveitar ao máximo o tempo dentro de sala de aula, pois não têm muito tempo para se dedicar aos estudos fora da faculdade. Este grupo atribui o elevado nível de conversa à idade jovem da maioria dos alunos da turma. Segundo o G5R, se a turma tivesse mais pessoas adultas, mais *pais de família*, não teria tanta conversa:

“Eu acho que tem que melhorar o comportamento também. Eu acho que às vezes conversa um pouquinho. Eu acho que (...) muita gente trabalha, e não tem tempo, muito, de estudar em casa. Então tem que aproveitar a aula. Quem trabalha não pode faltar de aula não, né. E às vezes, fica prejudicado por conversas paralelas. (...) Eles são muito jovens, né. (...) Eu acho que é mais por causa da idade, da juventude, da idade mesmo.” (G5R. Entrevista em 04 dez. 2008)

O grupo G1T atribui as conversas aos momentos em que o aluno perde o interesse ou o entendimento pelo que o professor está dizendo. Segundo este grupo, quando o professor demora demais em suas explicações ou os alunos se perdem no raciocínio, eles viram para o lado e começam a conversar com o colega. E consideram que *conversar é normal, apesar*

*de atrapalhar a aula* - em todas as aulas, de todas as disciplinas, sempre há alunos que conversam.

Muitas vezes a gente se dispersava, conversava outras coisas, talvez pelo problema de enrolar demais em cima do assunto. (...) Está ensinando um negócio ali que você não entende, então vamos conversar. (...) Por causa disso, porque além de, quem já sabia, quem veio do curso técnico já sabia o que ele estava falando, e ele enrolava tanto pra falar o negócio, falava tanta coisa antes de chegar no objetivo, que a gente nem prestava atenção mais, ficava enjoativo, então a gente conversava com o colega do lado. (...) Alguns desempenharam bem sua função de aluno, né. Mais ou menos. (...) Toda sala tem aqueles que conversam, aqueles que não prestam atenção em nada. Mas isso é normal, eu acho.” (G1T. Entrevista em 01 dez. 2008)

Os grupos G4T e G6T *não consideraram a conversa paralela como sendo um problema na turma de Circuitos I*. Para o G4T, a turma apresentava uma motivação satisfatória, e para o G6T, a conversa durante as aulas de Circuitos I não chegava a ser um problema - havia aulas de outras disciplinas em que a conversa paralela era mais intensa ainda.

“Cada um tem um comportamento, tem um jeito de ser. (...) Eu acho que a turma, ela teve uma certa motivação sim. Em torno de uns 80%. Mas é louvável, né?” (G4T. Entrevista em 03 dez. 2008)

“E, assim, a participação eu acho assim que foi boa, assim, de uma maneira geral, os alunos não atrapalhavam a aula, né. (...) Eu acho que não tinha muita conversa, não tinha. Na aula de Circuitos não tinha muita conversa. Às vezes, um grupinho conversava ali, mas não chegava ser ao ponto de atrapalhar. (...) Tem outras matérias aí que é pior. Então eu acho que em Circuitos, é, isso não foi um problema.” (G6T. Entrevista em 05 dez. 2008)

Um outro aspecto observado na participação dos alunos foi a questão da *participação com perguntas*. Na turma de Circuitos I, poucos alunos perguntavam na frente dos colegas. Alguns alunos esperavam a aula terminar para se aproximar do professor e perguntar algo. Os grupos G2R, G5R e G6T fizeram comentários interessantes sobre o fato de o aluno não participar mais das aulas fazendo perguntas:

“O cara, tinha gente que perguntava lá de gozação, entendeu? (...) Perguntava só (...) para o professor sair do assunto. (...) O cara que mais perguntava na aula perguntava só pra sacanear. (...) É, perguntava e virava a cara. (...) Você

não percebeu? Todo mundo sabia disso. (...) E o professor não percebia isso. (...) É, ele levava a sério. (...) Ele sempre respondia. Porque ele é professor. Ele tem que responder. (...) E teve um dia que o professor percebeu isso, ele falou 'Mas você me perguntou e ficou olhando pra o lado.' (...) Não, mas isso aí, porque as pessoas, a maioria dessas pessoas lá também tinham o técnico, e achavam que sabiam tudo, superiores. Entendeu? Então fazia esse tipo de pergunta também até mesmo para inibir as pessoas que não sabiam. (...) Então eu acho que inibia também os outros alunos de fazer pergunta. (...) E achava ainda ruim o professor estar demorando com aquela matéria ali. 'Ah, isso aí, bobagem.' Tipo assim, bobagem pra ele, que já viu. (...) O negócio não é só fazer pergunta. É que você não tem um conhecimento da matéria pra fazer pergunta. (...) Eu não sabia nem o que era resistor, não sabia o que era paralelo, o que era série." (G2R. Entrevista em 02 dez. 2008)

"Eu acho que a turma tinha que participar mais. Muito pouca gente participa. Você vê lá, um, dois caras que participam, um participa até demais, eu acho que tinha que participar menos. Agora, a turma em geral, participa pouco. (...) Eu acho que poucos questionam porque às vezes ele tem, assim, receio de ser uma dúvida tão boba, assim, e que os outros vão brincar com ele, e achar que ele não está sabendo nada. (...) Esse é um motivo. Outras vezes não pergunta porque ele não sabe nem aonde começar a pergunta. (...) E os que perguntam, são aqueles que dominam a matéria (...). Acho que o cara que já se sentiu à vontade em perguntar é aquele que mais pergunta. (...) Começou perguntando lá do início, e aí, e tal, foi sentindo bem com aquilo, e vai, continua perguntando. Aluno que começou o semestre, não perguntou, nunca perguntou, vai terminar o semestre sem perguntar nada. (...) Normalmente, o aluno que mais pergunta é aquele que já (...) já se impôs, é, a palavra certa: já se impôs.(...) Os outros, não. São mais tímidos, e aí, quase não perguntam. (...) Medo de dar fora. E tem aqueles que não sabem. Não é que não sabem, mas aqueles que não estão entendendo bem a matéria. Está um pouco fora, nem está envolvido na aula." (G5R. Entrevista em 04 dez. 2008)

"Então, na nossa turma, tinha aquele aluno que perguntava muito, tinha aquele que não perguntava nada, por um ou outro motivo, né. (...) E tem aquele aluno que não pergunta também, mas é porque não está entendendo nada.(...) Acontece muito. (...) É, eu acho que pode ser que tenha um motivo dentro da sala de aula para a inibição de fazer perguntas. Por exemplo, né, já aconteceu algumas perguntas que o professor falava assim, (...) 'Eu vou explicar aqui, e tal, mas eu expliquei na aula passada.' (...) Então, às vezes o aluno pensa assim. Eu vou perguntar aqui, coisa que ele já explicou? (...) 'Então eu vou

tentar perguntar ao meu colega', né. Acontece muito. (...) Está aí a vantagem de estudar em grupo. (...) Acho que sempre existiu isso - um colega inibir o outro de fazer perguntas. Aquele aluno, por exemplo, que pergunta e o outro fica rindo da cara dele." (G6T. Entrevista em 05 dez. 2008)

Segundo estes grupos, *existem basicamente dois motivos pelos quais um aluno não pergunta:*

1. o aluno se sente *inibido* por algum motivo, que pode ser: o próprio jeito de ser (uma timidez natural), o receio de os colegas rirem dele, ou receio do que o professor possa responder;
2. o aluno *não está envolvido* minimamente com o conteúdo; não sabe, não entende nada do conteúdo, de modo que não consegue nem mesmo formular uma pergunta.

Os grupos G2R e G5R fizeram referência a um colega que sempre perguntava. Para o G2R, esse colega perguntava para desviar o foco da aula, e eles se sentiam prejudicados com este tipo de comportamento. Esse aluno tinha feito o curso técnico. Ressalto que *existe um certo descompasso entre alguns alunos que têm o curso técnico e outros que não têm*. O G2R comentou sobre isso. Segundo este grupo, alguns desses alunos ajudam muito os colegas (estudando com eles, compartilhando os conhecimentos), mas outros atrapalham bastante. Na visão do G2R, os alunos que atrapalham se julgam superiores aos colegas. Além disso, reclamam da forma como o professor às vezes conduz a aula (buscando esclarecer as dúvidas mais básicas) e inibem os colegas de fazerem perguntas. Alguns alunos do G2R se sentiram prejudicados com este tipo de comportamento dos colegas.

Ainda sobre essa questão da insatisfação do grupo G2R com o comportamento de alguns colegas, gostaria de deixar registrados mais alguns trechos do depoimento deste grupo. O grupo G2R revelou uma certa *angústia em relação ao comportamento dos colegas*, chegando a manifestar o desejo de trocar de turma:

"É, se pudesse eu mudava de sala, faria a matéria em outra sala. (...) Eu acho que é isso mesmo, maturidade. É saber que um precisa do outro, né." (G2R. Entrevista em 02 dez. 2008)

Alguns comportamentos de colegas que vieram do curso técnico produzem *sentimentos de tristeza, raiva e desmotivação* nos alunos do grupo G2R:

"Quando eu olho para os meninos que já têm o curso técnico, e começam a fazer gracinha na aula de Circuitos Elétricos, isso me deixa muito triste. (...)

Ah, isso me deixa com raiva. (...) Muito desmotivada.” (G2R. Entrevista em 02 dez. 2008)

O grupo também mencionou que *havia colegas que chegavam a desrespeitar os outros* (isso se refere a um problema com as regras), de modo a atrapalhá-los (interferindo na questão da coletividade), e incomodá-los (no sentido deles se colocarem no lugar do colega e se sentirem mal por ele):

“E eu acho assim, que dentro da sala de aula, você também está aprendendo a conviver em grupo, né. E no seu ambiente de trabalho você tem que respeitar, né, cada um. (...) Com certeza, isso aí tinha muito: atitudes que menosprezam o colega. (...) Dentro da sala eles têm que respeitar. Eu já ouvi muito. (...) Igual, tinha gente do mesmo grupo de convivência, assim, sabe, que um dos caras já tem tendência a ser mais tímido, e tal. E o pessoal pegava no pé dele mesmo, pesado mesmo. (...) Entendeu, porque se eu brincar de vez em quando, 'Ah, fulano de tal, ...', ficar brincando, beleza. (...) Agora, quando você torna aquilo um hábito, toda aula você fala a mesma coisa para o cara, você acaba prejudicando o colega. Mesmo que não prejudique ele no resultado dele, mas a imagem dele fica prejudicada, porque eu não conheço ele, entendeu? (...) essa pessoa, ela trabalha com outras pessoas que convivem comigo. Fala que é uma pessoa gente boa, inteligente, e tal. Mas se for uma outra pessoa, se for uma outra pessoa assim que não conhece a pessoa, que não vai conhecer, aquilo, vai fazer a imagem dele pelo que os outros falam. E é o que acontece. (...) Era tão insuportável as piadinhas, Viviane, que a gente nem conhecia a pessoa, a gente nunca conversou, nem nada, e a gente se sentia ruim com aquela situação, entendeu? A pessoa fazia aquilo lá pra poder diminuir, ou pra poder se mostrar, e tal. Aparecer mesmo perante a turma, mas, nossa, era horrível. Dá vontade de ir lá e pegar a briga pra você, sabe. Eu tinha vontade.” (G2R. Entrevista em 02 dez. 2008)

Finalmente, o grupo reafirmou a questão do descompasso entre aqueles que haviam feito curso técnico na área e aqueles que fizeram apenas o ensino regular:

“É, quem tem ou não tem o curso técnico, tem um lado e tem o outro. (...) Muita gente tinha técnico ali, achava que era o dono da razão, que sabia de tudo, e aproveitava da gente, que precisava, eu precisava daquilo, que eu nunca vi aquilo na minha vida. Ainda atrapalhava eu aprender, entendeu? (...) E achava ainda ruim o professor estar demorando com aquela matéria ali. 'Ah, isso aí, bobagem.' Tipo assim, bobagem pra ele, que já viu.” (G2R. Entrevista em 02 dez. 2008)



Na turma, havia grupos de alunos que pareciam ter mais afinidade<sup>8</sup>: sentavam-se perto durante as aulas e estudavam juntos fora da sala. O G6T fez um comentário interessante sobre essa questão da divisão da turma em grupos e fez também uma revelação surpreendente sobre o interesse de aprender do aluno. Segundo este grupo, *há alunos que querem realmente aprender e aqueles que não querem de fato aprender. Mas mesmo os alunos que querem e gostam de aprender, quando não dispõem de tempo suficiente para isso (devido ao número de disciplinas que cursam ao mesmo tempo e ao trabalho) e se encontram numa situação de aperto (final de semestre, muitas provas, etc.), deixam o objetivo de aprender em segundo plano e passam a ter como objetivo ser aprovado na disciplina, obter nota. Para isso, utilizam até mesmo recursos ilegítimos, como a cola, por exemplo. O objetivo passa a ser ser aprovado na disciplina e depois estudar e aprender o conteúdo. É importante ressaltar que essa prática não é peculiar à disciplina de Circuitos I, mas está presente em todas as disciplinas. Ela é fruto da forma como o aluno pensa, como disse o próprio G6T: “É assim que o aluno pensa.”* Veja o depoimento:

“Você vê que o aluno, ele vai se dividindo também, vai formando o grupinho dele de acordo com o jeito de cada um. (...) Muitas características em comum. (...) Desde o primeiro período vai se formando esse grupo. Então, meu grupo é aquele grupo das pessoas que trabalham, e que se preocupam demais em passar na matéria. Têm o maior medo de ficar agarrado em alguma matéria. (...) A gente vê que o interesse existe. Mas só que o grande problema, às vezes, é a questão do tempo. Então, muita gente trabalha, (...) que é o meu caso, e de vários outros. A gente viaja distância longa todo dia, pra vir e voltar, entendeu? E eu trabalho às vezes no final de semana, então, a preocupação em si, a primeira, é realmente essa, sempre estar agregando conhecimento. (...) Tem uma certa parte de alunos que não se preocupam realmente em aprender. Sempre teve, e sempre vai ter. E tem aqueles que têm vontade de aprender, que acham interessante aprender, gostam de aprender. No caso destes que gostam, (...) falta tempo e tudo, aí você vai levando de acordo com o tempo, aí você vai levando. Quando você vê que as coisas estão aquela bola de neve, aquele negócio todo, você não está conseguindo mais, e você vai ter prova amanhã, e aí você não tem tempo de aprender, aí você vai jogar de outras formas, né, 'ah, não, eu tenho que passar', e começa a correria. Aí, você pensa assim, mas eu vou ter que, se eu perder essa matéria, eu vou ter que pagar determinado valor, então você não quer mais aprender não. Você quer passar. (...) Então você tem dois métodos; tem o plano A e o plano B. Se o plano A, que seria aprender fazendo, como se diz, na raça, né, não der certo, você usa o plano B. (...) O plano B, todo mundo já sabe que é, o colega ajuda, uma colinha aqui, outra ali, então, aí o aluno vai, também é outra

<sup>8</sup>Poderíamos chamar estes grupos, numa forma mais popular, de 'panelinhas'.

coisa que sempre vai existir. Então, resumindo, né, eu acho assim, vontade de aprender, grande parte do pessoal tem. Mas a vontade de passar também é muito grande. Então é o que às vezes fala mais alto do que aprender, porque tem a questão financeira também, né. (...) Acho que pior do que a questão do custo, é o tempo que você perde, entendeu? No meu caso, eu viajo 150 km todo dia, ida e volta. (...) Então você pensa assim, 'não, aprender eu vou, mas eu tenho que arrumar um tempo pra aprender isso aqui', porque a gente sabe que precisa dessa matéria, mais para a frente vai precisar dela. (...) Então, você não pode deixar de aprender. Mas, se for o caso, então eu passo, depois estudo. Então, assim, é isso que o aluno pensa.” (G6T. Entrevista em 05 dez. 2008)

#### 5.3.4.4 *O diálogo do professor com os alunos*

O professor sempre dialogava com os alunos e buscava incentivar a sua participação na aula<sup>9</sup>. Nos momentos de exposição teórica ele fazia perguntas, de modo a envolver os alunos em seu discurso. E nos momentos de resolução dos exercícios, além de fazer perguntas, ele pedia aos alunos que o ajudassem na resolução, fazendo os cálculos, por exemplo.

O excerto da aula 10, transcrito na seção 5.3.1, nos turnos 15 a 40, mostra como era o diálogo do professor com os alunos durante uma exposição teórica. Note que, no início de sua exposição, o professor pergunta aos alunos o que é o Teorema da Superposição, buscando envolvê-los e ao mesmo tempo chamar a atenção dos alunos para este novo conceito. Durante a exposição, observamos que o professor passa muito tempo falando sem a interferência dos alunos. Note que os maiores turnos da conversa se referem às falas do professor. Em sua fala, o professor utiliza exemplos conhecidos dos alunos, como as usinas hidrelétricas e as empresas da região. O professor também faz perguntas que ele mesmo responde, por exemplo: “Então, o que é que nós temos aqui? Nós temos duas fontes em paralelo (...)”, “O que é que nós temos na usina hidrelétrica? Nós temos um barramento (...)”, “Então, o que acontece? Cada vez que nós ligamos um desses consumidores (...)”, “Então, o que é que se faz? Primeiro se calcula (...)”. As perguntas dos alunos surgem quando eles não compreendem alguma coisa que o professor falou. Após a exposição teórica, mais no final do excerto, percebemos alunos interagindo mais com o professor, ao tentarem responder a algumas perguntas que ele fez. Uma outra característica observada no diálogo do professor com os alunos nas aulas expositivas (e até nas resoluções de exercícios) é que ele sempre procurava se certificar de que o aluno estivesse compreendendo o conteúdo exposto. Ele sempre fazia perguntas do tipo: “Alguma dúvida?”, “Certo?” ou “Estão percebendo?”, como pode ser visto nos turnos 1 e 25 da aula transcrita.

<sup>9</sup>O professor incentivava a participação coletiva dos alunos na maior parte do tempo. Somente em alguns momentos é que ele privilegiava a individualidade. São os momentos em que ele respondia a pergunta de um aluno somente para ele, na carteira dele, conforme comentado pelo grupo G5R.

Os turnos 41 a 61 da aula 10 se referem a um momento de resolução de um exercício. Durante o período de resolução de exercícios parece existir uma interação maior entre o professor e os alunos. Note que os turnos das falas do professor são menores do que quando da exposição teórica. Pelo menos aparentemente, *os alunos ficam mais envolvidos no momento de resolução de exercícios do que no momento de exposição teórica*. Ao resolver exercícios, eles perguntam o que não entenderam, respondem perguntas feitas pelo professor e calculam, ajudando o professor na resolução do exercício.

#### 5.3.4.5 Elementos a serem destacados nas relações humanas

- O professor pode se aperfeiçoar ainda mais no desempenho de sua função: 1)respondendo as perguntas para toda a turma (G5R); 2)trabalhando melhor o vocabulário técnico antes de utilizá-lo amplamente (G5R); 3)aproveitando melhor o tempo da sala de aula (G6);
- Os alunos podem melhorar o desempenho de sua função, que, de alguma forma, deixou a desejar (G1T, G2R, G3T, G4T, G5R, G6T): 1)participando, cooperando, questionando, cobrando, sugerindo, se envolvendo com o conteúdo e interagindo mais com o professor e com os colegas, compartilhando conhecimentos e experiências (postura pró-ativa) (G4T, G5R); 2)conversando menos paralelamente ao professor (G1T, G2R, G3T, G5R);
- As conversas podem ser devidas à idade jovem da maioria dos alunos (G5R) e/ou ao desinteresse por algo que o professor está dizendo (explicações demoradas e detalhadas demais levam os alunos a perderem o raciocínio e o interesse pelo assunto, bem como perguntas que desviam o foco da aula)(G1T);
- Um aluno pode não perguntar porque: 1)se sente inibido por algum motivo; 2)não está minimamente envolvido com o conteúdo, ao ponto de não conseguir nem mesmo formular uma pergunta (G2R, G5R, G6T);
- Os alunos que vieram do curso técnico podem adotar dois tipos distintos de postura (G2R): 1)ajudar os colegas com maiores dificuldades; 2)inibir e atrapalhar os colegas com maiores dificuldades. Existe um certo descompasso entre alunos que têm curso técnico e aqueles que não têm;
- Em situações de aperto, o objetivo principal do aluno passa a ser o de obter nota e ser aprovado na disciplina, deixando em segundo plano o objetivo de estudar e aprender o conteúdo (G6T). Para isso, os alunos utilizam até mesmo recursos ilegítimos, como a cola.

## 5.4 Aspectos gerais do resultado

Uma questão observada nos resultados da descrição da aula teórica (e que se confirmará na análise da aula de laboratório, no próximo capítulo) é sobre um tipo de *solicitação* dos grupos G2R e G5R. Estes grupos são formados, em sua grande maioria, por alunos que vieram do ensino médio regular, ou seja, que não fizeram um curso técnico. Estes alunos demandam por *visualização*<sup>10</sup> dos conceitos científicos estudados. Sugerem que o professor poderia usar mais *analogias*<sup>11</sup> para facilitar o entendimento do conteúdo; e mostrar os elementos estudados, seja por meio de um *exemplar* (modelo)<sup>12</sup>, ou de uma *foto, figura*, etc, (enfim, uma *imagem*) tanto na sala de aula quanto no laboratório. Existem trabalhos, como os apresentados a seguir, que defendem que tanto a *imagem* como a *analogia* são recursos que, se usados adequadamente, podem contribuir para a aprendizagem de conceitos científicos.

Mendes (2006) investigou o papel instrumental das *imagens* na formação de *conceitos científicos*. Imagens, nesse trabalho, são entendidas como signos compostos por figuras, fotografias, diagramas, gráficos, esquemas, desenhos e imagens de arte. A pesquisadora identificou o papel pedagógico de um dos tipos de imagem, o *esquema*, na compreensão do fenômeno da *fotossíntese*. Participaram de sua pesquisa 10 alunos voluntários do primeiro período do curso de Licenciatura em Normal Superior de uma Instituição de Ensino Superior (IES) de Brasília. Mendes (2006) utilizou mapas conceituais<sup>13</sup> para evidenciar e comparar os conhecimentos dos alunos antes e depois da utilização de esquemas em situações de ensino e aprendizagem. Os resultados obtidos permitiram concluir que os esquemas utilizados com os alunos os ajudaram a organizar, memorizar e relacionar alguns conceitos necessários para a compreensão do fenômeno da fotossíntese. Em seu trabalho, a autora enfatiza que, no âmbito pedagógico, *as representações visuais desempenham um papel importante na comunicação de conceitos científicos*. Em sua revisão de literatura, a autora comenta que, apesar de a cultura científica privilegiar a expressão do conhecimento por meio da linguagem escrita, existem conceitos *cujas visualização é essencial para sua conceitualização e compreensão* (p. 12). Além disso, a autora conclui que no ensino de Física e de outras ciências da Natureza, *o uso de imagens é fundamental no processo de ensino e aprendizagem*. Nesses casos, não é aconselhável que um professor dissocie a explicação de determinado *fenômeno* de uma *ilustração*. Por meio das imagens, é possível explicar fenômenos de difícil compreensão, ou que exigem elevado grau de abstração. Todavia, a autora deixa claro que não se deve utilizar as imagens de uma maneira

<sup>10</sup>Esta foi a palavra utilizada pelos alunos em seus comentários durante as entrevistas.

<sup>11</sup>Esta foi a palavra utilizada pelos alunos em seus comentários durante as entrevistas.

<sup>12</sup>O professor, ao ensinar sobre resistores, por exemplo, poderia, levar para a sala de aula alguns tipos de resistores. Ou, no laboratório, fazer uma “apresentação” do resistor (uma explicação mais detalhada sobre este elemento) antes de deixar que os alunos realizem a atividade laboratorial proposta.

<sup>13</sup>Um mapa conceitual é uma representação esquemática de um conjunto de conceitos interligados por meio de proposições (Novak and Gowin, 1993).

indiscriminada. “A orientação do professor é necessária a fim de evitar que interpretações equivocadas da imagem originem ou reforcem representações do processo em desacordo com o conhecimento científico” (p. 134).

Referenciados em muitos outros trabalhos, entre eles os de Dagher (1995) e Bachelard (1996), Giraldi (2005) e Bozelli and Nardi (2007) defendem o uso de *analogias* como recursos para a aprendizagem de conceitos científicos. Giraldi (2005) investigou o uso e o funcionamento de analogias em textos didáticos de Biologia (um livro didático indicado para o nível médio de ensino), enfocando alguns conceitos de *citologia*. Bozelli and Nardi (2007) desenvolveram um estudo que acompanhou e analisou, durante um semestre letivo, o uso e as condições de produção de analogias por um professor do Ensino Superior e seus alunos (do curso de Licenciatura em Física de uma universidade pública do estado de São Paulo), durante as aulas de uma disciplina de Física Geral. Os alunos participantes da pesquisa reconhecem a analogia como um possível recurso didático para *umentar a compreensão dos conceitos científicos* estudados. A utilização de analogias pelo professor é vista pelos alunos como eficaz, visto que promove a *visualização do conceito* em estudo. Em ambos os trabalhos os autores ressaltam a importância da utilização de analogias para a compreensão de conceitos científicos.

Na mesma direção, Giraldi (2005) menciona que as analogias, quando utilizadas de um modo adequado, auxiliam na compreensão de conceitos científicos porque aproximam dois discursos distintos: a linguagem comum e a linguagem científica. A pesquisadora constata que as analogias (assim como as metáforas) cumprem duas funções no contexto científico: 1) ajudar na construção do conhecimento científico, 2) ajudar na comunicação de conhecimentos (explicações de fenômenos) para determinado público (tanto para a comunidade científica, como para a comunidade escolar). Bozelli and Nardi (2007) citam diversas pesquisas que destacam o uso de analogias e metáforas como recursos didáticos mediadores no processo de ensino e aprendizagem, incluindo o Ensino de Física. Segundo os autores, as analogias possuem um poder de *visualização*, importante para a aprendizagem dos conceitos. E mais:

As metáforas e as analogias são apontadas pelos investigadores como estratégias didáticas fundamentais no ensino e na aprendizagem de temas complexos pela possibilidade que elas oferecem de construir, ilustrar ou compreender um domínio científico (alvo) a partir de um domínio familiar (análogo) com base na exploração de atributos/relações comuns e não comuns de ambos os domínios.  
(p. 27)

Todavia, segundo Giraldi (2005), quando se utiliza a analogia, uma questão deve ser considerada: o uso de analogias pode levar ao surgimento de interpretações diferentes daquelas intencionadas no momento de sua produção. O uso de analogias sem os devidos cuidados (explicitar as similaridades relevantes) pode levar o aluno a estabelecer relações

equivocadas, prejudicando a aprendizagem. Nesse caso, o uso de analogias pode produzir um efeito contrário ao esperado. Giraldi (2005) ainda recomenda que, ao utilizarem este recurso, os professores o façam com cautela, considerando os limites e as possibilidades das analogias e metáforas no âmbito do ensino de conceitos científicos. Bozelli and Nardi (2007) ressaltam que é importante estabelecer os limites de uma analogia, devido ao fato de nem todos os aspectos do domínio familiar serem transferíveis para o domínio científico em estudo. A utilização de analogias deve ser feita com uma certa sistematização e programação. Caso contrário, pode, assim como as *imagens*, reforçar concepções prévias e falsas idéias da realidade, tornando-se obstáculos pedagógicos.

Uma outra questão levantada, só que desta vez pela grande maioria dos grupos (todos, exceto o grupo G3T), refere-se à falta de conhecimento e/ou à *dificuldade de compreensão dos termos técnicos* da disciplina, que, segundo os alunos, são usados naturalmente pelo professor. Bernardon and Silveira (2009) e Felipe (2007) vivenciaram situações em que a dificuldade de alunos, também de um curso de engenharia (Química e Têxtil), ao lidar com os termos técnicos, era significativa. Estes pesquisadores decidiram, então, elaborar um glossário e um dicionário de termos técnicos, respectivamente, a fim de minimizar este problema.

Bernardon and Silveira (2009) construíram um *glossário de termos técnicos* para o curso de Engenharia Química da Unioeste (Universidade Estadual do Oeste do Paraná). O objetivo da construção deste glossário foi facilitar os processos de leituras e traduções em pesquisas e estudos, uma vez que a maior parte do material bibliográfico do curso é publicada em inglês técnico, bem como os materiais advindos da internet. Os autores ressaltam que os termos técnico-científicos são muito importantes para uma comunicação mais eficiente. Eles facilitam a interlocução entre os textos científicos e seus leitores. O domínio das terminologias é essencial à univocidade da comunicação, e ao entendimento de textos e trabalhos científicos. Por isto, torna-se necessário organizar e divulgar os termos técnico-científicos. No caso desta pesquisa, os autores comentam que a maioria dos cursos de graduação não oferecem a disciplina de inglês instrumental. E que esse fato gera dificuldades no desenvolvimento de trabalhos e pesquisas acadêmicas, visto que grande parte das bibliografias nas ciências exatas são publicadas em inglês técnico.

Felipe (2007) desenvolveu um estudo sobre o vocabulário técnico têxtil usado como recurso didático no processo de ensino e aprendizagem do curso de Engenharia Têxtil, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Em seu trabalho, a autora mostra que professores e alunos reconhecem a importância do vocabulário técnico, isto é, as consequências de seu domínio (ou falta dele), para a formação e o desempenho profissional. A autora propôs a criação de um dicionário terminológico, de terminologia do vestuário, seguindo a metodologia da Terminologia. A necessidade de um dicionário terminológico se deve à *carência de bibliografia em português* (do Brasil) para a área de Engenharia Têxtil (livro didático, dicionário técnico por área), apontada por professores e alunos. Um outro

problema é que, em se tratando de materiais traduzidos, seu vocabulário não corresponde ao vocabulário utilizado nas empresas e nem ao vocabulário ensinado nas disciplinas do curso, prejudicando a aprendizagem. As deficiências bibliográficas levavam à *falta de padronização*. A falta de padronização do vocabulário (grande variação vocabular, com muitos sinônimos para um único conceito) dificultava a comunicação, tanto no processo de ensino e aprendizagem, como nas atividades profissionais. A avaliação do dicionário foi positiva. O dicionário contribuiu para a padronização do vocabulário, e foi muito útil no processo de ensino e aprendizagem, como obra de referência, fonte de informações técnicas e instrumento de estudo e planejamento didático. A autora acredita que, por meio da criação do dicionário de terminologia do vestuário está colaborando significativamente com as práticas pedagógicas no curso de Engenharia Têxtil, visto que ele poderá servir como uma fonte importante para a disseminação dos conceitos da área do vestuário. Além disso, o dicionário colaborou com a efetivação da padronização da terminologia utilizada nessa área, naquela cidade.

Note que ambos os trabalhos apresentam, em última instância, uma solução dada à *escassez de material bibliográfico técnico/científico em português*, e às dificuldades geradas por este fato (como a dificuldade dos alunos de estudarem e realizarem pesquisas, e a falta de padronização tanto na universidade como nas empresas). Apesar de também na área de Engenharia Elétrica uma grande parte do material bibliográfico estar publicada em inglês, existem bons livros de Circuitos Elétricos já traduzidos para o português, inclusive na biblioteca da instituição em questão. Portanto, não penso que a dificuldade de lidar com os termos técnicos dos alunos participantes desta pesquisa tenha a mesma origem da dificuldade dos alunos participantes das duas pesquisas citadas (a dificuldade dos alunos de CE I de lidar com termos técnicos vai além da padronização e da língua inglesa). Por outro lado, não investiguei na entrevista proposta essa origem. Este é um ponto digno de maiores investigações. Penso que seguir o exemplo dos pesquisadores mencionados, criando um glossário ou um dicionário dos termos técnicos da área (ou tomando algum tipo de atitude semelhante) possa, de alguma forma, contribuir para a minimização deste problema, embora possa não resolvê-lo, visto que a aprendizagem de conceitos científicos, conforme apresentado nas seções 3.2.3.5 e 3.2.3.6 não se restringe ao verbalismo. Na visão vigotskyana, a repetição de definições verbais ou até mesmo a sua memorização não garantem a aprendizagem dos conceitos. Os conceitos científicos não são aprendidos mecanicamente, mas evoluem com a ajuda de uma vigorosa atividade mental por parte do sujeito (Vygotsky, 1993). Para Vygotsky (1987), o processo de formação dos conceitos científicos começa com uma definição verbal com aplicações não-espontâneas, mas posteriormente deve adquirir um nível de concretude, por meio da experiência. Esta questão será retomada na seção 6.3, e uma possível explicação será dada para esta dificuldade.

A terceira questão a ser ressaltada nesta seção é o fato de os alunos (todos) valorizarem intensamente a *resolução de exercícios* como método de estudo. Um resultado semelhante a este foi obtido por Frota (2002). Esta pesquisadora realizou um estudo das

estratégias de aprendizagem matemática (em disciplinas de Cálculo) de alunos de um curso de engenharia, buscando compreender a influência das motivações, concepções e atitudes metacognitivas na determinação de tais estratégias<sup>14</sup>. E percebeu que, ao lidarem com situações matemáticas envolvendo o cálculo integral, alunos distintos utilizavam estratégias semelhantes. A diferença significativa consistia na maneira de utilização das estratégias, ou no momento em que eram utilizadas. Foram identificados entre os alunos dois estilos de aprendizagem: *teórico-prático* e *prático-teórico*. Esta categorização destaca uma característica marcante dos alunos participantes da investigação: o papel relevante atribuído à *resolução de exercícios* para a aprendizagem de cálculo.

Ambos os estilos utilizam a estratégia de *resolução de exercícios*, mas de maneira diferenciada. No estilo *teórico-prático*, o aluno faz primeiramente uma leitura teórica e depois passa à resolução de vários exercícios. Localiza a tarefa proposta em um contexto teórico, chama as sínteses teóricas elaboradas, consulta anotações sistematizadas, faz considerações teóricas (procedimento que, em minha análise, está em sintonia com o que se espera de um aluno em um contexto técnico-científico). Nesse caso, o aluno parece utilizar o exercício como *trampolim*<sup>15</sup>, ou seja, como um meio para ampliar as estruturas prévias, indo além das metas da tarefa em si, ou mesmo, talvez, às metas idealizadas pelo professor.

No estilo *prático-teórico*, o aluno prefere recorrer a *exemplos* para encontrar uma estratégia de solução de uma determinada tarefa. Apresenta dificuldades em localizar a teoria no texto, e em lidar com questões novas, visto que tem dificuldade de estabelecer relações entre assuntos já estudados. Mas há casos em que o aluno constrói sistematizações a partir da análise de exercícios, elabora padrões por meio da exercitação. E recorre a indagações teóricas somente quando é confrontado com algum problema. O aluno parece se ater à tarefa, procurando realizá-la com consciência. Em síntese, o exercício é um veículo de diálogo com a teoria, visando, entretanto, a *metas de fixação*. Os resultados da pesquisa permitiram à pesquisadora verificar que a prática (resolução de exercícios) é elemento chave do estilo de aprendizagem da matemática entre os alunos observados. Ora funciona como ponto de partida para possíveis interlocuções teóricas posteriores. Ora funciona como ponto de chegada, a partir da necessidade de compreender melhor a teoria.

Os resultados encontrados nesta pesquisa parecem corroborar os resultados obtidos por Frota (2002). A partir das falas dos alunos de CE I nas entrevistas, e utilizando as definições dos estilos definidos por essa pesquisadora, poderíamos dizer que os grupos G1T, G2R, G4T e G5R, que tinham o costume de estudar a parte teórica antes de resolver os exercícios, possuem o estilo *teórico-prático*. Os grupos G3T e G6T, que estudavam apenas por meio da resolução de exercícios, recorrendo à teoria somente em casos de dúvidas, poderiam ser enquadrados no estilo *prático-teórico*.

<sup>14</sup>A autora se referencia prioritariamente nas idéias de Piaget.

<sup>15</sup>Expressão utilizada pela autora na p.138.



Frota (2002) conjectura que os estilos de aprendizagem são influenciados pelas motivações e expectativas dos alunos. Segundo ela, uma possível explicação para a grande ênfase dada pelos alunos à resolução de exercícios é o fato de que estes alunos apresentam motivações ligadas à *aplicabilidade* do cálculo na engenharia. A autora percebeu também que a concepção de aprender matemática, para os alunos de ambos os estilos, está ligada à questão de aprender como *conseguir resolver exercícios distintos* propostos. Ao lidarem diretamente com as situações matemáticas, os alunos parecem perder a visão do todo e a agirem utilizando estratégias mais *procedimentais*.

Os resultados da pesquisa evidenciaram para a pesquisadora algumas necessidades, entre elas: 1) desenvolver estratégias de ensino que incentivem o uso do *texto didático* e o pensar matemático especulativo; 2) valorizar o papel do exercício na aprendizagem de Cálculo, mas *incentivando interlocuções teóricas*; 3) repensar o ensino de Cálculo, discutindo o papel da teoria em um curso de Cálculo para a engenharia.

Talvez essas necessidades possam ser sugeridas também ao ensino de Circuitos I. Deve-se tomar cuidado, porém, com a forma de incentivar ou realizar as interlocuções teóricas. Conforme mencionado na seção 5.3.2, na visão dos alunos (G1T, G2R e G6T), exposições teóricas em meio à resolução de exercícios demandam muito tempo e tornam a aula desagradável. É interessante notar que talvez os alunos tenham essa visão relacionada ao estilo de aprendizagem que adotam, supervalorizando a resolução de exercícios. Para eles, quanto mais exercícios forem resolvidos em sala de aula, melhor.

Ao finalizar seu trabalho, Frota (2002) traz uma reflexão sobre o que ela chama de *aprendizagem praticada* e *aprendizagem desejada*. Segundo ela, os alunos evidenciaram, algumas vezes, idealizações de um método de estudo (*aprendizagem desejada*), que na prática não se realizavam (*aprendizagem praticada*). O aluno tem a intenção de aprender, e mobiliza suas energias para este fim. Mas esta mobilização pode ser estrangida e limitada por circunstâncias (tanto escolares como sua própria história anterior de aprendizagem), podendo levá-lo a uma *aprendizagem praticada*. Nas palavras de Frota (2002):

*A aprendizagem praticada* é entendida como a resultante de estrangimentos múltiplos de ordem pessoal, social ou circunstancial. Fatores variados, de ordem extrínseca e intrínseca, levam muitas vezes o aluno a abandonar o nível da *aprendizagem desejada*, conformando-se com um possível e um exequível. Estabelece-se um hiato entre o que ocorre na prática e a *aprendizagem desejada*, ou seja, aquela aprendizagem num sentido de crescer e se desenvolver como ser humano, com vistas à satisfação pessoal. É como se a *aprendizagem desejada* passasse a estar situada no plano virtual das expectativas nunca alcançadas (p.246).

Talvez possamos trazer esta reflexão para o âmbito desta pesquisa. Conforme descrito

na seção 5.3.4.3, no depoimento do grupo G6T, o objetivo primeiro do aluno é estudar e aprender os conteúdos das disciplinas (*aprendizagem desejada*). Porém, quando não dispõe de tempo suficiente para isso (devido principalmente ao número de disciplinas que cursa ao mesmo tempo e ao trabalho) e se encontram numa situação de múltiplas tarefas (final de semestre, muitas provas, etc.), *deixam o objetivo de aprender em segundo plano e passam a ter como objetivo ser aprovado na disciplina, obter nota*. Talvez nesse caso possamos falar em uma aprendizagem possível, isto é, exequível, ou seja, a *aprendizagem praticada*.

Neste ponto, retomo Vygotsky na expectativa de ampliar o entendimento dos resultados discutidos acima. Ressalto que, no contexto da disciplina de CE I, as provas propuseram basicamente a resolução de exercícios. Conjecturo que, como a grande maioria dos alunos em nosso sistema escolar, as aulas dos participantes desta pesquisa, que trabalharam aspectos quantitativos dos fenômenos estudados no ensino elementar, enfatizaram prioritariamente a resolução de exercícios. É neste contexto histórico-cultural que as expectativas dos alunos são construídas. Em outras palavras, quero dizer que os alunos estão respondendo com a resolução de exercícios a uma demanda gestada nas práticas das atividades escolares. Portanto, a situação observada (o fato de os alunos supervalorizarem a resolução de exercícios como método de estudo) é natural, deste ponto de vista.

Além disso, o fato de os alunos pedirem que o professor resolva mais e mais exercícios em sala de aula e tire cada vez mais dúvidas diferentes nos permite inferir que os alunos estão tentando aprender os conceitos científicos partindo do particular para o geral. Na visão deles, quanto mais exemplos de exercícios diferentes, melhor para aprender o conteúdo. Esse modo de aprender é o que vai de baixo para cima, e leva à formação do *pensamento empírico*, conforme exposto na seção 3.2.2. Esse modo de aprender conceitos coincide com o que Vygotsky chama de aprendizagem de conceitos cotidianos. O ideal seria que os alunos aprendessem os conceitos científicos de cima para baixo, ou seja, do geral para o particular, formando o *pensamento teórico*.

A quarta questão a ser discutida nesta seção se refere ao *discurso* da sala de aula. A pesquisa em Educação em Ciências tem avançado em estudos sobre os discursos dos processos de ensino e aprendizagem em salas de aula (Lemke, 1990; Candela, 1999; Mortimer and Scott, 2002; Aguiar Júnior et al., 2006). Esses estudos apresentam a linguagem como ferramenta fundamental para a construção e apropriação do conhecimento científico e têm procurado responder como os significados são criados e desenvolvidos por meio do uso da linguagem. Também, compartilham a perspectiva vygotkiana de que o desenvolvimento e a aprendizagem envolvem uma passagem de contextos sociais para a compreensão pessoal (a natureza social da atividade mental). Neste contexto, é importante que o professor estimule a ocorrência de ambientes ricos em interações discursivas. O professor assume o papel de mediador entre o conhecimento cultural dos alunos e o conhecimento científico.

Uma ferramenta, que incorpora a análise de discurso de filiação bakhtiniana e vygot-

skiana, e que tem sido bastante usada (Mortimer and Scott, 2002; Aguiar Júnior et al., 2006, 2007; Aguiar Júnior and Mortimer, 2005; Vivian, 2006; Zanon and Freitas, 2007; Mendonça et al., 2008; Chaves, 2009) para analisar a forma pela qual os professores podem agir para guiar as interações que resultam na construção de significados em salas de aula de ciências é a ferramenta proposta por Mortimer and Scott (2002). Essa ferramenta, sugerida pelos autores para ser usada tanto como instrumento de análise de aulas como para o seu planejamento, é baseada em cinco aspectos interrelacionados, que focalizam o papel do professor. Os cinco aspectos são agrupados em termos de focos do ensino, abordagem e ações:

1. Intenções do Professor (Foco do ensino): as intenções que precisam ser contempladas durante uma sequência de ensino são:
  - Criar um problema: engajar os alunos, intelectual e emocionalmente, no desenvolvimento inicial da estória científica<sup>16</sup>;
  - Explorar a visão dos alunos: explorar as visões e entendimentos que os alunos têm sobre idéias e fenômenos específicos;
  - Introduzir e desenvolver a estória científica: disponibilizar as idéias científicas no plano social da sala de aula;
  - Guiar os alunos no trabalho com as idéias científicas, e dar suporte ao processo de internalização: dar aos alunos oportunidades de falar e pensar com as novas idéias científicas, tanto em pequenos grupos como com toda a classe;
  - Guiar os alunos na aplicação das idéias científicas e na expansão de seu uso, transferindo progressivamente para eles o controle e a responsabilidade por esse uso: dar suporte aos alunos para aplicar as idéias científicas trabalhadas a uma diversidade de contextos;
  - Manter a narrativa, sustentando o desenvolvimento da estória científica: realizar comentários sobre o desenvolvimento da estória científica, ajudando os alunos a acompanhá-lo e a entender suas relações com o currículo de ciências como um todo.
2. Conteúdo (Foco do ensino): os conteúdos do discurso de sala de aula relacionados à estória científica que está sendo ensinada podem ser analisados em três categorias:
  - Descrição: envolve enunciados que se referem a um sistema, objeto ou fenômeno, em termos de seus constituintes ou dos deslocamentos espaço-temporais desses constituintes.
  - Explicação: envolve a utilização de algum modelo teórico ou mecanismo para se referir a um fenômeno ou sistema específico.

---

<sup>16</sup>“Estória científica” é o nome dado pelos autores ao desenvolvimento do roteiro (do tema) da aula.

- Generalização: envolve a elaboração de descrições ou explicações que são independentes de um contexto específico.
3. Abordagem Comunicativa (Abordagem): perspectiva sobre como o professor trabalha as intenções e o conteúdo do ensino por meio das diferentes intervenções pedagógicas. O discurso pode ser dialógico ou de autoridade, interativo ou não-interativo. O que caracteriza um discurso como dialógico é o fato de o professor considerar o que o aluno tem a dizer de seu próprio ponto de vista, ainda que não haja interação. No discurso de autoridade, o professor considera o que o aluno tem a dizer apenas do ponto de vista do discurso científico que está sendo construído. O discurso interativo é aquele que ocorre com a participação de mais de uma pessoa. O discurso não-interativo ocorre com a participação de uma única pessoa. Baseando-se nestes dois eixos de abordagem, pode haver quatro classes de abordagem comunicativa:
- (a) Interativo/dialógico: professor e alunos exploram idéias, formulam perguntas autênticas e oferecem, consideram e trabalham diferentes pontos de vista;
  - (b) Não-interativo/dialógico: o professor considera vários pontos de vista em sua fala, destacando similaridades e diferenças;
  - (c) Interativo/de autoridade: o professor geralmente conduz os alunos por meio de uma sequência de perguntas e respostas, com o objetivo de chegar a um ponto de vista específico;
  - (d) Não-interativo/de autoridade: o professor apresenta um ponto de vista específico.
4. Padrões de Interação (Ações): são padrões que surgem à medida em que o professor e os alunos alternam turnos de fala na sala de aula. O mais comum são as tríades I-R-A: iniciação do professor, resposta do aluno e avaliação do professor, mas há também outros padrões que geram cadeias não triádicas. Por exemplo, algumas vezes, o professor fornece um feedback para que o aluno elabore um pouco mais a sua fala.
5. Intervenções do Professor (Ações): são seis as formas de intervenção identificadas:
- (a) Dar forma aos significados (explorar as idéias dos alunos, comparar o termo científico com o pensamento do aluno e mostrar a diferença entre os dois significados);
  - (b) Selecionar significados (trabalhar os significados no desenvolvimento da estória científica, considerando ou ignorando a resposta de um aluno em sua fala);
  - (c) Marcar significados chaves (repetir um enunciado, estabelecer uma sequência I-R-A com um aluno para confirmar uma idéia, etc.);

- (d) Compartilhar significados (repetir a idéia de um aluno para toda a turma, compartilhar resultados de grupos diferentes com toda a turma, pedir aos alunos que relatem suas idéias para toda a turma);
- (e) Checar o entendimento dos alunos (pedir a um aluno que explique melhor sua idéia, ou que escreva suas explicações, verificar se existe consenso da turma sobre determinados significados);
- (f) Rever o progresso da estória científica (sintetizar resultados de um experimento, recapitular as atividades da aula anterior, rever o progresso no desenvolvimento da estória científica até então.

Apesar de esta ferramenta ter sido proposta no contexto da Educação em Ciências, achei interessante utilizá-la no contexto da Educação em Engenharia, a fim de buscar compreender o discurso que acontece nesta sala de aula. Para isto, dividi a aula 10, descrita na seção 5.3.1, em três episódios. E esbocei uma análise do discurso de cada um deles, de acordo com a ferramenta de análise de Mortimer and Scott (2002) da seguinte forma.

#### *Episódio 1*

O primeiro episódio vai dos turnos 1 a 14. Neste episódio, o professor está finalizando a sua exposição teórica sobre transformações estrela-triângulo.

1. Intenções do professor: Desenvolver a estória científica, focalizando a atenção na necessidade de a resistência equivalente entre pares terminais de um circuito em conexão triângulo ser igual à resistência equivalente entre pares da conexão estrela, para que se cumpram as leis de Ohm e a de dissipação de potência.
2. Conteúdo: Explicar como se transforma um circuito que está na configuração triângulo para a configuração estrela e vice-versa.
3. Abordagem: Interativa e de autoridade, com breves intervenções dialógicas. Durante a maior parte do episódio, o discurso, a forma de pensar e a abordagem procedimental estão firmemente localizadas no domínio científico. O professor fala de acordo com as leis dos circuitos elétricos, trabalha aspectos do conteúdo. Nos turnos 11 a 14, porém, podemos perceber que o discurso se desloca levemente da abordagem de autoridade para a dialógica. Nesses turnos, temos um aluno expressando o seu pensamento espontâneo sobre a situação (“É só igualar”), e o professor tecendo uma explicação que leva em consideração este ponto de vista do aluno. No turno 14, o professor se esforça para mostrar a diferença ao aluno entre o que ele está pensando (pensamento espontâneo) e a forma como deve ser (pensamento científico). Além disso, no turno 1 o professor se propõe a ouvir o que os alunos estão pensando ou

compreendendo sobre a idéia exposta, quando ele pergunta: “Estão percebendo?” É por causa da resposta de um aluno que todo o episódio se desenvolve.

4. Padrões de interação: I-R-A.
5. Formas de intervenção: Checar o entendimento dos alunos, formular questões instrucionais, estabelecer interações confirmatórias.

### *Episódio 2*

Neste segundo episódio (turnos 15 a 40), o professor faz uma exposição teórica sobre o Teorema da Superposição.

1. Intenções do professor: Desenvolver a estória científica, enunciando o teorema da superposição no contexto de circuitos elétricos.
2. Conteúdo: Explicar o que é o teorema da superposição e como ele pode ser utilizado para o cálculo de correntes em circuitos elétricos.
3. Abordagem: Interativa e de autoridade, com breves intervenções dialógicas. Assim como no Episódio 1, durante a maior parte do tempo, o discurso está firmemente localizado no domínio científico. Porém, em algumas de suas falas o professor dá exemplos de situações reais que são conhecidas dos alunos, como acontece no turno 19, quando ele menciona o Unileste, a Acesita e a Usiminas como consumidores e possuidores de cargas elétricas. Ele também menciona o exemplo das usinas hidrelétricas. Os alunos tiveram oportunidade de conhecer uma usina hidrelétrica por meio de uma visita técnica. Considerar, em sua fala, aspectos da realidade conhecida dos alunos é uma forma do professor considerar as idéias deles.
4. Padrões de interação: I-R-A e I-R-F-R-F (Nos turnos 29 a 40 podemos perceber uma interação diferente da tríade I-R-A. Especificamente nos turnos 31 e 36, o professor não avalia a resposta dos alunos como certa ou errada, mas fornece-lhes um feedback(F), solicitando uma elaboração adicional de modo que o aluno desenvolva seu ponto de vista, o que resulta numa cadeia de interações I-R-F-R-F.)
5. Formas de intervenção: Apresentar nova informação, formular questões instrucionais, estabelecer interações confirmatórias.

### *Episódio 3*

No terceiro episódio, turnos 41 a 61, o professor propôs aos alunos um exercício sobre o teorema da superposição e passou à sua resolução.

1. Intenções do professor: Desenvolver a estória científica, usando um exercício para verificar a aplicação do teorema da superposição.

2. Conteúdo: Procedimental: detalhes de como fazer para desligar uma fonte quando ela for de tensão ou quando for de corrente.
3. Abordagem: Interativa e de autoridade.
4. Padrões de interação: I-R-A
5. Formas de intervenção: Apresentar instruções, formular questões instrucionais, estabelecer uma interação confirmatória.

Note que, nos três episódios, a abordagem foi interativa. Porém, há uma prevalência da abordagem de autoridade sobre a abordagem dialógica. Mortimer and Scott (2002) ressaltam que ambas as abordagens são igualmente importantes e fundamentais para o ensino<sup>17</sup>. A abordagem dialógica é importante para que os alunos desenvolvam um entendimento do assunto estudado. E pode ser de forma interativa ou não-interativa: participando de uma interação dialógica entre o professor e a turma, discutindo idéias com os colegas em pequenos grupos, pensando sobre as idéias. Por outro lado, a responsabilidade pelo desenvolvimento da estória científica cabe ao professor. Por mais que os alunos discutam uma questão, eles podem nunca chegar às idéias científicas que a solucionam. Assim, cabe ao professor intervir e introduzir novos termos e idéias para fazer a estória científica avançar.

Os autores acreditam serem importantes as intervenções em que o professor revê e sintetiza o progresso realizado até o momento. Estabelece uma linha divisória para concluir uma sequência de interações e faz afirmações do tipo “onde chegamos até o momento” e “o que vai acontecer a seguir”, sejam essas intervenções dialógicas ou de autoridade. Para eles, é importante que o professor utilize o que chamaram de ritmo discutir/trabalhar/rever.

Assim, podemos perceber que existe a necessidade de se utilizar mais intensamente a abordagem dialógica nas aulas de CE I. Seria interessante que o professor explorasse mais as idéias dos alunos, promovesse discussões, considerasse diferentes pontos de vista, e estabelecesse, com os alunos, a diferença entre a visão científica e o pensamento espontâneo inicial deles. Todavia, essa não é uma tarefa fácil de ser realizada, dadas as condições de trabalho do sistema acadêmico dessa instituição, principalmente o fato de ter que se trabalhar uma grande quantidade de conteúdos em pouco tempo (ementa versus carga horária da disciplina). Trabalhar a abordagem dialógica mais intensamente certamente demandaria mais tempo com os alunos em sala de aula. E este tempo nem sempre está disponível.

Uma outra questão a ser considerada neste ponto da análise é a do gerenciamento da alternância entre os discursos dialógico e de autoridade na sala de aula. Alguns estudos

---

<sup>17</sup>Para os autores, em qualquer sequência de ensino é aconselhável que haja variações nas classes de abordagem comunicativa, passando tanto pela dimensão dialógica/de autoridade, como pela interativa/não-interativa.

(Aguiar Júnior and Mortimer, 2005; Aguiar Júnior et al., 2007; Mendonça et al., 2008) mostram que quando os alunos participam intensamente das aulas, trazendo seus interesses e dificuldades, sob a forma de perguntas ou comentários, tais perguntas e comentários podem alterar fortemente os temas e as dinâmicas discursivas das aulas. Os interesses dos alunos, quando são diferentes dos interesses do professor, mudam a proposta para a aula. Nesse caso, passa a existir uma tensão entre as questões propostas pelos alunos e a intenção do professor. Isto é, uma *tensão entre o discurso dialógico e o de autoridade* (Scott et al., 2006). De um lado, existe a intenção do professor de dar voz aos seus alunos, seus interesses, concepções e formas de pensar. E de outro, existe a necessidade de dar fechamento aos temas desenvolvidos, evitar a dispersão dos alunos e conseguir uma convergência no entendimento dos temas trabalhados segundo a perspectiva científica (Mendonça et al., 2008). É importante que o professor entenda essa tensão inerente à escolha entre discurso dialógico e discurso de autoridade e gerencie a participação dos alunos em função dos propósitos do ensino, negociando esta participação ao longo das interações entre ele e os alunos.

Aguiar Júnior et al. (2007) ressaltam que a argumentação é uma das importantes formas de interação discursiva, visto que potencializa mudanças nas concepções dos indivíduos sobre temas discutidos. A argumentação desencadeia nos participantes um processo de revisão de suas perspectivas a respeito do mundo, físico ou social.

Ainda nessa linha de pesquisa, alguns estudos mostram a importância da *formulação de perguntas* por parte dos alunos no discurso da sala de aula. Aguiar Júnior et al. (2006) e Aguiar Júnior et al. (2007) observam os seguintes benefícios que podem ser gerados para os alunos ao fazerem perguntas em sala de aula:

- Durante a formulação de perguntas, os alunos parecem estar procurando fazer uma ligação entre os novos conceitos e idéias da Ciência com os seus próprios interesses, experiências e conhecimentos. É uma atitude que os alunos desenvolvem perante o conhecimento escolar científico que os ajuda a desenvolver uma compreensão da natureza da ciência e do pensar científico.
- Ao fazerem perguntas, os alunos criam a oportunidade de realizar um trabalho colaborativo com outros, inclusive com o professor. Por isso, os questionamentos podem beneficiar não apenas ao aluno que formula as perguntas, mas também aos seus colegas. Por meio de uma pergunta, um aluno pode estimular seus colegas a partilhar ou contestar suas idéias e argumentos, criar novas soluções e considerar o problema de outro ponto de vista, ou até mesmo confirmar uma resposta já conhecida.
- As perguntas podem trazer um feedback dos alunos para o professor, permitindo que este ajuste sua estrutura explicativa aos interesses, experiências e conhecimentos prévios dos alunos. Nesse caso, escutar atentamente e compreender o que está por trás da pergunta formulada é um desafio à formação docente.



Portanto, pensar em estratégias que permitam a formulação de boas questões poderia contribuir para a melhoria do desenvolvimento cognitivo dos alunos (Aguiar Júnior et al., 2007). Em seu trabalho, Aguiar Júnior et al. (2007) fazem referência a estudos que mostram que as perguntas dos alunos, em geral, são pouco sofisticadas e infrequentes, e que acrescentam pouco à dinâmica discursiva nas salas de aula. Estudos também mostram que as dificuldades dos alunos em formular boas perguntas podem estar relacionadas tanto a fatores cognitivos (dificuldades de reconhecer conceitos que são necessários para dar continuidade ao raciocínio exigido) quanto a fatores sociais (receio de parecer tolo perante o professor e os colegas, dificuldade em tomar um turno de fala (timidez, talvez) ou mudar o tema em pauta em uma aula, entre outros). Este resultado corrobora a visão dos alunos de CE I sobre os motivos pelos quais um aluno não faz perguntas em sala de aula, apresentada na seção 5.3.4.3.

Candela (1999) apresenta uma ferramenta para análise das perguntas dos alunos, que as separa em três categorias:

1. Perguntas de esclarecimento ou extensão: os alunos buscam esclarecer suas dúvidas a respeito do conteúdo trabalhado;
2. Perguntas de extrapolação: os alunos buscam informações que estão além da lógica proposta pela estrutura explicativa do professor, alterando o tema discutido pela turma em dado momento;
3. Perguntas de contestação: os alunos apresentam uma visão alternativa para uma dada situação, contrastando a proposta explicativa do professor.

Aguiar Júnior et al. (2007) analisaram uma aula de ciências do ensino fundamental ministrada por um professor que promove grande ocorrência de participação dos alunos. Os alunos pareciam se sentir à vontade para participar da aula, visto que, nessa aula, há um tempo significativo destinado às perguntas dos alunos. Por meio dos dados analisados, os autores perceberam que o maior número de questões dos alunos se referem a dúvidas sobre o conteúdo, ou seja, são perguntas de esclarecimento. Em segundo lugar, apareciam, em menor quantidade, questões que extrapolam o conteúdo para a aula (perguntas de extrapolação). As perguntas de contestação foram ainda menos frequentes, aparecendo em terceiro lugar.

Os autores perceberam também que *a postura do professor cria situações favoráveis ao surgimento de perguntas*. O professor tem uma postura de estar atento a todas as falas, aceitar as perguntas e socializá-las com toda a turma. Sempre que possível e oportuno, o professor responde às perguntas, ou desencadeia outras perguntas, a fim de que os alunos prossigam com a discussão. Além disso, o professor nem sempre responde direta e claramente a uma pergunta. Geralmente, ele utiliza um tempo de espera para que os

alunos discutam e formulem suas próprias explicações. Algumas questões ficam para ser respondidas em aulas futuras. Esta postura às vezes incomoda alguns alunos, que esperam respostas imediatas, claras e diretas da parte do professor. Quando se depara com perguntas difíceis e inesperadas, às quais não sabe responder, o professor divide a responsabilidade da aprendizagem com os alunos, dizendo a eles “A gente vai ter que pesquisar”, incentivando uma pesquisa sobre o assunto. Os autores destacam essa atitude do professor, visto que uma atitude frequente dos professores é a de evitar perguntas difíceis, devido ao fato de tais perguntas colocarem em cheque a autoridade e a competência científica do professor. Uma outra atitude desse professor, destacada pelos autores, é a de acolher as boas perguntas e colocá-las na agenda de trabalho da turma, comprometendo-se com uma resposta futura, embora, nem sempre o professor retornasse às questões propostas, como prometido, devido à sobrecarga de trabalho.

Discorrendo também sobre a postura do professor frente às perguntas dos alunos, Aguiar Júnior et al. (2006) mencionam que os professores precisam decidir se estimulam, sondam e provocam, ou se controlam, manipulam e dissimulam. Os estudos realizados pelos autores mostram que existem dilemas que os professores experimentam ao receberem perguntas inesperadas dos alunos. Os autores ressaltam que, ao responder ou reagir a essas perguntas, o professor precisa considerar a pergunta no contexto das interações, levando em consideração vários fatores, entre eles: a posição da pergunta em relação à estrutura explicativa, o conhecimento disponível para os alunos trabalharem com a questão, as expectativas dos alunos, a existência de idéias do senso comum que sugerem ou baseiam a questão e o nível de possíveis explicações.

Aguiar Júnior et al. (2006) concluem que a participação dos alunos com perguntas interfere no discurso da sala de aula. Segundo estes autores, “o conteúdo do discurso nas aulas de ciências parece ser um resultado de negociações e ajustamentos entre a estrutura explicativa do professor e os conhecimentos e interesses dos alunos” (p.12). As perguntas feitas pelos alunos fornecem ao professor informações sobre como eles se apropriam dos conceitos e modelos científicos, permitindo a realização desses ajustes. Todavia, esse ajustamento pode ocorrer sem maiores problemas ou não. Em algumas situações, não há descontinuidade entre a pergunta do aluno e a estrutura explicativa do professor. Mesmo que a pergunta estenda a agenda do professor, ela não extrapola os propósitos do professor para uma determinada aula. Em algumas situações, porém, podem acontecer mudanças significativas nas características do discurso de sala de aula, e até mesmo mal-entendidos e desacordos. Há perguntas que extrapolam a estrutura explicativa do professor, não sendo possível a este adequá-la ao planejamento da aula. Esse tipo de perguntas muda tanto o conteúdo como a dinâmica das interações da aula. Perguntas que contestam a lógica da explicação dada pelo professor também podem provocar uma mudança no conteúdo do discurso. Situações em que existem diferentes propósitos por parte dos participantes geram um conflito, que pode comprometer o andamento da aula. Aguiar Júnior et al. (2006) exemplificam este conflito com uma situação em que as expectativas dos alunos eram

diferentes das intenções da professora. Os alunos, em um trabalho em grupo, não tinham conseguido resolver satisfatoriamente um problema, e esperavam que a professora o fizesse, por meio de uma explicação clássica, de autoridade, e não interativa. A professora, porém, tinha uma outra intenção: dar suporte aos alunos, intervindo minimamente, de modo a permitir que o próprio grupo encontrasse a solução. Essa situação gerou insatisfação, descontentamento e falta de entusiasmo entre os alunos.

Um conflito semelhante a este aconteceu na aula de CE I, durante a resolução da lista de exercícios (seção 5.3.2.5). Mesmo entendendo que o objetivo do professor ao propor a lista de exercícios era despertar os alunos para buscar o conhecimento de maneira autônoma, alguns alunos insistiam no ponto de que o professor deveria ter dado mais assistência na resolução desses exercícios. Os alunos acharam os exercícios da lista muito difíceis e terminaram por copiá-los. Os comentários dos alunos sugerem que as suas expectativas (professor resolver os exercícios da lista em sala de aula) eram diferentes das intenções do professor (estimular o estudo autônomo).

Outro conflito que aconteceu devido à existência de diferentes propósitos por parte dos participantes diz respeito à formulação de perguntas. Os dados da pesquisa não me permitem dizer se houve conflito entre a intenção do professor e as perguntas dos alunos, como abordado por Aguiar Júnior et al. (2006). Conforme mencionado na seção 5.3.2.1, o professor tinha uma postura de sempre responder perguntas, buscando esclarecer todas as dúvidas dos alunos. Os alunos reconheceram essa postura do professor e o admiravam por isto. Mas o conflito se mostrou claro *entre os próprios alunos*, quando afirmaram que o fato de o professor responder perguntas era, muitas vezes, um problema, visto que desviava o foco da aula e demandava muito tempo. Em seus comentários, os alunos se referiram a perguntas de esclarecimento (alunos que não estavam entendendo o raciocínio científico exposto pelo professor) e perguntas de extrapolação (havia alunos na sala que buscavam esclarecer dúvidas sobre suas atividades profissionais). Segundo os comentários dos alunos de CE I, podemos afirmar que estas perguntas geravam uma descontinuidade entre a pergunta do aluno e a estrutura explicativa do professor, mudando as características do discurso de sala de aula. Podemos perceber que há alunos com diferentes propósitos dentro da sala de aula. Essa situação gera um conflito, que pode gerar em alguns alunos insatisfação, desinteresse pelas aulas, falta de concentração e falta de motivação. Este resultado corrobora a discussão de Aguiar Júnior et al. (2006): o conflito pode ser gerado não apenas pelos diferentes propósitos entre professor e alunos, mas também entre os próprios alunos.

Portanto, podemos concluir que, embora as perguntas possam trazer benefícios para todos os alunos, um conflito pode ser gerado quando tais perguntas modificam a dinâmica do discurso da aula. Cabe ao professor ter uma postura favorável à elaboração de perguntas e estimular a criação de um ambiente em que os alunos tenham liberdade para participar da aula. Porém, antes de responder às perguntas, ele deve levar em consideração

os fatores mencionados por Aguiar Júnior et al. (2006).

Se pensarmos no discurso da sala de aula em geral no contexto de um ensino organizado para a formação do pensamento teórico, podemos entender que, de fato, as abordagens dialógica e interativa são tão importantes quanto as abordagens de autoridade e não-interativa. Considero que as duas primeiras dão voz ao aluno, enquanto as duas últimas dão voz ao professor. Conforme comentado na seção 3.2.3.11, é importante que a atividade de ensino seja realizada *coletivamente*. O conhecimento é construído na interação entre os alunos e o professor, e entre os alunos entre si. Dessa forma, é importante que o aluno exponha suas idéias, participe de discussões e faça perguntas, permitindo que o professor intervenha adequadamente, de modo a ajudá-lo na aquisição dos conhecimentos em estudo.

## 5.5 Comentários Finais

Neste capítulo apresentei dados sobre os alunos participantes da pesquisa, bem como a descrição da aula teórica. Esta foi descrita nos seguintes aspectos: 1) metodologia, 2) ensino de conceitos e 3) relações humanas na classe. A descrição foi feita com base nas observações das aulas e nas entrevistas, trazendo a visão dos alunos. Ao apresentar o depoimento de cada grupo, busquei sintetizar a idéia daquele grupo contida no depoimento e destacá-la, escrevendo-a em *itálico*. Também, ao final de cada seção, destaquei os elementos que pelo menos aparentemente podem representar problemas que emergem no decorrer da atividade de ensino.

Uma análise preliminar de vários aspectos da aula teórica, sintetizando-os e confrontando-os com alguns pressupostos teóricos, já foi feita neste capítulo. No capítulo 7, os elementos destacados ao final de cada seção serão analisados segundo a Teoria da Atividade. No capítulo a seguir apresentarei os dados da aula de laboratório, de modo semelhante ao que fiz aqui.

# A aula de laboratório e o Teorema da Superposição

---

Este capítulo está dividido em duas seções principais. A primeira apresenta os principais aspectos observados nas aulas de laboratório, com base nas anotações provenientes das observações das aulas (notas de aula), nas transcrições de gravações em vídeo e nas entrevistas. A segunda traz a descrição de um experimento que fiz com os alunos a fim de verificar a aprendizagem de um conceito especificamente: o Teorema da Superposição.

## 6.1 A aula de laboratório

Os principais aspectos observados nas aulas de laboratório são descritos numa organização análoga àquela utilizada para as aulas teóricas, discutidas no Capítulo 5, a saber: 1) a metodologia, 2) o ensino de conceitos e 3) as relações humanas na classe.

Para as aulas de laboratório, a turma era dividida em duas (Turma A e Turma B), para que os alunos obtivessem um melhor aproveitamento, visto ser uma turma com muitos alunos. As aulas de laboratório aconteciam às sextas-feiras e eram quinzenais para uma mesma turma. Em uma semana o professor trabalhava com a Turma A, e, na outra, com a Turma B. Assim, a mesma prática laboratorial era trabalhada pelo professor por pelo menos duas semanas seguidas (uma para a turma A e outra para a turma B). Digo *pelo menos* porque acontecia de uma mesma turma levar mais de uma semana para concluir um trabalho laboratorial. Na verdade, cada turma levava, em média, duas semanas para terminar um trabalho laboratorial. Assim, o professor ficava quatro ou mais semanas trabalhando a mesma prática. Ao todo, foram dados três trabalhos laboratoriais ao longo do semestre. Devido ao meu horário de trabalho, tive a oportunidade de observar quatro dessas aulas. As 4 aulas que observei se referiram aos seguintes assuntos:

- Aula 1: Circuito resistivo em série e circuito resistivo em paralelo;
- Aula 2: Análise experimental e teórica do Princípio da Superposição;

- Aula 3: Análise experimental e teórica do Princípio da Superposição;
- Aula 4: Corrente alternada - revisão

Na seção a seguir descrevo uma aula de laboratório típica da disciplina de Circuitos Elétricos I.

### 6.1.1 Uma aula de laboratório

Todas as aulas de laboratório seguiam o mesmo roteiro, isto é, tinham a mesma dinâmica. O que mudava de uma aula para a outra era o assunto do trabalho laboratorial. Escolhi a Aula 3 para descrever devido ao fato de seu assunto ser o teorema da superposição (conceito investigado neste trabalho) e por se tratar da aula do grupo G2R. De uma forma geral, o comportamento dos grupos durante as aulas de laboratório era bem semelhante. Para se ter idéia do comportamento dos alunos durante as aulas de laboratório, bastaria observar um dos grupos. Eu pretendia estar mais próxima de um grupo (observar, gravar) para compreender melhor a sua atividade e o grupo G2R apresentou grande receptividade à minha pesquisa. Assim, escolhi o grupo G2R para observar devido à receptividade deste grupo e pelo fato de ele ser representativo dos demais grupos da turma.

A Aula 3<sup>1</sup> aconteceu no dia 14 de novembro de 2008 e teve o mesmo tema da aula anterior (teorema da superposição); porém foi realizada com a Turma B. Conforme já mencionado, o grupo observado nesse relato é o grupo G2R, embora houvesse outros grupos trabalhando nesta mesma aula. Os alunos começaram a aula colocando sobre a bancada os componentes do circuito. Um dos colegas estava com o desenho do circuito na mão (anotação do caderno), organizando os elementos sobre a bancada de tal forma que a disposição dos mesmos estivesse igual à disposição dos elementos no circuito do desenho. Um colega do grupo se aproximou e disse que ele não precisaria reproduzir exatamente aquela disposição dos elementos. Os colegas procuravam e traziam componentes do armário e os colocavam sobre a bancada, outro media a resistência dos resistores que já estavam sobre a bancada. Ao colocarem os componentes do circuito sobre a bancada, os alunos começaram a fazer as ligações de tais componentes. Um dos colegas disse para o outro deixar a configuração (disposição dos componentes) daquela forma, como o colega havia feito, pois caso contrário ele não compreenderia o circuito. O colega deu uma risadinha e concordou. Um dos colegas avisou aos demais que eles usariam o multímetro para fazer as medições. Um colega, então, perguntou se não poderiam usar o amperímetro. Eles discutiram entre si, analisaram o desenho do quadro (proposto pelo professor), e continuaram a fazer as ligações. Enquanto alguns colegas faziam as ligações, outros tentavam compreender o circuito. Um colega explicava para o outro. Os colegas mais experientes ligavam os componentes, e os menos experientes olhavam o que estes estavam fazendo,

<sup>1</sup>Descrição feita a partir de notas de aula e de gravação em vídeo (arquivo pessoal MOV03166).

comparavam com o circuito da figura, e tentavam compreender. Quando tinham dúvida, perguntavam, e os colegas explicavam. Quando um deles achava que aquilo que o colega estava fazendo não estava correto, eles discutiam e chegavam num acordo. No grupo de 5 alunos, 4 tinham uma postura pró-ativa: observavam, discutiam. Apenas 1 deles observava simplesmente, e parecia estar distante do grupo em termos de compreensão da tarefa realizada. Os alunos iam fazendo as ligações dos componentes orientando-se pelo circuito desenhado no quadro.

Uma das alunas do grupo pediu ao professor que observasse o circuito por eles montado, e afirmou a ele que só não tinham ligado ainda o multímetro. O professor parabenizou o grupo pelo layout do circuito (não havia um emaranhado de fios, e portanto ficaria mais fácil de se entendê-lo). Os colegas olharam para o colega que havia colocado os componentes naquela disposição e o cumprimentaram. O professor conferiu cada ligação e por fim disse que estava certo. Só alertou sobre a medição das correntes, cujos valores seriam bem pequenos. Os alunos fizeram algumas perguntas com relação à forma de medir as correntes, e o professor as esclareceu.

Em seguida, os alunos ligaram o circuito para realizar os procedimentos solicitados na prática. Porém, aconteceu um problema de funcionamento com o circuito. O professor estava observando, enquanto um colega tentava resolver o problema (ligando e desligando as chaves, medindo a corrente). Como ele não conseguiu resolver o problema, o professor tentou ajudá-lo. Os colegas do grupo estavam prestando atenção, observando o que estava sendo feito e aguardando a solução. O problema não pôde ser resolvido (problema nos equipamentos). Então, o grupo se juntou a um outro grupo, cujo circuito estava funcionando, para fazer e anotar as medições. Os alunos (do outro grupo) que já tinham terminado a prática estavam indo embora.

Os dois grupos realizaram os procedimentos solicitados na prática (abrir e fechar chaves, etc.), e leram os valores de corrente e tensão, e os anotaram. Na hora de medir a corrente total, por esta ter um valor muito baixo, os alunos tiveram que trocar o amperímetro por um multímetro digital, como o professor havia sugerido anteriormente. Após a substituição do aparelho, os alunos fizeram a leitura da corrente e discutiram se aquele valor era pertinente. Uns colegas explicaram para os outros o que aconteceria com a corrente naquela situação (chave aberta). Logo após, fecharam a chave e fizeram novamente a medição. E anotaram os valores. Em determinado momento, surgiu uma dúvida em relação à coerência dos valores. Um colega suspeitou que os valores medidos estavam errados. Os colegas então, pensaram sobre a questão, analisaram, refletiram sobre o circuito do quadro, e chegaram à conclusão de que os valores estavam corretos. Em seguida, mudaram novamente a condição do circuito, e realizaram novas medições, e as anotaram. Ficou novamente uma dúvida no valor da corrente total. Uma aluna sugeriu que continuassem as medições, e depois perguntassem ao professor, mas os colegas ficaram analisando a questão. Fizeram testes (abrindo e fechando a chave), analisaram e discuti-

ram o resultado. Enquanto pensavam sobre a questão, alguns colegas foram até à mesa do professor perguntar a ele. O professor esclareceu a dúvida, e os alunos voltaram para o circuito e fizeram as modificações necessárias (era necessário desconectar realmente a fonte do circuito, retirando o cabo, e não apenas desligá-la, pois a sua resistência interna produzia uma corrente que interferia nos outros valores de corrente), e conferiram os valores medidos anteriormente. Alguns dos valores estavam corretos, mas outros precisavam ser medidos novamente. Fizeram as medições e anotaram, então, esses novos valores.

Ao terminar as medições, os alunos desligaram o circuito e o desmontaram, guardando no armário os componentes utilizados. Enquanto os colegas desmontavam o circuito, um dos alunos estava à mesa do professor, esclarecendo dúvidas. Fim da aula.

A seguir, o excerto da aula descrita, com os turnos de falas enumerados para análises posteriores:

[Os alunos iniciam a realização do trabalho laboratorial colocando os componentes sobre a bancada. A1 coloca alguns componentes sobre a bancada. E sai para buscar mais componentes. A2 chega com a folha do caderno onde havia anotado o desenho do circuito da prática, e começa a conferir a disposição dos componentes na bancada com a disposição dos componentes no desenho. E passa a trocar de lugar alguns componentes, de modo que a configuração do circuito real se assemelhe mais ao circuito da figura, em seu entendimento. A1 chega e fica observando o que A2 está fazendo.]

[1] A1: Você não precisa seguir obviamente a configuração que está aqui não. [A2 argumenta com ele.] Coloca esse resistor aqui então, oh.

[A2 termina de organizar os componentes. A3 passa a medir os valores dos componentes.] (...)

[2] A3: Cadê o (resistor) de 50?

[3] A1: Olha aquele lá (apontando para um resistor).

[A3 pega o resistor apontado por A1 e mede sua resistência. Enquanto isso, os outros 3 colegas do grupo ficam em torno da bancada, analisando a montagem do circuito.] (...)

[De um grupo de 5 alunos, 4 conferem a montagem (olham para a bancada e para o circuito desenhado no quadro ou no caderno), trocam componentes de lugar, participam mais ativamente e mais de perto dessa etapa do trabalho. Enquanto isso, um dos colegas observa tudo em silêncio, meio de longe.]

[4] A3: Oh, deixa eu falar: a medição a gente vai fazer igual está ali (no quadro). A gente vai usar o multímetro para fazer essa medição.

[5] A1: Não pode ser o amperímetro não?



[6] A3: [vai até o quadro e mostra a A1 que é mais conveniente, de acordo com o exercício, usar o multímetro] Não, nós vamos ter que usar o multímetro. Aí faz essa medição.

(...) [Os alunos discutem entre si como fazer as medições.]

[7] A1: Nós vamos chegar, vamos medir aqui (apontando para o componente), e vamos medir aqui. (...) Nós vamos abrir o circuito, medir, medir.

[Tempo de discussão e observação do circuito.]

[8] A3: Positivo, vamos pegar o positivo primeiro. [Alunos começam a ligar os cabos nos componentes. A3 olha para o quadro e orienta A1, que faz as ligações. A3 explica sobre o uso do multímetro para A2.] (...)

[9] A1: entrada no amperímetro 2. Agora, saída na outra resistência. Cadê a outra resistência? [Olha para o quadro, pega uma resistência e a liga ao circuito.]

[10] A4: Eu não estou entendendo (...).

[11] A1: É, eu também fiquei na dúvida (...).

[Os quatro colegas (A1, A2, A3 e A4) observam a ligação por mais um tempo e, depois disto, continuam fazendo as ligações do circuito.] (...)

[Os alunos ainda estão montando o circuito, conferindo com o circuito desenhado no quadro, quando chega o professor.]

[12] P: E aí, gente, terminaram? [Os alunos continuaram montando o circuito, enquanto o professor foi conversar com um dos alunos.] (...)

[13] A3: Deixa eu te falar [conversando com A1], você pegou por último esse aqui, não foi? [Apontando para o resistor]

[14] A1: Foi.

[15] A3: Seria melhor acompanhar aquele lá, oh [apontando para o circuito desenhado no quadro].

[16] A1: Estou acompanhando. [A1, A3 e A4 discutem a montagem do circuito e A1 chega à conclusão de que está errado].

[17] A1: Está errado sim, está errado [Já mexendo no circuito e alterando/consertando as ligações.] Agora está certo.

[A3, A2 e A1 discutem novamente a montagem.]

[18] A2: Está errado esse negócio. [A3 confere a montagem com o circuito desenhado no quadro.] Está errado.

[19] A1: Está errado não, filho. Por que é que está errado?

[20] A2: Porque esse resistor de 30 vai pra cá [mostrando o circuito desenhado no caderno e apontando no circuito o local onde o resistor deveria ser colocado.]

[21] A1: Vai pra onde? [A3, A1 e A2 discutem a montagem, comparando o circuito desenhado com o circuito montado. Após, A1 vai ao armário, pega mais cabos e modifica as ligações, olhando para o circuito desenhado. Enquanto isso, A4 e A3 conversam sobre alguma questão da montagem. A3 explica para A4 o que acontece naquela situação.]

[22] A4: E aí, A1?

[23] A1: Saiu do interruptor, ligou na resistência de 50, (...) e agora falta ligar, falta ligar esse aqui, oh, o voltímetro na entrada aqui, (...), aí tá.

[Alunos conferem algo na montagem e A4 chama o professor].

[24] P: E aí?

[25] A4: Só nós não ligamos o voltímetro, tá, professor?

[26] P: Ok. [O professor se aproxima e começa a observar o circuito montado. Ele começa a conferir as ligações.] Agora, há uma coisa que eu parableno vocês, que é o lay out, né. (...)

[27] A2: Viu, A1?

[28] A1: Parabéns. [Estendendo a mão para parabenizar o colega por ter insistido para fazer o lay out do circuito da mesma forma que o circuito desenhado.]

[O professor continuou conferindo a montagem, com os alunos o ajudando e observando.]

[29] P: Está certo. [O professor comentou que as correntes eram muito pequeninhas e que eles deveriam ir até o outro grupo e pegar os amperímetros para medi-las. Os alunos perguntaram se não poderiam usar o multímetro para fazer isso. O professor disse que não e explicou o porquê, respondendo aos questionamentos dos alunos. A1 chama o professor para pedir informação sobre a fonte de tensão. O professor se aproxima e responde.] (...)

[Os alunos fazem várias tentativas de ligar o circuito, mas não conseguem. O professor, então se aproxima para verificar o que poderia estar acontecendo. O professor faz testes, juntamente com os alunos, mas o circuito não funciona. O professor sugere então que os alunos façam as medições no circuito do outro grupo, numa outra bancada, que já estava montado e funcionando.]

[30] P: Olha, aproveitem e meçam ali, oh [apontando para a bancada do outro grupo.] (...)

[31] A4: Vamos lá então. [Os alunos desse grupo se dirigiram à outra bancada e se uniram ao outro grupo para fazerem as medições.] (...)

[Os alunos discutem entre si as condições em que as medições serão realizadas e quais variáveis serão medidas. Além disso, ajeitam o circuito para as medições, ligando e desligando as chaves.]

[32] A6: Beleza, então 24 V aqui, 24 V ali, beleza. Aqui está dando 0 Amper. Ali está dando 0,8, né? Na E1 está dando 0 e aqui na E2 está dando 0,8 mA. (...)

[Os alunos parecem ficar meio desconfiados dos valores encontrados e refletem então sobre a procedência dos valores, e fazem novamente a leitura da variável. Chegam à conclusão de que o valor da corrente é mesmo 0,8 mA, anotam, e partem para a medição da próxima variável.]

[33] A6: VL: 23

[34] A1: 20, 22. (...)

[Os alunos chegam a um consenso sobre o valor de VL e anotam. E passam para a próxima variável.] (...)

[Os alunos interrompem as medições. Um dos colegas vai à mesa do professor, pega o multímetro digital e o liga ao circuito. Os alunos observam e discutem a melhor forma de fazer essa medição. A1 e A6 fazem a ligação do aparelho ao circuito. Os demais colegas observam atentamente, esperando. Depois de ligarem o aparelho ao circuito, os alunos discutem o que estaria acontecendo no circuito, analisando as situações (chave aberta, chave fechada).]

[35] A6: Então, eu vou abrir a E2 aqui, é só ligar ela, né (...) [Os alunos conferiram que chave estaria fechada e que chave estaria aberta.]

[36] A4: Então, 24, E1, 24, E2, 0, I1?

[37] A6: I1 é 2,3, 2,3mA, tá? (...)

[Os alunos observam o aparelho.]

[38] A2: Está tudo errado.

[39] A1: O I total está errado, uai, está dando 2.

[40] A6: É isso mesmo. É 2 mesmo.

[41] A4: Por que está errado? Por que 2 só?

[Os alunos discutem entre si se os valores estariam corretos ou não, analisam, recorrem ao caderno e ao circuito desenhado no quadro, fazem cálculos e chegam à conclusão de que o valor da corrente total estava correto. Feito isso, passam a medir as variáveis na outra situação (com a fonte que estava ligada, desligada e com a fonte que estava desligada, ligada).]

[42] A6: Agora é o seguinte. Agora é o contrário. (...) E1 aberto e E2 fechado. (...)

[Os alunos fazem as leituras das medições das variáveis e anotam os valores. Novamente surge a dúvida sobre I total. Os alunos discutem o resultado, fazem testes e analisam. Após discutirem por um tempo, um dos alunos pergunta ao

professor, que explica o que estava acontecendo, esclarecendo as dúvidas. Após a explicação do professor, os alunos conferem os valores anotados e corrigem as anotações do caderno. E terminam de fazer as medições das variáveis que faltavam.]

[43] A6: I1 vai dar 1,2mA (...).

[44] A1: Itotal, 2,4.

[Novamente, os alunos discutem os resultados.]

[45] A4: V1?

[46] A1: V1 é 11. Considerar (...). Então coloca 12 aí (...)

[As medições terminam. Os alunos desmontam o circuito e guardam os equipamentos. Nesse momento, há um aluno discutindo o exercício com o professor e esclarecendo suas dúvidas.]

### 6.1.2 A metodologia

A aula de laboratório era direcionada pelos chamados trabalhos laboratoriais, guias ou práticas de laboratório. O professor disponibilizava tais práticas previamente, e/ou passava a atividade no quadro-negro na hora da aula. Todas as aulas de laboratório seguiam a mesma rotina. As seções seguintes desdobram a metodologia do professor usada na aula de laboratório em: 1) a rotina da aula, 2) os recursos ou componentes e 3) as práticas laboratoriais.

#### 6.1.2.1 A rotina da aula

De uma maneira geral, na aula de Laboratório os alunos seguiam sempre esses procedimentos, que podem ser observados na descrição da aula na seção 6.1.1:

1. Observar o roteiro de trabalho, disponibilizado pelo professor (turno 1);
2. Retirar equipamentos do armário e colocar sobre a bancada (turnos 2 e 3);
3. Montar o circuito, configurando os elementos de acordo com o guia, e ligando-os (turnos 1 a 16);
4. Conferir a montagem do circuito (turnos 17 a 29);
5. Ligar o circuito (turno 29);
6. Medir as variáveis solicitadas em cada condição, no guia (turnos 31 a 46);
7. Calcular as variáveis solicitadas em cada condição, no guia (turno 41);

8. Comparar os valores medidos com os valores calculados (turno 41);
9. Anotar os valores medidos (turnos 31 a 46);
10. Desligar o circuito;
11. Desmontar o circuito;
12. Guardar os equipamentos nos armários;
13. Entregar o relatório<sup>2</sup>.

Durante as entrevistas com os grupos participantes desta pesquisa, os alunos descreveram a rotina da aula de laboratório da mesma forma, de um modo geral. A descrição do grupo G5R expressa bem a visão dos alunos sobre a rotina das aulas:

“Chegava lá, né, o professor, ele entregava ou a gente já vinha com, impresso do AVA, o guia do laboratório, ele explicava o circuito no quadro, dizendo como é que vai ser o circuito que a gente vai ter que montar, e falava assim, 'oh, vocês dividem os grupos'. (...) Aí o pessoal ia dividindo da maneira que achava melhor lá. E, normalmente dava 2, 3 grupos. Aí, um juntava num canto, outro juntava no outro, as pessoas que já estavam mais em contato, e é praticamente, a gente ia pegar os cabos, ia pegar os resistores, as fontes, e montar, e medir. Variando, por exemplo, na Lei de Ohm, que foi o primeiro: você variava a resistência, você variava a corrente, a tensão, e anotava a corrente. Tensão, corrente, tensão, corrente, e pegava, depois, pela Lei de Ohm, você fazia lá o gráfico. O gráfico e aí o relatório. (...) O relatório foi tranquilo, dava pra fazer o relatório sem problema. (...) Praticamente era isso: era variar a tensão, verificar o nível de corrente. É, depois nós tivemos um outro, que foi circuitos paralelos e circuitos em série, né, que foi basicamente também pra poder é, basicamente foi medir. Medir quais foram as correntes nos circuitos em, qual a corrente que você tinha no circuito em série, no circuito em paralelo, as tensões, e tal, e o terceiro (...) foi o teorema da superposição.” (G5R. Entrevista em 04 dez. 2008)

Uma observação interessante foi feita pelo grupo G6T. Segundo este grupo, as análises dos resultados eram feitas nos relatórios (que eram feitos extra-classe), e não nas aulas de laboratório. As discussões dos grupos encerravam-se quando os alunos conseguiam medir e anotar os valores de todas as variáveis em estudo:

---

<sup>2</sup>A parte de cálculos era feita em sua maior parte no relatório. Apenas quando surgiam dúvidas com relação aos valores medidos é que os alunos calculavam as variáveis durante as aulas de laboratório, a fim de compararem os valores calculados com os valores medidos.

“Ele exigia você fazer o relatório, né. Fazer o relatório e você colocar realmente aquilo que você conseguiu aprender lá. Mas dentro da aula de laboratório, não. Você, por exemplo, foi lá, colocou, montou o circuito, funcionou, cumpriu sua tarefa. (...) Era isso. Você vai lá, montou, fez, beleza. Está bom. Mediu, terminou, pronto. Agora, o relatório você tem que fazer bem feito, né.” (G6T. Entrevista em 05 dez. 2008)

A rotina da aula de laboratório resumia-se em montar o circuito, colocá-lo em funcionamento e medir as variáveis solicitadas na prática de laboratório. Assim que terminavam de medir e anotar os valores das variáveis em estudo, os alunos desmontavam o circuito, guardavam os componentes e iam embora. Pelo menos aparentemente, os alunos entendiam que participar da aula de laboratório significava realizar estes procedimentos. Como afirma o grupo G6T: “...montou o circuito, funcionou, *cumpriu sua tarefa*. (...)Mediu, terminou, pronto.” A parte de análise dos resultados era feita nos relatórios, que eram feitos fora do horário de aula, e individualmente. Segundo o próprio grupo G6T, é no relatório que o aluno coloca o que conseguiu aprender durante a aula.

#### 6.1.2.2 Os recursos ou equipamentos

No segundo semestre de 2008, período em que a pesquisa foi realizada, o laboratório de Circuitos Elétricos I ainda não havia sido reformado e atualizado. A atualização do laboratório aconteceu no segundo semestre de 2009. Foram adquiridos equipamentos novos e de tecnologia mais avançada. Em 2008, os equipamentos estavam já bastante usados, e alguns nem mesmo funcionavam.

Essa condição precária dos equipamentos do laboratório foi muito observada pelos alunos. Os grupos G1T, G3T, G4T e G6T<sup>3</sup> sentiram que as aulas práticas ficaram prejudicadas pela falta de recursos do laboratório (equipamentos obsoletos e/ou com defeito). O depoimento do grupo G6T expressa essa opinião dos grupos, ressaltando que as aulas práticas poderiam ter sido melhor aproveitadas, até mesmo na questão do tempo. Perdia-se muito tempo tentando fazer o circuito funcionar. E quando não era possível, o grupo tinha que esperar um outro grupo terminar o trabalho para depois utilizar os mesmos componentes:

“Eu, eu acho assim, que poderia ter sido muito melhor. (...) Porque o material que a gente tinha no laboratório, a gente falando de tempo, né, a gente perdeu muito tempo, né, com as práticas nossas. Poderia ter feito mais práticas, poderia ter analisado melhor esses circuitos. (...) Às vezes você ia pegar material, você não tinha. E tinha que esperar algum grupo, uma fonte que você não tinha, a fonte estava queimada. Ia lá montar o circuito, na hora

<sup>3</sup>Os grupos G2R e G5R não fizeram menção aos equipamentos do laboratório em seus depoimentos.

que ia testar, a fonte não funcionava. Então, é, eu acho que com relação a material, talvez muito material também antigo naquele laboratório. Poderia ter renovado, ter colocado um equipamento mais novo, mais moderno, pra gente, sem dúvida. Eu acho que o laboratório foi bom, mas poderia ser melhor devido a esses detalhes aí. (...) Equipamento, você vê, vamos dizer assim, pelo equipamento em si você vê pelo equipamento mais, bem mais velho, às vezes está carecendo de uma manutenção, né. Quer dizer, a marcação dele às vezes não batia, e isso quando funcionava. Muitos equipamentos não funcionam. Então, você perdeu muito tempo, testando um, testando outro. Quando não tinha, você tinha que esperar um grupo acabar pra você fazer a prática. Então essa questão prática ficou muito aquém da expectativa mesmo, entendeu? Por esse fato. (...) Você vê que a maioria dos equipamentos são todos equipamentos analógicos ainda, entendeu? Poucos digitais. (...) Na realidade, esse material que a gente tem, você nem vê nas empresas mais. Você vê que é o mesmo princípio, mas totalmente, muito mais moderno. (...) Eu acho que deveria melhorar realmente. Renovar aquele material do laboratório.” (G6T. Entrevista em 05 dez. 2008)

Os grupos G1T e G3T mencionaram que essa falta de recursos gerava uma *falta de motivação* nos alunos. Ao tentarem desenvolver os trabalhos laboratoriais e se depararem com a dificuldade gerada pela falta de componentes ou pelo mau funcionamento deles, muitos alunos se sentiam desmotivados, perdendo a vontade de participar da aula:

“Hah!!! As aulas de laboratório... É o seguinte, o laboratório está muito precário, né. (...) Faz raiva na gente, entendeu? Você perde a vontade de aprender. (...) Dá muitos erros de medição por causa dos equipamentos. (...) O problema é que quando você coloca os equipamentos e um não funciona, na hora de tirar ele é muito cabo, então você confunde tudo, acaba dando errado. Você tem que voltar tudo de novo. Aí você perde a vontade (...) de fazer o laboratório.” (G1T. Entrevista em 01 dez. 2008)

“Agora, o que me desmotivou foi a falta de material no laboratório. O laboratório de uma universidade, de um curso de engenharia elétrica, não ter material pra todo mundo. (...) Faltava fonte, resistor... (...) Só tinha uma ou duas fontes funcionando, então, você chegava assim, você tinha que esperar um grupo fazer, pra depois você ir fazer a prática, sendo que tinha quatro bancadas lá, que poderia fazer todo mundo. (...) Acho que o mais crítico foi essa parte.” (G3T. Entrevista em 02 dez. 2008)

Conforme mencionado pelo grupo G6T, o desejo dos alunos era que o laboratório fosse renovado. Felizmente, isso já aconteceu.

### 6.1.2.3 As práticas de laboratório

Em cada aula de laboratório havia um trabalho laboratorial/prática a ser desenvolvido. Conforme já mencionado, os trabalhos laboratoriais eram disponibilizados para os alunos antes da aula, no ambiente virtual de aprendizagem, ou no início dela, no quadro negro. Os trabalhos contém objetivos, um roteiro para a parte experimental e um roteiro para o relatório. O roteiro da parte experimental consiste basicamente em montagem de um circuito elétrico e a medição de valores das variáveis em estudo. O roteiro do relatório consiste basicamente em calcular os valores das variáveis em estudo, comparar com os valores medidos, analisar os resultados e concluir. Além disso, os alunos deveriam apresentar todos os materiais, equipamentos e dispositivos usados nos ensaios com os respectivos dados técnicos.

O grupo G1T considera que as práticas de laboratório são *desafiadoras*, principalmente quando algo não funciona.

“A prática de laboratório é desafiadora. (...) Não é aquela coisa óbvia não. (...) Exige análise, principalmente quando não funciona, né.” (G1T. Entrevista em 01 dez. 2008)

Essa fala teve um tom de ironia e protesto. O grupo quis ressaltar que os componentes elétricos não estavam funcionando satisfatoriamente, e que era difícil colocar o circuito elétrico em funcionamento com recursos tão precários. Quando eles dizem que a prática era desafiadora, num certo sentido se referem a este fato: à dificuldade de colocar o circuito em funcionamento. Mas também utilizam a palavra desafiadora para dizer que a prática de laboratório não era um trabalho óbvio, no sentido de que exigia raciocínio e análise.

Para o G4T, as práticas eram *objetivas, porém não muito desafiadoras*, devido à falta de recursos do laboratório, que as limitava:

“As práticas são objetivas. Mas a prática também é limitada pelo laboratório. Então, por isso que eu te falei: equipamento no laboratório. (...) Devido à ausência de equipamentos diferentes, não eram muito desafiadoras não. (...) Não. Entendeu? Existem hoje vários tipos de equipamentos (...). Entendeu? Pra gente que trabalha, que estuda na área, são coisas novas, coisas diferentes. Então te traz mais motivação. Você sabe que você vai ver uma coisa diferente, vai deparar com um problema pra você resolver. Ali não tem jeito. O professor, ele fica bitolado ali no laboratório, porque, o que vai fazer com ele? (...) Não tem muito recurso.” (G4T. Entrevista em 03 dez. 2008)

Para o grupo G4T, a qualidade da aula de laboratório (isto é, das práticas) está diretamente ligada à qualidade dos recursos (componentes, equipamentos) do laboratório.



Tais recursos deveriam ser mais novos e modernos, diferentes dos que havia no laboratório nessa época.

O grupo G2R acha que as práticas de laboratório eram *grandes e repetitivas*, e por isso não chamavam tanto a atenção do aluno. Para este grupo, práticas mais voltadas para a aplicação real de circuitos seriam mais interessantes. Além disso, o tempo do laboratório poderia ter sido melhor aproveitado:

“Eu gostava das práticas. (...) Oh, na verdade (...) eu achei as práticas muito repetitivas, entendeu? Muito repetitivas. Se você fez a primeira, você ia conseguir fazer todas. Tudo era basicamente igual (...) de uma prática pra outra. (...) O conteúdo era diferente, mas o mesmo circuito, entendeu, você mudava nada. Só a aplicação. Entendeu? Uma, apliquei Ohm. Outra, lei de Kirchoff, outra apliquei, entendeu? (...) Era sempre o mesmo circuito. Um era série, um paralelo, e o outro, superposição. (...) Eu esperava que ele, tipo assim, o básico fosse dado num tempo mais hábil, né, um tempo melhor, e que ele pudesse dar mais a respeito de aplicações, e tal. Porque assim, poucas pessoas da sala têm conhecimento de aplicações em circuitos elétricos, entendeu? Eu achei assim, que as práticas de laboratório poderiam ter sido mais, assim, mais práticas mesmo, não tanto aquela coisa de ‘coloquei no quadro e na aula, vou colocar na sala’, entendeu? ‘Vou provar o que eu falei na sala lá no laboratório’. Podia ter feito alguma coisa de interessante, igual tem algumas práticas que envolvem parte lá de, tem um monte de prática que podia ter sido dada, e que eu acho que não foi dada. (...) o tempo de laboratório podia ter sido melhor aproveitado. (...) Tipo assim, podia ter dado o básico de laboratório ali e assim, na última prática, ou nas duas últimas, é pequeno o tempo também, mas podia ter sido dado alguma coisa mais interessante pra chamar a atenção do aluno que está começando a enxergar o que é o curso de Engenharia Elétrica.” (G2R. Entrevista em 02 dez. 2008)

Interessante notar que o grupo G2R parece solicitar um roteiro de prática de laboratório diferente. Estes alunos *não estão satisfeitos com uma prática que comprova ou verifica um aspecto estudado na aula teórica* (como uma lei, por exemplo). Para eles, uma aplicação mais voltada para a prática do engenheiro eletricitista seria mais interessante. Posso conjecturar que este grupo gostaria de trabalhar com problemas ou projetos.

De acordo com o G3T, as práticas estavam dentro do conteúdo dado em sala de aula, mas *não eram muito desafiadoras no sentido de colocar o aluno para pensar*. As práticas em si não exigiam muito que o aluno fizesse *análise*. Segundo este grupo, analisar os resultados era mais um interesse que partia mais do aluno do que uma solicitação da prática.

“As práticas foram dentro do conteúdo, né? (...) Não colocava muito pra pensar não. Era meio que, mecânico. Não tinha muita coisa, uma prática bem elaborada, assim, podemos dizer. (...) Ah, eu sempre buscava conciliar a prática a algum fundamento estudado, sempre colocava no relatório o porquê daquilo. (...). Igual, a primeira foi a lei de Ohm. Eu buscava, mostrava porque na lei de Ohm estava dando aquele resultado. Nas últimas práticas caiu (...) Norton e Thévenin. Kirchoff foi a segunda. Então, demonstrava. Colocava lá o conceito e tal, o cálculo, e chegava a resultados equivalentes. (...) Comparava os valores medidos com os calculados. Sempre calculava e comparava. (...) Ah, sempre no relatório a gente utilizava o calculado e o medido pra fazer as conclusões do relatório. (...) Tinha análise. (...) Mas a análise, quem fez a análise foi a gente, no relatório. Igual, no caso do relatório, quem fazia era eu e o meu colega. A gente fazia análise. Não sei se todos os grupos fizeram análise. Eu não posso afirmar.” (G3T. Entrevista em 02 dez. 2008)

Os grupos G5R e G6T, juntamente com o G3T, acham que as práticas eram *básicas e não exigiam muito do aluno*, no sentido de colocá-lo para pensar e analisar. O G5 considera que as práticas exigiram praticamente apenas medições. Talvez fosse interessante agrupar duas em uma só e acrescentar outros conteúdos em outras práticas:

“É, eu acho que as práticas desse laboratório de Circuitos I, foi praticamente só medir. (...) E, foi muito assim, básico mesmo. Mas eu acho que, de certa forma, pra quem está começando, não sei se Circuitos I, se é o primeiro laboratório. Mas pra quem está começando, eu acho que ele é interessante. Talvez você poderia fazer os dois primeiros, talvez um só, né. Daria. (...) Depois você ter um outro com um pouquinho mais de desenvolvimento, (...) avançar um pouco mais no conteúdo. Mas foram três experiências bem básicas mesmo. Totalmente básicas.” (G5R. Entrevista em 04 dez. 2008)

“O próprio relatório te dizia o que fazer, é, ‘Meça a tensão entre os terminais tal e tal, meça a corrente, meça a potência,’ Então daí, não importa o valor, você estaria finalizando ele. É, eu pude observar, às vezes ele pedia pra você fazer uma análise com a relação entre esses valores, entendeu? Então, foi isso, esse passo a passo assim, era feito, e muitas vezes te pedia, vamos dizer assim, uma conclusão, um relato do, se você conseguiu *comprovar na prática ali o que dizia a teoria*. Né, um teorema, uma lei enunciada. (...) O professor, ele não te cobra isso (análise) dentro do laboratório, né, e o relatório que você faz, também, né, você não tem muito que analisar, você vai fazer o que você fez na prática lá. Então aquele aluno que for lá, montou lá de acordo com o guia, fez os testes, funcionou e foi embora, ele corre um sério risco (de não aprender).

Agora, tem aqueles alunos que se interessam mais, entendeu? 'Ah, por que a corrente aqui dividiu? Por que a tensão aqui é maior do que aqui, e tal', entendeu? (...) É, isso (...) parte do aluno mesmo. Você, que é o meu caso, você, diante dos valores que você obtinha no final das medições, é, sempre eu estava tentando fazer uma relação com algum exercício que você já tinha feito. Sabe, tinha os valores mais ou menos próximos. Eu, particularmente, conseguia chegar, comprovar aquilo ali, diante daqueles valores. Fazer uma correlação entre os valores, 'não, realmente, é aquilo ali.'" (G6T. Entrevista em 05 dez. 2008)

Note que o grupo G6T, assim como o G2R, menciona e entende que as práticas de laboratório tinham um roteiro que levava o aluno a verificar na prática algum aspecto da teoria, trabalhada na sala de aula.

Uma análise dos depoimentos dos alunos sobre as práticas de laboratório apresentados nesta seção, juntamente com aqueles apresentados na seção 5.3.2.4 (quando falaram sobre a influência das práticas de laboratório na compreensão do conteúdo teórico) mostra que:

- As práticas levavam os alunos a comprovar, experimentalmente, algum aspecto da teoria, estudado na aula teórica (G2R e G6T). O grupo G2R mostrou insatisfação com esse tipo de prática. O grupo pretendia uma prática que mostrasse aplicações reais de circuitos elétricos.
- As práticas eram básicas, objetivas e coerentes com as aulas, mas não eram muito desafiadoras no sentido de colocar o aluno para pensar e analisar (G3T, G4T, G5R, G6T). Somente o grupo G1T mencionou que as práticas eram desafiadoras.
- As práticas de laboratório contribuíram, mas ainda não foram suficientes para a visualização do conteúdo teórico (G2R, G4T, G5R);
- As práticas eram grandes e repetitivas, e por isso não chamavam tanto a atenção do aluno (G2R);
- O professor deveria mostrar mais os elementos elétricos básicos (em exemplares reais ou imagens) (G5R).

É importante notar que a forma pela qual os alunos enxergam as práticas de laboratório sugere que haja uma *demandada por uma mudança nessas práticas*. Essas mudanças seriam: mostrar aplicações reais de circuitos elétricos, e não somente comprovar, experimentalmente, a teoria; tornar as práticas mais desafiadoras, no sentido de colocar o aluno para pensar e analisar; utilizar o laboratório para ilustrar ainda mais a teoria (para que o aluno veja e compreenda melhor os componentes elétricos); tornar as práticas menos repetitivas.

#### 6.1.2.4 Elementos a serem destacados na metodologia

- As aulas de laboratório se encerravam quando os alunos conseguiam medir e anotar todos os valores das variáveis em estudo. As análises dos resultados eram feitas nos relatórios, individualmente (G6T);
- A falta de recursos do laboratório fez com que as aulas ficassem prejudicadas (G1T, G3T, G4T, G6T); por vezes, alunos sentiam-se desmotivados (G1T, G3T) e perdia-se tempo na aula tentando fazer com que os equipamentos funcionassem (G6T);
- As práticas de laboratório eram limitadas tanto pela falta de recursos (G4T), quanto em seu roteiro: eram grandes e repetitivas (G2R); e não chamavam muito a atenção do aluno, nem exigiam muito dele, no sentido de colocá-lo para pensar e analisar, visto que eram básicas demais<sup>4</sup> (o experimento em si exigia basicamente a montagem do circuito e as medições das variáveis) (G3T, G5R, G6T);
- O tempo do laboratório poderia ter sido melhor aproveitado (G2R, G6T).

#### 6.1.3 A aprendizagem dos conceitos

De um modo geral, as aulas de laboratório, na visão dos alunos, são agradáveis. Na aula prática acontece a visualização do conteúdo, ou seja, as aulas de laboratório *contribuem para o entendimento do conteúdo* (por exemplo, o esclarecimento dos conceitos e a percepção de aspectos estudados na aula teórica). Os depoimentos dos grupos G1T, G4T, G5R e G6T elucidam essa visão:

“Melhor parte é a prática. Você vê acontecendo.” (G1T. Entrevista em 01 dez. 2008)

“Algum conceito fica mais sólido, com certeza. A prática, ela te ajuda a assimilar bem a matéria.” (G4T. Entrevista em 03 dez. 2008)

“Deu pra entender o conceito. (...) Ou seja: variando a tensão você obtinha uma corrente, mas o R mantinha, né, que é exatamente a inclinação da curva, da reta, né, o R. Aí você consegue observar bem, né de onde partiu essa lei e tal. O laboratório ajudava muito a esclarecer os conceitos. (...) Lei de Kirchoff (...) eu acho que, em laboratório, é mais entendido, né. (...) Acho que, no caso de corrente alternada, por exemplo, eu acho que faltou, falta, assim, algo mais, ou talvez, levar mesmo no laboratório.” (G5R. Entrevista em 04 dez. 2008)

---

<sup>4</sup>Ou seja, ao que parece, as práticas de laboratório levavam o aluno a aplicar o conceito, mas não tinham espaço para que o aluno pudesse explorá-lo e construir suas próprias explicações.

“Qualquer aluno, por menos que ele tenha visto essa matéria, ele fez aqui a aula teórica, mais o laboratório, lá a gente fez as práticas, aí, né, viu lá na prática como é que seria o circuito, como que era o procedimento, o funcionamento do circuito.” (G6T. Entrevista em 05 dez. 2008)

Note que o grupo G5R menciona que, apesar de as práticas de laboratório ajudarem a esclarecer os conceitos estudados na aula teórica, *ainda falta algo*. Segundo este grupo, *faltou o professor 'nivelar' a turma na aula de laboratório*; considerar que ninguém sabe nada e começar do zero: mostrar os equipamentos básicos (resistor, capacitor, indutor, etc), uma vez que o aluno de Engenharia Elétrica pode não ter feito o curso técnico e, portanto, não ter nem mesmo o conhecimento básico do assunto. O grupo enfatiza que essa falta de nivelamento acontece não apenas em Circuitos I, mas em várias outras disciplinas do curso. O grupo G2R também sentiu falta desse nivelamento nas aulas de laboratório, ressaltando que os conceitos teriam sido melhor aprendidos se dúvidas básicas tivessem sido levantadas e respondidas:

“Então, quando chegou no laboratório, eu pensei que ele ia fazer tipo assim, 'Oh, fulano, esse daqui é o resistor, prazer', tipo assim. E não teve isso também. Entendeu? Então, se eu vi o que que era o resistor, é porque os meninos, na hora do laboratório, 'Vamos pegar os resistores lá.' Eu ia olhando, eles iam lá, catavam, 'Ah, isso aí que é o resistor? Então está bom.' (...) Se você chegar lá na sala e perguntar para que você usa um resistor num circuito, eu acho que menos da metade vai te responder pra que você usa. Você tem um circuito bitelo lá. Ah, pra que eu vou colocar um resistor de tantos ohms aqui? Você pode ter certeza de que menos da metade vai te responder que é pra você regular a corrente ou a tensão num determinado ponto, que você quer. (...) É, faltou essas dúvidas assim, né, serem respondidas. (...) Faltou elas serem criadas, né, tipo assim. Eu acho que se ele tivesse feito essa apresentação do que que é, tipo assim, olha o resistor aí. (...) Se tivesse aproveitado o tempo do laboratório pra mostrar, 'Oh gente, isso aqui é o resistor, ele é feito pra isso. (...) O laboratório é um espaço reservado pra isso, pra você pegar o que você está vendo na sala e você matar tudo o que você tem de dúvida na prática. (...) Aí eu acho que sim, uma forma de clarear os conceitos seria no laboratório. É, porque é lá que tem todos os equipamentos, né.” (G2R. Entrevista em 02 dez. 2008)

Interessante notar que os grupos que sentiram falta desse nivelamento da turma (G2R e G5R) são exatamente aqueles formados em sua maior parte por alunos que fizeram o curso de ensino médio regular, ou seja, que não fizeram um curso técnico. O sentimento desses alunos é o de que o professor parte da premissa de que os alunos já têm algum

conhecimento prévio da disciplina, e dominam seus conceitos mais básicos. O que não é verdade. Essa mesma questão foi levantada na seção 5.3.2, em relação ao uso dos termos técnicos.

É importante observar também que a forma pela qual os conceitos são trabalhados na aula de laboratório é totalmente diferente da forma pela qual eles são trabalhados na aula teórica. No laboratório, os conceitos são trabalhados em meio à montagem e ao funcionamento de um circuito elétrico. Não há exposições teóricas. O professor só interfere na atividade dos alunos se for solicitado por eles. Os alunos trabalham em grupo e de maneira independente do professor, na maior parte do tempo. Quando surgem as dúvidas, um aluno pergunta primeiramente para o colega. Os alunos que dominam mais o conteúdo o explicam àqueles que o dominam menos. A interação entre os alunos e o compartilhamento de informação e conhecimento entre eles é muito maior do que nas aulas teóricas.

#### 6.1.3.1 Elementos a serem destacados na aprendizagem de conceitos

- As práticas de laboratório ajudam a esclarecer os conceitos estudados nas aulas teóricas (G1T, G4T, G5R, G6T), mas ainda não são suficientes para que os alunos os compreendam por completo (G2R, G5R);
- Faltou o professor 'nivelar' a turma nas aulas de laboratório: mostrar os componentes básicos; e trabalhar melhor com eles (o que é, para que serve, etc.) (G2R, G5R);
- A aprendizagem de conceitos no laboratório se restringe a aspectos de procedimentos (montagem e funcionamento de um circuito elétrico, e medições de variáveis).

#### 6.1.4 As relações humanas no Laboratório

##### 6.1.4.1 A participação do professor

O professor deixava que os alunos trabalhassem de maneira autônoma, em grupos, e interferia no processo de realização da prática somente quando solicitado. Quando os alunos chamavam, ele atendia e respondia todas as perguntas, auxiliava na montagem do circuito, testava, conferia, enfim, participava com os alunos, conforme pode ser visto na descrição da aula em 6.1.1, no turno 30.

Os grupos G1T e G4T mostraram-se *satisfeitos com o acompanhamento do professor* nas aulas de laboratório:

“Do professor não tem nada pra reclamar não. (...) Beleza. (...) Ele sabe ensinar. Ele passava o exercício lá, e se você tiver alguma dúvida, ele vem e explica.” (G1T. Entrevista em 01 dez. 2008)

“Ponto positivo é o acompanhamento do professor.” (G4T. Entrevista em 03 dez. 2008)

Por outro lado, os grupos G2R e G5R (alunos que não fizeram curso técnico) acharam que o professor *poderia ter dado um acompanhamento maior*, fazendo, por exemplo, um exercício para os alunos observarem, antes de deixar que eles trabalhassem de maneira autônoma em grupos:

“No primeiro dia do laboratório, ele mandou a gente fazer a experiência e saiu. ‘Faz a experiência aí.’ E foi pra lá, pra fora. (...)É, eu fiquei até com medo de mexer nos negócios lá e tomar choque. (...) Mas eu acho que ele fez isso também visando assim, que tinha alunos que tinham experiência, entendeu? Mas não é a mesma coisa.” (G2R. Entrevista em 02 dez. 2008)

O G5R volta a falar sobre a questão de se ensinar partindo-se do pressuposto de que o aluno já conhece alguma coisa, como mencionou quando questionado sobre as aulas teóricas. Segundo ele, o ensino deve ser ministrado desde a sua parte mais básica, partindo-se do pressuposto de que o aluno não tem nenhum conhecimento prévio sobre a disciplina. E ressalta que esta não é uma característica apenas da disciplina de CE I, mas de várias disciplinas de laboratório do CEE:

“Laboratório também tem que ser ir lá e o professor fazer para o aluno a primeira vez, porque, é, tem que levar em consideração que o aluno não sabe nada. (...) Então, eu acho que isso falta. Falta, é, dar mais ênfase ao início, essa parte de Lei de Ohm, Lei de Kirchoff, dar mais detalhes disso aí, ganhar mais um pouco de tempo com isso aí, porque tem muito aluno que é cru, não sabe de nada, né. Nem todo mundo fez um curso técnico em Elétrica, Eletrotécnica. (...) Laboratório é, a gente chega lá e eu acho que falta exatamente isso, nivelar a turma. O professor falar assim, ‘oh gente, oh, vamos considerar que ninguém aqui conhece de nada. Vamos mostrar aqui o que é o capacitor, o que é um resistor, o que é um indutor, como é que você monta o circuito, o que é uma fonte, onde está, qual é o positivo, qual é o negativo?’ Porque nem sempre o aluno está fazendo Engenharia Elétrica porque ele fez técnico em Elétrica ou Eletrotécnica. Ele pode ter feito, lá, Direito, e quer fazer Engenharia Elétrica. (...) Falta. Falta, não só em Circuitos, como em todas as outras matérias de laboratório que eu já participei aqui da parte de Engenharia Elétrica, né. (...) Então falta assim, falta entender o aluno como assim, como se ele estivesse cru naquele assunto, como se não soubesse nada, começar do zero. Acho que isso falta.” (G5R. Entrevista em 04 dez. 2008)

É interessante notar que são justamente os alunos que não fizeram curso técnico que solicitam um acompanhamento maior do professor durante as aulas de laboratório. Esses alunos, por nunca terem estudado este conteúdo antes, apresentam uma dificuldade maior de acompanhar as aulas do que aqueles alunos que já estudaram circuitos elétricos em um curso técnico.

#### 6.1.4.2 *A participação dos alunos*

Durante as aulas de laboratório, os alunos trabalhavam em equipe, e, na maioria das vezes, sem a interferência do professor, conforme já foi mencionado. Interessante notar que nas aulas de laboratório os alunos realmente trabalhavam em equipe. Havia muita cooperação de uns para com os outros: os alunos se ajudavam mutuamente, e aqueles que detinham mais conhecimento ajudavam mais os colegas menos experientes. Em alguns grupos, havia até um cuidado de permitir que todos os colegas, principalmente os menos experientes, participassem da montagem do circuito e das medições. Havia um revezamento de quem iria fazer a montagem, de modo que todos pudessem participar e aprender um pouco. Ao longo da montagem, sempre surgiam dúvidas e questionamentos de como proceder. Os colegas, então, conversavam entre si, perguntavam uns para os outros, discutiam a questão e entravam em acordo quanto ao que deveria ser feito. Quando os colegas do grupo não conseguiam responder a questão, chamavam o professor e perguntavam a ele. Havia também colegas que perguntavam aos outros sobre algum aspecto do conhecimento na prática (dúvidas em relação ao conteúdo) ou mesmo curiosidades (sobre os equipamentos, por exemplo). Os colegas mais experientes, então, respondiam e às vezes até mesmo ensinavam algo para os outros colegas. Era um momento de troca de informações, experiências, ensino e aprendizagem. Era um momento de um colega aprender com o outro. O excerto da Aula 3, descrito em 6.1.1, mostra, do início ao fim, a interação e o diálogo entre os alunos.

Os grupos de trabalho eram heterogêneos: dentro de um mesmo grupo havia alunos muito entendidos do assunto e alunos que se esforçavam para entender o que estava sendo feito. Algumas vezes, os alunos que tinham mais domínio do conteúdo tomavam a liderança da montagem, participavam mais ativamente, e os outros, com pouca experiência, ficavam apenas observando e conferindo a montagem com o circuito proposto no guia. Em outras situações, os colegas mais experientes davam espaço para que os outros colegas, menos experientes, realizassem a montagem, e ficavam observando o que eles estavam fazendo, monitorando-os e ajudando-os quando necessário. Em todas as aulas, havia aqueles alunos que, enquanto alguns colegas faziam a prática, eles tentavam compreender o que estava sendo feito (esses tinham maior dificuldade com o conteúdo).

Diferentemente das aulas teóricas, os alunos se mostravam sempre envolvidos com a aula, e na maioria das vezes tinham uma postura pró-ativa. Alguns alunos também chegavam atrasados e saíam mais cedo, mas em menor escala do que na aula teórica.



### 6.1.4.3 Elementos a serem destacados nas relações humanas

- Para os alunos, o professor poderia ter acompanhado mais a turma e dado exemplos antes de deixar que os grupos trabalhassem de maneira autônoma (G2R, G5R);
- Sobre os alunos que ficam à margem: existem poucos alunos que não se envolvem com o grupo no trabalho laboratorial. São alunos que ficam apenas observando os colegas trabalharem, e quase nunca conversam com eles, nem perguntam nada. Não tive condições, em minha pesquisa, de conhecer as razões pelas quais alguns alunos (ainda que poucos, mas há!) ficam à margem das aulas de laboratório, mesmo elas sendo tão vívidas em termos da participação de todos. Este tipo de aluno seria interessante de ser investigado.

### 6.1.5 Aula de laboratório versus aula teórica

Se considerarmos a aula de laboratório e a aula teórica como instrumentos mediadores entre o aluno e o conhecimento da disciplina de CEI, podemos perceber que ambas as modalidades de aula apresentam várias limitações, conforme já apresentado, nos três aspectos observados: metodologia, aprendizagem de conceitos e relações humanas. Porém, há indícios de que a aula de laboratório contribua mais do que a aula teórica para que os alunos compreendam os conceitos, embora ainda não tenham sido suficientes para que eles obtivessem uma total compreensão dos mesmos. Um aspecto muito importante a ser registrado é que a participação dos alunos nas aulas de laboratório era notavelmente maior do que nas aulas teóricas. Pelo menos aparentemente, estes se mostraram mais interessados e até mesmo mais envolvidos na atividade de aprender. Apesar de os alunos “solicitarem” mudanças nas práticas (guias de laboratório) e na própria condução das aulas de laboratório pelo professor, tais aulas se aproximaram mais de uma atividade coletiva, em que os alunos se deparam com um problema ou desafio proposto, para o qual devem encontrar uma solução.

## 6.2 O Teorema da Superposição

A fim de investigar a *aprendizagem de um conceito* específico na disciplina de Circuitos Elétricos I, tomei como exemplo o conceito de “Teorema da Superposição”. Escolhi este conceito por considerá-lo importante não apenas em Circuitos I, mas também em outras disciplinas do curso.

Quando nos propomos a investigar a aprendizagem de um determinado conceito, é muito interessante considerarmos o trabalho desenvolvido por Vinner (1991). Este autor investigou o papel das *definições* no ensino e aprendizagem de Matemática. Como ilustração para suas idéias, o autor relata a sua investigação sobre os conceitos de *função*, *tangente* e *limite de uma sequência*.

Na seção 3.2.3.5 deste trabalho, foi ressaltado que Vygotsky defende a idéia de que o processo de formação dos conceitos científicos é diferente do processo de formação dos conceitos cotidianos. Semelhantemente, Vinner reconhece uma distinção entre o *contexto cotidiano* e o *contexto técnico*. Na visão destes autores, para aprender conceitos científicos é necessário desenvolver hábitos de pensamento diferentes daqueles utilizados na aprendizagem de conceitos cotidianos. Para Vinner, a principal diferença entre os dois contextos é o fato de se *consultar ou não definições* ao interpretar sentenças (ou os próprios conceitos) ou resolver problemas.

Segundo Vinner, muitos dos conceitos cotidianos (como casa, laranja, gato, etc.) podem ser adquiridos (e o são) sem definições. Em contextos cotidianos, na maioria das vezes, não há necessidade de consultar definições; ao passo que, em um contexto técnico, as definições devem ser consultadas, caso contrário enganos podem ocorrer. Por exemplo, para entender a sentença “entre todos os carros no estacionamento, meu carro verde é o mais bonito”, não é necessário consultar definições. Entretanto, para entender a sentença “entre todos os retângulos com o mesmo perímetro, o quadrado é aquele que tem a área máxima” é necessário consultar definições. Em contextos técnicos é esperado que se consultem os termos técnicos envolvidos na sentença. Porém, os hábitos de pensamento cotidiano podem interferir na formação de hábitos de pensamento em um contexto técnico. Como o impacto que a vida cotidiana tem nas outras situações da vida é forte, pode-se esperar que a maioria das pessoas irão ignorar as definições também em contextos técnicos. A tendência dos alunos (ou até mesmo de todos nós, quando leigos), quando se inserem em um contexto técnico, é continuar usando os mesmos hábitos de pensamento que utilizam no cotidiano, os quais são inapropriados para este contexto.

Vinner também faz uma distinção entre o *conceito* e o que ele chama de *imagem conceitual*. O nome de um conceito, quando visto ou ouvido, é um estímulo para a memória e evoca dentro da memória a *imagem conceitual*. Essa imagem conceitual não é a definição do conceito, pelo contrário, é algo não-verbal associado na mente ao nome do conceito. Pode ser uma representação visual do conceito (se existir), ou algum tipo de impressão ou experiência. Tais representações visuais, impressões e experiências podem ser traduzidas em formas verbais, mas em um estágio posterior. Cada indivíduo possui uma imagem conceitual própria em relação a um determinado conceito. E mais: em situações diferentes, um indivíduo pode evocar imagens conceituais diferentes em relação a um mesmo conceito. Não obrigatoriamente tais aspectos são coerentes com a definição técnica ou entre si, podendo ser contraditórios. Tal conjunto de aspectos é denominado por Vinner de fator potencial de conflito. Um indivíduo pode não ser consciente dessa incoerência, que poderá ser evidenciada em situações em que ambos os aspectos da imagem conceitual são evocados simultaneamente.

Para Vinner, no processo de formação de conceitos cotidianos, adquirir um conceito, ou entendê-lo, significa formar uma imagem conceitual para ele (isso implica em associar

certos significados às palavras). O autor ressalta que *saber uma definição de cor não garante o entendimento do conceito*. As definições ajudam a formar uma imagem conceitual, mas tornam-se dispensáveis depois que a imagem é formada. Esse é o papel da definição na formação do conceito cotidiano: formar a imagem conceitual (e ser excluída após essa formação).

Em um contexto técnico, porém, o papel das definições não se limita a apenas formar a imagem conceitual, mas *é muito importante em atividades cognitivas*. As definições podem livrar o sujeito de *armadilhas* colocadas pela imagem conceitual. Consultar a definição pode prevenir erros. Conforme mencionado anteriormente, contextos técnicos impõem ao aluno hábitos de pensamento totalmente diferentes dos hábitos típicos do cotidiano. O problema é que, pelo menos no início do processo de aprendizagem, os hábitos de pensamento cotidiano irão se sobrepor aos hábitos de pensamento do contexto técnico.

Vinner explica que pode haver alguma interação entre a definição e a imagem conceitual, embora elas possam ser formadas independentemente. Quando um conceito é introduzido pela primeira vez por meio de uma definição, a imagem conceitual ainda não existe, no início. Ela passa a existir gradualmente, após vários exemplos e explicações. Se nenhum significado for associado ao nome do conceito, ou se definição conceitual for memorizada de um modo não significativo, a imagem conceitual não se construirá significativamente. Além disso, a imagem conceitual não reflete, necessariamente, os aspectos essenciais da definição.

Quando um aluno já possui uma imagem conceitual sobre determinado conceito e lhe é apresentada uma definição sobre este conceito, três situações podem ocorrer, segundo o autor: 1) a imagem conceitual pode ser mudada, 2) a imagem conceitual pode continuar como ela é (a definição será esquecida ou distorcida após um curto período de tempo); 3) o aluno pode aprender a repetir a definição, mas continuar pensando sobre o conceito com a mesma imagem conceitual antiga.

Em um processo de resolução de problemas (tarefas cognitivas), espera-se que o aluno utilize tanto a imagem conceitual quanto a definição. O processo desejável é que o aluno formule a solução de um problema somente depois de consultar a definição. Na prática, porém, o processo é diferente: a maioria dos alunos não consulta a definição durante o processo de resolução de um problema (atividades cognitivas) em um contexto técnico<sup>5</sup>.

Muitos professores esperam que a imagem conceitual seja formada (e controlada) pela definição técnica. Todavia, conforme Vinner, a definição não tem poder cognitivo sobre o pensamento conceitual do aluno. É importante notar que a reconstrução de uma definição

---

<sup>5</sup>O ato de consultar definições é contrário à natureza do sistema cognitivo, uma vez que os hábitos de pensamento cotidianos prevalecem, e o aluno está inconsciente da necessidade de consultar a definição formal.

formal nem sempre indica um entendimento do conceito, visto que tal definição pode ter sido adquirida por memorização.

Vinner finaliza seu trabalho com duas possíveis conclusões, conflitantes, sobre a postura do professor frente ao fato de que muitos alunos não usam a definição para resolver atividades cognitivas:

1. Desistir de mudar os hábitos de pensamento dos alunos do modo do contexto cotidiano para o modo do contexto técnico;
2. Tentar mudar os hábitos de pensamento dos alunos por meio de uma abordagem apropriada (promovendo uma maior conscientização).

E afirma que, caso o professor opte pela segunda postura, deve estar consciente de que isso não pode ser feito em um período curto de tempo, nem pode ser bem sucedido com todos os alunos. O professor deve buscar formar a imagem conceitual por meio de vários exemplos e contra-exemplos. E para que o aluno aprenda a usar a definição, o professor deve fazer mais do que simplesmente introduzir a definição. Deve indicar conflitos entre a imagem conceitual e a definição formal e discutir situações-problema. O autor ressalta também que os alunos podem ser treinados a usar as definições somente se forem submetidos a tarefas que não podem ser resolvidas corretamente usando apenas a imagem conceitual. Enquanto o aluno conseguir soluções corretas recorrendo à imagem conceitual, não irá consultar as definições, visto que recorrer à imagem conceitual é uma estratégia simples e natural. Segundo Vinner, o aluno ficará convencido de que precisa consultar a definição somente depois de um fracasso ou um conflito. Embora Vinner tenha desenvolvido estas idéias referindo-se ao contexto técnico da Matemática, estas podem ser também uma abordagem para o contexto técnico da Engenharia.

Uma questão que auxilia nos procedimentos metodológicos de investigação da definição e da imagem conceitual é o fato de que as definições são verbais e explícitas (podem ser percebidas quando questionadas diretamente: o que é isso?). Por outro lado, as imagens conceituais podem ser não-verbais e implícitas, podendo ser percebidas por meio de questões que possam expô-las.

Assim, tendo em vista estas considerações, a investigação sobre a aprendizagem do princípio da superposição foi feita por meio de dois procedimentos metodológicos:

1. Entrevista, com uma pergunta direta: “O que é o princípio da superposição?”, a fim de buscar perceber a *definição conceitual*<sup>6</sup> dos alunos;

---

<sup>6</sup>Neste trabalho, a definição conceitual é entendida como sendo uma definição individualizada, ou seja, forma de palavras usada pelo indivíduo para expressar a sua definição sobre o conceito. E definição técnica é a definição aceita pela comunidade científica.

2. Resolução de um exercício: uma forma indireta de o aluno expor seu conhecimento sobre o princípio da superposição, a fim de buscar perceber a *imagem conceitual* dos alunos.

As seções a seguir relatam os resultados obtidos nessas investigações. Antes de mostrar os resultados, porém, apresento o conceito de Teorema da Superposição e a forma pela qual ele foi abordado na disciplina de Circuitos Elétricos I.

### 6.2.1 A abordagem do conceito de Teorema da Superposição

Matematicamente, o princípio da superposição<sup>7</sup> pode ser enunciado da seguinte forma, como esclarece Aguirre (2000):

Para entender esse princípio, considere um sistema que ao ser excitado pela entrada  $u_1(t)$  produz a saída  $y_1(t)$  e quando excitado por  $u_2(t)$  produz a saída  $y_2(t)$ . Se tal sistema satisfizer o princípio da superposição então, quando excitado por  $au_1(t) + bu_2(t)$ , sua saída será  $ay_1(t) + by_2(t)$ , sendo  $a$  e  $b$  constantes reais. (Aguirre, 2000), p.39.

Ou seja, podemos dizer que o princípio da superposição estabelece que se o sistema for excitado por uma entrada que é uma combinação linear de duas outras entradas, a saída devida a esta entrada é também uma combinação linear das saídas devidas às duas outras entradas. Esse princípio pode facilitar os cálculos das variáveis de saída do sistema, visto que uma determinada saída mais complexa pode ser obtida por meio da soma de duas (ou mais) saídas mais simples.

No livro texto adotado pelo professor de Circuitos Elétricos I (Nilsson and Riedel, 2009), o Princípio da Superposição é definido da seguinte forma:

Um sistema linear obedece ao princípio de *superposição*, o qual afirma que, *sempre que o sistema<sup>8</sup> é excitado, ou alimentado, por mais de uma fonte independente de energia, a resposta total é a soma das respostas individuais*. Uma resposta individual é o resultado de uma fonte independente agindo separadamente. Como estamos lidando com circuitos compostos de elementos

---

<sup>7</sup>Neste trabalho, os termos “Teorema da Superposição” e “Princípio da Superposição” se referem ao mesmo conceito.

<sup>8</sup>Neste livro, os autores se referem a *sistemas elétricos*. No primeiro capítulo do livro eles afirmam: “O engenheiro eletricitista é o profissional que se preocupa com sistemas que produzem, transmitem e mede sinais elétricos. A engenharia elétrica combina os modelos de fenômenos naturais desenvolvidos pelos físicos com as ferramentas dos matemáticos para produzir sistemas que atendem a necessidades práticas. Sistemas elétricos estão presentes em nossa vida; são encontrados em lares, escolas, locais de trabalho e veículos de transporte em todos os lugares.” (Nilsson and Riedel, 2009), p.1.

lineares interligados, podemos aplicar o princípio da superposição diretamente à análise desses circuitos quando eles são alimentados por mais de uma fonte independente de energia. (...) A superposição é aplicada tanto na análise quanto no projeto de circuitos. Ao analisar um circuito complexo com várias fontes independentes de tensão e corrente, muitas vezes as equações a serem resolvidas são mais simples e em menor número quando os efeitos das fontes independentes são considerados separadamente. Por isso, aplicar a superposição pode simplificar a análise de circuitos. (Nilsson and Riedel, 2009), p.90-91.

Na seção 5.3.1 descrevemos a aula em que o professor introduziu o conceito de teorema da superposição, especificamente nos turnos 15, 19, 21 e 25.

É interessante notar que o conceito de princípio (ou teorema) de superposição foi apresentado pelo Prof. Aguirre de uma maneira que podemos chamar de *neutra*<sup>9</sup>, enquanto que tanto o livro quanto o professor de Circuitos Elétricos I o apresentaram de uma maneira *contextualizada*. Tanto os autores do livro de circuitos quanto o professor utilizam elementos próprios de circuitos elétricos (fonte de tensão, fonte de corrente, corrente) para definir o princípio de superposição. Assim, ao discorrerem sobre este princípio, foi natural que os alunos utilizassem elementos de circuitos elétricos em suas discussões, como será mostrado na próxima seção. Além disso, é importante ressaltar que o conceito foi apresentado aos alunos por meio de uma definição verbal, e em seguida trabalhado por meio de exercícios.

O teorema da superposição foi abordado e cobrado na segunda prova da disciplina. A questão que o abordava apresentava um circuito elétrico com duas fontes de tensão. Nessa questão, o professor solicitou que os alunos calculassem, utilizando o teorema da superposição: a) a corrente na resistência de carga, b) a potência dissipada na resistência de carga, c) a potência fornecida à resistência de carga pela fonte E1 e d) a potência fornecida à resistência de carga pela fonte E2. É importante ressaltar que o princípio da superposição foi cobrado por meio de um exercício que solicitava *cálculos*. Este fato está de acordo com a visão dos alunos apresentada na seção 5.3.3.1, em que os alunos mencionam que os conceitos (no sentido de definições, explicações) não são (ou raramente são) cobrados em provas. As provas cobram resolução de exercícios.

Não penso que esteja errado cobrar um conceito por meio da resolução de um exercício. Pelo contrário. Pelo menos teoricamente, o aluno só conseguiria resolver o exercício se dominasse o conceito. O exercício seria uma forma de *aplicar* o conceito. O problema é que nem sempre isto acontece. Conforme mencionado na seção 5.3.3.1, há alunos que enxergam essa cobrança por meio de exercícios de outra forma: pensam que não precisam estudar a parte teórica; basta resolver exercícios. É nesse ponto que encontramos alunos decorando procedimentos sem entendimento dos mesmos a fim de conseguir resolver exercícios para

<sup>9</sup>Denomino “neutra” à forma matematizada de se enunciar o princípio da superposição.

fazer provas.

### 6.2.2 Entrevista

Durante as entrevistas, perguntei aos alunos: “O que é o Princípio da Superposição?” As respostas dadas por cada grupo são apresentadas a seguir.

#### 6.2.2.1 Grupo 1

Dois alunos do grupo G1T responderam a pergunta:

*“O princípio da superposição é, quando você tem duas fontes alimentando o circuito, uma corrente sobrepõe a outra. Então, acaba você tendo mais potência no, mais potência se tiver com a polaridade igual, e menos potência se tiver com a polaridade diferente. Se tiver com duas fontes em paralelo, ou em série com a polaridade igual, uma sobrepõe. Em paralelo, eu acho que diminui. Em série, com a mesma polaridade, você aumenta a potência do circuito. Você consegue colocar duas fontes e muito menos de resistor, muito mais carga no circuito. Uma fonte tem uma potência, elas somam as potências, então acaba... eu acho que é isso, né, fessora, se tiver errado você corrige”.* (A1)

A descrição do aluno A1 sobre o princípio da superposição apresenta imprecisões. Por outro lado, a descrição do aluno A2 é errônea:

*“É isso que ele falou mesmo. Se estiver em série, as potências vão somar, se estiver em paralelo vai ser igual, a corrente não vai alimentar. É isso que ele falou mesmo.”*(A2)

Os alunos não souberam falar qual é a vantagem de se utilizar este princípio, nem porque ou quando se deve utilizá-lo: *“Isso aí nós não sabemos (risos). É verdade, isso aí nós não sabemos, porque ele não passou esses negócios aí, ele passou a teoria, e foi corrido ainda.”* (A1) *“A gente não sabe.”* (A2) *“Ah, isso aí, isso aí, é aquele negócio, uai, eu acho que é para a potência. Vai aumentar a potência do circuito. Mas ele não explicou.”* (A1) *“E esse mesmo exercício eu resolvo por Kirchoff. Ele não explicou porque você usa um, porque esse é melhor do que aquele.”* (A2)

#### 6.2.2.2 Grupo 2

Quatro alunos participaram da discussão respondendo a esta pergunta.

*“Ah, se você quiser calcular uma corrente no circuito, usando o princípio da superposição, você tira uma fonte e calcula a corrente naquele ponto. E depois você tira a outra fonte, e calcula. E depois, a corrente total você soma. Esse é o princípio da superposição. Se for uma fonte de corrente, você tem que abrir o circuito, e se for uma fonte de tensão, você tem que fechar. Pelo menos isso aí eu aprendi. (Risos) É como se você tivesse dois circuitos. Aí você sobrepõe eles (fazendo gestos com as mãos). O circuito com duas*

fontes, aí você divide, calcula as duas tensões do circuito, e depois você soma. Só.” (A1)

“É quando você tira uma, ele tira sempre uma fonte, você superpôs, né, tipo assim, supostamente, a corrente que passa por fora, entendeu?” (A2)

“O princípio da superposição é acreditar que o circuito que tem duas ou mais fontes, ele é composto das somas dos circuitos, ou seja, cada fonte vai ser um circuito independente. Que no final das contas, o que vai prevalecer ali é a soma dos circuitos. Soma de correntes e tensões.” (A3)

As definições dos alunos A1 e A3 apresentam uma idéia correta sobre o conceito, mas a definição do aluno A2 apresenta imprecisão.

Sobre as situações em que seria vantajoso usar o princípio da superposição:

“Quando tivesse mais de uma fonte de tensão, e você quisesse saber qual a corrente certa passar ali naquele circuito.” (A2)

“Ele é o que eu uso mais freqüentemente. O que eu uso mais freqüentemente é ele. (...) Porque ele é o mais prático. Ele é mais prático. (...) O outro você tem muito trabalho de calcular. Tem que montar a matriz, na maioria de nós e de malhas, a resolução (é difícil). (...) ...é mais prático, porque você destrincha o circuito. Você pega aquele circuito e transforma ele em, se ele tem 4 fontes, em 4 circuitos diferentes (mais simples). Depois você só soma tudo.” (A3)

“Ele é mais fácil.” (A4)

“Quando os circuitos são muito grandes, é a melhor opção. (...) (Porque ) É mais fácil de se calcular. (...) Achar o determinante de uma matriz  $4 \times 4$ , você fica o resto da vida calculando.” (A1)

Todos os alunos do grupo concordaram que o princípio da superposição é um facilitador dos cálculos, pois você calcula por partes e depois soma.

### 6.2.2.3 Grupo 3

O aluno não soube responder. Ficou um tempinho pensando, olhando pra cima, tentando lembrar:

“É, pra te falar, na teoria assim, assim de cabeça eu não lembro não. Talvez se eu pegar o cálculo... Teorema da superposição, eu não lembro não. (...) Não, eu não lembro (ficou pensando). Eu não lembro, não estou lembrado.”

Ele disse que na semana anterior a resposta estaria na ponta da língua, porque ele estava estudando, resolvendo exercícios, e teve prova: “Se fosse semana passada e você perguntasse, estava na ponta da língua. (risos) (...) Deixa eu ver aqui, mas eu não estou



*lembrando (ainda pensativo, tentando lembrar). (...) Porque semana passada a gente estava praticando exercício, estava assim concentrado na matéria, e tal. (...) Prova, e tal. E depois a gente vai preocupando com as outras provas, vai passando e deixa um pouquinho no esquecimento, né.”*

Ele justificou o esquecimento do conteúdo com uma semana com o fato de estar envolvido com muitas provas: *“Mas mesmo assim, já foi umas cinco provas depois disto. Risos. E tem mais prova esta semana ainda. Tem prova amanhã, quinta-feira.”*

O aluno não conseguiu falar nada sobre o princípio da superposição. Nem o que é, nem quando deve usar.

#### 6.2.2.4 Grupo 4

O aluno também não soube responder, apesar de ter feito prova sobre esse conteúdo na semana anterior: *“Ih, eu não sei nada (risos). Que que eu estou te falando? Eu vou ter que estudar justamente essas matérias. (...) Fiz prova, que que eu te falei? Fiz prova assim, oh (estalou os dedos), tenho que ser sincero com você. (...) Entendeu? Não fui, esse segundo semestre pra mim foi, assim, o semestre todo foi difícil, mas em se tratando de Circuitos Elétricos, é, foi a matéria assim, que eu tive uma dedicação a mais. Mas, do segundo conteúdo, não me pergunte nada. (...) Eu fui mais ou menos (na prova). Fui razoável. Mas não sei, assim, te esclarecer detalhes não. (...) Se você puder esperar, em fevereiro eu garanto pra você e te falo (risos).”*

#### 6.2.2.5 Grupo 5

Este aluno também não soube falar nada sobre o Princípio da Superposição. Ele perdeu a aula e não estudou sozinho. *“(risos) Ai, ai. (...) Aí que é o negócio. Eu não vou saber te responder (risos). (...) Porque esse assunto também foi, por exemplo, você teve lá, divisor de tensão, divisor de corrente, né, e sobreposição. É... eu acho também que, eu acho que tem minha falha também, porque eu acho que, não sei se lembro, eu faltei à aula nesse dia. (...) Teve uma questão na prova. Na última prova, né? E essa matéria, eu acho, como eu não vi ela em sala de aula, eu acabei também passando despercebido, e não estudei (risos). (...) Eu perdi a aula, e não estudei sozinho.”*

#### 6.2.2.6 Grupo 6

Dois alunos participaram dessa discussão, mas somente o aluno A2 elaborou uma descrição para o que seria o princípio da superposição. A2: *“Oh, o que eu consegui entender seria, a própria palavra já define o que seria o princípio da superposição. Só, você vai ter algum circuito, ele vai ter várias malhas independentes, então às vezes um circuito vai se sobrepor ao outro. Questão de tensão ou corrente, entendeu? Uma tensão vai estar no mesmo circuito, na mesma malha, outra tensão também, essa mesma tensão em outra,*

*a corrente também, vai se dividir. Então esse teorema seria uma maneira de você estar tentando resolver um circuito que possui várias malhas independentes, entendeu? O que eu consegui absorver disso foi isso. É uma técnica que você consegue dividir um circuito em malhas e nós também, e através daí você consegue calcular as grandezas, as variáveis que estão atuando nesse circuito, corrente, potência, tensão.”*

Sobre a vantagem de utilizá-lo (também mencionada pelo aluno A2): *“Olha, eu acredito que sim (que seria vantajoso utilizá-lo), porque não sei se existe até outra técnica, deva existir, mas pelo menos ela é bem direta, assim, é de fácil entendimento, você consegue aplicá-la bem rápido. Você de posse dos valores, entendeu? Você conseguindo alguns valores pra você calcular as outras grandezas, então eu acredito que é válido. (...) Uma definição seria essa: facilita tanto a resolução, como a questão de tempo também, se existe outro método, talvez seja mais trabalhoso, demande mais tempo.”*

O aluno A1 concordou com a descrição do aluno A2, e não fez a sua descrição própria. Ele disse que não queria falar, porque o princípio da superposição seria basicamente o que o colega falou; e se ele fosse falar, a resposta seria semelhante à do colega A2. A descrição do grupo G6T apresenta verdades sobre o conceito, mas ainda está vaga, apresenta imprecisões.

Em resumo: dos 6 grupos entrevistados, 3 conseguiram esboçar uma descrição do princípio da superposição, e 3 não conseguiram apresentar nenhuma definição. A definição que mais se aproxima do conceito é a do grupo G2R. As definições dos grupos G1T e G6T vêm em um segundo nível de clareza, estando igualmente próximas do conceito.

### 6.2.3 Exercício

A fim de perceber se os alunos haviam compreendido o princípio da superposição, pedi aos mesmos alunos que haviam participado da entrevista que resolvessem um exercício. Esse procedimento foi realizado no semestre seguinte ao das entrevistas, e os alunos foram surpreendidos quanto ao conteúdo da tarefa (Combinei com os alunos um encontro, mas não falei o que faríamos nesse encontro.) O exercício constava de um circuito resistivo, com cinco resistores, em que se solicitava calcular a tensão no ponto P em cada um dos casos, conforme mostra a Figura 6.1:

1) Calcule a tensão  $V$  no ponto  $P$  em cada um dos casos.

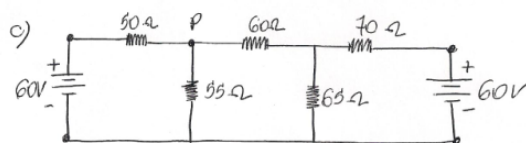
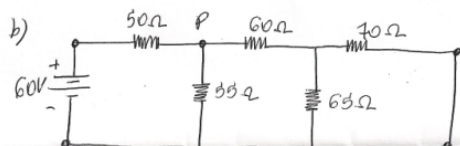
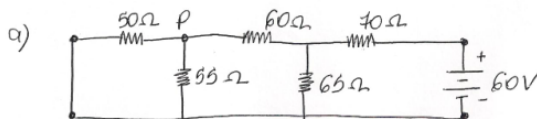


Figura 6.1: Exercício sobre o princípio da superposição

1. com apenas uma fonte, à direita do circuito;
2. com apenas uma fonte, à esquerda do circuito;
3. com duas fontes, as mesmas dos itens 1 e 2, uma à direita e a outra à esquerda do circuito.

Conforme pode ser observado na figura, em todos os casos os valores e as configurações dos resistores eram as mesmas. A seguir, os resultados obtidos com a resolução dos exercícios pelos alunos representantes de cada grupo.

### 6.2.3.1 Grupo 1

Dos três alunos entrevistados do Grupo 1, dois atenderam o pedido de resolução do exercício. Os dois erraram a questão 1, acertaram a questão 2 e erraram a questão 3. Nesta última, eles não apenas erraram os cálculos, como também *não aplicaram o princípio da superposição*. Note que na entrevista, quando solicitados a falar sobre o princípio da superposição, os alunos falaram. Mas na prática, não souberam aplicá-lo.

### 6.2.3.2 Grupo 2

Dos quatro alunos entrevistados, três atenderam o pedido de resolução do exercício. Desses três, a aluna A2 errou todas as questões e não aplicou o princípio da superposição

na terceira, o aluno A1 acertou a questão 1, errou a questão 2 e a questão 3, e também não aplicou o princípio da superposição. O aluno A3 acertou os cálculos nas três questões e aplicou o princípio da superposição. Ou seja, de três, *apenas um aluno conseguiu aplicar o princípio da superposição no exercício*. Note que esse grupo, na entrevista, de uma maneira geral e unânime, falou com uma certa propriedade sobre o princípio da superposição, até mesmo destacando-se em relação aos outros grupos. Todavia, na hora de resolver o exercício, apenas um aluno conseguiu aplicar o princípio. *A maior parte do grupo soube falar da teoria, mas não soube aplicar o princípio da superposição*.

#### 6.2.3.3 Grupo 3

O aluno representante deste grupo na entrevista também resolveu o exercício. Ele acertou as questões 1 e 2. Na questão 3, ele errou os cálculos, mas aplicou o princípio da superposição. Note que, na entrevista, o aluno não soube falar nada sobre este princípio: nem o que é, e nem quando se deve usá-lo. Mas *apesar de não ter conseguido falar sobre o princípio da superposição, este aluno conseguiu aplicá-lo na resolução do exercício*. Este pode ser um exemplo de uma situação em que o aluno sabe o conceito, mas não tem consciência de que o sabe.

#### 6.2.3.4 Grupo 4

O aluno representante deste grupo não pôde atender a solicitação da resolução do exercício. Portanto, não pude avaliar a sua compreensão do conceito na resolução do exercício.

#### 6.2.3.5 Grupo 5

O aluno acertou os cálculos das três questões. Porém, na questão 3 ele *não aplicou o princípio da superposição*. A questão 3 foi resolvida analiticamente, assim como as questões 1 e 2. Note que na entrevista, o aluno disse que não sabia responder nada sobre o princípio da superposição. Ele não soube falar sobre, e nem aplicar o princípio da superposição na resolução do exercício.

#### 6.2.3.6 Grupo 6

Os dois alunos representantes desse grupo atenderam a solicitação de resolução do exercício. O aluno A1 não conseguiu resolver as questões 1 e 3, e errou a questão 2. Na questão 3 ele anotou a observação de que não conseguiu resolver porque tinha dúvida em circuito misto com duas fontes de tensão. O aluno A2 errou as três questões, e não aplicou o princípio da superposição. Note que na entrevista esses alunos falaram sobre o princípio da superposição. Mesmo que tenham falado sobre ele de uma forma superficial, eles falaram aspectos pertinentes a este princípio. Entretanto, na hora de aplicá-lo na

resolução do exercício, não conseguiram fazê-lo.

### 6.3 Aspectos gerais do resultado

Primeiramente, vamos discutir a resolução dos exercícios pelos alunos. Dos nove alunos que resolveram o exercício, sete não aplicaram o princípio da superposição e apenas dois o aplicaram.

Comparando as respostas dos alunos na entrevista e no exercício, pudemos perceber as seguintes situações:

1. O aluno *definiu corretamente* o conceito, e *soube aplicá-lo* no exercício: foi o caso de 1 aluno do grupo G2R;
2. O aluno *definiu corretamente* o conceito, mas *não soube aplicá-lo* no exercício: foi o caso de 1 aluno do grupo G2R;
3. O aluno definiu o conceito de *maneira confusa, imprecisa*, e *não soube aplicá-lo* no exercício: tivemos 4 alunos nessa situação (1 do G1T, 1 do G2R e 2 do G6T);
4. O aluno *definiu incorretamente* o conceito e *não soube aplicá-lo* no exercício: 1 aluno do grupo G1T;
5. O aluno *não soube definir* o conceito, mas *soube resolver* o exercício: foi o caso de 1 aluno, do Grupo G3T;
6. O aluno *não soube definir* o conceito, e *nem resolver* o exercício: houve 1 aluno do Grupo G5R.

Retomando Vinner (1991) para analisar estes resultados, é interessante notar que:

- Somente um aluno conseguiu formar a definição e a imagem conceitual de maneira satisfatória (situação 1). Esta é a situação desejável; é o que nós, professores, esperamos de um aluno.
- É possível que um aluno consiga definir corretamente o conceito mas não consiga aplicá-lo. Ou seja, a definição conceitual está correta, mas a imagem conceitual não se constituiu a partir desta, ou não se reconstruiu de modo a garantir sua aplicação. Provavelmente este aluno não usou a definição para resolver o exercício. O fato de um aluno definir corretamente um conceito não garante que ele o tenha aprendido, visto que esta definição pode ter sido obtida por memorização (situação 2).

- Nenhum aluno com uma definição incorreta ou imprecisa conseguiu resolver o exercício. Ou seja, nenhum aluno com uma definição conceitual incorreta ou imprecisa conseguiu evocar aspectos consistentes em sua imagem conceitual (situações 3 e 4).
- Um aluno pode ter a imagem conceitual consistente, sem contudo ter a definição (situação 5). De acordo com Vinner, a definição e a imagem conceitual podem ser formadas independentemente.
- O aluno pode não ter conseguido formar nem a definição e nem a imagem conceitual relacionadas ao conceito (situação 6).

Dos nove alunos que participaram tanto da entrevista quanto da resolução do exercício, somente um atingiu a expectativa desta pesquisadora, como professora. Os resultados sugerem uma deficiência na aprendizagem do conceito. Fica claro, com os resultados obtidos, que o ensino e a aprendizagem de conceitos não se resume a repetir palavras. Fica claro também que os alunos não usaram a definição conceitual quando resolviam o exercício proposto, em que se esperava que ela tivesse sido usada. Tais alunos podem não estar desenvolvendo os hábitos de pensamento próprios de um contexto técnico. Provavelmente, como disse Vinner, estes alunos continuam utilizando, dentro do contexto acadêmico, os hábitos de pensamento cotidiano.

Conforme já mencionado na seção 5.3.3, os conceitos eram ensinados por meio de uma transmissão direta de palavras, seguida de exemplos e resolução de exercícios. E posteriormente, cobrados em provas. Esse modo de ensinar parece coincidir com o modo de ensino do *professor transmissor de conteúdo*, citado por Libâneo (2002) e Cunha (2008), na seção 3.2.3.11. Libâneo (2003) esclarece que o que Davydov contesta no ensino tradicional é a transmissão direta aos alunos dos *produtos finais da investigação*, sem que possam aprender a *investigar por si mesmos*. Infelizmente, esse tipo de ensino produz, em geral, uma aprendizagem mecânica, repetitiva, talvez útil para fazer provas; mas não ajuda o aluno a desenvolver seu próprio raciocínio, nem a formar generalizações conceituais. Nesse caso, dificilmente os conceitos se transformarão em instrumentos cognitivos para a resolução de problemas.

Diante desse panorama, penso que dois aspectos no ensino e aprendizagem de conceitos devem ser revistos e aperfeiçoados:

1. O ensino de conceitos deve ser revisto, de modo a não se restringir à repetição de palavras, mas sim a alcançar o nível de concretude, de experiência, como proposto por Vygotsky em seu estudo sobre a aprendizagem de conceitos científicos;
2. É preciso desenvolver nos alunos o pensamento adequado a um contexto técnico. Eles precisam desenvolver o hábito de consultar definições para resolver atividades cognitivas e problemas relacionados aos conceitos em estudo. Talvez fosse necessário

criar condições no próprio curso para que experiências neste sentido aconteçam. Porém, Vinner afirma que isso não pode ser feito em um período curto, e pode ser que não seja bem sucedido com todos os alunos. Por isso, devem-se evitar conflitos desnecessários com os alunos.

Uma alternativa para contemplar os dois aspectos acima citados seria buscar organizar um ensino de conceitos que desenvolva nos alunos o *pensamento teórico*, apresentado na seção 3.2.3.8. Lvovski (2003) fez um estudo sobre a elaboração de imagens conceituais no decorrer da resolução de problemas de Física. O autor esclarece que existe um certo vínculo entre o modo pelo qual o conhecimento é construído e a elaboração da imagem conceitual, ressaltando a importância da formação da imagem conceitual:

(...) o nível da presença de imagens conceituais é o principal critério de qualidade para a aquisição dos conhecimentos por parte do aluno. Essas imagens refletem conhecimentos científicos teóricos, atingidos pelo aluno (...) (Lvovski, 2003), p. 185.

E conclui que elementos do pensamento teórico, tais como a análise, o planejamento e a reflexão, podem contribuir para a formação de imagens conceituais de qualidade, que transformam o pensamento do aluno, de modo que ele consiga solucionar problemas.

Em se tratando das aulas de laboratório, uma questão que nos chamou a atenção especialmente foi a do roteiro das *práticas de laboratório*. Uma análise dos resultados apresentados nas seções 6.1.2.3 e 6.1.3.1 sugere a existência de duas expectativas por parte dos alunos em relação às aulas de laboratório:

1. Obter, com essas aulas, maior clareza sobre os conceitos estudados, “visualizar” o conteúdo teórico, ter maior familiaridade com os componentes elétricos. Essa expectativa foi manifestada pelos grupos G2R, G4T e G5R;
2. Realizar um trabalho que vá além de uma comprovação experimental da teoria (G2R e G6T) e que seja mais desafiador, exigindo mais do aluno em termos de raciocínio e análise (G3T, G4T, G5R, G6T).

A primeira expectativa se refere a necessidades mais básicas, como conhecer os componentes elétricos, por exemplo, e foi expressa principalmente pelos dois grupos de alunos que não fizeram um curso técnico (G2R e G5R). É natural que estes grupos tenham essa necessidade em maior grau que os outros grupos, visto que nunca haviam tido contato com elementos de circuitos elétricos. A segunda expectativa parece vir em maior parte de alunos que fizeram o curso técnico (embora os grupos G2R e G5R também tenham

manifestado uma certa insatisfação com as práticas). Embora os dados não me permitam afirmar o que os alunos estão realmente “pedindo”, eles me permitem conjecturar que os alunos gostariam de ter práticas de laboratório que os levassem a um *conhecimento além* do que o conhecimento ao qual estas práticas os estavam levando. Foi mencionada a expectativa de experiências mais *desafiadoras*, que exigissem mais em termos de *raciocínio e análise*, principalmente no momento da aula de laboratório.

Tais expectativas dos alunos nos remetem novamente à busca pela organização de um ensino que leve à formação do pensamento teórico. Conforme mencionado na seção 3.2.3.12, uma forma de buscar esse ensino seria elaborar tarefas que gerem uma situação desencadeadora de aprendizagem, como por exemplo, *projetos, pesquisas e problemas de aprendizagem*. Com esse modelo de ensino, no laboratório, o aluno deveria muito mais buscar explicações, responder questões por meio de pesquisa e resolver problemas de circuitos elétricos relacionados ao dia a dia do engenheiro eletricitista, do que verificar e comprovar, por meio de experimentos, as leis e conceitos estudados nas aulas teóricas.

## 6.4 Comentários Finais

Para os alunos, as aulas de laboratório eram agradáveis e contribuía para o entendimento do conteúdo. Mesmo assim, ainda precisavam ser melhoradas. O tempo das aulas de laboratório também poderia ser melhor aproveitado, e o professor poderia nivelar a turma no laboratório, ministrando suas aulas partindo do pressuposto de que ninguém sabe nada ainda sobre o conteúdo estudado.

A maior dificuldade nas aulas de laboratório era a falta de manutenção dos equipamentos. A maioria dos equipamentos já estava velha, e por isso, ou não funcionavam bem, ou simplesmente não funcionavam. Por vezes, essa situação desmotivava os alunos. Felizmente, este problema já foi resolvido na instituição. Todavia, mesmo nessas condições, os alunos mostravam envolvimento, participação e colaboração com a aula e com o professor, muito mais do que nas aulas teóricas. Eles se mostravam mais interessados e participativos nas aulas de laboratório. Essas aulas eram oportunidades de visualização do conteúdo, de trabalho em equipe e de aprendizagem.

O estudo da aprendizagem do conceito de “Teorema da Superposição” revela que a aprendizagem de conceitos de uma disciplina pode ser uma questão complexa. O que se espera do aluno é que ele tenha a definição e a imagem conceitual coerentes com e sobre determinado conceito técnico. Também se espera que ele utilize a definição para resolver atividades cognitivas ligadas ao conceito. Infelizmente, os resultados da pesquisa mostram que a realidade é bem diferente dessa situação ideal. Neste sentido, a questão de ensino e de aprendizagem de conceitos no curso de Engenharia Elétrica precisa ser revista.



---

## Tensões encontradas na atividade

---

Neste capítulo, os dados apresentados nos capítulos 5 e 6 são analisados com vistas a encontrarmos possíveis tensões presentes na atividade de aprendizagem de Circuitos Elétricos I. Primeiramente, esboço uma representação da estrutura da atividade. A seguir, apresento as tensões encontradas na atividade em estudo.

Antes, porém, assumo dois recuos. Primeiro, como assumiu Kawasaki (2008): “detectar contradições não é uma tarefa simples como fazemos parecer, uma vez que, no meu modo de ver, a percepção das contradições, no senso comum, torna-se subjetiva.”(p. 119) Nas palavras de Engeström (2001):

Contradições não são o mesmo que problemas ou conflitos. Contradições são tensões estruturais historicamente acumuladas em e entre sistemas-atividades. A contradição primária das atividades no capitalismo ocorre entre o valor de uso e valor de troca das *commodities*. Essa contradição primária se faz presente em todos os elementos em nossos sistemas-atividades. (p. 137)

Assim, da mesma forma que essa autora fez, buscarei identificar problemas, conflitos na atividade. Mas pelos motivos acima expostos não os chamarei de contradições e sim de tensões. Nesta pesquisa, os dados revelam tensões (distúrbios sentidos e conflitos vividos) no processo de ensino e aprendizagem da disciplina de CE I do curso de Engenharia Elétrica.

Em segundo lugar, e de maneira análoga, assumo um recuo sobre o levantamento dos *motivos* dos alunos. Os dados da pesquisa me permitem levantar elementos que compõem o motivo, mas que não necessariamente o descrevem em sua totalidade. Os motivos são subjetivos, difíceis de serem captados. Por outro lado, tais elementos são suficientes para que possamos perceber possíveis diferenciações entre os motivos. Por isso, a estes elementos vou chamar de *razões*.

## 7.1 A estrutura da atividade

O modelo triangular da atividade proposto por Engeström (1987) (Figura 7.1) é uma forma de representarmos a atividade:

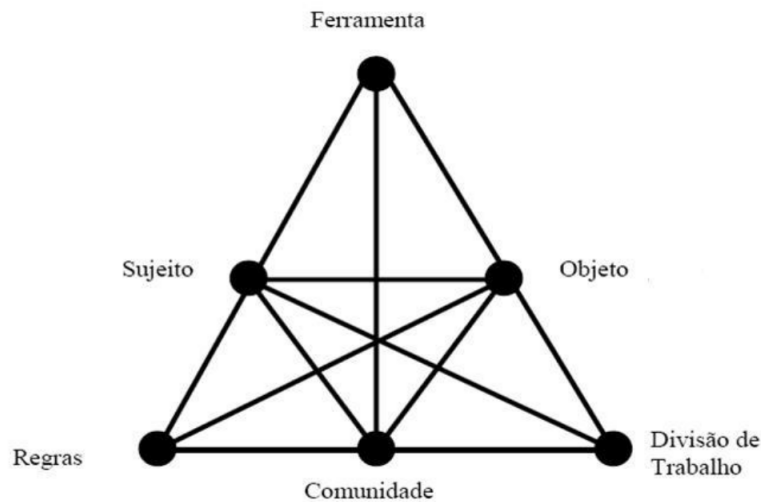


Figura 7.1: *O triângulo de Engeström.*  
Fonte: Engeström (1987).

A atividade em estudo neste trabalho pode ser enunciada como: “cursar a disciplina de Circuitos Elétricos I no Curso de Engenharia Elétrica”. Essa atividade se divide em duas fases:

- Fase 1: as aulas teóricas (em sala de aula);
- Fase 2: as aulas de laboratório.

Usando o Triângulo de Engeström para representar a atividade em estudo, temos:

- Sujeitos: alunos da disciplina de Circuitos Elétricos I;
- Ferramentas ou artefatos mediadores<sup>1</sup>:
  - Ferramentas materiais: sala de aula da instituição (responsável por alojar o curso), laboratório, giz e quadro-negro, retroprojetor, livros e apostilas (material de leitura), Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), elementos elétricos (resistores, capacitores, etc.).

<sup>1</sup>Na verdade, existem dois grandes artefatos mediadores: as aulas teóricas e as aulas de laboratório. Todavia, para facilitar a análise, optei por chamar cada um desses grandes artefatos de fase da atividade, e desdobrar os artefatos utilizados em cada uma dessas fases.

- Ferramentas psicológicas: linguagem/língua portuguesa - usada para a comunicação durante a atividade (é por meio dela que o aluno revela o que sabe, suas dúvidas e interpretações), linguagem técnica (modelos, equações, fórmulas e conceitos científicos), atividades propostas pelo professor (exercícios e provas), metodologia de ensino do professor (aulas teóricas e aulas práticas).
- Objeto: conhecimento de circuitos elétricos (conteúdo ensinado na disciplina).
- Divisão de trabalho: 1) Professor - responsável pela preparação das aulas, pelo ensino de circuitos elétricos; 2) Alunos: responsáveis por frequentarem às aulas e participarem das mesmas.
- Comunidade: alunos, professor, instituição e pesquisadora.
- Regras: 1) regras de funcionamento de uma disciplina na instituição; 2) regras de convivência, definidas e mediadas pela ética e pelo senso comum.

O que diferencia a fase 1 da fase 2 são basicamente os artefatos mediadores. Nas aulas de laboratório são utilizados elementos elétricos para montar os circuitos, juntamente com as práticas de laboratório. Além disso, a metodologia do professor não é a mesma em ambas as fases.

Apesar de utilizarmos esse modelo para representar a atividade, é importante ressaltar que a atividade não é estática nem harmoniosa (Engeström, 2001; Roth, 2004; Kawasaki, 2008). Engeström enfatiza que um sistema de atividade é heterogêneo: nele há múltiplas vozes. Isso acontece porque os diferentes sujeitos que fazem parte do sistema de atividade possuem histórias próprias e ocupam posições distintas na divisão do trabalho (nesse caso, alunos e professor), e constroem o objeto (e outros componentes da atividade) de maneiras distintas, ou até mesmo conflitantes com as perspectivas de outros membros da comunidade. Esse caráter heterogêneo da atividade pode fazer com que o sistema de atividade esteja em constante construção, conferindo ao sistema de atividade um certo dinamismo, uma certa mobilidade.

Um outro ponto importante ressaltado no modelo de Engeström é que um sistema de atividade não pode ser concebido de forma isolada. Ou seja, todo sistema de atividades interage com vários outros sistemas de atividades, formando uma rede. Um sistema de atividade pode tanto ser influenciado por outros sistemas (ele pode, por exemplo, receber regras e ferramentas de um outro sistema), como também influenciá-los (produzir resultados para outras atividades).

Conforme apresentado no capítulo de fundamentação teórica desse trabalho, Leontiev descreve a atividade humana em três níveis: atividade, ação e operação. Os três níveis são organizados hierarquicamente, como mostra a figura 7.2:

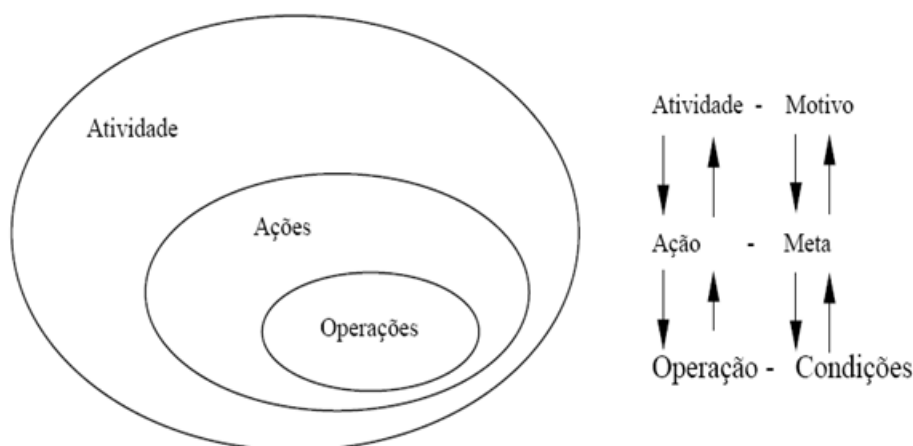


Figura 7.2: *Níveis hierárquicos de uma atividade.*  
Fonte: Kuuti (1996).

A atividade humana, na perspectiva teórica adotada, é orientada a um objeto. Para que ela aconteça, é necessário haver uma necessidade e um objeto que satisfaça a essa necessidade. De um lado temos a necessidade. Do outro, o objeto que pode satisfazer a essa necessidade. O que leva o sujeito da necessidade até o objeto é o *motivo*. É o motivo que faz com que o sujeito transforme o objeto, a fim de saciar a sua necessidade. Uma atividade só existe se houver um motivo. E motivos diferentes determinam atividades diferentes. Assim, como na figura 7.2, a atividade está relacionada ao motivo.

Assim, em uma sala de aula, é possível identificarmos pelo menos duas atividades ocorrendo simultaneamente (Nelson and Kim, 2001): a do professor e a(s) do(s) aluno(s); sendo que estas últimas também não coincidem necessariamente. Uma interferindo na(s) outra(s), e colaborando com a(s) outra(s). O aluno está presente na atividade de ensino do professor, e o professor está presente na(s) atividade(s) de aprendizagem do aluno. Minha intenção não é dissociar o processo de ensino do processo de aprendizagem. Acredito em um processo único, de ensino e aprendizagem. Mas considerando a existência de motivos diferentes, devemos considerar também atividades diferentes. Nesse trabalho, a intenção é analisar a(s) atividade(s) do aluno em uma sala de aula da disciplina de CE I.

### 7.1.1 Motivo

Quevedo (2005), em sua tese de doutoramento, investigou como professores de língua inglesa da rede pública do Estado de São Paulo realizaram a atividade de se engajar em um curso online, ao serem alunos de um curso de Inglês de formação continuada. A autora utilizou a Teoria da Atividade para analisar e compreender como ocorreu a atividade, da perspectiva do aluno. Para investigar informações ligadas aos motivos dos alunos para

fazer o curso, Quevedo (2005) usou a seguinte questão : “Quais suas expectativas para este módulo? O que você espera alcançar?” Em um trabalho correlato, que também utiliza a Teoria da Atividade, Almeida (2006) utilizou as seguintes perguntas em um de seus questionários: “Qual a utilidade da Internet para você (trabalho, estudo, outros, etc.)?” e “Quais são as expectativas que você tem quanto a esse curso?”

Baseando-me nesses dois trabalhos, para identificar o(s) motivo(s) dos alunos ao cursarem a disciplina de CE I, fiz a cada um dos seis grupos participantes três perguntas durante a entrevista:

1. Quais são as suas expectativas ao cursar a disciplina de Circuitos Elétricos I?
2. Qual é a importância ou utilidade da disciplina de Circuitos Elétricos I?
3. Por que vocês cursaram a disciplina de Circuitos Elétricos I?

Da síntese das respostas dos grupos a cada uma das perguntas (apresentadas no capítulo 5, nas seções 5.2.1, 5.2.2 e 5.2.3, respectivamente), ressaltamos aspectos relacionados aos motivos expressos por cada grupo para cursar a disciplina de CE I:

- a disciplina é base para todo o curso de Engenharia Elétrica (G1T, G2R, G3T, G4T, G5R, G6T) ;
- a disciplina é obrigatória para a conclusão do curso de Engenharia Elétrica (G1T, G2R, G3T, G4T, G5R, G6T) .
- necessidade de aprofundar mais no conteúdo e de compreendê-lo melhor, isto é, estudar/aprender conteúdos mais avançados (os conteúdos básicos foram lembrados, já que haviam sido estudados no curso técnico) (G1T, G3T);
- necessidade de aprender a base, isto é, os fundamentos dos conteúdos sobre circuitos elétricos (G2R, G5R);
- necessidade de conhecer mais sobre o curso de Engenharia Elétrica (saber como seria o curso e até mesmo saber se deseja realmente continuar no curso) (G2R, G3T);
- necessidade de conhecer sobre a prática do engenheiro eletricitista (ver aplicações práticas da disciplina) (G2R);
- necessidade de aprender sobre vários tipos de circuitos (G5R);
- necessidade de aprender sobre análise de circuitos para utilizar no curso e no trabalho profissional (G6T).

Note que todos os grupos apresentam duas razões comuns: cursam a disciplina de CE I porque ela é obrigatória para a conclusão do curso, e porque ela é base para as demais disciplinas do mesmo. Esta *razão de cunho acadêmico* parece ser óbvia demais: um aluno matriculado em um curso qualquer precisa cursar todas as disciplinas desse curso para que possa concluí-lo.

O que é interessante, porém, são as razões relacionadas à necessidade de aprendizagem, que poderíamos chamar de *razões de cunho pessoal*. Nesse aspecto, os grupos declaram razões diferentes, à exceção do grupo G4T, que não declarou nenhuma razão, além da acadêmica. Os grupos G2R e G5R mencionaram explicitamente a necessidade de aprender os conteúdos básicos, isto é, os fundamentos de circuitos elétricos. Por outro lado, os grupos G1T e G3T não tinham mais necessidade de aprender os conteúdos básicos, mas sim, de aprofundar mais no estudo da disciplina, aprendendo conteúdos mais avançados<sup>2</sup>). Além disso, o grupo G2R enfatizou a necessidade de visualizar a aplicação do conteúdo na prática do engenheiro eletricitista (razão de cunho profissional) e de, assim como o G3T, saber como seria o curso de Engenharia Elétrica, tendo por base a disciplina de CE I. E o grupo G6T apresenta uma necessidade de aprender o conteúdo não somente para usar no curso, mas também em seu trabalho (*razão de cunho profissional*).

Os dados sugerem a existência de diferentes motivos na turma de CE I. Motivos diferentes determinam atividades diferentes. Assim, podemos entender que não há apenas um sistema de atividade para os alunos, mas vários. Dentro da sala de aula, vários sistemas de atividade coexistem: a atividade do professor e as várias atividades dos alunos.

### 7.1.2 Ações de estudo

Durante a entrevista, perguntei aos grupos quais foram as ações realizadas por eles ao longo do semestre a fim de aprenderem os conteúdos da disciplina de CE I. As respostas foram apresentadas na seção 5.2.4 e podem ser sintetizadas para cada um dos grupos da seguinte forma:

Grupo G1T:

- Ler a matéria do caderno;
- Refazer exercícios já resolvidos;
- Resolver exercícios (propostos pelo professor e exercícios além das listas propostas):

---

<sup>2</sup>Note que os grupos G2R e G5R são majoritariamente formados por alunos que cursaram o ensino médio regular; é natural que estes alunos tenham necessidade do conteúdo básico. Da mesma forma, os alunos dos grupos G1T e G3T apresentam a necessidade de conteúdos mais avançados, justamente por terem cursado um curso técnico - no qual adquiriram os conhecimentos básicos de circuitos elétricos. Os outros dois grupos de alunos do técnico, G4T e G6T, não se manifestaram quanto à necessidade de aprender conteúdos básicos ou avançados.

*em casa, individualmente ou em grupo; usando livros próprios e também da biblioteca;*

Grupo G2R:

- Pesquisar: *em livros e na internet;*
- Ler a teoria em *livros;*
- Refazer exercícios já resolvidos;
- Resolver exercícios (propostos pelo professor, e exercícios além das listas propostas): *individualmente e em grupo.*

Grupo G3T:

- Resolver exercícios: *em dupla, em casa ou na usina;*
- Ler a matéria se tiver dúvida.

Grupo G4T:

- Ler a teoria em *livro;*
- Resolver exercícios (propostos pelo professor): *individualmente.*

Grupo G5R:

- Ler a teoria em *livro;*
- Refazer exercícios já resolvidos;
- Resolver exercícios (propostos pelo professor, e exercícios além das listas propostas): *individualmente e nas vésperas das provas.*

Grupo G6T:

- Consultar e/ou refazer exercícios já resolvidos do livro e do caderno;
- Resolver exercícios (propostos pelo professor, e exercícios além das listas propostas): *em grupo, nos finais de semana e nas folgas da faculdade, usando livros próprios e também da biblioteca.*

Note que todos os grupos realizam praticamente as mesmas ações de estudo: resolver exercícios e estudar a teoria (exceto os grupos G3T e G6T, que habitualmente não lêem o conteúdo). A ação de resolver exercícios é praticada com maior intensidade do que a ação de ler e estudar o conteúdo teórico.

Uma questão observada é que nas aulas de laboratório, há situações em que operações para alguns alunos parecem representar ações ou atividades para outros, como é o caso dos alunos que vieram do curso técnico. Conforme mencionado na seção 6.3, percebemos duas expectativas por parte dos alunos em relação a essas aulas. Enquanto há alunos (a maioria destes fez o curso técnico) que trabalham naturalmente com os componentes elétricos (nível de operação), e demandam um trabalho mais avançado em termos de análise, há alunos (a maioria destes fez o curso médio regular) que estão focados ainda no reconhecimento e no manuseio destes componentes (nível de ação ou até mesmo de atividade).

O motivo, as ações e as operações constituem os três níveis da atividade, a sua estrutura. É muito importante também, quando se trata de uma atividade, lembrar que uma atividade humana nunca é estática. Ela muda continuamente e sofre problemas, rupturas, embates, que são as tensões (ou contradições, se forem historicamente acumuladas). São essas contradições que levam ao desenvolvimento e à evolução da atividade. A próxima seção apresenta as tensões identificadas na atividade.

## 7.2 Tensões

Nesta seção, faço um levantamento de possíveis tensões ou conflitos encontrados na atividade do aluno de cursar a disciplina de CE I.

### 7.2.1 Tensões entre o sujeito e o objeto

Conforme mencionado no início deste capítulo, o objeto da atividade é o conteúdo (conhecimento) da disciplina de CE I.

Conforme ressaltado na seção 5.3.3.3, existem alunos que chegam ao final do semestre sem dominar conceitos básicos trabalhados no início do semestre. Às vezes, tais alunos até sabem resolver exercícios e fazer cálculos, mas não compreendem o significado de certos termos da área. Este fato revela que a relação entre o sujeito e o objeto está perturbada, no sentido de que o aluno não está se apropriando do conteúdo da disciplina como era esperado.

Em algumas situações, o aluno está tão distante do conteúdo, que chega a não estar minimamente envolvido com ele, ao ponto de não conseguir nem mesmo formular uma pergunta, como ressaltado em 5.3.4.5.



### 7.2.2 Tensões entre o sujeito e o artefato

Conforme visto no capítulo de fundamentação teórica, a mediação é um dos princípios básicos da Teoria da Atividade: a forma pela qual o sujeito obtém a informação sobre o seu universo e a maneira pela qual ele age sobre a informação obtida ocorre por meio da mediação. A interação entre o sujeito e o objeto é mediada pelos artefatos culturais, que podem ser materiais (instrumentos) ou simbólicos (signos).

Na pesquisa, destaquei artefatos materiais e simbólicos (psicológicos), conforme já apresentado no Triângulo de Engestrom, no início deste capítulo. É o sujeito quem usa os artefatos; é ele quem os domina e deles se apropria. Tal domínio implica o aprendizado do uso dessa ferramenta, ou seja, saber como e quando usar. A apropriação, segundo Leontiev (1981b), implica na idéia de tomar o artefato, adotá-lo e imprimir-lhe um uso próprio, pessoal. No curso de CE I, a falta de domínio no uso de certos artefatos trouxe como consequência distúrbios na atividade.

Nas aulas de laboratório, os componentes ou elementos elétricos usados para a montagem dos circuitos estavam já precários, e alguns nem mesmo funcionavam. Essa deficiência nos recursos do laboratório fez com que as aulas ficassem prejudicadas. Por vezes, os alunos sentiam-se desmotivados, chegando até mesmo a perder a vontade de participar da aula, conforme mostrado na seção 6.1.2.4. Muito tempo se perdia tentando fazer os equipamentos funcionar.

Em se tratando dos artefatos simbólicos, destaco os conflitos relacionados aos conceitos, aos exercícios, às provas e a alguns aspectos da linguagem e da metodologia do professor.

O aluno, muitas vezes, parece não dominar os *conceitos*. O domínio de conceitos é muito importante, visto que eles são ferramentas intelectuais com as quais o aluno opera para construir o conhecimento e para resolver problemas relacionados a ele. Como vimos em 5.3.3.3, muitas vezes o aluno não sabe porque deve usar uma técnica ou outra, ou porque deve usar determinadas fórmulas ou procedimentos. Em alguns casos, o aluno até consegue resolver exercícios sem dominar os conceitos envolvidos nesses exercícios; ele os resolve mecanicamente, decorando procedimentos.

Um outro problema que podemos identificar na questão dos conceitos é que, mediante à não apropriação de alguns conceitos por alguns alunos, que é o que acontece, por exemplo, quando o aluno chega ao final do semestre e pergunta para o colega o que é corrente (seção 5.3.3.1), é que o conceito pode estar deixando de ser artefato e se tornando o objeto. Em vez de ser uma ferramenta intelectual para que o aluno opere o conhecimento, ele passa a ser o conhecimento em si.

Na sessão 5.3.3.3, vemos que muitos alunos não se preocupam em estudar a parte

teórica, mas apenas em resolver exercícios e fazer prova. Isso parece até ser uma espécie de cultura da faculdade. Essa preocupação forte em resolver exercícios pode ser notada também na seção 7.1.2, quando vemos que a ação mais praticada pelos alunos para estudar e aprender um conteúdo é *resolver exercícios*. Pode ser notada também ao longo das entrevistas, quando os alunos mencionaram que o professor deveria propor mais exercícios, e com um grau de dificuldade crescente, e reservar mais tempo da aula para resolvê-los, conforme mencionado no capítulo 5. Talvez essa prática de dar prioridade à resolução de exercícios esteja dificultando a apropriação dos conceitos pelos alunos.

Considerando os trabalhos laboratoriais ou *práticas de laboratório* como artefatos, percebemos que existe uma perturbação na ligação entre o sujeito e o artefato. Para os alunos, conforme a seção 6.1.2.4, as práticas de laboratório eram grandes e repetitivas; não chamavam muito a sua atenção, nem exigiam muito dele, no sentido de colocá-lo para pensar e analisar, visto que eram básicas demais (o experimento em si exigia basicamente a montagem do circuito e as medições das variáveis).

A *lista de exercícios avaliativa* também trouxe algumas perturbações para os alunos, conforme ressaltado na seção 5.3.2.6. Os exercícios dessa lista tinham um grau de dificuldade muito superior ao dos exercícios propostos em sala de aula e nas provas. Esse fato gerou uma tensão entre os alunos. Muitos deles, apesar de se esforçarem, não conseguiram resolver a lista. No final, quando tinham que entregá-la, um dos alunos conseguiu uma lista resolvida e os colegas copiaram. Ou seja, copiaram, entregaram, obtiveram nota, mas não aprenderam a resolver os exercícios como deveriam. Nessa lista especificamente o professor deixou que os alunos trabalhassem autonomamente (parece que essa foi a intenção dele), isto é, não lhes deu muita assistência. Os alunos não se sentiram preparados para trabalhar sem o auxílio do professor.

Considerando as *provas* como um artefato para a construção do conhecimento, percebemos que houve uma tensão entre os alunos com relação às *questões* da mesma (seção 5.3.2.6: os alunos comentaram sobre questões extensas, ambíguas/confusas, de difícil compreensão, e que dependiam umas das outras).

Se considerarmos o ato de o professor *responder perguntas* durante as aulas como um artefato mediador, perceberemos que este ato gera uma tensão entre os alunos, conforme mencionado na seção 5.3.2.6: o fato de o professor responder à mesma dúvida mais de uma vez, esclarecer dúvidas referentes ao trabalho de alguns colegas, responder a alguns alunos individualmente (em suas próprias carteiras) ou responder perguntas que fugiam do conteúdo em um dado momento acabava se tornando um problema para alguns alunos. Conforme visto no capítulo anterior, alguns alunos ficavam dispersos, chateados ou até mesmo desmotivados.

O fato de o professor *fazer exposições teóricas em meio à resolução de exercícios* demandam muito tempo e tornam a aula desagradável para os alunos, conforme ressaltado

na seção 5.3.2.6.

Ainda com relação à *metodologia do professor*, alguns alunos tiveram a sensação de que as aulas eram ministradas partindo-se do pressuposto de que os alunos já têm algum conhecimento da disciplina, seção 5.3.2.6, quando na verdade, alguns deles são totalmente *crus* no conteúdo. Não fizeram o curso técnico na área e por isso sentiram uma dificuldade maior na disciplina. Nesse caso, a metodologia da aula (um artefato mediador) era um problema para o aluno.

Com relação à *linguagem do professor*, os próprios alunos foram confusos: alguns afirmaram que a linguagem dele era clara e objetiva, e outros falaram que faltava objetividade, que ele *bordava* demais pra falar algo. Um outro aspecto mencionado no capítulo 5 sobre a linguagem foi a questão da dicção. A diferença na dicção do professor, devido ao fato dele ser estrangeiro, foi mencionada por dois grupos. Um deles disse que essa dicção atrapalhava o entendimento do que ele falava (G1), enquanto o outro disse que não havia problema (G2).

### 7.2.3 Tensões entre o sujeito e as regras

As regras explícitas foram estabelecidas pela instituição e pelo professor, que são dois sistemas de atividade que se interligam à atividade (na verdade, aos vários sistemas de atividades) dos alunos de cursar a disciplina de CE I. Podemos enumerar algumas delas: 1) as regras de avaliação (trabalhos avaliativos: duas provas individuais, lista de exercícios, trabalhos laboratoriais e PI; critérios de aprovação: 70% da nota total, no mínimo, para aprovação direta, e 75% de frequência às aulas), 2) a carga horária, 3) a ementa.

As regras implícitas foram definidas pela ética e pelo bom senso. Alguns exemplos de regras implícitas são: 1) o aluno precisa ter tempo disponível para se dedicar aos estudos fora da sala de aula; 2) o aluno deve ter concentração e persistência no curso, participando ativamente das aulas e cumprindo as tarefas estabelecidas pelo professor, no prazo determinado por ele; 3) alunos e professor devem se respeitar mutuamente (regras de convivência).

Em relação às *regras explícitas*, percebi problemas nas *regras de avaliação*, na *carga horária* e na *ementa*.

Note que a *prova* pode ser entendida como um artefato e também como uma regra. Considerando a prova como regra, podemos perceber as seguintes tensões. Os alunos preferiam que houvesse três provas em vez de duas, como mostra a seção 5.3.2.6. Quando apenas duas provas são aplicadas, o aluno pode ficar prejudicado, ou pode ser mais difícil para ele recuperar uma nota perdida, visto que as duas provas são de pontuação elevada. Outra questão é que, na visão dos alunos, parece existir uma regra para a elaboração das provas (5.3.3.3): os conceitos não são cobrados em provas; elas exigem, na maioria

das vezes, a resolução de exercícios. Essa visão dos alunos certamente os prejudica na construção do conhecimento. E o terceiro problema referente à prova como regra é que, para obter nota, alguns alunos utilizam meios ilegítimos (5.3.4.5, ou simplesmente decoram procedimentos e exercícios. Ou seja: temos um problema referente ao *sistema de avaliação*. Num primeiro momento, podemos entender as provas e até mesmo os exercícios como artefatos que ajudam o aluno a construir o conhecimento. Entretanto, quando percebemos que o aluno copia, cola e decora, tudo isso para conseguir a nota, vemos que tais elementos perdem a função de artefato, e se transformam puramente em uma *regra*. O sistema de avaliação pode ser visto, então, como uma regra que liga o sujeito à comunidade. O aluno só poderá ser reconhecido como engenheiro eletricitista pela instituição se ele for aprovado em todas as disciplinas.

Para o aluno, a *ementa* é extensa se comparada à *carga horária* da disciplina. Isso pode ser observado quando, no capítulo 5, os alunos reclamam da correria do professor com o conteúdo. É essa aparente disparidade entre conteúdo e tempo que causa a sensação de que o professor está correndo com o conteúdo. Quando os conteúdos não são trabalhados no tempo necessário dos alunos, a aprendizagem pode ficar comprometida. Alguns alunos sugeriram que a carga horária de CE I pode não estar sendo suficiente, e precisa ser aumentada.

Com relação às *regras implícitas*, podemos observar alunos infringindo as seguintes regras (5.3.2.6, 5.3.4.5): 1) copiando trabalhos, 2) colando nas provas, 3) conversando durante as falas do professor, 4) inibindo colegas de fazerem perguntas ou atrapalhando colegas com maiores dificuldades no conteúdo com algum tipo de comportamento indesejável.

Um dos problemas dos alunos de CE I (e da instituição em geral) é a *falta de tempo* (ou dificuldade de alocação de tempo) para se dedicar aos estudos fora dos períodos de aula, visto que, em sua maioria, os alunos trabalham (a maioria trabalha para pagar a faculdade), como já apresentado no perfil da turma, no capítulo 4 deste texto.

A existência de vários sistemas de atividades na mesma sala de aula talvez nos ajude a entender os diferentes comportamentos dos alunos. A diferença de propósitos (ou motivos) pode fazer com que alguns alunos se interessem mais ou menos pelas aulas, e consequentemente respeitem mais ou menos as regras.

#### 7.2.4 Tensões entre o sujeito e a comunidade

A comunidade é formada por todos os envolvidos de alguma forma na atividade: os alunos, o professor, o coordenador do curso e a instituição.

Na seção 5.3.2.5, temos um dos grupos, o G4T, fazendo a observação de que o curso de Engenharia Elétrica é pouco divulgado, assim como suas atividades. Para este grupo,

a instituição precisa estimular e incentivar mais o aluno nas disciplinas específicas, criar mais expectativas nele em relação ao curso. O grupo sugeriu que a instituição poderia fazer isso divulgando mais as atividades realizadas pelas disciplinas de conteúdo específico do curso, como as visitas técnicas, e as palestras, por exemplo, no site da instituição, de modo a alcançar os alunos iniciantes no curso. Segundo o grupo, as palestras oferecidas no curso ajudam muito, mas normalmente são ministradas mais para quem já está no meio do curso. O aluno só tem o sentimento de que está na Engenharia Elétrica depois do terceiro período do curso, como esclarece um outro trecho da entrevista:

“O Professor P deu uma palestra sobre veículos elétricos, depois ele deu outra sobre eletrônica embarcada pra aviação. Muito interessante. Mas já estava no meio do curso. Então, pra mim, não teve tempo de eu criar como que vai ser a matéria tal? Como que vai ser? A não ser o Cálculo. Acho que todo mundo cria uma certa expectativa: 'como que vai ser o Cálculo II? Como que vai ser o Cálculo III? O Cálculo, na engenharia, ele é mais difundido do que a própria matéria específica. Entendeu? A escola não cria um aluno pra assim, pra ele ser voltado totalmente pra engenharia elétrica. Ele já não caminha paralelo com a engenharia elétrica. Ele sabe que ele está na engenharia elétrica quando? A partir do quarto, quinto período pra lá, terceiro. (...) Você entendeu? O aluno entra no escuro. (...) Eu tenho colegas aqui que, ele está fazendo engenharia elétrica. Mas ele não tem noção de nada. Eu tenho uma pequena noção, assim, ao ponto de vista de básico, de residencial, porque já fiz o curso técnico. Aí tem outros colegas nossos que já trabalham na área. Então, ele vem pra cá e se mata, né, no primeiro, segundo período, porque tem um tanto de cálculo, e ele vai começar a ver a matéria específica. Então a gente tem esse problema.” (G4T. Entrevista em 03 dez. 2008)

Podemos ver, então, um problema: a comunidade não tem envolvido o aluno de Engenharia Elétrica o suficiente, principalmente o aluno ingressante no curso. Talvez uma relação melhor entre o aluno e a comunidade (os períodos mais avançados do curso e até mesmo profissionais da área) pudesse contribuir para uma melhoria na aprendizagem dos alunos. Poderíamos pensar, nesse caso, em uma interação e integração melhor entre as disciplinas e as atividades do curso, de modo que uma disciplina não fosse percebida pelos alunos de uma forma tão isolada, mas interligada ao curso em geral, desde o início.

### 7.2.5 Tensões entre sujeito e divisão de trabalho

Para Engestrom, a divisão de trabalho se refere à divisão de tarefas entre os participantes da comunidade e também à divisão de poder e status. No curso em estudo, existe uma divisão bem definida quanto ao poder e ao status: o professor e os alunos, que são cargos distintos ocupados pelos membros da comunidade.

As tensões ocorridas nesta área afetaram a atividade no sentido de limitar a possibilidade de um trabalho coletivo de melhor qualidade, em que professor e alunos, juntos, pudessem construir o conhecimento. Apesar de os alunos terem estudado em grupo, e alguns deles terem se ajudado mutuamente, houve alguns problemas nessa *cooperação entre eles* e indiretamente com o professor (pois tal comportamento acaba refletindo na falta de uma postura pró-ativa).

A seção 5.3.4.3, inteira, mostra questões sobre o comportamento dos alunos, levantadas por todos os grupos, e que não contribuem para o bem estar da coletividade. O grupo G2R aborda esta questão com muitos detalhes. Segundo este grupo, os alunos poderiam ser mais *maduros*. O grupo sugere que a maturidade está ligada à *cooperação*. Para eles, a maturidade leva os colegas a perceberem que precisam uns dos outros. O grupo ainda mencionou que alguns colegas *atrapalhavam a aula* com brincadeiras e piadinhas sem graça, e conversas em tom de voz alto, deixando-os tristes, com raiva e desmotivados. Outros colegas chegavam a *desrespeitar os outros* (isso se refere a um problema com as regras implícitas), de modo a atrapalhá-los (interferindo na questão da coletividade), e incomodá-los (no sentido deles se colocarem no lugar do colega e se sentirem mal por ele). Além disso, havia um conflito entre aqueles que haviam feito curso técnico na área e aqueles que fizeram apenas o ensino médio regular. Este tipo de comportamento dos alunos mostrado nesta seção atrapalhava a coletividade e o andamento da aula, caracterizando *falta de cooperação*.

Um outro problema que aparece nesse contexto é que os alunos que vieram do curso técnico apresentam visões diferentes sobre a importância da disciplina de CE I e a necessidade de cursá-la, conforme mencionado no início do capítulo 5: os alunos dos grupos G1T e G3T mostraram que julgavam que seria desnecessário cursar a disciplina de CE I, uma vez que seu conteúdo é praticamente o mesmo daquele visto no curso técnico. Os alunos do grupo G6T, porém, julgavam que a disciplina deve mesmo ser cursada, apesar de o aluno já ter feito um curso técnico. Os alunos do grupo G1T estavam entre aqueles que mais brincavam e conversavam nas aulas. Talvez exista uma relação entre a visão que o aluno tem da importância da disciplina e o seu comportamento como aluno.

Sobre o desempenho dos papéis de professor e alunos, em geral, os alunos pensam que ambos podem melhorar, conforme já apresentado nas seções 5.3.4.5 e 6.1.4.3. O professor pode se aperfeiçoar ainda mais no desempenho de sua função, por exemplo, melhorando a sua forma de responder perguntas, trabalhando melhor os termos técnicos e aproveitando melhor o tempo de sala de aula e de laboratório. Por outro lado, os alunos também podem melhorar o desempenho de sua função, melhorando o comportamento e tendo uma postura mais pró-ativa (participar, cooperar, questionar, cobrar, sugerir, se envolver mais com o conteúdo e interagir mais com o professor e com os colegas, compartilhando conhecimentos e experiência).

### 7.2.6 Tensões entre artefato e objeto

Os artefatos são os mediadores, eles é que definem como o sujeito interage com a realidade. Assim, os artefatos podem, por um lado, facilitar ou, por outro, limitar e restringir a percepção e a manipulação do objeto em si.

Se considerarmos a *metodologia do professor* como um todo como um artefato mediador para a construção do conhecimento de CE I, que é o objeto da atividade, então podemos identificar as seguintes tensões entre a metodologia e a construção do conhecimento:

1. A metodologia usada não foi suficiente para que os alunos visualizassem, compreendessem, satisfatoriamente o conteúdo. Isso pode ser visto nas seções 5.3.2.6, 5.3.3.3, 6.1.3.1 quando os alunos sugerem (quase pedindo) que o professor use mais analogias, e recursos visuais como o data show e animações em flash, mostre os elementos elétricos estudados na sala e no laboratório, e realize experiências práticas com esses elementos (as práticas de laboratório ajudam, mas não são suficientes), e trabalhe com projetos, pesquisa e resolução de problemas relacionados ao dia a dia do engenheiro electricista, a fim de facilitar a visualização do conteúdo. Essa solicitação dos alunos parece fazer sentido. Conforme relatado na seção 5.4, há estudos que comprovam que as representações visuais, assim como as analogias, são possíveis recursos didáticos para aumentar a compreensão dos conceitos científicos, desde que usados de maneira adequada.
2. Os tempos da aula não foram bem distribuídos, como mostra a seção 5.3.2.6. Esse fato prejudicou o desenvolvimento do conteúdo. Alguns conteúdos eram trabalhados com mais tempo que outros. Os alunos tiveram a sensação de que o professor estava correndo com o conteúdo. Segundo os alunos, faltou tempo para se trabalhar melhor alguns conteúdos, tanto na exposição teórica, como na resolução de exercícios. O tempo do laboratório também poderia ter sido melhor aproveitado, seção 6.1.2.4 (por exemplo, para se fazer análises em grupo e não apenas a montagem do circuito e as medições das variáveis do circuito, e deixar que cada aluno concluísse a prática em casa, na hora de fazer o relatório).
3. A forma pela qual os conceitos foram ensinados (apresentação e discussão oral das definições) não foi suficiente para que os alunos compreendessem o significado dos conceitos (seção 5.3.3.3). O ensino de conceitos científicos com palavras foi ineficiente para a construção do conhecimento. Os termos técnicos, usados muitas vezes de maneira natural pelo professor não eram compreendidos pelos alunos. Esses termos deveriam ser mais trabalhados, tanto nas aulas teóricas, quanto nas de laboratório (seção 6.1.3.1). Na seção 5.4 discutimos a questão, sugerindo que ações como a criação de um glossário ou de um dicionário técnico poderiam ajudar a min-

imizar o problema, embora não possam garantir a sua solução. Não basta ao aluno saber as definições. Ele precisa construir imagens conceituais consistentes sobre elas. Conforme discutido na seção 6.3, o ensino de conceitos precisa ser revisto e aperfeiçoado, de modo que os alunos alcancem um nível de concretude e desenvolvam o pensamento adequado ao contexto técnico.

4. As aulas e as atividades avaliativas propuseram basicamente a resolução de exercícios. Esse fato faz com que os alunos supervalorizem a resolução de exercícios, perdendo a visão do todo e adotando estratégias mais procedimentais. A princípio, podemos conjecturar que os alunos resolvem muitos exercícios para fazerem a prova (valor de troca sobre valor de uso), ou porque acreditam que aprender é conseguir resolver variados exercícios, como constata Frota (2002), ou por uma mistura dessas duas razões. Mas se analisarmos o contexto e a questão cultural, podemos conjecturar que o próprio sistema escolar tem contribuído para que esse fato aconteça. Na verdade, ao supervalorizarem a resolução de exercícios, os alunos estão apenas respondendo ao que lhes foi proposto na atividade. Como consequência, é possível que um aluno memorize os procedimentos de resolução de um exercício e resolva-o corretamente, sem contudo compreender de fato os conceitos nele envolvidos. Conforme discutido na seção 5.4, é necessário desenvolver estratégias de ensino que incentivem o uso do texto didático e de interlocuções teóricas, discutindo o papel da teoria no processo de ensino e aprendizagem.
5. No discurso do professor, a abordagem de autoridade prevalece sobre a abordagem dialógica, conforme mencionado na seção 5.4. Seria importante desenvolver mais a abordagem dialógica na sala de aula, para que os alunos desenvolvessem um entendimento melhor do assunto estudado. É importante ressaltar que pode existir uma tensão entre o discurso dialógico e o de autoridade, e que cabe ao professor gerenciar a alternância desses discursos.
6. A postura do professor frente às perguntas dos alunos nem sempre foi favorável à construção do conhecimento. Houve vezes em que o professor não compartilhou a pergunta de determinado aluno com toda a turma. Também houve vezes em que o professor respondeu à pergunta de um determinado aluno e esse fato desviou a atenção de outros alunos, prejudicando o andamento da aula e da aprendizagem desses alunos. Conforme mencionado na seção 5.4, não basta que o professor tenha uma postura de receptividade às perguntas e favorável à elaboração das mesmas. É necessário que, antes de respondê-las, ele considere alguns fatores.
7. A formulação de perguntas por vezes modifica o discurso da sala de aula, gerando insatisfação, desinteresse pela aula, falta de concentração e falta de motivação em alguns alunos. Na seção 5.4 discutimos essa questão, mostrando que isso acontece devido aos diferentes propósitos por parte dos participantes da aula (professor e alunos, e alunos entre si). A Teoria da Atividade nos ajuda a explicar melhor essa



questão. Numa sala de aula existem vários e diferentes sistemas de atividades, cada um com seus motivos próprios. Um dos princípios da Teoria da Atividade é a multivocalidade. Quando os sistemas-atividades estão em interação, as múltiplas vozes se multiplicam, podendo trazer conflitos. Gerenciar todas essas vozes não é uma tarefa trivial. É importante que as diferentes vozes sejam compreendidas e os diferentes pontos de vista sejam articulados, visando ao desenvolvimento da atividade pelo grupo, incluindo negociação de regras e divisão de papéis.

8. Pelo menos aparentemente, as práticas de laboratório não estão contribuindo satisfatoriamente para a construção do conhecimento dos alunos. Conforme discutido na seção 6.3, os alunos parecem ter anseio por uma prática de laboratório mais desafiadora. Talvez seja necessário incentivar o aluno a aprender mais por meio da investigação.

### 7.2.7 Tensões entre o artefato e as regras

Encontrei uma única tensão entre o artefato e as regras. Novamente, considerando aspectos metodológicos como artefatos, podemos perceber que os fatos de o professor *responder perguntas*, e de realizar *explicações demoradas e detalhadas demais* podem levar o aluno a perder o raciocínio e o interesse pelo assunto, e começar a conversar e a atrapalhar a aula, como mencionado na seção 5.3.4.5, quebrando as regras de respeito, participação e interesse.

### 7.2.8 Tensões referentes a outras atividades

Pude perceber também tensões entre os elementos da atividade central (aprendizagem de Circuitos Elétricos I) e os das atividades vizinhas (outros sistemas de atividades aos quais os alunos pertenciam). Os registros encontrados apontam para as áreas profissional, pessoal e acadêmica.

Os grupos G1T e G4T, nas entrevistas, mencionaram a questão pessoal (disposição) e também a questão do trabalho (gerando cansaço e atrapalhando a disposição do aluno para as aulas):

Quando o aluno não está disposto. (...) Ou então, o cansaço do dia a dia, trabalho, acho que isso é o que mais aperta, né. (...) O cansaço do dia a dia atrapalha muito.” (G1T. Entrevista em 01 dez. 2008)

“O único problema foi o cansaço. Que às vezes chega um determinado momento que você é, cochila, é ruim, eu queria não ter esse momento. Principalmente na aula de Circuitos.” (G4T. Entrevista em 03 dez. 2008)

O grupo G6T menciona que outras atividades acadêmicas (cursar outras disciplinas) interferem na atividade de cursar a disciplina de CE I, diminuindo o tempo de dedicação do aluno a essa disciplina:

“Quando eu falo tempo, correria, é porque o aluno faz muitas matérias. Por exemplo, eu faço 5 matérias, então, você começa a correria justamente por isso. Se você tem, né, menos matérias, de repente tem mais tempo pra estudar.”  
(G6T. Entrevista em 05 dez. 2008)

### 7.3 Comentários Finais

Neste capítulo, apresentei a estrutura da atividade em estudo por meio do triângulo de Engestron, que mostra os seis elementos que constituem uma atividade, e por meio dos níveis: atividade (motivo), ação e operação.

Em seguida, apresentei as possíveis tensões presentes na atividade em questão. O estudo das tensões/contradições de uma atividade é muito importante, como conclui Quevedo (2005):

“A análise sustentada pelas contradições serve para mapear as áreas e explicitar os desequilíbrios existentes dentro deste contexto. Elas são atributos inevitáveis de uma atividade, iluminam áreas que precisam ser revistas, identificam as oportunidades para mudança, desenvolvimento e evolução.”p.185

Quando pensamos em tensões ou contradições, temos inevitavelmente a idéia de problemas. E, num primeiro momento, temos a tendência de querer e tentar eliminar todas essas tensões e conflitos. Porém, é preciso reconhecer que algumas dessas tensões são impossíveis de serem eliminadas, a menos que uma mudança brusca ocorra no sistema maior, do qual a atividade faça parte. Assim, procurar compreender as tensões é muito mais importante do que tentar eliminá-las, pelo menos em princípio.

---

## Considerações Finais

---

Comecei esta pesquisa perguntando: “*Como ocorre a atividade de aprendizagem na perspectiva do aluno?*” Nesta pergunta, fiz a pressuposição de que havia uma única atividade de aprendizagem para todos os alunos da disciplina de Circuitos Elétricos I. Entretanto, ao analisar os dados sob a luz da Teoria da Atividade, percebo que não há apenas uma atividade, ou apenas um sistema de atividade, mas *vários*. Como vimos em capítulos anteriores, são vários os *motivos* dos alunos ao cursarem a disciplina de CE I. E como cada motivo diferente determina uma atividade diferente, então, dentro da mesma sala de aula, temos *vários sistemas de atividade* coexistindo. Quais seriam as implicações desse fato?

Na verdade, dentro da mesma sala de aula em questão, temos alunos com necessidades de aprendizagem diferentes: uns com necessidade de aprender o conteúdo básico (porque nunca estudaram nada sobre circuitos antes), como é o caso dos grupos G2R e G5R, e outros com necessidade de aprender o conteúdo mais avançado (porque vieram do curso técnico, no qual aprenderam a base de circuitos), como os grupos G1T e G3T. Além disso, tem aqueles alunos que já trabalham na área, relacionam o conteúdo de seu trabalho profissional com o conteúdo da disciplina e esforçam-se por aprender CE I para aplicar no seu trabalho, como foi o caso do grupo G6T. Então, o professor, que também tem um motivo diferente dos alunos ao ministrar sua disciplina, e, portanto, está numa outra atividade, de ensino, prepara *uma única aula* para atender a todos estes grupos de alunos. Além das motivações diferentes dos alunos, o professor é ainda mais limitado por: tempo dentro de sala de aula, carga horária, ementa a cumprir, número elevado de alunos dentro da mesma sala, entre outros fatores.

As motivações diferentes dos alunos podem gerar conflitos entre eles. Nesse trabalho ficou clara a existência de um conflito entre os alunos que vieram do curso técnico e os que vieram do ensino médio regular. Estes, muitas vezes se sentiam inibidos por aqueles. É possível que as motivações dos alunos interfiram em seu comportamento dentro de sala de aula. Se o aluno espera algo da aula, e este algo não acontece, então o aluno se desanima, se dispersa, e pode começar a conversar e a brincar, terminando por atrapalhar

outros colegas, e criar neles sentimentos como raiva e tristeza. Quando isso acontece, a construção coletiva do conhecimento fica comprometida, visto que a cooperação entre os alunos não acontece como deveria.

Ainda sobre o comportamento dos alunos, podemos perceber que, em geral, falta aos alunos uma postura mais pró-ativa na busca do conhecimento, como eles mesmos reconheceram. Um outro fato é que eles não estão preparados para trabalhar de maneira autônoma. Isto pôde ser percebido pelos depoimentos sobre a lista de exercícios avaliativa, e sobre as aulas de laboratório, em que alguns alunos pediam que o professor resolvesse primeiro um exemplo, antes de deixar que os grupos trabalhassem sozinhos. Infelizmente, os alunos dessa disciplina mostraram-se muito dependentes do professor.

Além da interferência dos sistemas de atividades dentro da sala de aula de CE I, um sistema de atividade (um aluno ou um grupo de alunos) sofre interferência de outros sistemas de atividades, exteriores à disciplina de CE I: são outras disciplinas cursadas na faculdade, o trabalho e a vida pessoal. Essas atividades interferem na atividade de cursar CE I, à medida em que demandam tempo e dedicação do aluno, e muitas vezes lhe trazem cansaço e falta de disposição.

Uma questão que merece destaque é o fato de os alunos estudarem na maior parte das vezes *resolvendo exercícios*. Na visão dos alunos, resolver exercícios parece ser a melhor forma de estudar. Talvez seja por isso que eles mencionaram na entrevista que faltou mais exercícios. Se dependesse deles, o professor teria resolvido mais exercícios dentro de sala de aula, dos mais diversos tipos e graus de dificuldade, abrangendo todas as *nuances* do conteúdo. Segundo eles, se mais exercícios fossem resolvidos, eles teriam menos dúvidas para resolverem com o estudo em casa. Talvez é essa “ganância”, ou ansiedade pela resolução de exercícios que os deixava impacientes ou até mesmo descontentes quando o professor gastava muito tempo para resolver um exercício, por realizar exposições teóricas durante a sua resolução. Ao que parece, os alunos estão tentando aprender de baixo para cima, isto é, partindo do particular para o geral (característica do pensamento empírico), e enxergando os exercícios como um treinamento para a prova. Por isso, quanto mais exercícios, maior é o preparo (por isso não se pode gastar tanto tempo na resolução de um único exercício); logo, maior é a chance de alcançar uma boa nota na prova. Infelizmente, o estudo dos alunos não está focado no estudo de conceitos, mas sim, no estudo de procedimentos (que muitas vezes são desenvolvidos sem a consciência dos conceitos) para resolver exercícios e fazer provas. Muitos deles nem se interessam em estudar os conceitos, pois, segundo eles, praticamente não são cobrados nas provas. Ou seja: os alunos estudam se preparando para fazer a prova. Se o que existe na prova são exercícios com cálculos, e etc., e não questões do tipo “O que é isto?”, “O que é aquilo?”, eles pensam que devem estudar muitos exercícios, e não tanto a parte conceitual. Entretanto, esquecem-se de que para resolver exercícios é importante dominar os conceitos. Se dominassem os conceitos, pelo menos em tese, resolveriam quaisquer exercícios relacionados ao conteúdo; não seria

---

necessário resolver tantos exercícios para estudar. Para muitos alunos, a prova é um momento de *reproduzir* um conhecimento adquirido, em vez de ser um momento de *aplicá-lo*.

Como mencionado em um capítulo anterior, essa parece ser também uma questão cultural. Se o próprio professor enfatiza o uso de exercícios durante as tarefas e as provas, como esperar que os alunos se proponham a fazer algo diferente? Na verdade, o aluno está se engajando na atividade que lhe está sendo proposta. Se, como professores, quisermos diminuir o peso atribuído aos exercícios, certamente teremos que rever nossas práticas didáticas.

Quanto à prova (e demais atividades avaliativas), vimos que ela se torna uma *regra* para os alunos. O interesse pela nota é muito forte, conforme ressaltado em 5.3.4.5, de modo que os alunos, por vezes, se utilizam até mesmo de meios ilícitos, “se necessário for”, para conseguir uma boa nota. Para os alunos, nem sempre a nota é ou deve ser uma consequência da aprendizagem. Dependendo da situação, eles passam na disciplina e depois aprendem o conteúdo, quando for necessário. Temos aqui uma *relação de troca com o conhecimento*. Para o aluno, a relação com o conhecimento representa uma possibilidade de ascensão social (as notas levam ao diploma, que, por sua vez, pode permitir uma ascensão social). A nota pode se tornar um fim em si mesma. Quando isso acontece, seu valor sobrepuja a da aprendizagem. No caso da instituição em estudo, talvez dois fatores fortaleçam essa questão: 1) o fato de ela ser uma instituição privada: o aluno paga pelas disciplinas, e se for reprovado, terá que pagar novamente, ou seja, *o custo financeiro*; 2) o fato de vários alunos morarem em outras cidades e terem que viajar diariamente para assistirem às aulas, ou seja, *o tempo*. O “passar” de ano acontece em qualquer escola, mas se exacerba mais na escola privada. Também parece haver, nesse caso, uma tensão caracterizada pela *mudança do motivo*. O motivo deixa de ser *aprender o conteúdo porque é importante para resolver problemas da vida real* para ser *obter nota e ser aprovado na disciplina*. Este tipo de tensão no contexto da aprendizagem escolar tem sido mencionado em vários trabalhos, entre eles, os dos autores Lave (1993); Barab et al. (2002); Quevedo (2005); Charlariello (2005); Almeida (2006); Arruda (2006); Heemann (2010). Analisando essa questão do ponto de vista dos conceitos de *significado* e *sentido*, podemos dizer que eles não coincidem. O comportamento do aluno se torna análogo ao do trabalhador, exemplificado por Asbahr (2005): “para o trabalhador, embora o significado social de seu trabalho seja produzir determinados produtos, o sentido de trabalhar é outro, é obter um salário porque só assim pode sobreviver” (p.112). Ou seja, para o aluno, pode acontecer que, embora o significado social de seu estudo seja o de aprender, o sentido de estudar é de obter uma nota para ser aprovado em determinada disciplina. Essa não coincidência entre o significado e o sentido leva à alienação. O problema é que a alienação não mobiliza as funções mentais necessárias à aprendizagem de conceitos (Cap. 3). E se tais funções não são mobilizadas, então não há desenvolvimento.

O esforço que o professor faz de envolver os alunos *respondendo as perguntas* que surgem é notável. Entretanto, essa postura, que era esperado ter somente efeitos positivos, visto que estaria contribuindo para o entendimento dos alunos, pode ter sérios efeitos negativos, como o afastamento, a insatisfação e a desmotivação dos alunos, e às vezes até mesmo da maioria deles, podendo gerar comportamentos desagradáveis, como a conversa paralela. Isso não significa que o professor não deva responder, mas que ele precisa estar atento a este fato, conforme já mencionado em capítulos anteriores. Talvez isso aconteça devido ao fato de haver vários sistemas de atividades diferentes co-existindo na mesma sala de aula: são alunos diferentes, com necessidades e motivos diferentes. O interesse de um aluno pode não ser o da maioria da turma. E atender a tantos interesses diferentes pode gerar conflitos para a coletividade.

Um dos desdobramentos da questão de pesquisa proposta neste trabalho foi: “Que problemas emergem no decorrer da atividade de aprendizagem?” Do ponto de vista da Teoria da Atividade, estes problemas podem ser entendidos como conflitos ou tensões, que contribuem para a evolução da atividade. As tensões observadas são várias e foram discutidas no capítulo 7. Quando identificamos as tensões, é natural que pensemos em uma forma de resolvê-las, ou que desejemos isso. Todavia, é importante ter em mente que algumas tensões não podem ser resolvidas. E que mais importante do que tentar resolvê-las, é compreendê-las. Compreender as tensões pode ser de grande importância para a sobrevivência da atividade. Entre as que podem ser resolvidas, ou pelo menos minimizadas, encontramos várias ligadas à metodologia de ensino, que creio não ser uma exclusividade da disciplina de CE I, mas uma característica do ensino superior. Melhorar questões metodológicas dentro do sistema acadêmico atual é um desafio para os professores.

Finalmente, uma discussão sobre a *aprendizagem de conceitos*. Uma análise dos dados desta pesquisa mostra que a forma pela qual os conceitos vem sendo ensinados e cobrados (discussões verbais e matemáticas - com fórmulas e equações, e posteriormente resolução de exercícios e provas) aproxima-se da forma como acontece na didática tradicional e não tem sido suficiente para que os alunos os aprendam, isto é, compreendam seus significados e formem um modo específico de pensar essa ciência em estudo. O ensino de conceitos com palavras tem se mostrado ineficiente para a construção do conhecimento. Uma síntese dos principais aspectos sobre aprendizagem de conceitos observados neste trabalho pode ser feita:

- é possível que alunos cheguem ao final do semestre *sem dominar conceitos básicos* trabalhados no início do semestre;
- é possível que alunos resolvam exercícios decorando procedimentos, sem entender verdadeiramente os conceitos envolvidos no exercício<sup>1</sup>;

---

<sup>1</sup>O aluno não sabe porque deve usar uma ou outra fórmula, uma ou outra técnica.

- muitos alunos não compreendem os significados de muitos termos que são usados naturalmente pelo professor;
- saber enunciar o conceito não é garantia de que o aluno o tenha compreendido e saiba operar com ele<sup>2</sup>;
- não saber enunciar o conceito não é garantia de que o aluno não o tenha compreendido e não saiba operar com ele (o aluno pode não saber enunciar o conceito, mas pode saber aplicá-lo);
- os alunos, ao estudarem o conteúdo, se dedicam muito mais à resolução de exercícios do que ao estudo da parte teórica (conceitual);
- o treinamento com exercícios não necessariamente garante a aprendizagem de conceitos.

Diante desses resultados, podemos concluir que, em geral, *o aluno não está se apropriando dos conceitos científicos devidamente*. Uma análise dos resultados da pesquisa à luz dos fundamentos sobre a *aprendizagem de conceitos*, apresentados no capítulo 3, na seção 3.2, pode nos ajudar a compreendê-los melhor.

Os conceitos científicos são *mediadores culturais* que favorecem a formação e o desenvolvimento do pensamento científico. O processo de apropriação dos conceitos científicos é diferente do processo de apropriação dos conceitos cotidianos. Começa com a instrução, em momentos organizados com a finalidade explícita de ensinar e aprender e vai para a esfera da experiência pessoal e do concreto. Vygotsky (1987) já dizia que a transmissão pedagógica direta de conceitos não leva ao desenvolvimento conceitual. Nesse caso, o sujeito não aprende o conceito, mas a palavra, que ele capta pela memória, e não pelo pensamento. A repetição de definições verbais ou a sua memorização não garantem a aprendizagem dos conceitos. Conforme vimos nessa pesquisa, o fato de o aluno saber enunciar o conceito não garante que ele saiba operar com ele, ou seja, que o tenha aprendido. Vimos que houve alunos que souberam enunciar o conceito de teorema da superposição, mas não souberam aplicá-lo à resolução do exercício. O ensino com palavras somente é improdutivo. Os conceitos não são aprendidos mecanicamente (o treinamento com exercícios não garante a aprendizagem dos conceitos), mas evoluem com a ajuda de uma vigorosa atividade mental por parte do sujeito. Em sintonia com a idéia de Vygotsky, temos a idéia de Vinner (1991), sobre o papel das definições do desenvolvimento do pensamento (matemático). Vinner esclarece que para pensar cientificamente, o aluno deve

---

<sup>2</sup>Talvez alguns alunos até tenham uma idéia errônea sobre a sua própria compreensão dos conceitos. Talvez pensem que porque sabem falar sobre ele, o aprenderam de fato. O experimento realizado mostra que isso não é verdade. Houve alunos que souberam enunciar o conceito, e o fizeram até com uma certa segurança, mas não conseguiram aplicá-lo na resolução do exercício.

desenvolver o pensamento adequado ao contexto técnico. Infelizmente, a tendência do aluno é usar, no contexto técnico, o mesmo pensamento que utiliza no contexto cotidiano.

O ensino escolar deve servir para o desenvolvimento psíquico do sujeito. E, como disse Sforzi (2004), o desenvolvimento psíquico de um sujeito é desencadeado quando ele participa de uma atividade coletiva que lhe traz novas necessidades e lhe exige novos modos de ação. É o fato de o sujeito participar realmente dessa atividade que possibilitará um ensino significativo. O sujeito se apropria dos conceitos (e da cultura) como um ser ativo. A atividade é a expressão da unidade entre os componentes cognitivos, afetivos e da vontade.

Assim, é de extrema importância o papel do professor na organização desse ensino que promove o desenvolvimento, um ensino que gere no aluno o *pensamento teórico*. É o professor quem organiza a atividade, propondo ao aluno situações desencadeadoras de aprendizagem, despertando nele a necessidade de aprender os conceitos científicos, de modo que o motivo do aluno coincida com o motivo da atividade. E de modo que haja uma unidade entre a atividade de ensino do professor e a atividade de aprendizagem do aluno. O aluno e o professor devem se colocar em atividade. Isso significa que o professor também deve estar em constante formação, buscando pressupostos teóricos que fundamentem suas ações pedagógicas, refletindo sobre elas e reorientando-as, de modo a alcançar seus objetivos de aprendizagem em seus alunos.

Quando pensamos no contexto da engenharia, podemos conjecturar que tarefas como desenvolver projetos, pesquisas e resolver situações problemas poderiam levar o aluno a desenvolver ações de reflexão, análise, síntese e planejamento, necessárias à formação do pensamento teórico. A diversidade de motivos iniciais e de conhecimentos dos alunos (alguns já têm conhecimento técnico, e outros não) talvez possa contribuir para que, numa atividade coletiva, o conhecimento seja construído. Se retomarmos o conceito de zona de desenvolvimento proximal, podemos entender que um aluno aprende tanto com o professor como com um outro aluno. Assim, a realização de tarefas em grupos definidos “estrategicamente” poderiam ser úteis na formação dos alunos como um todo. E talvez até diminuísse o conflito entre os alunos que vieram do curso técnico e os que não vieram.

Porém, ao olharmos para o sistema institucional atual, podemos encontrar alguns entraves. Envolver o aluno, fazer com que ele realmente participe ativamente da atividade de aprendizagem é de fato um desafio para o professor. Isso se torna ainda mais difícil quando temos uma turma com muitos alunos, cada um com um motivo diferente e na maioria das vezes com uma *relação de troca* com o conhecimento, ou seja, nem sempre com uma verdadeira e genuína *vontade de aprender*. Também “esbarraríamos” na formação de professores. A maioria dos professores do curso de engenharia não têm nenhuma formação didática ou pedagógica e muitos não dispõem de tempo (e talvez nem motivação) para investir nessa formação. Há também as exigências do próprio sistema: ementa a cumprir, carga horária (talvez insuficiente), sistema de avaliação e registro de notas, dentre outros.



Não obstante, penso que, mesmo que não seja possível reestruturar todo o sistema educacional, ações pontuais podem ter grande valor. Tais ações podem começar na sala de aula, com tarefas propostas pelos professores aos seus alunos, e se estender para as esferas das coordenações institucionais, com a proposição de criação de grupos de estudo, de mudanças curriculares e outras propostas, sempre que possível.

Todo o trabalho constituiu-se numa primeira ação, inicial: a de diagnosticar o que acontece numa sala de aula de um curso de engenharia e o que resulta desse processo. O fenômeno foi estudado cientificamente e analisado sistematicamente. A percepção de que o ensino vai mal não é mais uma impressão ou uma intuição. Os problemas foram elucidados, demonstrados e comprovados pelos dados apresentados. Tornam-se necessárias novas ações futuras, que investiguem mediações que favoreçam a aprendizagem conceitual dos estudantes. Quanto a mim, considero esta pesquisa como um ponto de partida; os conceitos internalizados por meio dela servirão, de agora em diante, para que mudanças sejam feitas em minha própria prática pedagógica e para que novas ações sejam realizadas.

## 8.1 Questões que emergem do trabalho

Durante a realização da pesquisa, obtivemos indícios de que, na perspectiva sócio-histórica, ensinar os conceitos científicos com tarefas como projeto, pesquisa e resolução de problemas podem contribuir para a formação do pensamento teórico no aluno, e, conseqüentemente, seu desenvolvimento psíquico. Partindo deste pressuposto, surgem as seguintes questões.

1. Como seria uma aula “normal”, em sala de aula, nessa perspectiva? Em que medida poderíamos inserir tais tarefas em nossas aulas?
2. Seria possível criar um outro formato de práticas de laboratório, na perspectiva sócio-histórica, mais desafiadoras, de modo a atender à demanda dos alunos?
3. Que implicações haveria para a forma de avaliar o aluno?
4. Que implicações haveria para a organização curricular como um todo e para o plano de ensino de cada disciplina especificamente? Seria necessário repensar e reestruturar a ementa e alterar a carga horária da disciplina?
5. Organizar o ensino nesta perspectiva implicaria em uma maior interdisciplinaridade?
6. Em que medida tais tarefas de fato contribuem para a aprendizagem de conceitos científicos? E para o desenvolvimento do aluno? Que parcela de alunos podemos alcançar?
7. Tais tarefas poderiam mudar a relação do aluno com o conhecimento?

## 8.2 Questões para pesquisas futuras

Para o desenvolvimento de futuras pesquisas, sugiro que as questões levantadas na seção anterior sejam analisadas, e que haja uma tentativa de respondê-las, com mais estudos e ações didáticas devidamente fundamentadas e avaliadas.

# Entrevista

---

## A.1 Roteiro da entrevista

A seguir, o roteiro utilizado na entrevista aos 6 grupos participantes da pesquisa.

1. Quais foram suas expectativas ao cursar a disciplina de Circuitos Elétricos I?
2. Qual é a importância dessa disciplina pra você? Ela é útil pra você? Como que ela é útil?
3. O que você fez, ao longo do semestre, para aprender os conteúdos da disciplina?
4. E por que você fez a disciplina de Circuitos I?
5. Agora a gente vai falar um pouquinho sobre como a aula ocorre. A aula mesmo. Então você se imagine entrando na sala, sentando e assistindo à aula. Essa aula tem vários tempos. Tem o tempo do professor explicar a matéria, tem o tempo dele responder perguntas, tem o tempo de resolver exercícios, tem o tempo de vocês trocarem informações entre si, e de vocês interagirem com o professor também. Daí eu queria que você falasse sobre esses tempos. Você acha que eles foram adequados, suficientes, ou faltou tempo pra determinadas coisas? O tempo gasto na explicação foi adequado? E o tempo de resolver exercício?
6. Sobre os recursos utilizados: ele usou quadro, giz, e retroprojetor, não foi? Durante as aulas? Porque esse negócio às vezes é meio criticado... esse negócio de usar quadro, giz...
7. Sobre o conteúdo. A gente sabe que tem uma seqüência de conteúdos, não é? Alguns conteúdos exigem pré-requisitos. Pra você aprender determinados conceitos, você precisa ter aprendido outros anteriormente. O conteúdo também tem um grau de dificuldade, tem uma complexidade, e tem uma aplicabilidade na prática. É uma importância. Quando eu falo prática, eu falo trabalho, a engenharia elétrica mesmo,

- não é? Não só o laboratório. Aí eu queria que você falasse sobre isso: o que você percebe sobre o conteúdo.
8. Sobre o material didático sugerido e disponibilizado: os livros que o professor utiliza são bons?
  9. E as avaliações? As listas de exercícios, trabalhos, provas. O que você tem a comentar sobre isso? Distribuição dos pontos...
  10. E sobre a metodologia? A aula expositiva, a linguagem do professor... Era uma linguagem acessível ao aluno? O tempo que ele gastava com o conteúdo, se ele corria com o conteúdo, se ele ia devagar com o conteúdo... As visitas técnicas, os trabalhos...
  11. Sobre as atividades propostas e as tarefas. Trabalhos, listas de exercícios...
  12. E sobre a participação do professor nesse processo de ensino e aprendizagem? Ele, as atitudes dele, a forma de conduzir as coisas, o desempenho da função de professor?
  13. E sobre a participação dos alunos? As atitudes dos alunos, o comportamento, o desempenho da função de aluno?
  14. E a relação, a interação entre o professor e os alunos, como é que você percebe isso?
  15. Como você acha que deveria ser a aula? Isso aqui, é se você discorda de algum ponto, o que você acha que deveria ser diferente.
  16. Que momentos da aula foram mais interessantes pra você? Em que momentos você se concentrou mais? Que tipo de atividade deu mais motivação? Vamos pensar na aula teórica primeiro.
  17. E que momentos da aula foram mais chatos? Em que momentos você ficou mais disperso? Ou que atividades te deixaram desmotivado, sem vontade de realizá-las?
  18. O que mais você tem pra falar sobre o laboratório?
  19. Se você pudesse fazer uma reestruturação da disciplina, o que você faria?
  20. Vocês estudaram sobre o Princípio da Superposição. O que é o Princípio da Superposição?

---

## BIBLIOGRAFIA

---

- Aguiar Júnior, O. and Mortimer, E. F. (2005). Tomada de consciência de conflitos: análise da atividade discursiva em uma aula de ciências. *Investigação em Ensino de Ciências*, 10(2).
- Aguiar Júnior, O. G., Mendonça, D. H. d., and Silva, N. S. d. (2007). Análise do discurso em uma sala de aula de ciências: a postura do professor e a participação dos estudantes. In *Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências*, Florianópolis.
- Aguiar Júnior, O. G., Mortimer, E. F., and Scott, P. H. (2006). As perguntas dos estudantes e seus desdobramentos no discurso da sala de aula de ciências. In *X Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, volume 1, Londrina. Anais do X EPEF.
- Aguirre, L. A. (2000). *Introdução à Identificação de Sistemas: técnicas lineares e não-lineares aplicadas a sistemas reais*. Editora UFMG.
- Alberti, T. F. and Bastos, F. d. P. d. (2005). Teoria da atividade e mediação tecnológica: exemplar de uma prática desenvolvida no amem. *Revista Linguagens e Cidadania*, 14. Uma revista da UFSM - Universidade Federal de Santa Maria.
- Almeida, K. R. d. and Silva, F. W. O. d. (2004). A formação integradora do estudante de engenharia com base em seus estilos de aprendizagem. In *Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE*, Brasília.
- Almeida, P. V. (2006). *Internet como fonte de material didático e como meio de ensino de língua estrangeira: uma investigação baseada na Teoria da Atividade*. PhD thesis, Universidade Estadual de Campinas, Doutorado em Linguística Aplicada, Campinas.
- Amorim, J. A. (2005). Educação em Engenharia: o desenvolvimento de um aplicativo de autoria para a elaboração de mapas conceituais e hipertextos. Master's thesis, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Campinas.
- André, M. E. D. A. (1995). *Etnografia da prática escolar*. Papyrus, São Paulo.

- Arienti, L. L.; Cupello, C. R. P. and Arienti, S. R. R. (2005). A elaboração de artigos técnicos (como item de avaliação na graduação em engenharia). In *Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*, Campina Grande, PB.
- Arruda, N. I. L. (2006). Atividade de ensino-aprendizagem de língua inglesa: desafios na construção da cidadania. Master's thesis, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (Mestrado em Linguística Aplicada ao Ensino de Línguas).
- Asbahr, F. d. S. F. (2005). A pesquisa sobre a atividade pedagógica: contribuições da teoria da atividade. *Revista Brasileira de Educação*, (29):108–119.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., and Hanesian, H. (1980). *Psicologia Educacional*. Interamericana, Rio de Janeiro.
- Bachelard, G. (1996). *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro. Trad. Estela dos Santos Abreu.
- Barab, S. A., Barnett, M., Yamagata-Lynch, L., Squire, K., and Keating, T. (2002). Using activity theory to understand the systemic tensions characterizing a technology-rich introductory astronomy course. *Mind, Culture, and Activity*, 9(2):76–107.
- Barranín, J. M. and Sánchez, R. G. (1996). Concepciones y dificultades comunes en la construcción del pensamiento biológico. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 7:53–63.
- Barros, L. A. (2006). Aspectos epistemológicos e perspectivas científicas da terminologia. *Ciência e Cultura*, 58(2). São Paulo.
- Barros, R. M. and Meloni, L. (2005). O uso de metáforas para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem de cálculo diferencial e integral. In *Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE*, Campina Grande, PB.
- Barrows, H. (1996). Problem-based learning in medicine and beyond: a brief overview. In Wilkerson, L. and Gijsselaers, W., editors, *Bringing problem-based learning to higher education: theory and practice*. Jossey-Bass, San Francisco.
- Barsotti, C. (2002). As interfaces como artefatos mediadores e sua evolução em um programa de leitura em língua inglesa à distância. Master's thesis, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Curitiba.
- Barth, E. M. L. (2003). Tecnologia educacional e inclusão digital para a reabilitação prisional. Master's thesis, Universidade Federal de Santa Catarina - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis.

- Bastos, E. L., Borba, J. L. P. d., and Piber, P. R. V. (2004). Nova metodologia de ensino nas aulas de laboratório. In *Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE*, Brasília.
- Beck, J. C. P.; Fernandes, N. V. D. B. A. and Costa, E. M. (2005). Medição e ajuste de resultados de verificações. In *Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*, Campina Grande, PB.
- Becker, F. (1994). Modelos pedagógicos e modelos epistemológicos. *Educação e Realidade*, 19(1):89–96.
- Belhot, R. V. (2005). A didática no ensino de engenharia. In *Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia -COBENGE*, Campina Grande, PB.
- Belhot, R. V., Freitas, A. A. d., and Dornellas, D. V. (2005). Benefícios do conhecimento dos estilos de aprendizagem no ensino de engenharia de produção. In *Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia -COBENGE*, Campina Grande, PB.
- Bernardes, M. E. M.; Moura, M. O. d. (2004). O ensino de conceitos e o desenvolvimento do pensamento teórico dos escolares. In *Anais do VII Encontro Paulista de Educação Matemática (EPEM) - Matemática na escola: conteúdos e contextos.*, São Paulo. Faculdade de Educação - USP, Sociedade Brasileira de Educação Matemática - SP.
- Bernardon, M. and Silveira, A. O. (2009). Construção de um glossário de termos técnicos para o curso de engenharia química. *Revista Expectativa*, 7(7). Editada pelo pessoal da área de Secretariado Executivo Bilingue da Unioeste, Campus de Toledo.
- Bianchini, D. (2005). Mapas conceituais: uma experiência em avaliação continuada em telecomunicações. In *Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia -COBENGE*, Campina Grande, PB.
- Bozelli, F. C. and Nardi, R. (2007). Analogias como recursos didáticos nos processos de ensino e aprendizagem de física. In *Anais do IX Congresso Estadual Paulista sobre Formação de Educadores*.
- Braga, C. M. L. (1988). A etnometodologia como recurso metodológico na análise sociológica. *Ciência e Cultura*, 40(10):957–966.
- Caballer, M. J. and Giménez, I. (1993). Las ideas del alumnado sobre el concepto de célula al finalizar la educación general básica. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(1):63–68.
- Candela, A. (1999). *Ciencia en la aula: los alumnos entre la argumentacion y el consenso*. Paidós Educador, Ciudad de Mexico.

- Carelli, I. M. (2003). *Estudar on-line: análise de um curso para professores de inglês na perspectiva da Teoria da Atividade*. PhD thesis, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.
- Carvalho, D. M. W. F. (2003). Competências e atividades: uma contribuição a um estudo da representação. Master's thesis, Pontifícia Universidade Católica do Paraná - Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Programa de Pós-Graduação em Informática Aplicada, Curitiba.
- Cavalcanti, L. S. (2005). Cotidiano, mediação pedagógica e formação de conceitos: uma contribuição de vygotsky ao ensino de geografia. *Caderno Cedes*, 25(66):185–207. Campinas.
- Cesar, A. C. W. and Dutra, J. C. (2005). Avaliação integrada - inovação na formação da visão sistêmica dos alunos dos cursos de engenharia. In *Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*, Campina Grande, PB.
- Charlariello, L. N. (2005). Atividade prescrita e atividade realizada: reflexões críticas de uma professora de inglês. Master's thesis, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (Mestrado em Linguística Aplicada e Estudos da Linguagem).
- Chaves, T. A. (2009). *A expressividade do professor universitário em situação experimental e de interação em sala de aula*. PhD thesis, Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- CNE (2002). *Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia*. Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação, Brasília, DF.
- Colenci, A. T. (2000). O ensino de Engenharia como uma atividade de serviços: a exigência de atuação em novos patamares de qualidade acadêmica. Master's thesis, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Conceição, K., Zuchi, I., and Gonçalves, M. B. (2004). Uma contribuição para o ensino de funções de várias variáveis nos cursos tecnológicos. In *Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE*, Brasília.
- Corazza-Nunes, M. J., Pedrancini, V. D., Galuch, M. T. B., Moreira, A. L. O. R., and Ribeiro, A. C. (2006). Implicações da mediação docente nos processos de ensino e aprendizagem de biologia no ensino médio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(3):522–533.
- Cortez, M. F.-B. and Andrade, R. M. (2002). Prática científica na engenharia: método científico na análise de sistemas técnicos. Material didático produzido por dois professores do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade Federal de Minas Gerais.



- Costa, L. A. C. d. and Franco, S. R. K. (2005). Ambientes virtuais de aprendizagem e suas possibilidades construtivistas. In *Anais do Global Congress on Engineering and Technology Education - GCETE 2005*, pages 1391–1396, São Paulo.
- Crawford, R. (1994). *Na era do capital humano*. Editora Atlas, São Paulo.
- Cruz, C. C. (2002). Uma proposta de formação técnico-humanista aplicada ao ensino de Engenharia Elétrica. Master's thesis, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Campinas.
- Cruz Neto, G. G., Gomes, A. S., and Tedesco, P. (2003). Aliando teoria da atividade e tropos na elicitação de requisitos de ambientes colaborativos de aprendizagem. In *Anais do VI Workshop de Engenharia de Requisitos*, São Paulo.
- Cunha, M. I. (2008). *O bom professor e sua prática*. Magistério Formação e Trabalho Pedagógico. 20<sup>a</sup> edition.
- da Rosa, J. E., de Moraes, S. P. G., and Cedro, W. L. (2010). *As particularidades do pensamento empírico e do pensamento teórico na organização do ensino*, chapter 3, pages 67–80. Manoel Oriosvaldo de Moura.
- Dagher, Z. (1995). Analysis of analogies used by science teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(3):259–270.
- Dandolini, G. A., Vanini, L., and Souza, J. A. (2004). A utilização de software no ensino de cálculo. In *Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE*, Brasília.
- Daniels, H. (2003). *Vygotsky e a Pedagogia*. Edições Loyola, São Paulo.
- Davidov, V. V. (1999). *Perspectives on Activity Theory*, chapter The content of unsolved problems of activity theory, pages 39–52. Engestron, Y.; Miettinen, R.; Punamäki, R-L., Cambridge.
- Davis, P. (2007). How cultural models about reading mediate classroom (pedagogic) practice. *International Journal of Educational Research*, 46:31–42.
- Davydov, V. (1998a). Problems of developmental teaching - the experience of theoretical and experimental psychological research. parte i.
- Davydov, V. (1998b). Problems of developmental teaching - the experience of theoretical and experimental psychological research. parte ii.
- Davydov, V. (1999). *Activity Theory and social practice: cultural-historical approaches*, chapter A new approach to the interpretation of activity structure and content, pages p. 39–50. Aarhus University Press, Dinamarca.

- Davydov, V. (2002). El aporte de a. n. leontiev al desarrollo de la psicología. In Golder, M., editor, *Angustia por la utopia*, Buenos Aires. Ateneo Vygotskyano de la Argentina.
- Davydov, V. V. (1982). *Tipos de generalización em la enseñanza*. Editorial Pueblo y Educación, Habana.
- Davydov, V. V. (1987). *La Psicología evolutiva y pedagógica en la URSS*, chapter Analisis de los principios didácticos de la escuela tradicional y posibles principios de enseñanza en el futuro próximo, pages 142–143. M. Shuare, Moscú.
- Davydov, V. V. (1988). *La enseñanza escolar y el desarrollo psíquico*. Editorial Progreso, Habana.
- Duarte, N. (2002). A teoria da atividade como uma abordagem para a pesquisa em educação. *Perspectiva*, 20(02):279 – 301.
- Duarte, N. (2004). Formação do indivíduo, consciência e alienação: o ser humano na psicologia de a. n. leontiev. *Caderno CEDES*, 24(62):44–63.
- Engeström, Y. (1987). *Learning by expanding: An activity-theoretical approach to developmental research*. Orienta-Konsultit Oy., Helsinki, Finland.
- Engeström, Y. (1993). *Understanding practice: perspectives on activity and context*, chapter Developmental studies on work as testbench of activity theory. Chaiklin, Seth and Lave, Jean.
- Engeström, Y. (1999a). Activity theory and individual and social transformation. In Engeström, Y., editor, *Perspectives on Activity Theory*, pages 19–38, Cambridge. Cambridge University Press.
- Engeström, Y. (1999b). Learning by expanding: ten years after. Disponível em: <http://lhc.ucsd.edu/MCA/Paper/Engestrom/expanding/intro.htm>. Último acesso em 17/11/2009.
- Engeström, Y. (2001). Expansive learning at work: toward an activity theoretical reconceptualization. *Journal of Education and Work*, 14(1).
- Engeström, Y. (2008). Disturbance management and masking. In Engeström, Y., editor, *From Team to Knots - Activity Theory Studies of Collaboration and Learning at Work.*, pages 22–47. Cambridge University Press.
- Erickson, F. (1986). Métodos qualitativos en la investigación de la enseñanza. In Wittrock, M., editor, *Handbook of research on teaching.*, New York. Ed. Macmillan Publishing Company.

- Falcão, T. P. R. and Gomes, A. S. (2004). Modelagem de soluções ubíquas para uso em salas de aula do ensino fundamental. In *Anais do IHC2004 - VI Simpósio sobre Fatores Humanos em Sistemas Computacionais*, Curitiba. Departamento de Informática - Universidade Federal do Paraná. Promovido pelo CEIHC (Comitê Especial de Interação Humano-Computador) da SBC (Sociedade Brasileira de Computação).
- Felder, R. M. and Silverman, L. K. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. *Engineering Education*, 78(7):674–681.
- Felipe, M. G. (2007). *Vocabulário técnico e formação dos profissionais da área têxtil: necessidade, elaboração e avaliação de um dicionário de terminologia do vestuário*. PhD thesis, Centro de Ciências Sociais e Aplicadas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- Ferrari, A. T. (1982). *Metodologia da Pesquisa Científica*. McGraw-Hill do Brasil, São Paulo.
- Fialho, V. R. (2005). A diferença na semelhança: uma proposta baseada na teoria da atividade para o ensino de línguas próximas. Master's thesis, Universidade Católica de Pelotas, Programa de Pós-Graduação em Letras, Pelotas, RS.
- Filho, A. D., Arenales, S. H., and Salvador, J. A. (2004). Mapas conceituais e ferramentas computacionais: uma experiência no ensino de equações diferenciais. In *Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE*, Brasília.
- Filho, J. N. and Vargas, R. M. F. (2005). A virtualidade como forma inovadora e flexível na produção de ambientes de ensino e aprendizagem. In *Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE*, Campina Grande, PB.
- Foot, K. A. (2001). Cultural-historical activity theory as practical theory: Illuminating the development of a conflict monitoring network. *Communication Theory*, 11(1):56–83.
- Franchi, R. H. d. O. L. and Júnior, M. V. (2004). O uso da sala ambiente como recurso para melhorar a aprendizagem da matemática nos cursos de engenharia. In *Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE*, Brasília.
- Frankenberg, C. L. C. and Côrtes, H. S. (2005). O uso da auto-avaliação como uma ferramenta de avaliação nos cursos de engenharia: estudo de caso da engenharia química da pucrs. In *Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*, Campina Grande, PB.
- Frota, M. C. R. (2002). *O pensar matemático no Ensino Superior: concepções e estratégias de aprendizagem dos alunos*. PhD thesis, Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

- Furlan, V. I. (2003). O estudo de textos teóricos. In Carvalho, M. C. M. d., editor, *Contruindo o saber - Metodologia Científica: fundamentos e técnicas*, pages 119–128, Campinas. Papirus. 14 edição.
- Gama, C. L. G. d. and Scheer, S. (2004). Objetos educacionais hipermediáticos na educação de engenharia, sua construção e usabilidade. In *Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE*, Brasília.
- Gardner, H. (1994). *Estruturas da mente: a Teoria das Inteligências Múltiplas*. Artes Médicas, São Paulo.
- Gardner, H. (1995). *Inteligências Múltiplas: a teoria na prática*. Artes Médicas, São Paulo.
- Gebran, A. P. (2002). O trabalho de série na formação de engenheiros: um estudo de caso. Master's thesis, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia, Curitiba.
- Geertz, C. (1989). *A interpretação das culturas*. Guanabara, Rio de Janeiro.
- Germano, J. S. E., Vogler, M., and Dias, R. L. (2004). Feira de ciências do ita: uma excelente ferramenta para a aprendizagem. In *Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE*, Brasília.
- Giordan, A. and Vecchi, G. (1996). *As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos*. Artes Médicas, Porto Alegre, 2 edition.
- Giraldi, P. M. (2005). Linguagem em textos didáticos de citologia: investigando o uso de analogias. Master's thesis, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Grimoni, J. A. B. and Nakao, O. S. (2004). Capacitação de professores para os cursos de engenharia. In *Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE*, Brasília.
- Guerra, M. G. G. (2006). Conselho de classe: que espaço é esse? Master's thesis, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo.
- Hedegaard, M. (1996). A zona de desenvolvimento proximal como base para a instrução. In Moll, L. C., editor, *Vygotsky e a educação: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica.*, Porto Alegre. Artes Médicas.
- Heemann, C. (2010). *A formação de uma comunidade virtual de aprendizagem sob a perspectiva da Teoria da Atividade*. PhD thesis, Programa de Pós-Graduação em Letras da Universidade Católica de Pelotas.

- Höök, K. (2000). Steps to take before intelligent user interfaces become real. *Interacting with computers*, 12:409–426.
- Ivic, I. (1989). Profiles of educators: Lev s. vygotsky (1896-1934). *Prospects XIX*, 3:427–436.
- Junior, J. B. C., Junior, J. R. d. A., and Cugnasca, P. S. (2004). A eficácia da avaliação continuada na aprendizagem em um curso de engenharia. In *Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE*, Brasília.
- Junior, M. and Carqueja, M. d. A. (2004). Ensino-aprendizagem, um estudo de caso no curso de engenharia civil da universidade federal de santa catarina - ufs. In *Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE*, Brasília.
- Kaptelinin, V. (1996). Computer-mediated activity: functional organs in social and developmental contexts. In Nardi, B., editor, *Context and Consciousness: Activity Theory and Human-Computer Interaction.*, pages 45–68, Massachusetts. MIT Press.
- Kaptelinin, V. and Nardi, B. A. (1997). Activity theory: Basic concepts and applications (tutorial). Disponível em: <http://sigchi.org/chi97/proceedings/tutorial/bn.htm>.
- Kaufman, D. (1998). Problem -based learning: Using cases to teach about how to deal with ethical problems. *National Council on Ethics in Human Research (NCEHR)*, 8(2).
- Kawasaki, T. F. (2008). *Tecnologias na sala de aula de matemática: resistência e mudanças na formação continuada de professores*. PhD thesis, Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.
- Kolb, D. A. (1984). *Experimental learning: experience as a source of learning and development*. Prentice-Hall, New Jersey.
- Kuuti, K. (1996). Activity theory as a potencial framework for human-computer interaction research. In Nardi, B., editor, *Context and Consciousness*.
- Lara, M. L. G. (2004). Diferenças conceituais sobre termos e definições e implicações na organização da linguagem documentária. *Ciência da Informação*, 33(2):91–96.
- Lave, J. (1993). *Perspectives on socially shared cognition*, chapter Situating learning in communities of practice, pages 17–36. American Psychological Association, Washington, DC.
- Lüdke, M. and André, M. E. D. A. (1986). *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas*. EPU, São Paulo.
- Leffa, V. J. (2006). A aprendizagem de línguas mediada por computador. In (Org.), V. J. L., editor, *Pesquisa em Lingüística Aplicada: temas e métodos.*, pages 11–36, Pelotas. Educat.

- Lemke, J. L. (1990). *Talking Science. Language, Learning and Values*. Norwood.
- Leontiev, A. (1978). Sobre o desenvolvimento histórico da consciência. In Leontiev, A., editor, *O desenvolvimento do psiquismo*, pages 89–142, Lisboa. Horizonte Universitário.
- Leontiev, A. (1981a). The problem of activity in psychology. In Wertsch, J. V., editor, *The concept of Activity in Soviet Psychology*, pages 37–71, Armonk, New York. M. e Sharpe, Inc.
- Leontiev, A. (1983). *Actividad, conciencia e personalidad*. Editorial Pueblo y Educación, Havana.
- Leontiev, A. (2004). *O desenvolvimento do psiquismo*. Moraes, São Paulo.
- Leontiev, A. N. (1981b). *Problems of the development of mind*. Moscow.
- Leontiev, A. N. (1991). Os princípios do desenvolvimento mental e o problema do atraso mental. In Luria, A. R.; Leontiev, A. N. . V. L. S., editor, *Psicologia e pedagogia: bases psicológicas da aprendizagem e do desenvolvimento.*, pages 59–76, São Paulo. Moraes.
- Leontiev, A. N. (1994). *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*, chapter Uma contribuição à teoria do desenvolvimento da psique infantil. L. S. Vygotsky and A. R. Luria and A. N. Leontiev, São Paulo.
- Libâneo, J. C. (2003). Questões de metodologia do ensino superior - a teoria histórico-cultural da atividade de aprendizagem. Escrito para a XIII Semana do Planejamento Acadêmico Integrado da UCG. Goiânia, GO.
- Libâneo, J. C. (2002). *Didática: velhos e novos temas*.
- Libâneo, J. C. (2003). A didática e a aprendizagem do pensar e do aprender - davidov e a teoria histórico-cultural da atividade. In *Anais da 26ª Reunião Anual da ANPED - Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Educação*, Poços de Caldas.
- Lim, C. P. and Hang, D. (2003). An activity theory approach to research of ict integration in singapore schools. *Computers and Education*, 41:49–63.
- Lima, C. M. G. d., Dupas, G., Oliveira, I., and Kakehashi, S. (1996). Pesquisa etnográfica: iniciando sua compreensão. *Revista Latino-americana de Enfermagem*, 4(1):21–30. Ribeirão Preto.
- Loder, L. L. (2009). *Engenheiro em formação: o sujeito da aprendizagem e a construção do conhecimento em engenharia elétrica*. PhD thesis, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Faculdade de Educação.

- Loder, L. L. and Bender, F. (2005). A prova escrita no contexto de uma pedagogia diretiva e sua eficácia. In *Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*, Campina Grande, PB.
- Luria, A. R. (1987). *Pensamento e linguagem: as últimas conferências de Luria*. Artes Médicas, Porto Alegre.
- Lvovski, V. (2003). *Após Vygotsky e Piaget: perspectivas social e construtivista - escolas russa e ocidental*, chapter A elaboração de imagens conceituais no decorrer da resolução de problemas de Física, pages 176–185. Catherine Garnier and Nadine Bednarz and Irina Ulanovskaya.
- Macaulay, C., Benyon, D., and Crerar, A. (2000). Ethnography, theory and systems design: from intuition to insight. *Int. J. Human-Computer Studies*, 53:35–60.
- Machado, A. L., Germano, J. S. E., Almeida, F. A. d., and Junior, F. S. (2005). Uma proposta de modelo de avaliação aplicada em disciplina como estudo de caso e que poderá ser utilizada no ensino à distância. In *Anais do Global Congress on Engineering and Technology Education - GCETE 2005*, pages 1713–1716, São Paulo.
- Macpherson, A. (2005). Learning how to grow: resolving the crisis of knowing. *Technovation*, 25:1129–1140.
- Marcheti, A. d. C. (2001). Aula expositiva, seminário e projeto no ensino de engenharia: um estudo exploratório utilizando a teoria das inteligências múltiplas. Master's thesis, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Martins, A. C. G. and Milito, J. A. d. (2004). Sistema de avaliação modularizado. In *Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE*, Brasília.
- Martins, J. (2002). *Aprendizagem Baseada em Problemas aplicada a ambiente virtual de aprendizagem*. PhD thesis, Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção., Florianópolis.
- Martins, L. E. G. and Daltrini, B. M. (1999). Utilização dos preceitos da teoria da atividade na elicitação dos requisitos do software.
- Marx, K. (1980). *O capital (Crítica da Economia Política)*, volume 1. Rio de Janeiro, 5 edition.
- Mendes, J. R. (2002). Possibilidades e limites da informática na educação: uma abordagem a partir da teoria da atividade. Master's thesis, Centro Federal de Educação Tecnológica do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia., Curitiba.

- Mendes, J. R. d. S. (2006). O papel instrumental das imagens na formação de conceitos científicos. Master's thesis, Faculdade de Educação da Universidade de Brasília, Brasília - DF.
- Mendonça, D. H. d., Aguiar Júnior, O., and Silva, N. S. d. (2008). Participação dos estudantes no discurso de uma sala de aula de ciências: tensão entre discurso dialógico e de autoridade. In *XI Encontro de Pesquisas em Ensino de Física*, Curitiba.
- Miranda, S. L. (2005). *O lugar do desenho e o desenho do lugar no ensino de geografia: contribuição para uma geografia escolar crítica*. PhD thesis, Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Rio Claro, SP.
- Modler, L. E. A. and Krug, L. F. (2005). Desenvolvimento de rotinas computacionais para solução de problemas relacionados à engenharia civil. In *Anais do Global Congress on Engineering and Technology Education - GCETE 2005*, pages 1339–1343, São Paulo.
- Moraes, S. P. G. (2008). *Avaliação do processo de ensino e aprendizagem em matemática: contribuições da teoria histórico-cultural*. PhD thesis, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo. Doutorado em Educação.
- Morales, C.; Saidel, M. A. F. E. A. F. A. and Grimoni, J. A. B. (2005). Técnica de avaliação diferenciada em disciplina de graduação de engenharia elétrica - uma experiência com a disciplina energia, meio ambiente e sustentabilidade. In *Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*, Campina Grande, PB.
- Mortimer, E. and Scott, P. (2002). Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sócio- cultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em Ensino de Ciências*, 7(3).
- Moura, M. O. (1996). A atividade de ensino como unidade formadora. *Bolema*, (12):29–43.
- Moura, M. O., Araújo, E. S., Ribeiro, F. D., Panossian, M. L., and Moretti, V. D. (2010). *A atividade pedagógica na teoria histórico-cultural*, chapter A Atividade Orientadora de Ensino como unidade entre ensino e aprendizagem, pages 81–109. Manoel Orosvaldo Moura.
- Nardi, B. (1996). Activity theory and human-computer interaction. In Nardi, B., editor, *Context and Consciousness: Activity Theory and Human-Computer Interaction*, pages 7–16, Massachusetts. MIT Press.
- Navarro, M. P. and Omar, N. (2005). Teorias psico-pedagógicas de ensino: aplicações na aprendizagem de tecnologia. In *Anais do Global Congress on Engineering and Technology Education - GCETE 2005*, pages 1300–1304, São Paulo.



- Nelson, C. P. and Kim, M. K. (2001). Contradictions, appropriation, and transformation: An activity theory approach to l2 writing and classroom practices. *Texas papers in foreign language education*, 6(1):37–62.
- Nilsson, J. W. and Riedel, S. A. (2009). *Circuitos Eléctricos*.
- Novak, J. D. and Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge University Press, Cambridge, Massachusetts.
- Novak, J. D. and Gowin, D. B. (1993). *Learning how to learn*. New York.
- Oliveira, J. (2005). Um modelo pedagógico que integra a abordagem construtivista, aprendizagem baseada em problemas e modelos de solução de problemas. In *Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia -COBENGE*, Campina Grande, PB.
- Oliveira, M. K. (1997). *Vygotsky aprendizado e desenvolvimento: um processo sócio-histórico*. Editora Scipione, São Paulo, 7 edition.
- Oliveira, V. F. (2000). *Uma proposta de melhoria do processo de ensino/aprendizagem na Engenharia Civil*. PhD thesis, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (COPPE/UFRJ), Rio de Janeiro.
- Olson, K. (2007). Lost opportunities to learn: the effects of education policy on primary language instruction for english learners. *Linguistics and Education*, 18:121–141.
- Palangana, I. C. (1989). Desenvolvimento e aprendizagem em piaget e vygotsky: a relevância do social numa perspectiva interacionista. Master's thesis, PUC, São Paulo.
- Pereira, M. d. A. (2005). *Ensino-aprendizagem em um contexto dinâmico - o caso de planejamento de transportes*. PhD thesis, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos.
- Pereira, M. d. A., Kuri, N. P., and Silva, A. N. R. d. (2005). Modelos de estilos de aprendizagem auxiliando no planejamento de recursos multimídia para o ensino de engenharia de transportes. In *Anais do Global Congress on Engineering and Technology Education - GCETE 2005*, São Paulo.
- Pereiro, X. (2006). Apontamentos de antropologia cultural - tema 5: Metodologia da investigação antropológica. Notas de aula - Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (UTAD). e-mail do autor (professor doutor e antropólogo): xperez@utad.pt.
- Piaget, J. (1987). *O nascimento da inteligência na criança*. LTC Editora, Rio de Janeiro.
- Piaget, J. (2001). *A construção do real na criança*. Editora Ática, São Paulo.

- Pinheiro, A. C. d. F. B. and Burini, E. R. V. (2004). Ensino por competências - o desafio da educação do século 21. In *Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE*, Brasília.
- Polya, G. (1995). *A arte de resolver problemas*. Interciência, Rio de Janeiro.
- Pozo, J. (1998). *A solução de problemas: aprender a resolver, resolver para aprender*. ArtMed, Porto Alegre.
- PPC (2009). Projeto pedagógico do curso de engenharia elétrica do centro universitário do leste de minas gerais - unileste-mg.
- Primi, R., dos Santos, A. A. A., and Vendramini, C. M. (2002). Habilidades básicas e desempenho acadêmico em universitários ingressantes. *Estudos de Psicologia*, 7(1):47–55.
- Pudo, P. B. (2003). Inclusão social e digital: O uso da internet como complemento da aula presencial de língua estrangeira. Master's thesis, Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Estudos da Linguagem, Departamento de Lingüística Aplicada, Campinas.
- Quevedo, A. G. (2005). *Atividade, contradições e ciclo expansivo de aprendizagem no engajamento de alunos em um curso online*. PhD thesis, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Doutorado em Linguística Aplicada e Estudos de Linguagem, São Paulo.
- Raven, J. M. (2006). Functional organs and computer use within collaborative group projects. *Computers in Human Behavior*, 22:981–990.
- Ribeiro, L. and Mizukami, M. (2004). A aprendizagem baseada em problemas (pbl) no ensino superior: o modelo da faculdade de engenharia e ambiente construído da universidade de newcastle. In *Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE*, Brasília.
- Rockwell, E. (1987). Reflexiones sobre el processo etnográfico (1982-85). DIE (Departamento de Investigaciones Educativas) /CINVESTAV (Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional - IPN). México.
- Roth, W.-M. (2004). Activity theory in education: an introduction. *Mind, Culture and Activity*, 11(1):1–8.
- Roth, W.-M. and Lee, Y.-J. (2006). Contradictions in theorizing and implementing communities in education. *Educational Research Review*, 1:27–40.
- Rubtsov, V. (1996). *Após Vygotsky e Piaget: perspectivas social e construtivista escolas russa e ocidental*, chapter A atividade de aprendizado e os problemas referentes à formação do pensamento teórico dos escolares, pages 129–137. C. Garnier and N. Bednarz and I. Ulanovskaya.

- Sampaio, M. M. F. and Ribeiro, M. J. R. (1998). Coerência entre avaliação e organização curricular. In *Ensinar e aprender: reflexões e criação.*, volume 2. CENPEC.
- Schnaid, F., Timm, M., and Zaro, M. (2003). Considerações sobre uso de modelo construtivista no ensino de engenharia: disciplina de projeto com graduandos e mestrandos. *Revista Novas Tecnologias na Educação - CINTED-UFRGS*, 1(1):1–21.
- Scott, P., Mortimer, E. F., and Aguiar Júnior, O. G. (2006). The tension between authoritative and dialogic discourse: a fundamental characteristic of meaning making interactions in high school science lessons. Publicado on line em 17 de fevereiro de 2006 na Wiley InterScience.
- Scribner, S. (1985). Vygotsky's uses of history. In Wertsch, J., editor, *Culture, communication and cognition: Vygotskian perspectives.*, New York. Cambridge University Press.
- Semenova, M. (1996). *Após Vygotsky e Piaget perspectivas social e construtivista escolas russa e ocidental*, chapter A formação teórica e científica do pensamento dos escolares, pages 160–168. C. Garnier and N. Bednarz and I. Ulanovskaya.
- Sforni, M. S. F. (2004). *Aprendizagem conceitual e organização do ensino: contribuições da Teoria da Atividade.* JM Editora, Araraquara.
- Sforni, M. S. F. (2007). A teoria da atividade como fundamento para a organização do ensino de conceitos científicos. Ciclo de palestras da Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE.
- Sforni, M. S. F. and Galuch, M. T. B. (2006a). Aprendizagem conceitual e apropriação da linguagem escrita: um diálogo necessário. In *Anais da 29ª Reunião da Anped.*, Caxambu, MG.
- Sforni, M. S. F. and Galuch, M. T. B. (2006b). Aprendizagem conceitual nas séries iniciais do ensino fundamental. *Educar*, (28):217–229.
- Silva, H. F. d. and Austrilino, L. (2005). Mapas conceituais revelando atributos cognitivos dos alunos/as na disciplina de Introdução à Engenharia do curso de Engenharia Civil da UFAL. In *Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE*, Campina Grande, PB.
- Silva, H. F. d., Austrilino, L., Santos, J. S. d., and Nogueira, J. P. (2004a). A utilização de mapas conceituais (mc) na disciplina Introdução à Engenharia do curso de Engenharia Civil da Universidade Federal de Alagoas. In *Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE*, Brasília.

- Silva, J. C. (2001). *Aprendizagem mediada por computador: uma proposta para Desenho Técnico Mecânico*. PhD thesis, Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis.
- Silva, R. P., Silva, T. L. K., Teixeira, F. G., and Barcia, R. M. (2004b). Aprendizagem significativa: uma metodologia de ensino para a geometria descritiva. In *Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE*, Brasília.
- Silva, V. C., Corrêa, M. V., Takahashi, R. H. C., and Lima, M. L. R. (2005a). Avaliação da aprendizagem no ensino de engenharia: um relato sob cinco dimensões. In *Anais do GCETE - Global Congress on Engineering and Technology Education*, São Paulo.
- Silva, V. C., Corrêa, M. V., Takahashi, R. H. C., and Lima, M. L. R. (2005b). A reprovação no curso de engenharia elétrica do unileste-mg: uma investigação baseada na visão dos alunos. In *Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - Cobenge*, Campina Grande, PB.
- Silva, V. C., Takahashi, R. H. C., Corrêa, M. V., Furtado, E. C., and Caminhas, W. M. (2005c). Avaliação qualitativa de desempenho de alunos de cursos de engenharia: uma proposta fuzzy. In *Anais do GCETE - Global Congress on Engineering and Technology Education*, São Paulo.
- Simon, F. O., Silva, D., and Rocha, R. L. d. A. d. (2004). Uma nova metodologia de ensino para disciplinas experimentais. In *Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE*, Brasília.
- Soares, E. d. S., Lima, I. d., and Sauer, L. (2005). Ambientes virtuais: espaços on line de apoio à aprendizagem de matemática para engenharia. In *Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia -COBENGE*, Campina Grande, PB.
- Soares, M. V. and Scalco, R. (2005). O uso de jogos como elemento modificador na aprendizagem. In *Anais do Global Congress on Engineering and Technology Education - GCETE 2005*, pages 1067–1071, São Paulo.
- Souza, C. M. d. (2009). A educação escolar: um sistema de atividade articulando com outros sistemas. *Est. Aval. Educ.*, 20(42):p. 59–72.
- Souza, P. (2003). *Diretrizes para a construção de mediadores sócio-construtivistas em sistemas de aprendizagem colaborativa apoiada por computador*. PhD thesis, Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis.
- Spasser, M. A. (2002). Realist activity theory for digital library evaluation: Conceptual framework and case study. *Computer Supported Cooperative Work*, 11:81–110.

- Spradley, J. P. (1979). *The ethnographic interview*. Holt, Rinehart and Winston, New York.
- Stake, R. E. (2000). Case studies. In Denzin, N. K. and Lincoln, Y. S., editors, *Handbook of qualitative research*, pages 435–454, London. Sage.
- Stump, S. M. D. and Mustaro, P. N. (2005). Utilização de objetos de aprendizagem: propostas metodológicas para a educação em engenharia no século xxi. In *Anais do Global Congress on Engineering and Technology Education - GCETE 2005*, pages 1305–1310, São Paulo.
- Teive, R. C. G. (2005). A avaliação da avaliação no processo de ensino-aprendizagem - um estudo de casos na engenharia. In *Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia*, Campina Grande, PB.
- Thofehrn, M. B. (2005). *Vínculos profissionais: uma proposta para o trabalho em equipe na enfermagem*. PhD thesis, Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Enfermagem., Florianópolis.
- Timm, M. I., Schnaid, F., and Costa, J. C. d. (2005). O projeto como atividade estruturadora da cognição do engenheiro. In *Anais do Global Congress on Engineering and Technology Education - GCETE 2005*, pages 933–936, São Paulo.
- Tolmie, A. and Boyle, J. (2000). Factors influencing the success of computer mediated communication (cmc) environments in university teaching: a review and case study. *Computers and Education*, 34:119–140.
- Tomaz, V. S. (2007). *Práticas de transferência de aprendizagem situada em uma atividade interdisciplinar*. PhD thesis, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- Trevelin, A. T. C. and Pereira, M. A. A. (2005). A aplicação dos estilos de aprendizagem em alunos de graduação em tecnologia: a busca pela adequação de uma metodologia de ensino-aprendizagem. In *Anais do XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia - COBENGE*, Campina Grande, PB.
- Trindade, B. (2002). *Ambiente híbrido para a aprendizagem dos fundamentos de desenho técnico para as engenharias*. PhD thesis, Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis.
- Turner, P. and Turner, S. (2001). A web of contradictions. *Interacting with computers*, 14:1–14.
- Ueno, R. and Chwif, L. (2005). Ambientes de simulação para melhoria do processo de ensino aprendizagem. In *Anais do Global Congress on Engineering and Technology Education - GCETE 2005*, pages 1237–1241, São Paulo.

- Valente, V. C. P. N. (2003). *Desenvolvimento de um ambiente computacional interativo e adaptativo para apoiar o aprendizado de Geometria Descritiva*. PhD thesis, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Vallim, M. (2000). Em direção à melhoria do ensino na área tecnológica: a experiência de uma disciplina de introdução à engenharia de controle e automação. Master's thesis, Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, Florianópolis.
- Vasconcelos, S. I. C. C. (2002). Pesquisas qualitativas e formação de professores de português. In Bastos, N. B., editor, *Língua Portuguesa: uma visão em mosaico*., São Paulo. Educ.
- Viégas, L. d. S. (2007). Reflexões sobre a pesquisa etnográfica em psicologia e educação. *Diálogos Possíveis*, pages 101–123. A revista Diálogos Possíveis é editada pela Faculdade Social da Bahia.
- Vinner, S. (1991). *Advanced Mathematical Thinking*, chapter The Role of Definitions in the Teaching and Learning of Mathematics., pages 65–81. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, The Netherlands. Tradução de Márcia Pinto e Jussara Araújo.
- Vivian, N. M. (2006). Análise dos padrões discursivos de um professor de ciências do ensino fundamental. Master's thesis, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society: the Development of Higher Psychological Processes*. Cole, M and John-Steiner, V. and Scribner, S. and Souberman, E., Cambridge, MA.
- Vygotsky, L. S. (1982). Obras escogidas ii.
- Vygotsky, L. S. (1984). *Formação social da mente*. Martins Fontes, São Paulo.
- Vygotsky, L. S. (1987). The collected works of l. s. vygotsky. In Rieber, R. W. and Carton, A. S., editors, *Problems of General Psychology*, volume 1, New York. Plenum Press.
- Vygotsky, L. S. (1989). *Fundamentos de Defectologia. Obras Completas*. Editorial Pueblo y Educación, Havana.
- Vygotsky, L. S. (1993). *Pensamento e Linguagem*. Martins Fontes, São Paulo.
- Vygotsky, L. S. (1996). *Estudos sobre a história do comportamento: o macaco, o primitivo e a criança*. Artes Médicas, Porto Alegre.
- Vygotsky, L. S. (1998). *A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores*. Martins Fontes, São Paulo, 6 edition.

- Vygotsky, L. S. (2000). *A construção do pensamento e da linguagem*. Martins Fontes, São Paulo.
- Vygotsky, L. S. (2001). *Psicologia Pedagógica*. Martins Fontes, São Paulo.
- Werstch, J. (1981). *The concept of activity in Soviet psychology*. UMI Books on demand, Ann Arbor.
- Wu, Z. (2004). Being, understanding and naming: Teachers' life and work in harmony. *International Journal of Educational Research*, 41:307–323.
- Yin, R. K. (1994). *Applications of Case Study Research*. Sage, NewburyPark.
- Zanon, D. A. V. and Freitas, D. d. (2007). A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. *Ciências e Cognição*, 10:93–103. Disponível em <<http://www.cienciasecognicao.org>>. Último acesso em junho de 2010.