

**UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, INOVAÇÃO E DESENVOLVIMENTO
TECNOLÓGICO
CENTRO DE FILOSOFIA E EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
CURSO DE MESTRADO**

ANDRÉA CANTARELLI MORALES

**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS NA
APRENDIZAGEM DE ELETRICIDADE EM GRUPOS OPERATIVOS NUM
AMBIENTE DE LABORATÓRIO**

**CAXIAS DO SUL
2013**

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

ANDRÉA CANTARELLI MORALES

**ESTUDO DA INFLUÊNCIA DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS NA
APRENDIZAGEM DE ELETRICIDADE EM GRUPOS OPERATIVOS NUM
AMBIENTE DE LABORATÓRIO**

Dissertação apresentada à banca examinadora do Curso de Pós-Graduação em Educação, da Universidade de Caxias do Sul, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientador: **Prof. Dr. Francisco Catelli**

CAXIAS DO SUL

2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade de Caxias do Sul
UCS - BICE - Processamento Técnico

M828e Morales, Andréa Cantarelli

Estudo da influência dos conhecimentos prévios na aprendizagem de
eletricidade em grupos operativos num ambiente de laboratório / Andréa
Cantarelli Morales. - 2014.

96 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (Mestrado) – Universidade de Caxias do Sul, Programa de
Pós-Graduação em Educação, 2014.

Orientação: Prof. Dr. Francisco Catelli

1. Métodos de ensino. 2. Instrução em grupo. 3. Laboratórios de
eletricidade – Forma de ensino. 4. Conhecimento e aprendizagem. 5.
Eletricidade. I. Título.

CDU 2.ed. : 37.091.33

Índice para o catálogo sistemático:

1. Métodos de ensino	37.091.33
2. Instrução em grupo	37.091.6
3. Laboratórios de eletricidade – Forma de ensino	537:37.091.33
4. Conhecimento e aprendizagem	37.091.322.7
5. Eletricidade	537

Catalogação na fonte elaborada pela bibliotecária
Márcia Servi Gonçalves – CRB 10/1500



UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

“A aprendizagem de eletricidade no ambiente de laboratório”

Andréa Cantarelli Moraes

Dissertação de Mestrado submetida à Banca Examinadora designada pela Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Caxias do Sul, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Mestre em Educação. Linha de Pesquisa: Educação, Linguagem e Tecnologia.

Caxias do Sul, 23 de janeiro de 2014.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Francisco Catelli
Universidade de Caxias do Sul

Prof. Dr. João Bernardes da Rocha Filho
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

Profa. Dra. Tania Maris de Azevedo
Universidade de Caxias do Sul

CIDADE UNIVERSITÁRIA

Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 – B. Petrópolis – CEP 95070-560 – Caxias do Sul – RS – Brasil
Ou: Caixa Postal 1352 – CEP 95020-972 – Caxias do Sul – RS – Brasil
Telefone / Telefax (54) 3218 2100 – www.ucs.br
Entidade Mantenedora: Fundação Universidade de Caxias do Sul – CNPJ 88 648 761/0001-03 – CGCTE 029/0089530

Dedico este trabalho a meu companheiro Nilson Antônio Cestito, que tanto me apoiou e me deu suporte nesta jornada.

AGRADECIMENTOS

Uma dissertação de mestrado, certamente, não é realizada por uma só pessoa, por isso, neste momento, cabe aqui expressar o meu agradecimento a todos que contribuíram para a realização deste trabalho, seja de forma direta ou indireta.

Agradeço, primeiramente, a Deus pela luz e pela força que me guiam.

Ao meu orientador, Prof. Francisco Catelli, pela paciência, dedicação e, principalmente, pelo incentivo.

Aos meus pais Gilmar e Maureen, que me possibilitaram estar aqui e sempre me incentivaram ao crescimento pessoal e profissional com responsabilidade e ética.

Ao meu companheiro Nilson, pelo apoio e incentivo, compreensão e dedicação, sempre respeitando minhas ausências.

Aos meus filhos Lucas e Laura, luzes da minha vida, agradeço a vocês por existirem e encherem meu coração de alegria.

À professora Tânia Maris de Azevedo e ao professor João Bernardes da Rocha Filho, por aceitarem participar da banca de defesa desta dissertação e contribuírem, assim, com a pesquisa realizada.

À professora Valquíria Villas Boas pela importante contribuição na banca de qualificação, bem como pela preocupação e motivação.

Às professoras Isolda e Laurete, pela constante preocupação e incentivo.

Aos professores do programa de Mestrado, pelo aprendizado.

Aos meus colegas do Mestrado pela convivência, em especial à Fabiana Pauletti pelo grande incentivo e bom humor.

Aos colegas de trabalho da área de Automação Industrial, pelo apoio e incentivo, e, também, por compreender minhas ausências.

“Agradeço todas as dificuldades que enfrentei; não fosse por elas, eu não teria saído do lugar. As facilidades nos impedem de caminhar. Mesmo as críticas nos auxiliam muito.”

Chico Xavier

RESUMO

Esta dissertação de mestrado tem como objetivo principal investigar em que medida o conhecimento prévio dos alunos referente à *eletricidade* propicia a aprendizagem em laboratório, ambiente de trabalho coletivo. Foi dado início à pesquisa com um questionário aos alunos de Engenharia Mecânica, da disciplina de Laboratório de Eletroeletrônica, neste questionário buscou-se considerar o conhecimento prévio dos alunos sobre eletricidade. Por se tratar de um ambiente de laboratório, todas as atividades práticas são realizadas em grupos. Assim, foram considerados alguns referenciais teóricos específicos, para afirmar as relações evidenciadas nos grupos de trabalho, os quais foram divididos em oito partes: na primeira parte, foi realizada uma explanação sobre o ambiente de trabalho; na segunda, caracterizou-se o ambiente de trabalho específico, o laboratório; na terceira, foram elencadas algumas concepções importantes para esta dissertação; na quarta parte, evidenciaram-se as teorias de aprendizagens por associação e por reestruturação que estão envolvidas nesta pesquisa. Nas partes cinco e seis, foram apresentados os referenciais teóricos relacionados aos processos cognitivos, tais como a teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e a teoria de Zona de Desenvolvimento Proximal de Vigotski. Na oitava parte, foram destacadas habilidades e competências necessárias ao ambiente de laboratório; e, na oitava e última parte, ressaltou-se o processo relacionado aos trabalhos em grupo, destacando-se os conceitos de Gestalt e Campo de Kurt Lewin, assim como a teoria de Grupos Operativos de Pichon-Rivière. Para a busca dos dados empíricos da pesquisa, aplicou-se um questionário que procurou pelos conhecimentos formais anteriormente adquiridos, isto é, pelos conhecimentos prévios dos sujeitos envolvidos. Juntamente com as informações recolhidas pelo questionário e pelas observações da professora da disciplina, escreveu-se o capítulo “Construção do *corpus*”, no qual foi especificado como ocorreu a formação dos grupos e a sua organização com relação aos conhecimentos prévios. A Análise Textual Discursiva deu suporte para o capítulo seguinte, denominado “Análise dos empíricos relacionados no *corpus*”, originando três categorias *a priori*: (a) formação dos grupos; (b) afinidade entre os integrantes do grupo; e (c) colaboração entre os integrantes do grupo; sendo que primeira categoria foi subdividida em duas: (a₁) Formação de grupos homogêneos e (a₂) Formação de grupos heterogêneos. Nas considerações finais, foi observado que em todos os *grupos homogêneos*, em relação ao conhecimento prévio, independentemente de terem sido formados por afinidade ou não, houve colaboração entre todos os integrantes do grupo. Já nos *grupos heterogêneos*, houve colaboração tanto nos grupos formados por afinidade como nos formados aleatoriamente. Entretanto, o fato de se tratar de um grupo heterogêneo não garante que os alunos estejam necessariamente comprometidos com o seu processo de aprendizagem e nem com o do grupo, o que traz aqui uma questão para futuras pesquisas. Também elencamos a questão da importância da formação dos grupos, assim como do professor estar a par dos conhecimentos formais previamente adquiridos de seus alunos.

Palavras-chave: Grupos operativos. Conhecimento prévio. Atividades em grupo. Laboratório de eletricidade.

ABSTRACT

This dissertation aims to investigate to what extent the students' prior knowledge of electricity provide (or not provide) learning in an environment of collective work (lab). The research began with a questionnaire to students of Mechanical Engineering, Laboratory of Electrical and Electronics discipline, this questionnaire we sought to contemplate the students' prior knowledge about electricity. Since this is a lab environment, all practical activities are carried out in groups. Thus were considered some specific state relations evidenced in the working groups, which were divided into eight parts theoretical frameworks : First an explanation of the work environment was performed according characterized the particular work environment, the laboratory. For third were listed some important concepts for this dissertation, the fourth moment is evidenced theories of learning by association and restructuring that are involved in this research , in parts five six are related to the cognitive process , such as theoretical theory meaningful learning theory of David Ausubel and of proximal development Vygotsky's zone. In the eighth part is highlighted the skills and competencies needed in the laboratory and in the eighth and final part is highlighted related to the work group process which has highlighted the concepts of Gestalt and field of Kurt Lewin and the theory of groups operating Pichon - Rivière. To search for the empirical research data, a questionnaire that sought formal prior learning, which were later called short form of "prior knowledge" was applied. Along with the information gathered from the questionnaire and observations of teacher discipline the chapter called the corpus construction which was specified as the formation and organization of groups with respect to prior knowledge occurred was written. The discursive textual analysis gave support to the next chapter called empirical analysis of the related corpus yielding three a priori categories: group formation, affinity group members and collaboration among group members , with the first category was subdivided into two: formation of homogeneous groups and formation of heterogeneous groups . In the conclusion it was observed that in all homogeneous groups with respect to prior knowledge, regardless of having been formed by marriage or not, there was collaboration between all members of the group. Already in heterogeneous groups, collaboration was both formed affinity groups as randomly formed us. However, the fact that it is a heterogeneous group does not guarantee that students are necessarily committed to the process of learning and not with the group, which brings here a question for future research. Also we list the issue of the importance of group formation as well as the teachers to know previously acquired formal knowledge of their students.

KEYWORDS: Operative groups. Prior knowledge. Group activities. Eletricity lab.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema do cone invertido	48
--	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Formação dos grupos por turmas	58
Quadro 2 – Conhecimento prévio dos alunos da turma A	60
Quadro 3 – Conhecimento prévio dos alunos da turma B	64

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
1 CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS.....	17
1.1 O AMBIENTE EXPERIMENTAL.....	17
1.2 IDENTIFICANDO O AMBIENTE DE APRENDIZAGEM.....	20
1.3 ALGUMAS CONCEPÇÕES QUE PROMOVEM O ENCAMINHAMENTO DA QUESTÃO FOCO DESSA DISSERTAÇÃO.....	23
1.4 TEORIAS DA APRENDIZAGEM.....	26
1.4.1 Aprendizagem significativa de David Ausubel.....	30
1.4.2 Zona de Desenvolvimento Proximal de Vigotski.....	35
1.5 HABILIDADES E COMPETÊNCIAS NECESSÁRIAS PARA O AMBIENTE DE APRENDIZAGEM EM LABORATÓRIO.....	38
1.6 TRABALHO EM GRUPO E A TEORIA DOS GRUPOS OPERATIVOS.....	41
2 MÉTODO.....	51
2.1 PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVOS.....	51
2.2 CONSTITUIÇÃO DA PESQUISA.....	52
2.3 A CONSTITUIÇÃO DO <i>CORPUS</i>	54
3 CONSTRUÇÃO DO <i>CORPUS</i>.....	56
4 ANÁLISE DOS DADOS EMPÍRICOS RELACIONADOS NO <i>CORPUS</i>.....	71
4.1 FORMAÇÃO DOS GRUPOS.....	71
4.1.1 Formação de grupos homogêneos.....	73
4.1.2 Formação de grupos heterogêneos.....	76
4.2 AFINIDADE ENTRE OS INTEGRANTES DO GRUPO.....	79
4.3 COLABORAÇÃO ENTRE OS INTEGRANTES DO GRUPO.....	81
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	85
REFERÊNCIAS.....	90
APÊNDICE 1: Questionário aplicado como objeto para identificar o conhecimento prévio dos alunos.....	95
APÊNDICE 2: Atividade prática realizada.....	96

INTRODUÇÃO

A aprendizagem de ciências em ambiente de laboratório é algo que há muito tempo vem sendo trabalhado com os alunos, tanto do ensino médio quanto do universitário. Pesquisas recentes (BARROS, 2004; BARROS e LABURÚ, 2007; SILVA e VILLANI, 2009; SILVA, 2006; MORALES, 2012) demonstram a importância não só do aprendizado de ciências no ambiente de laboratório, como também a questão da aprendizagem nesse mesmo ambiente de laboratório, considerando especialmente a peculiaridade de que as atividades desenvolvidas são realizadas em grupo.

Além da busca dos conhecimentos prévios dos alunos também serão abordadas nesta pesquisa teorias da aprendizagem, por associação e por reestruturação, buscando uma maior compreensão da aprendizagem dos alunos no ambiente de laboratório, a qual se diferencia, particularmente, pelo fato de necessitar de habilidades e competências específicas voltadas à aprendizagem prática.

Na maioria das vezes, os alunos idealizam o laboratório de ciências a partir de uma perspectiva ilusória (lá tudo são flores) e da ideia de o que se tem “no mundo real” pode ser transposto para esse ambiente e ser transformado em “experimentos”. No ambiente de laboratório, há “coisas” (instrumentos, resistores, capacitores) e, com certeza, essas “coisas” são concretas. A utilização dos instrumentos no laboratório visa, em especial, à execução de medidas. Mas, nessa perspectiva idealizada, os estudantes não fazem aflorar o caráter paradoxalmente abstrato das medidas. Com isso, perde-se um aspecto essencial: “a medida é [...] a linguagem que utiliza o cientista na sua descrição do Universo” (CATELLI, 1999, p. 53).

A medida deve se transformar em alguma coisa, uma imagem, uma representação ou mesmo um modelo. O conceito mais básico de *medida* apresentado por Legendre (1993, *apud* CATELLI, 1999, p. 56) é o de ser ela a “operação pela qual números são atribuídos, segundo um conjunto determinado de regras, a coisas ou acontecimentos”. Fazendo essa junção com o laboratório de ciências, a atividade experimental deveria idealmente propiciar ao aluno a vivência dos experimentos já realizados, através de uma visão mais ampla do universo; visão essa que é, no mundo da técnica, fundamentada na ideia de medida.

Já o conceito de *aprendizagem* mais adequado a ser considerado neste trabalho é o apresentado por Masetto:

Quando, porém, falamos em aprender, entendemos buscar informações, rever a própria experiência, adquirir habilidades, adaptar-se às mudanças, descobrir significado nos seres, nos fatos, nos fenômenos e nos acontecimentos, modificar atitudes e comportamentos. Todas as atividades que apontam para o aprendiz como agente principal e responsável pela sua aprendizagem. Elas estão centradas no aprendiz (aluno), em suas capacidades, possibilidades, necessidades, oportunidades e condições para que aprenda. [...] Os processos de ensino e aprendizagem são distintos. A ênfase num ou noutro fará com que os resultados da integração ou correlação dos dois processos sejam completamente diferentes. (2003, p. 36)

A aprendizagem ocorre de uma maneira diferenciada entre os estudantes. Quando for decorrente de trabalhos práticos, desenvolvidos em grupo, tende a ser ainda mais diferenciada, por incluir aspectos ligados ao ambiente e às características individuais de cada aluno inserido no contexto de sala de aula ou de laboratório. Todo processo educacional tem como objetivo principal a aprendizagem do aluno e – sem deixar de lado a importância de que essa aprendizagem seja significativa – é preciso levar em consideração que a relação teoria e prática deve ser simultânea e recíproca. A *teoria* é a guia da ação e a *prática* é a própria ação embasada pela teoria. Em outras palavras, deve haver uma interdependência, principalmente, no campo epistemológico no qual esses dois conceitos são indissociáveis.

Levando em conta o ambiente de laboratório de eletricidade, nele exercemos atividades práticas nas quais são utilizadas grandezas e medidas. *Grandezas*, como corrente elétrica¹, diferença de potencial² e resistência elétrica³, são trabalhadas no laboratório. Somente podemos comparar valores se forem de uma mesma grandeza física, sejam eles calculados ou obtidos através de medições. No ambiente de laboratório, que é o “território” no qual se desenvolveu esta dissertação, medições são rotinas.

Medidas, por sua vez, caracterizam o laboratório. Essa é uma concepção coerente e bastante plausível. Mas o que é menos comum é lembrar que as medidas estão na base da própria matemática: “Não existe assunto mais fundamental: a medida é o ponto de partida de todas as aplicações das matemáticas” (LEBESGUE, 1975, p.4). Cálculos com os resultados dessas medições também o são, daí a preocupação com a matemática. Lembremos que medir é representar as grandezas, umas pelas outras. Assim, exercemos ações sobre o objeto real e operações sobre o conceito. Curiosamente, as operações sobre o conceito são as medidas. Disso resulta a afirmação de que se trabalha em laboratório tanto com conhecimento prático quanto com conhecimento teórico.

¹ Corrente elétrica é qualquer movimentação de cargas de uma região para outra. Também pode ser entendida como a relação entre a diferença de potencial e a resistência elétrica. (YOUNG, 2009, p. 135)

² Potencial elétrico, também conhecido por “tensão”, é a energia potencial por unidade de carga. (Ibidem, p. 78)

³ Resistência elétrica é definida como a medida da oposição à passagem da corrente elétrica. (Ibidem, p.142)

Levando em consideração os conceitos teóricos e práticos, não podemos ignorar que a aprendizagem de eletricidade, disciplina pertencente à área das Ciências Exatas, envolve, num grau elevado, conteúdos de matemática. Por essa razão, faremos uma breve incursão pela didática da Matemática.

Algumas pesquisas em didática da Matemática (ONUCHIC, 1999; ROSA NETO, 2010; MOYSÉS, 2003) têm origem na constatação de que os conhecimentos aprendidos pelo aluno não podem ser reduzidos ao subconjunto de conhecimentos ensinados; esses podem ser errôneos, locais ou parciais, em vista dos saberes que o educador deseja compartilhar. Face a essa constatação, a hipótese que parece ser a mais amplamente aceita pela comunidade de estudiosos da didática consiste em conceber o aprendizado de Matemática dentro de uma perspectiva construtivista, considerando que há a interação do aluno com o objeto de estudo.

há na actividade matemática mais que uma organização formal de esquemas e que toda a ideia pura é acompanhada de uma aplicação psicológica, de um exemplo que desempenha as funções de realidade. E damos-nos conta, ao meditar no trabalho matemático, de que ele provém sempre de uma extensão de um conhecimento adquirido no real e que, nas próprias matemáticas, a realidade se manifesta na sua função essencial: fazer pensar. (BACHELARD, 1986, p. 11)

Percebe-se certo “ativismo” associado ao laboratório. Esse ativismo leva a alusões, evidentemente apressadas e injustificadas, referentes a determinadas teorias de aprendizagem. Conforme Rosa Neto (2010, p.49), “não basta ser um método ativo, com alunos trabalhando, para ser construtivismo. Na maioria das vezes, é apenas empirismo”. Para que a posição construtivista se configure, é preciso que o aluno aja instigado pela sua motivação e buscando a aprendizagem a partir de seus conhecimentos já existentes.

O *Construtivismo* é tido, por um grande número de autores (MORIN, 2004; POZO, 2002), como a teoria de aprendizagem mais eficaz nos processos de ensino e de aprendizagem. O desenvolvimento de práticas laboratoriais meramente repetitivas não configura, em praticamente nenhum aspecto, as ideias mestras dessa teoria. É necessário o desenvolvimento de práticas reflexivas, que instiguem o aluno a pensar os conceitos e as aplicações necessárias para o desenvolvimento da prática proposta.

É o que dizem Pozo & Crespo, quando se referem ao ensino baseado em conflito cognitivo, diretamente relacionado com a postura construtivista que tem como principal base o: “aluno que elabora e constrói seu próprio conhecimento e que deve tomar consciência de suas limitações e resolvê-las” (2009, p.264). Conforme Fritz Müller (*apud* Rosa Neto, 2010,

p. 34), “cada indivíduo possui uma história que transcorre repetindo aproximadamente a história da espécie à qual pertence”. Em outras palavras, mas sempre dentro de uma perspectiva construtivista, somente o sujeito pode ser o formador do seu processo de aprendizagem, pois cada indivíduo é único e age de acordo com suas vivências e processos já estabelecidos, sendo que somente ele próprio pode fazer uma interligação com seu conhecimento prévio já estabelecido.

Considerando a resolução de problemas do ponto de vista do desenvolvimento das práticas laboratoriais, a matemática a ser utilizada envolve dois aspectos: primeiramente, o aspecto relacionado às grandezas físicas, agrupadas em conjuntos, cujos elementos são grandezas físicas de mesma espécie. Por exemplo, no laboratório aprendemos que não se podem misturar valores de tensão e corrente elétrica, nem do ponto de vista da relação de conjunto nem do ponto de vista da relação de conceitos.

Uma das razões para esse impedimento é a de que o processo de medição dessas duas grandezas se dá de forma diferente. Na matemática, a atenção é dirigida de forma predominantemente à comparação ou, mais especificamente, à representação das grandezas (elementos do conjunto) umas pelas outras. Isso é medir, tanto em matemática, quanto em física.

Em um segundo aspecto, a matemática está diretamente envolvida com a questão da *resolução de problemas*, já que o laboratório não se limita somente à análise de dados obtidos pelos alunos nesse ambiente. O que diferencia a resolução de um problema de uma atividade experimental equivalente?

Segundo Pozo (2002, p.67), a atividade experimental está diretamente ligada ao processo de aprendizagem, pois uma situação de aprendizagem, seja ela implícita ou explícita, pode ser analisada a partir de três fatores básicos: (a) resultados da aprendizagem; (b) processos da aprendizagem; e (c) condições da aprendizagem. Os resultados da aprendizagem estão diretamente ligados aos conteúdos, ou seja, ao que se aprende.

Os processos de aprendizagem estão relacionados ao mecanismo cognitivo de como ocorre a aprendizagem em si, e as condições da aprendizagem está relacionada com o método subjacente ao processo de aprendizagem. Assim, no âmbito desta dissertação, as condições estão relacionadas com as atividades práticas, e os resultados dizem respeito diretamente aos processos de medição das grandezas físicas e seus conceitos, enquanto as condições estão postas no método utilizado, que seria a resolução de problemas interligada às atividades práticas. Considerando a resolução de problemas e as atividades práticas conforme o exposto,

as mesmas não podem ser unificadas, ponderando que já são fatores diferentes no processo de aprendizagem.

Apreciando o exposto e visando um melhor detalhamento, este trabalho de pesquisa foi dividido em seis capítulos. No primeiro, a introdução, ressaltamos o contexto desta pesquisa. No segundo, explanamos o referencial teórico, que foi subdividido em oito itens, sendo o primeiro deles voltado às observações sobre o ambiente experimental e como se dá o processo relacionado ao experimento envolvendo a ciência, já que esta pesquisa abrange o ambiente de laboratório no ensino de eletricidade. O segundo item identifica o ambiente de laboratório, onde ocorreu esta pesquisa. O terceiro evidencia algumas concepções importantes no contexto deste trabalho, tais como educação, aprendizagem, conhecimento e informação. No quarto item ressaltamos as teorias de aprendizagem envolvidas nesta pesquisa, e nos itens cinco e seis são tratados os referenciais teóricos, relacionados com processos cognitivos, tais como a teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel (1980) e o conceito de zona de desenvolvimento proximal evidenciado por Vigotski (1998). No sétimo item destacamos as habilidades e competências necessárias ao ambiente de laboratório, e no oitavo e último item ressaltamos os processos relacionados aos trabalhos em grupo, com destaque aos conceitos de Gestalt e de Campo, de Kurt Lewin (1975), assim como o conceito de Grupo Operativo, criado por Pichon-Rivière (2009).

No terceiro capítulo deste trabalho, explicitamos o método de trabalho, subdividido em problema de pesquisa, objetivos e constituição da pesquisa. É dado especial destaque à Análise Textual Discursiva, conforme Moraes e Galiazzi (2011), como processo utilizado para análise das coletas realizadas. Por fim, um subcapítulo, constituição do *corpus*, esclarece o surgimento desta pesquisa, relatando os caminhos que nos trouxeram até aqui.

O quarto capítulo, intitulado “Construção do *Corpus*”, elucida os elementos do processo, desde a formação dos grupos de trabalho no laboratório, passando pelas colocações relacionadas ao conhecimento prévio dos alunos e concluindo com uma digressão a respeito da existência ou não de afinidades entre os integrantes do grupo. No quinto capítulo, desenvolve-se a análise do *corpus*, para o qual a Análise Textual Discursiva serviu como base para a construção de categorias.

A primeira categoria está relacionada à formação dos grupos e se subdividiu em: *formação de grupos homogêneos*⁴ e *formação de grupos heterogêneos*, no que diz respeito a conhecimento prévio. A segunda categoria evidenciou a questão da afinidade entre os

⁴ Os termos homogêneo e heterogêneo, aqui tratados, são usados segundo os conceitos de Pichon-Rivière (2009), por isso não se optou pela utilização de termos diferentes dos identificados pelo autor.

integrantes do grupo, e a terceira categoria tratou da colaboração existente entre esses integrantes.

Por fim, no sexto e último capítulo são apresentadas as considerações finais; o destaque maior é dado à importância dos conhecimentos prévios e, em especial, à formação dos grupos, fator esse que superou até mesmo aspectos como a afinidade e a colaboração entre os seus integrantes. Como costuma ocorrer em trabalhos investigativos, várias portas foram abertas; boa parte das novas possibilidades que surgiram não foi explorada. Essas possibilidades foram relacionadas num elenco de possíveis investigações futuras.

1 CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

Neste capítulo, identificaremos os pressupostos teóricos que integram os elementos desta pesquisa. Iniciamos apresentando o laboratório de ensino, o ambiente de aprendizagem do qual trata esta pesquisa. Seguimos com algumas concepções, como de ensino, educação, aprendizagem, conhecimento e informação. Nas teorias da aprendizagem, identificamos duas que apresentam especial interesse no contexto deste estudo: a teoria da aprendizagem por associação e a teoria da aprendizagem por reestruturação. Os elementos (aparentemente) opostos que elas incluem identificam diferentes formas de aprendizagem.

Com relação aos elementos cognitivos nos processos de ensino e de aprendizagem ressaltamos a teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel e o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) de Vigotski. Devido ao fato de o laboratório de eletricidade se constituir num ambiente diferenciado da sala de aula, ele requer habilidades e competências específicas, devidamente identificadas e discutidas. Finalizamos com a teoria de Grupos Operativos de Pichon-Rivière, a qual diz respeito à peculiaridade da tarefa de laboratório e ao vínculo entre os elementos do grupo que a teoria de grupo propicia.

1.1 O AMBIENTE EXPERIMENTAL

Iniciamos explicitando o que entendemos por *construtivismo* no ambiente de laboratório. Como o construtivismo trata de uma permanente reconstrução, ele pode ser identificado como a capacidade de superar a racionalidade técnica. O professor se torna o sujeito ativo de sua prática docente, executando reflexões sobre a sua ação. Essas ações incluem um combate ao empirismo “inocente”, o qual explica que a aquisição dos conhecimentos se dá, automaticamente, a partir da observação e se consolida com a experiência. Por sinal, a experiência, nesse contexto de empirismo ingênuo, é a “prova” da qual precisamos para validar o conhecimento produzido: “mostre para provar”. Um “remédio” para esse empirismo ingênuo? Desenvolver atividades práticas nas quais o indivíduo poderá aprender através da interação com o meio, tornando-se construtor dos próprios significados.

Antes de enveredar por essa via, um alerta se faz necessário. Não podemos esquecer que todo aluno, ao entrar num laboratório, já possui conhecimentos prévios que devem ser levados em consideração, para que a construção dos objetos de aprendizagem seja

significativa (AUSUBEL, 1980). A construção desses objetos passa, entre outras coisas, pelas ideias de medida, no caso.

O conceito de *observação*, numa perspectiva construtivista, pressupõe que já tenhamos teorias prévias. Não há observação neutra, isenta de intencionalidade. Ao observarmos algo no laboratório o fazemos munidos de pré-concepções, quer dizer, de concepções que temos antes de ter contato com os objetos do laboratório. Em qual medida essas concepções modificam-se, evoluem, sofisticam-se a partir desse contato? Conforme nos elucida Moraes (2000, p.121), “a ciência é uma disciplina em grande parte baseada na abstração. A realidade científica é abstrata. Ainda que alguns conceitos eventualmente pareçam fazer parte da linguagem e do discurso cultural cotidiano”.

Pensando no processo de observação no laboratório, tendo claro que o estudante já vem munido de conhecimentos prévios e que para observar há a necessidade de, pelo menos em algum grau, conhecer o quadro teórico, este deve estar interligado com os conhecimentos prévios dos estudantes. Há uma separação artificial e pernicioso, substancialmente alimentada no laboratório, mas que, paradoxalmente, pode ser combatida com esse mesmo laboratório: trata-se da separação teoria – prática. Ouçamos Bachelard:

A partir do momento em que se passa da observação à experimentação, o carácter polémico do conhecimento torna-se ainda mais nítido. Nesse caso é preciso que o fenómeno seja catalogado, filtrado, depurado, vertido no molde dos instrumentos, produzido com base no plano dos instrumentos. Ora, os instrumentos não são mais que teorias materializadas. Daí saem fenómenos que trazem em todo o lado a marca teórica. (1986, p. 16)

Essa é uma das concepções prévias mais reticentes: o mundo da teoria é separado daquele da prática. Bachelard, de forma magistral, vê os instrumentos como materialização de teorias, e é urgente transpor isso para o ambiente do laboratório de ensino. Para observarmos, segundo Bachelard (1986), de uma forma cientificamente correta, precisamos ser objetivos, desconsiderando já de início nossas crenças, temores e preferências. Porém, isso é algo praticamente impossível, sabendo-se que todo indivíduo já vem munido de estruturas prévias que foram construídas conforme suas vivências. E essas estruturas são surpreendentemente sólidas.

Uma dessas estruturas, mencionada acima, diz respeito à noção intuitiva de “validade” do que é feito na escola. Se um fenómeno mostra-se, claramente, durante um procedimento experimental, temos aí a prova de que se trata de um conhecimento seguro e certo. Essa segurança e certeza vêm em grande parte dos instrumentos. Mas, o que é ainda pior, todo o

processo que levou a uma determinada cadeia experimental, com suas coleções de instrumentos, rotinas e acessórios, permanece oculto. Thuillier afirma que os estudantes

de fato, frequentemente fazem experimentações sem perceber a enormidade de trabalho que foi necessário para elaborar as noções e os instrumentos que utilizam. Naturalmente, acabam acreditando que aquilo é “evidente”; seu único problema é realizar corretamente a manipulação (1994, p.10)

Há uma rotina pré-existente a ser seguida. Em outras palavras, parece que basta seguir o método. Mas sabemos que não é bem assim. Já que é difícil o diálogo entre a teoria e os fatos, pois a própria noção de teoria implica em incerteza, e mesmo uma teoria eficaz não é necessariamente verdadeira. Podemos considerar uma teoria como sendo adequada quando ela é coerente e possui certa eficácia nas condições que estão sendo observadas. Na realidade a ciência não chega a uma verdade absoluta, mas resolve com maior ou menor precisão grande número de questões. Podemos complementar essa questão com as palavras de Bachelard:

Uma experiência bem feita é sempre positiva. Mas esta conclusão não reabilita a positividade absoluta da experiência sem mais, porque uma experiência só pode ser uma experiência bem feita se for completa, o que só acontece no caso da experiência precedida de um projecto bem estudado a partir de uma teoria acabada. Finalmente, as condições experimentais são condições de experimentação. Este simples matiz dá um aspecto inteiramente novo à filosofia científica, pois põe a tônica nas dificuldades técnicas que se deparam para realizar um projecto teórico preconcebido. Os ensinamentos da realidade só são válidos na medida em que se sugerem realizações racionais. (1986, p. 14)

Retomando o ambiente de laboratório de ciências no contexto das colocações anteriores de Thuillier (1994), identificamos rotinas de grande valor para os alunos realizarem as atividades práticas. Porém, para os alunos, essas rotinas são limitadas justamente porque o que elas têm de mais valioso fica oculto e, então, ocorre uma espécie de desvio de “foco”: os instrumentos são vistos pela sua materialidade e não pelo seu valor intrínseco. As teorias materializadas nos diferentes instrumentos de medidas mostram-se, pelo menos em parte, através dos conceitos envolvidos.

Podemos citar como exemplo um voltímetro⁵. No laboratório, trabalhamos com voltímetros analógicos e digitais, porém nem todos os instrumentos existentes são iguais; possuem escalas diferenciadas, possibilidades de medição as mais variadas, ou mesmo cabos ou conectores que devem ser ligados de outra forma. Nesse caso, se o aluno tiver somente automatizadas rotinas, é possível que não saiba utilizar instrumentos de medição

⁵ Instrumento utilizado para medição de diferença de potencial. (YOUNG, 2009)

diferentes daqueles com os quais se familiarizou; porém, se os conceitos adequados estiverem internalizados em sua estrutura cognitiva, é possível que obtenha mais sucesso.

Retomando a questão da observação, já argumentamos acima a respeito da impossibilidade de um aluno apresentar-se no laboratório sem conhecimento prévio algum. O aprendizado não pode partir do zero e muito menos pode ocorrer de forma “mágica”, somente a partir do contato com os elementos do ambiente de laboratório, ao contrário do que muitos estudantes (e mesmo alguns professores!) acreditam.

Muitas vezes o aluno chega ao laboratório com um conhecimento prévio “alternativo”, quer dizer, um conhecimento prévio que não se comunica (ou se comunica mal) com os conceitos aceitos na comunidade científica, e acabamos acreditando – um tanto apressadamente – que o contato com “as coisas reais” do laboratório, por si só, poderia se encarregar de colocar o conhecimento prévio do aluno no lugar. Porém, a perspectiva construtivista interpreta esse cenário de modo diferente. Haverá evolução, mas não será nada automático.

A compreensão de um conceito complexo (*diferença de potencial*, por exemplo) se dará (se ocorrer!) de forma lenta e com a intervenção de um grande número de elementos, além do contato do estudante com os objetos, aparelhos e dispositivos do laboratório. Esses elementos estão diretamente relacionados com o ambiente, como a interação com os colegas, com o professor, com o ambiente externo, o ambiente de trabalho, por exemplo, o ambiente familiar, os hobbies, se for o caso. A lista pode ser muito longa! E, talvez, o aspecto mais importante que se nutre de tudo isso: a motivação do aluno. Se o aluno estiver motivado, seja intrinsecamente ou extrinsecamente, seu processo de aprendizagem será construído de maneira mais favorável, facilitando a construção de novas alavancas cognitivas para a melhor compreensão do novo conceito.

1.2 IDENTIFICANDO O AMBIENTE DE APRENDIZAGEM

Este estudo busca descrever e interpretar a observação de elementos que possam apontar para a ocorrência da aprendizagem em aulas de eletricidade desenvolvidas no ambiente de laboratório, com a intenção de detectar, para começar, concepções prévias eventualmente apresentadas pelos alunos. Elas são dotadas de certa especificidade com relação ao processo pedagógico utilizado, tendo em vista que o ambiente é diferenciado, não

só por conta da observação, mas também por conta da interação com grupos de trabalho, instrumentos e equipamentos de medição.

Passemos à descrição (um tanto sumária) desse ambiente particular de aprendizagem que é o laboratório de ensino de eletricidade. Sua distribuição física consiste de bancadas, para os experimentos em grupo, quadro branco e retroprojeter. Não é um ambiente propício para aulas nas quais o professor seja o centro da atenção, devido à altura e ao posicionamento das bancadas, que dificultam a visão geral do quadro, mas possui o mínimo necessário para uma explicação técnica breve sobre o desenvolvimento do experimento.

Os laboratórios de eletricidade ficam sob a responsabilidade de um técnico de laboratório que tem diversas funções: organizar o material para as aulas, conforme solicitação do professor, manter o material em condições de uso e abastecer o estoque com os componentes necessários aos experimentos que podem ser realizados pelo professor. Os componentes pequenos, tais como resistores e capacitores de pequeno porte, ficam na sala do responsável técnico, já os componentes de uso didático de tamanho maior estão dispostos em armários dentro do próprio laboratório, assim como todos os instrumentos de medição.

O sistema de proteção dos laboratórios consiste de diversos disjuntores⁶, um em cada bancada, para proteção individual, um segundo disjuntor localizado dentro do laboratório, que tem a função de proteger um grupo de bancadas, e o terceiro disjuntor, localizado no corredor, que protege todo o laboratório, incluindo a iluminação.

Todas as bancadas são dotadas de instrumentos para medição de tensão, corrente, potência e resistência elétrica, além de fontes de tensão contínua e alternada. Para a realização de um experimento, são necessários componentes para a montagem dos circuitos, tais como resistências, lâmpadas, capacitores e indutores, que normalmente são utilizados para a montagem de circuitos elétricos simples com vistas ao estudo de circuitos de corrente alternada e contínua.

Nos momentos em que o aluno interage com algum dos dispositivos nomeados, instala-se um processo, primeiramente, de observação e, posteriormente, de interação com esse dispositivo; esta interação leva a medições, que são posteriormente interpretadas. Quando isso ocorre, pelo menos num certo grau, esse “dispositivo” torna-se um “objeto de aprendizagem”. Entretanto, convém salientar que o importante na aula de laboratório não é a medição em si, mas a sua interpretação, a qual inclui, especialmente, a busca da significação,

⁶ Disjuntores são dispositivos que funcionam como interruptores, prevenindo a ocorrência de possíveis curtos-circuitos, e sua principal função é desativar o sistema em caso de sobrecarga de corrente elétrica. (INFOESCOLA, 2012)

já que o ambiente de laboratório propicia a formulação de hipóteses, as quais podem, por sua vez, serem submetidas ao crivo do corpo teórico que, supõe-se, está também em construção pelos próprios alunos.

A par dessa consideração, eminentemente técnica, há outra, no mínimo igualmente importante: primeiro, a segurança dos estudantes e do professor ao manusear o equipamento; depois, a segurança dos usuários que estarão, no futuro, nas mãos desses profissionais. Então, para começar, na execução de experimentos no âmbito da eletricidade, é necessário garantir o mínimo de segurança para os alunos, tendo em vista que eles estarão trabalhando com tensões potencialmente perigosas⁷.

Em se tratando de eletricidade, o ambiente de laboratório propicia a vivência e a visualização do que é trabalhado em aulas expositivas ou mesmo de resolução de problemas. Essa vivência e visualização auxiliam no aprendizado do aluno já que a eletricidade envolve muitos conceitos abstratos na sua base. Coloquemos como exemplo o conceito de energia, tendo em vista que estamos trabalhando com laboratório de eletricidade.

Esse conceito é fundamental para grande parte do desenvolvimento das atividades práticas que serão realizadas no laboratório. Podemos afirmar que os alunos possuem uma grande intimidade com o termo, mesmo em se tratando de expressões usadas em nosso cotidiano, como “consumo de energia” e “fontes de energia”, porém, identificar o conceito científico relacionado à energia já está fora no âmbito da maioria dos estudantes de engenharia, conforme estudos identificados por Pozo e Crespo (2009, p. 198). Essa concepção espontânea dos conceitos, ainda segundo os autores, deriva muitas vezes do fato de os alunos já terem formado, em sua estrutura cognitiva, conceitos frágeis, predominantemente embasados no senso comum.

1.3 ALGUMAS CONCEPÇÕES QUE PROMOVEM O ENCAMINHAMENTO DA QUESTÃO FOCO DESSA DISSERTAÇÃO

Iniciemos com a definição de algumas concepções essenciais para encaminhar a resposta à pergunta de pesquisa: **“Em qual medida os conhecimentos prévios dos alunos**

⁷ As tensões tanto podem ser de valores baixos, podendo não causar nenhum dano físico, como de valores altos, que, dependendo do caminho pelo qual circula a corrente elétrica através do corpo, podem até causar a morte. Para evitar o choque elétrico, é necessário, primeiramente, que o laboratório possua um bom sistema de proteção com disjuntores e, também, instruções aos alunos para que não manuseiem os circuitos com as fontes energizadas, independentemente da intensidade da tensão elétrica. Outra questão que vale a pena ser ressaltada é a necessidade de certas habilidades e competências por parte dos alunos para o desenvolvimento das atividades, as quais serão mais especificamente relatadas no decorrer do trabalho.

em eletricidade propiciam a aprendizagem, num laboratório, ambiente de trabalho coletivo?”.

Como primeiro conceito, destacamos *educação*, que é uma palavra dotada de diversos significados. O filósofo espanhol Octavi Fullat (1994) afirma que, etimologicamente, a palavra *educação* provém dos vocábulos latinos *e-ducere* e *educare*. *Ducere* significa conduzir, enquanto que *e* significa para fora, de modo que *educare* sugere a ação de formar, guiar e instruir.

Para Paviani (2010), os conceitos de *educação* e *ciência* caminham juntos, dado que a educação escolar incentiva a produção científica, o que leva, por exemplo, à expressão *educação para a ciência*. Porém, esses dois conceitos são tão amplos que poderiam abrigar os mais diversos significados. Segundo Paviani, a ciência pode ser compreendida, no sentido *lato*,

como o conjunto de enunciados acerca de um determinado objeto ou campo de pesquisa, ou ainda, como conhecimento objetivo e sistematizado, expresso em linguagem formal, e caracterizado por uma investigação que progride sempre na tentativa de resolver problemas de interesse para o homem (2010, p.10).

Para ele, portanto, a *educação* é vista “como um processo natural, numa sociedade de classes, que assume aspectos contraditórios”. Segundo suas colocações, numa sociedade primitiva, a educação identifica-se com as relações sociais dos homens e da produção. Na nossa sociedade, a educação é colocada como algo necessário à sobrevivência do grupo e da própria sociedade, principalmente a educação escolar, a qual está totalmente focada na investigação científica que lhe determina o conteúdo.

Dessa forma, nem nós, nem a escola, somos totalmente livres para termos a educação que queremos, dado que há uma *educação informal* transmitida por grupos sociais, meios de comunicação ou organizações sindicais, que não pode (e nem deve) ser ignorada. Já a *educação formal*, aquela que tem força de lei, tem componentes políticos que a influenciam de forma decisiva.

D’Ambrósio (1999, p.15) define educação como “o conjunto de estratégias desenvolvidas pelas sociedades para: a) possibilitar a cada indivíduo atingir seu potencial criativo; b) estimular e facilitar a ação comum, com vistas a viver em sociedade e exercer cidadania”.

Dessa forma, a educação não começa na escola, e pode, muitas vezes, ser confundida com cultura quando pensada em conceito mais amplo. Um conceito, até certo ponto,

difundido na nossa sociedade é o de que a escola é o lugar onde o estudante adquire informações as quais são repassadas, em especial pelos professores, mas também pelos livros que ele usa, para mencionar apenas duas das muitas fontes usuais de informação que podem ser encontradas no ambiente escolar. Nesse sentido caberia, então, a pergunta: repassar informações é educar? No nosso viés, educação é algo amplo, que vai além do processo de aprendizagem. De modo amplo, *educação* diz respeito à formação do sujeito como ser.

Após essa breve digressão a respeito do conceito de educação, prosseguiremos com o conceito de *conhecimento*, e, uma vez de posse dele, especificaremos o conceito de *aprendizagem*, alvo preferencial dessa dissertação.

Conforme Luckesi (2002, p.16), no que se refere ao conceito de *conhecimento*, é preciso considerar quatro elementos. O primeiro seria o *sujeito*, que é aquele que conhece; o segundo, o *objeto*, aquele que é conhecido; o terceiro está relacionado com o *ato de conhecer*; e o último elemento, o *resultado*, seria a compreensão da realidade. O *sujeito* e *objeto* ficam bem explícitos em suas colocações, porém o *ato de conhecer* e o *resultado* desse ato podem ser entendidos como segue, conforme as próprias palavras de Luckesi:

O ato de conhecer é o processo de interação que o sujeito efetua com o objeto, de tal forma que, por recursos variados, vai tentando captar do objeto a sua lógica, a possibilidade de expressá-la conceitualmente. Então, o sujeito interage com o objeto para descobrir-lhe, teoricamente, a *forma de ser*. Por último, o resultado do ato de conhecer é o *conceito* produzido, o conhecimento propriamente dito, a explicação ou a compreensão estabelecidas, que podem ser expostas e comunicadas. Enquanto o ato de conhecer exige análise dos elementos, dos fragmentos da realidade, enquanto o ato de conhecer é *analítico*, o conhecimento (a explicação) é *sintético*. A exposição da explicação obtida não necessita reproduzir, passo por passo, todos os fragmentos do processo de investigação, basta apresentar a lógica central dos dados da realidade que sustentam o conceito formulado (2002, p.17)

Dessa forma podemos resumir o conceito de Luckesi (2002, p.18) sobre *conhecimento* como sendo a “compreensão/explicação sintética produzida pelo sujeito por meio de um esforço metodológico de análise dos elementos da realidade, desvendando a sua lógica, tornando-a inteligível”.

Seguindo os pressupostos acima com relação ao conhecimento, precisamos trabalhar, mais especificamente, o objeto do conhecimento que é, segundo Luckesi,

o mundo exterior ao sujeito, que é representado em seu pensamento a partir da manipulação que executa com eles. Os conceitos não nascem de dentro do sujeito, mas sim da apropriação adequada que ele faz do exterior. Deste modo, a iluminação da realidade não é um ato exclusivo do sujeito, mas um ato que se processa dialeticamente *com e a partir* da realidade exterior. O sujeito ilumina a realidade

com sua inteligência, mas a partir dos fragmentos de “luz”, dos sinais que a própria realidade lhe oferece. O sujeito, no nível da teoria, *explica* um objeto, não porque ele voluntariamente queira que a explicação seja esta e não outra, mas sim porque os fragmentos da realidade com os quais ele trabalha lhe oferecem uma lógica de compreensão, lhe permitem *descobrir* uma inteligibilidade entre eles, formando, assim, um conceito que nada mais é do que a expressão pensada de um objeto. (2002, p.16)

No contexto atual do desenvolvimento da sociedade, a influência de elementos externos é cada vez mais intensa e afeta cada vez mais o indivíduo, considerando o desenvolvimento tecnológico e as mídias televisivas. Dessa forma, o indivíduo é bombardeado com informações em seu mundo exterior e, nessa perspectiva, podemos identificar a informação como o objeto do conhecimento. Morin (2004, p.10) já identificava a “informação como sendo a matéria-prima para o conhecimento”, e o pensamento seria o capital mais precioso para o indivíduo e a sociedade, pois, segundo esse autor, a informação, para se transformar em conhecimento, precisa passar pelo pensamento, porém, pensamento como sinônimo de reflexão, de discernimento.

Informações são dados que descrevem um domínio físico ou abstrato e que não podem existir sem um processo de comunicação⁸. Nos tempos atuais, temos a informação disponível de forma muito fácil e em um ritmo muito acelerado, através dos meios tecnológicos. Mas, para que haja aprendizagem, é preciso que o sujeito conecte as novas informações com conhecimentos já existentes em sua estrutura cognitiva, e para que isso ocorra, não basta ler informações relacionadas ao que se deseja aprender, é preciso coordenar os diversos elementos envolvidos de forma que essa conexão ocorra.

Considerando que, nos dias que correm, é possível acessar de forma fácil e ágil os mais diversos tipos de informação, o próprio sujeito é que precisa organizar a sua pesquisa para conseguir organizar essas informações e processá-las, a fim de que se transformem em aprendizagens, fazendo a conexão necessária com seus conhecimentos prévios existentes. Já nas informações impressas, tais como os livros textos, normalmente as estruturas já estão organizadas de forma a proporcionar (em princípio) a aprendizagem, o leitor segue uma sequência já estabelecida para fazer as conexões necessárias.

Na sequência, seguimos nosso trabalho elencando duas diferentes teorias de aprendizagem, assim como o conceito de *aprendizagem significativa*, tal como apresentado por David Ausubel.

⁸ Entende-se por comunicação qualquer processo falado, escrito ou mesmo gestual. Segundo Dicionário de Termos Linguísticos (PORTAL LÍNGUA PORTUGUESA), comunicação é a transmissão de informação entre uma fonte e um receptor através de um sistema de sinais.

1.4 TEORIAS DA APRENDIZAGEM

Em educação, designam-se por *teorias de aprendizagem* os diversos modelos que visam explicar o processo de aprendizagem dos indivíduos. Duas delas serão ressaltadas neste trabalho, com a justificativa de serem especialmente importantes no contexto desta pesquisa. Trata-se da teoria da *aprendizagem por associação* e a teoria da *aprendizagem por reestruturação*.

A *teoria da aprendizagem por associação* pode ser identificada com o *empirismo*. Aristóteles afirmava que a origem do conhecimento estava relacionada com a experiência sensorial, a qual permitia a formação de ideias e a posterior associação com as imagens observadas. Posteriormente, os empiristas Locke e Hume afirmaram que o comportamento podia ser aprendido; e, dentro deste contexto, um grande poder era atribuído ao ambiente, indicando que o comportamento é produto do meio e que todo o conhecimento está concentrado na experiência planejada. O objetivo geral desses autores era demonstrar que todas as nossas ideias tinham origem na experiência e que o entendimento das experiências vivenciadas de forma simples podia produzir ideias complexas, ou seja, se temos o entendimento de ideias simples, podemos juntar seus conceitos e formar a ideia complexa a partir do conhecimento que temos das ideias simples.

Ambos admitiam duas possibilidades de fontes para o domínio da experiência: a *experiência vivenciada através dos sentidos externos*, formando as ideias provindas das sensações, e a *experiência relacionada aos sentidos internos*, desde a qual provêm as ideias da reflexão e a partir da qual temos percepções de nossos próprios processos mentais. Porém, hoje em dia, é comum considerarmos o domínio da experiência como aquele restrito aos sentidos externos. (DUTRA, 2010, p.105)

Conforme Dutra (2010, p.106), os empiristas Locke e Hume divergiam no que se tratava do conceito de ideia. Para Locke “uma ideia é tudo aquilo que está presente no entendimento”, já para Hume, ao contrário, “as ideias são cópias de impressões”, identificando com isso que as percepções são mais fortes que as ideias, já que as ideias são cópias de impressões. Ouvir, ver, amar ou odiar são impressões, por isso são fortes, já a ideia que temos disso são mais fracas por se tratarem de cópias decorrentes da ideia.

Finalizando, segundo a teoria de Hume, nossas crenças resultam do fato de sermos expostos, constantemente, a situações e a eventos que ocorrem por ocasião da vivência da experiência e da ação do princípio da natureza humana, que explica porque adquirimos certos

hábitos ao repetirmos certas ações. A observação das constantes atividades em associação com o princípio da natureza humana constituem as condições necessárias e suficientes para adquirirmos crenças sobre os processos naturais, isso faz com que ocorra uma harmonia pré-estabelecida entre a sucessão de nossas ideias e aquela dos eventos naturais, fazendo com que nos adaptemos ao que ocorre. Assim, segundo Dutra (2010, p. 118), referindo-se à teoria de Hume, “se precisássemos tirar conclusões por processos do entendimento e do raciocínio, o resultado seria muito mais lento e inferior”.

Dessa forma, podemos identificar nas teorias de Hume os primeiros passos para o processo de aprendizagem por associação, que está diretamente relacionado à expectativa de formação de conceitos por meio da automatização de processos do conhecimento. No contexto do processo de aprendizagem por associação, a formação de conceitos se dá a partir de uma “referência” e de um “sentido”.

A referência diz respeito aos fatos e objetos do mundo que o conceito designa, enquanto que seu sentido é dado por sua relação com outros conceitos (POZO, 1998, p.64). Os fatos não previstos por nossos modelos explicativos são os que nos obrigam a gerar conceitos novos, ou seja, provocam modificações no nosso modelo conceitual. Outra forma de distinção referencial de um conceito é sua comparação com conceitos que sejam relacionais, o que ocorre na maioria dos conceitos científicos; por exemplo, não podemos entender *volume* sem saber o que é *peso* ou *tamanho*.

A formação dos conceitos pode ser entendida de duas maneiras. Na primeira, os conceitos fazem parte da realidade, cabendo ao sujeito buscá-los; dessa maneira, a formação de conceitos se dá por meio da abstração, baseada na teoria da associação. Já para aqueles que creem que os conceitos são invenções úteis que não fazem parte da realidade, a formação dos mesmos ocorre por processos mais complexos, ou por reestruturação de conceitos prévios na mente do indivíduo.

Um tipo de mecanismo de *aprendizagem associativa* usado para aumentar a capacidade de retenção é condensar ou fundir elementos da informação que tendem a se relacionar juntos em forma de fragmentos. Assim, aparentemente, podemos gravar uma maior quantidade de informações em nossa memória de trabalho se partirmos da ideia de que essa memória não grava quantidade de informações, mas peça por peça, mesmo que essa “peça” ou fragmento tenha um número maior de informações (por exemplo, um número grande gravado em 3 partes e não número a número). Esse processo pode ser realizado através da

repetição (POZO, 2002, p.117). Isso poderia explicar, em parte, porque especialistas possuem um rendimento muito melhor do que iniciantes.

Assim, na aprendizagem por associação, fazem-se mais sólidas as conexões entre as unidades de forma que se constituam em verdadeiras “moléculas” do conhecimento, e pode-se mesmo afirmar, quase inquebráveis, liberando sua energia para que possam ser realizadas outras tarefas de forma simultânea. O mecanismo de condensação da informação não só agrupa o conhecimento como também costuma automatizá-lo (2002, p.119).

O processo de automatização de atividades complexas torna-se muito proveitoso no caso de utilizarmos com frequência essas informações. Como exemplo, podemos citar o ato de dirigir, que é uma atividade razoavelmente complexa que, pela repetição, acaba por ser automatizada, consumindo pouca atenção ou atividades cognitivas. Esse processo de automatização do conhecimento envolve rotinas adquiridas pela aprendizagem. Uma vez consolidado, as rotinas que dele decorrem são dificilmente alteradas, já que são extremamente funcionais e não exigem um grande esforço consciente do indivíduo.

A grande vantagem desse processo é a rapidez com que as rotinas são executadas, sem que seja necessário o recurso a uma reflexão mais elaborada. Outra vantagem é a possibilidade de serem executados com eficácia em situações adversas. Assim, especialistas que dispõem de rotinas automatizadas cometem menos erros do que novatos que executam a mesma tarefa de modo mais controlado. Outra importante vantagem dos procedimentos automatizados é a possibilidade de não interferirem na execução de uma segunda tarefa. Caso o indivíduo esteja realizando duas tarefas complexas de forma simultânea, e se ambas exigirem um controle cognitivo, ele terá dificuldades nessa realização simultânea, pois uma tarefa acaba por interferir na outra.

Portanto, para realizarmos duas tarefas complexas de forma simultânea é preciso que uma delas esteja automatizada para que possamos dar atenção à outra; como dirigir e ao mesmo tempo refletir sobre as atividades a realizar durante o dia. No ato de dirigir, nosso conhecimento está automatizado e, assim, dedicamos a atenção no pensar, porém, no instante em que um animal cruzar o nosso caminho, requerendo de nós uma maior atenção ao ato de dirigir, imediatamente deixamos de pensar nas atividades do dia para concentrarmos nossa atenção no processo de dirigir.

Com isso, podemos considerar que a automatização de conhecimentos serve para liberar recursos cognitivos que podem ser dedicados a outras tarefas mais complexas. Entretanto, os comportamentos automatizados são meramente instrumentais, nunca um fim

em si mesmo, ou seja, a automatização de conhecimentos é eficaz quando voltada a tarefas de menor exigência cognitiva. Nesse contexto, a aprendizagem por associação pode se revelar valiosa. Contudo, fora desse contexto, ela perde seu significado, como será visto a seguir.

A teoria da *aprendizagem por reestruturação* encontra sua fundamentação no construtivismo, dado que o “conhecimento é sempre uma interação entre a nova informação que nos é apresentada e o que já sabíamos; e aprender é construir modelos para interpretar a informação que recebemos” (POZO, 2002, p. 48). Algumas ideias do construtivismo remontam a Kant, a partir da tentativa de identificar uma situação intermediária entre o racionalismo e o empirismo, por meio de uma visão crítica do processo de entendimento humano. A experiência é necessária, porém o ser humano também necessita de ideias inatas (DUTRA, 2010).

Assim, o conhecimento para Kant⁹ é a síntese entre o entendimento e a sensibilidade, ou seja, o entendimento como método para utilização de categorias ou conceitos puros, produzindo conhecimentos necessários e universais.

Dessa forma, simplesmente dizer que temos conhecimentos prévios sobre algo significa que estamos trabalhando com o sistema de aprendizagem por reestruturação. Para podermos falar de construtivismo não basta dizermos que a influência dos conhecimentos prévios influencia na aprendizagem, precisamos considerar a própria natureza dos processos mediante os quais esses conhecimentos prévios mudam as estruturas de conhecimento em função da nova informação. Assim, podemos dizer que ocorre a construção dinâmica do conhecimento a partir de uma reestruturação dos conhecimentos anteriores. Partindo desse pressuposto, não podemos afirmar que trocamos um conhecimento antigo por um novo, mas que fizemos uma nova organização de certos elementos, de modo a reorganizar nossa estrutura cognitiva.

O processo de aprendizagem por reestruturação vem ao encontro das teorias de Vigotski (1998) e Ausubel (1980) – que serão tratadas a seguir –, porém não podemos deixar de considerar o processo de aprendizagem por associação, pois, em se tratando de atividades práticas de laboratório de eletricidade, do ponto de vista do construtivismo, acreditamos que a ideia (originalmente empirista), segundo a qual é possível trabalhar partindo do pressuposto

⁹ Segundo Dutra (2010, p. 138), Kant considerava o intelecto humano formado por três faculdades: a *sensibilidade* que seria a faculdade de intuir, ou seja, a faculdade por meio da qual os objetos nos são dados. O *entendimento* seria a faculdade discursiva que permitiria unir conceitos que só podem ser unidos em juízos, pressupondo os objetos dados na sensibilidade. E, por último, a faculdade da *razão* que, para Kant, é considerada a faculdade dos princípios. Assim, a *razão* é a suprema faculdade da cognição humana, superior à faculdade do entendimento.

de que se aprende com a experiência, não é incompatível com o pressuposto segundo o qual a aprendizagem implica numa construção do conhecimento, muito pelo contrário. Essa – aparente – incompatibilidade ocorre quando, afoitamente, condenamos o processo de automatização, tal como descrito acima, olhando a automatização e esquecendo o processo. Condenamos algo a partir de uma perspectiva construtivista, mas ignoramos suas premissas (a história e o processo são decisivos na construção do conhecimento). Mas, é claro que essa incompatibilidade passa a se manifestar no momento em que a atividade de laboratório torna-se uma simples repetição de um “receituário”, o roteiro de experimentos.

1.4.1 Aprendizagem Significativa de David Ausubel

Para a análise do conhecimento prévio dos alunos, o ponto de partida por nós escolhido foi a teoria do importante estudioso representante do cognitivismo David Ausubel. A ideia principal da teoria de Ausubel baseia-se no que ele denominou de “aprendizagem significativa”, um processo pelo qual uma nova informação relaciona-se com algum aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo (MOREIRA, 2001, p. 17). Ou seja, quando algo de um conhecimento novo relaciona-se com algo que o indivíduo já conhece, essa nova informação passa a poder interagir com uma estrutura específica prévia de conhecimento.

Esse conhecimento prévio é chamado por Ausubel de “subsunçor”. Segundo ele, a aprendizagem significativa somente ocorre quando a nova informação tem ancoragem em subsunçores relevantes já existentes na estrutura cognitiva de quem está recebendo a informação. Para Ausubel (1980), a estrutura cognitiva do indivíduo é altamente organizada na forma de uma hierarquia conceitual, na qual elementos mais específicos de conhecimento são relacionados a conceitos mais gerais, e essa hierarquização nada mais é do que a hierarquia dos subsunçores.

Com a chegada de uma nova informação, há a modificação e o crescimento de alguns subsunçores, já que essa nova informação ancorou-se nestes. Com isso, os subsunçores da estrutura cognitiva vão dos mais amplos e bem desenvolvidos aos mais limitados, dependendo da frequência e da intensidade com que ocorre a aprendizagem significativa ancorada em determinado subsunçor.

Ausubel (*et al.*, 1980, p. 23) identifica que a aprendizagem pode ser *mecânica* ou *significativa*. A *aprendizagem mecânica* “ocorre se a tarefa consistir de associações

puramente arbitrárias e quando falta ao aluno o conhecimento prévio relevante necessário para tornar a tarefa potencialmente significativa”. Já a *aprendizagem significativa* “ocorre quando a tarefa de aprendizagem implica relacionar, de forma não arbitrária e substantiva uma nova informação a outras com as quais o aluno já esteja familiarizado”.

Ausubel também define aprendizagem por recepção e aprendizagem por descoberta como sendo dois tipos de processos bastante diferentes. Na *aprendizagem receptiva*, tanto *mecânica* como *significativa*, “todo o conteúdo daquilo que vai ser aprendido é apresentado ao aluno sob a forma final”. No caso da *aprendizagem receptiva mecânica* é exigida do aluno somente a internalização ou incorporação do material apresentado, não se tornando significativa durante o processo de internalização, já a *aprendizagem receptiva significativa* pressupõe que o material potencialmente significativo seja compreendido e torna-se significativo durante o processo de internalização.

Na *aprendizagem por descoberta*, a atividade prioritária é descobrir “algo”, considerando que o conteúdo principal não é fornecido, mas deve ser descoberto. Nesse processo, o aluno precisa “reagrupar informações, integrá-las à estrutura cognitiva existente, reorganizar e transformar a combinação integrada, de tal forma que dê origem ao produto final desejado”. (1980, p. 21)

Ausubel também explica que

[a] aprendizagem receptiva e por descoberta diferem também com respeito aos seus respectivos papéis principais no funcionamento e desenvolvimento intelectual. Em geral, grande parte da aprendizagem acadêmica é adquirida por recepção, enquanto que os problemas cotidianos são solucionados através da aprendizagem por descoberta. Todavia, algumas superposições de função obviamente existem. O conhecimento adquirido pela aprendizagem receptiva é também usado na solução dos problemas diários e a aprendizagem por descoberta é comumente utilizada em sala de aula tanto para aplicar, ampliar, clarificar, integrar e avaliar matérias, como para testar a compreensão. Em situações experimentais, a aprendizagem por descoberta fornece “*insight*” ao método científico e leva também à redescoberta inventiva de proposições conhecidas [...] Em situações escolares mais típicas a descoberta de proposições originais através da atividade de solução de problemas não é uma característica evidente na aquisição de novos conceitos ou informações [...] os métodos de ensino por descoberta constituem apenas um meio primário eficiente de transmitir o conteúdo de uma disciplina acadêmica. (1980, p.22)

Ao relacionar os conceitos de Ausubel (1980), Moreira define aprendizagem mecânica como sendo “a aprendizagem de novas informações com pouca ou nenhuma interação com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva” (2001, p.18). Nesse contexto, a distinção entre *aprendizagem mecânica* e *aprendizagem por descoberta* é como um *continuum*, pois, na primeira, o conteúdo é apresentado ao aprendiz, enquanto que, na

segunda, o que precisa ser aprendido deve ser descoberto pelo aprendiz. Entretanto, somente há *aprendizagem significativa* se o novo conhecimento tiver relação com subsunçores relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz, independentemente do tipo de aprendizagem ser *mecânica* ou por *descoberta*. Portanto, tanto a aprendizagem mecânica, como a por descoberta podem ser significativas.

Assim, para que ocorra a *aprendizagem significativa* de um conhecimento novo, pode haver a necessidade de *aprendizagem mecânica* em algum grau, pois sem a mesma o aprendiz poderá não concretizar a formação de subsunçores que permitam a interação com o novo conhecimento. Deve-se considerar, também, que a *aprendizagem mecânica por repetição* pode ficar armazenada na estrutura cognitiva do indivíduo por longos períodos de tempo. Nessa condição, a mesma é uma variável que deve ser levada em consideração se estamos interessados na aprendizagem significativa e na retenção em longo prazo.

Por este trabalho tratar de atividades práticas em laboratório de eletricidade e, ao mesmo tempo, envolver a aquisição de conceitos de caráter abstrato, iremos discorrer sobre a ideia de aquisição de conceitos¹⁰ apresentada por Ausubel, que diferencia o processo de assimilação de conceitos do processo de formação de conceitos:

[a] formação de conceito ocorre em crianças pré-escolares e é característica da aquisição indutiva e espontânea de ideias genéricas (como “casa”, “cachorro”), a partir da experiência empírico-concreta. É o tipo de aprendizagem por descoberta envolvendo, pelo menos na forma primitiva, processos psicológicos subjacentes como a análise discriminativa, abstração, diferenciação, formulação e teste de hipóteses e generalização. [...] já, crianças numa faixa etária mais avançada assim como em adolescentes e adultos adquirem novos conceitos através da assimilação de conceitos. Ou seja, aprendem novos significados conceituais entretanto, em contato com os atributos essenciais dos conceitos e relacionando estes atributos a ideias relevantes estabelecidas em suas estruturas cognitivas. (AUSUBEL *et al.*, 1980, p. 78)

Em outras palavras, para a formação de conceitos, a criança precisa da prática, mas só ela vai significar, por exemplo, “casa” quando formar o conceito genérico de “casa”, independentemente da forma, tamanho ou cor que as diversas casas que ela observa possam ter. Convém notar também que a formação de um conceito depende da pré-existência e estabilidade de outros conceitos. A assimilação de conceitos implica no entendimento de conceitos mais abstratos, esse entendimento passa previamente por processos de abstração,

¹⁰ Conceitos, segundo Ausubel (*et al.*, 1980, p. 72), consistem em abstrações dos atributos essenciais que são comuns a uma determinada categoria de objetos, eventos ou fenômenos, independentemente da diversidade de dimensões outras que não aquelas que caracterizam os atributos essenciais compartilhados por todos os membros de uma dada categoria.

diferenciação, formulação, teste de hipótese e generalização. Só então um novo significado pode ser verdadeiramente concretizado.

Um elemento primordial que desempenha um papel facilitador na aquisição de conceitos é a *linguagem*, que primeiramente determina e, também, reflete as operações mentais envolvidas na aquisição de conceitos abstratos e de ordem mais elevada, além de assegurar certa uniformidade cultural em seus conteúdos genéricos, facilitando assim a comunicação cognitiva interpessoal.

Para uma melhor assimilação de conceitos, Ausubel sugere a utilização de organizadores prévios, que são materiais apresentados ao aprendiz antes da informação em si, os quais serviriam de ponte cognitiva entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber. Esses materiais seriam utilizados para manipular a estrutura cognitiva do aprendiz, visando à facilitação da aprendizagem significativa.

Outros dois conceitos importantes considerados por Ausubel na assimilação de conceitos são a *diferenciação progressiva*¹¹ e a *reconciliação integrativa*. A diferenciação progressiva baseia-se no princípio de, primeiramente, mostrar o todo e depois, progressivamente, ir diferenciando as partes:

Do ponto de vista ausubeliano, o desenvolvimento de conceitos é facilitado quando os elementos mais gerais, mais inclusivos de um conceito são introduzidos em primeiro lugar e, posteriormente então, este é progressivamente diferenciado, em termos de detalhe e especificidade. Segundo Ausubel, o princípio da diferenciação progressiva deve ser levado em conta ao se programar o conteúdo, quer dizer, as ideias mais gerais e mais inclusivas da disciplina devem ser apresentadas no início para, somente então, serem progressivamente diferenciadas, em termos de detalhe e especificidade. (MOREIRA, 2001, p. 29)

Já na *reconciliação integradora*¹² é feito o contrário, primeiramente mostrando as partes na concepção da formação do todo, porém fazendo as demonstrações das diferenças e similaridades importantes, e, ao mesmo tempo, reconstruindo inconsistências que ficaram no decorrer da diferenciação progressiva. Essas ideias são propostas por Ausubel baseadas em duas hipóteses:

¹¹ Conforme Ausubel (1980, p.103) “quando submete-se uma nova informação a um determinado conceito ou proposição, a nova informação é aprendida e o conceito ou proposição inclusiva sobre modificações. Este processo de inclusão, que ocorre uma ou mais vezes, motiva a diferenciação progressiva do conceito ou proposição que engloba novas informações”.

¹² Conforme Ausubel (et al. 1980, p. 104) “durante a aprendizagem as ideias estabelecidas na estrutura cognitiva podem tornar-se reconhecíveis enquanto relacionadas, no curso da nova aprendizagem. Conseqüentemente, adquire-se a nova informação e os elementos existentes da estrutura cognitiva podem assumir uma nova organização e portanto novo significado. Esta recombinação dos elementos existentes na estrutura cognitiva denomina-se reconciliação integradora.

a) é mais fácil para o ser humano captar aspectos diferenciados de um todo mais inclusivo previamente aprendido, do que chegar ao todo a partir de suas partes diferenciadas; b) a organização do conteúdo de uma certa disciplina, na mente de um indivíduo, é uma estrutura hierárquica na qual as ideias mais inclusivas estão no topo da estrutura e, progressivamente, incorporam proposições, conceitos e fatos menos inclusivos e mais diferenciados (Ibidem p.30).

Partindo das colocações de Ausubel sobre aprendizagem significativa podemos concluir que a aprendizagem mecânica por repetição acelera a aprendizagem em dois momentos: (1) Logo após a aprendizagem inicial, ela é capaz de consolidar o conteúdo de forma mais eficaz, antes que ocorra muito esquecimento; (2) Posteriormente, após um esquecimento considerável, favorece ao aprendiz a oportunidade de se beneficiar com a sua compreensão dos fatores negativos que foram responsáveis por tal esquecimento. Isso permite ao aprendiz voltar sua atenção para os componentes da tarefa de aprendizagem que são mais complexos.

O nível de esquecimento pode ser diminuído por meio de revisões realizadas em intervalos mais curtos e, posteriormente, mais espaçadas; elas são, geralmente, mais eficazes do que a prática maciça. As descobertas orientadas, segundo Ausubel, são mais eficazes para a aprendizagem significativa do que as descobertas individuais, e a recordação para retenção em longo prazo torna-se mais eficiente quando o aprendiz delas se apropria, pelos mais diversos meios. As revisões também devem ser realizadas usando a prática diferencial, ou seja, dedicando tempo e esforço para corrigir e esclarecer erros iniciais de compreensão. Assim o aprendiz consegue assimilar de forma mais organizada o conteúdo que está sendo aprendido, integrando-o à sua estrutura cognitiva.

A aprendizagem significativa, conforme as próprias palavras de Ausubel,

refere-se à aquisição dos significados e às mudanças organizacionais não transitórias na estrutura cognitiva, acompanhando este processo na medida em que o aprendiz responde às apresentações iniciais e sucessivas da tarefa a ser aprendida. Embora muito do sentido a ser aprendido obviamente ocorra durante a apresentação inicial do material instrucional, tanto a superaprendizagem quanto a retenção em longo prazo pressupõem múltiplas apresentações ou ensaios (prática). [...] A aprendizagem e a retenção, portanto, implicam ordinariamente em prática. (1980, p.259)

Ao pensarmos em uma atividade prática, devemos levar em consideração alguns critérios: (1) a tarefa de aprendizagem deve ser significativa; (2) o aprendiz deve dispor, de partida, das ideias necessárias; e (3) as atividades práticas, a distribuição das mesmas e sua sequência devem ser organizadas de forma que o aprendiz possa associá-las a uma aprendizagem de fato significativa. Práticas nas quais o aprendiz precisa somente decorar o

tipo de problema ou uma determinada técnica de manipulação de símbolos acaba levando à pouca ou nenhuma aprendizagem significativa.

Com relação às atividades práticas, Ausubel distingue dois tipos: o *linear*, que ocorre quando todos os aprendizes atravessam a mesma sequência de passos, e o *ramificado* ou de *múltiplas pistas*, que vem contrastar com o programa linear, ao qual cada aprendiz busca subsídios nos seus conhecimentos prévios e escolhe o melhor caminho. Dessa forma, podemos identificar o tipo ramificado como mais eficaz, porque ele garante a consolidação de um item anterior do conhecimento em um programa sequencialmente organizado, antes mesmo que o aprendiz passe ao próximo estágio da atividade, sugerindo, assim, que todos os aprendizes concentrem grande esforço de aprendizagem naqueles itens nos quais possuem mais dificuldade.

O principal elemento de sucesso de uma atividade prática é a sua organização por parte do professor. Ela deve ser realizada de forma sequencial, prescindindo de fórmulas prontas e destacando aspectos que o aluno precise relembrar conteúdos em sua estrutura cognitiva. Concomitantemente, o aprendiz poderá reformular essas práticas, transformando-as em novas estruturas cognitivas, o que caracteriza um grau mais elevado no seu processo de aprendizagem.

1.4.2 Zona de Desenvolvimento Proximal de Vigotski

Já no primeiro capítulo de seu livro, Moysés (1997) afirma que é possível perceber a influência das pesquisas de Vigotski sobre a educação na área das ciências exatas, mesmo muitos anos após sua morte. Pensador importante em sua área, Vigotski foi pioneiro na noção de que o desenvolvimento intelectual das crianças ocorre em função das interações sociais. Com base nessas ideias, ele acreditava que o processo histórico-cultural tinha extrema importância para o desenvolvimento do indivíduo e que a linguagem¹³, constituída de signos¹⁴, exercia um papel fundamental, servindo como ferramenta para a interação do sujeito com o meio social. A essa integração entre signo e ferramenta (ou instrumento¹⁵), Vigotski chamou de “mediação” ou “atividade mediada”. Assim, a analogia básica entre *signo* e

¹³ Linguagem, conforme Vigotski, é um “meio de interação social”. (1998, p. 71)

¹⁴ Signo: “qualquer unidade significativa, de qualquer linguagem, resultante de uma união solidária entre significante e significado. Um sistema de signos pode ser entendido pela linguagem, pela escrita, um mapa, um desenho, um esquema, um sistema de números e todo tipo de signos convencionais”. (VIGOTSKI, 1998, p. 23)

¹⁵ “Meio pelo qual o homem transforma alguma coisa”. (VIGOTSKI, 1998, p. 9)

instrumento deve repousar na função mediadora que os caracteriza, o que os interliga dentro do conceito mais geral de atividade mediada. Para Vigotski,

[a] diferença mais essencial entre signo e instrumento, e a base da divergência real entre as duas linhas, consiste nas diferentes maneiras com que eles orientam o comportamento humano. A função do instrumento é servir como um condutor na influência humana sobre o objeto da atividade; ele é orientado externamente; deve necessariamente levar a mudanças nos objetos. Constitui um meio pelo qual a atividade humana externa é dirigida para o controle e domínio da natureza. O signo, por outro lado, não modifica em nada o objeto da operação psicológica. Constitui um meio da atividade interna dirigido para o controle do próprio indivíduo; o signo é orientado internamente. (1998, p. 72)

Assim, da mesma forma que outros autores conceberam o instrumento como mediador da atividade laboral do homem, Vigotski estabeleceu a noção de que o *signo* estaria servindo como mediador não só do pensamento como do próprio processo social humano.

Vigotski (1998) aprofundou e sistematizou a concepção de que a argumentação lógica, primeiramente, surge entre as crianças, e só em uma etapa posterior é internalizada pelo indivíduo. A ideia central é que, na interação social e por intermédio do uso de signos, dá-se o desenvolvimento das funções psíquicas superiores. Vigotski defendia também a ideia de que o verdadeiro curso do processo de desenvolvimento do pensamento infantil assume uma direção que vai do social para o individual. Cada função psíquica que vai sendo internalizada¹⁶ implica uma nova reestruturação mental. Ao começar a ser internalizada, a nova função vai interagir com outras, e haverá coordenação entre a nova função e as outras já existentes, transformando o indivíduo.

Não podemos deixar de levar em consideração o componente afetivo nesse processo de internalização, pois os aspectos cognitivos e afetivos estão, segundo Vigotski, intimamente entrelaçados. Ao observar as atividades de grupos desenvolvidas em laboratório, nota-se que o envolvimento afetivo tem realmente uma influência considerável, tanto na formação dos grupos, como no desenvolvimento das atividades (OSÓRIO, 2003).

Ao analisar as concepções sobre a relação entre desenvolvimento e aprendizagem que estavam em questão na época de seus estudos, Vigotski (1998) as classificou em três grandes posições teóricas: a primeira é centrada nos pressupostos de que o desenvolvimento independe do aprendizado; a segunda afirma que o aprendizado é desenvolvimento; e a terceira tenta superar as teorias anteriores através de uma combinação de pontos de uma e

¹⁶ Internalização seria a reconstrução interna de uma operação externa. (VIGOTSKI, 1998, p. 74)

outra. O autor descarta as três tendências teóricas e aponta a teoria de Koffka¹⁷, com a qual houve maior identificação.

Ao tentar especificar as relações de aprendizado e desenvolvimento mental ocorridas na criança durante o processo pré-escolar¹⁸ e escolar, Vigotski, citando Koffka, associa a primeira teoria a um processo não sistematizado, e a segunda, a um processo sistematizado, deixando de lado o fato de que o aprendizado escolar produz algo fundamentalmente novo no desenvolvimento da criança. Isso levou Vigotski (1998) a postular a existência de um novo conceito de excepcional importância chamado por ele de “zona de desenvolvimento proximal”.

Considerando a época dos estudos anteriores a Vigotski, o período do aprendizado deveria ser combinado com o nível de desenvolvimento da criança, porém isso não pode ser um limitante, tendo em vista o descobrimento das relações reais entre o processo de desenvolvimento e a capacidade de aprendizado. Assim, Vigotski (1998, p. 111) determinou dois níveis de desenvolvimento no qual o primeiro poderia ser chamado de “[...] nível de desenvolvimento real, isto é, o nível de desenvolvimento das funções mentais da criança que se estabeleceram como resultado de certos ciclos de desenvolvimento já completados”. Em outras palavras, podemos identificar o *nível de desenvolvimento real* a partir das atividades que a criança consegue realizar sozinha, sem a ajuda de outros, considerada a sua idade cronológica.

Para Vigotski (1998), a idade mental da criança não podia ser considerada a mesma (considerando duas crianças de igual idade cronológica) caso a criança conseguisse desenvolver uma atividade com a assistência de um orientador, o qual forneceria adicionalmente algumas pistas sobre a resolução do problema. Desse modo, Vigotski considerava que crianças com igual nível de desenvolvimento mental real poderiam ter um aprendizado diferenciado, considerando sua capacidade de resolução de uma atividade sob a orientação de um professor. Esse é, segundo Vigotski, o segundo nível de desenvolvimento, por ele denominado de *zona de desenvolvimento proximal*. Essa zona seria, em suas palavras,

a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial,

¹⁷ Koffka, primeiramente, indicava que a influência do aprendizado nunca é específica e que o processo de aprendizado não pode ser reduzido simplesmente à formação de habilidades, mas incorpora uma ordem intelectual que torna possível a transferência de princípios gerais descobertos durante a solução de uma tarefa para várias outras.

¹⁸ Considera-se período pré-escolar aquele que precede o início das atividades na escola, tendo em vista que o processo de aprendizado da criança inicia-se antes do período escolar.

determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes. (1998, p. 112)

No contexto de seu trabalho com crianças, Vigotski definiu o *nível de desenvolvimento real* a partir das funções que já amadureceram dentro de uma determinada idade cronológica e a *zona de desenvolvimento proximal*, por sua vez, estaria associada às funções que ainda não amadureceram, apesar de já estarem em processo de maturação. Essas funções seriam, nas palavras de Vigotski (1998), as “flores” ou “brotos” do desenvolvimento. Em síntese, o que hoje, na criança, é a *zona de desenvolvimento proximal*, amanhã será o *nível de desenvolvimento real*, entendendo que *hoje* a criança precisa de assistência para o desenvolvimento de determinada atividade, e que *amanhã* ela a executará de forma autônoma.

Assim, a *zona de desenvolvimento proximal* é tida como uma “janela” da aprendizagem e é única para cada aprendiz. A teoria da zona de desenvolvimento de Vigotski, segundo a qual o aluno aprende com a colaboração de pares, serviu de inspiração para o nosso estudo, dirigido à aprendizagem por atividades de grupo.

1.5 HABILIDADES E COMPETÊNCIAS NECESSÁRIAS PARA O AMBIENTE DE APRENDIZAGEM NO LABORATÓRIO

Como as atividades práticas de laboratório de eletricidade estão estreitamente ligadas ao “saber fazer”, elas requerem habilidades e competências específicas para o desenvolvimento dos procedimentos. As habilidades e competências requeridas estão primeiramente ligadas à questão motora dos alunos para a montagem de circuitos e, em seguida, à questão da visão, buscando identificar os diferentes tipos de elementos e fontes existentes no laboratório, bem como a classificação dos elementos necessários ao procedimento que está em execução.

Antes de relacionarmos as habilidades e competências necessárias ao desenvolvimento em questão, é preciso esclarecer um pouco mais a relação existente entre técnicas e estratégias de procedimentos. *Técnica*, segundo Pozo (2002, p.49), seria uma “rotina automatizada devido à prática repetida”, enquanto *estratégias* envolveriam “um planejamento e uma tomada de decisões sobre os passos que serão seguidos”. Portanto, as estratégias são compostas de técnicas, a execução de uma estratégia requer o domínio de técnicas mais simples e, com isso, o uso eficaz de uma estratégia depende, em grande parte, do domínio das técnicas necessárias. Além da utilização de técnicas, o uso de uma estratégia requer outros componentes cognitivos, pois as estratégias envolvem a escolha e planejamento dos

procedimentos, o controle da realização dos mesmos e a avaliação positiva ou negativa do uso da estratégia no procedimento que está sendo realizado. Como exemplo, podemos citar um aluno de laboratório que, de posse das *técnicas* de medição de corrente elétrica e diferença de potencial, pode elaborar uma *estratégia* de medição em um circuito elétrico de elementos resistivos em série com a finalidade de explorar suas propriedades.

Levando em consideração que se está observando processos de ensino e de aprendizagem no ambiente de laboratório de eletricidade, a identificação das técnicas para os diferentes tipos de medições que são realizados no laboratório é de extrema importância para o aluno, pois o auxilia na execução mais apurada da técnica, utilizando melhor o tempo para a definição das estratégias que, usualmente, requerem um planejamento prévio, algumas vezes bastante detalhado.

Pozo afirma que, na aquisição da técnica, o

[o] treinamento técnico costuma ser iniciado com a apresentação de algumas instruções e/ou um modelo de ação. As instruções serviriam não só para fixar o objetivo da atividade, como principalmente para especificar em detalhe a sequência de passos e ações que devem se realizar. Pode se apresentar verbalmente, como uma lista de instruções, e/ou mediante um modelo de como se executa a ação mostrada pelo próprio mestre ou apoiada em material audiovisual. Quanto mais complexa seja a sequência de ações que deve se realizar, mais conveniente será apoiar sua instrução numa aprendizagem por modelagem (2002, p. 230).

O treinamento técnico é de fundamental importância para a introdução dos conceitos no ambiente de laboratório, pois primeiramente as técnicas de manuseio de instrumentos de medição precisam ser devidamente sequenciadas para, posteriormente, serem automatizadas, e somente em uma terceira etapa esse treinamento será aperfeiçoado através da transferência de procedimentos para situações novas. Na primeira fase, o papel do professor é supervisionar a prática e corrigir erros técnicos. A retroalimentação, também conhecida por *feedback*, é muito importante antes que a atividade seja automatizada, pois após esse processo a mudança é mais difícil.

As estratégias de aprendizagem da operação correta dos instrumentos podem ser realizadas de muitas maneiras, a mais simples delas é a *estratégia de repetição*. Esta se apoia numa estratégia associativa e serve para reproduzir com mais eficácia informações verbais ou técnicas rotineiras, por exemplo. Outra estratégia seria a de *elaboração*, que pode ser simples ou complexa. A *elaboração simples* consiste em proporcionar certa organização para o material, podendo ser através de códigos, palavras-chave ou imagens, com ênfase no significado externo. Já a *elaboração complexa* dá ênfase ao significado interno, no qual há a

necessidade da compreensão; para atingi-la, podem ser utilizadas metáforas e analogias assim como leitura de textos. A utilização de analogias é bem significativa, pois se a mesma é eficaz, marca o aprendiz para sempre, alterando permanentemente seus conceitos.

Como última e mais significativa estratégia, Pozo (2002, p.243) nos fala da organização, que seria a forma mais direta de proporcionar significado a um material, organização essa que permite a criação de estruturas conceituais a partir das quais se constroem relações de significados.

Pozo identifica assim quatro fases principais na aquisição de um procedimento, da técnica à estratégia. São elas: (a) *fase declarativa ou de instrução*, que consiste em proporcionar instruções detalhadas da sequência de ações que devem ser realizadas; (b) *fase de automatização ou de consolidação*, que vem proporcionar a prática repetitiva necessária para que o aprendiz automatize a sequência de ações que devem se realizadas, sempre com a supervisão do professor/supervisor; (c) *fase de generalização ou de transferência do conhecimento*, a qual tende a colocar o aprendiz para enfrentar situações cada vez mais novas e abertas, de maneira que ele seja obrigado a tomar cada vez mais decisões; e (d) e, por último, a *fase da transferência do controle*, na qual se deve propiciar ao aprendiz a autonomia no planejamento, na supervisão e na avaliação da aplicação de seus procedimentos. Essas fases não devem ser entendidas como sucessivas, deve existir um contínuo ir e vir entre elas, na medida em que forem detectadas deficiências no processo de aprendizagem.

Deve-se também dar atenção especial à *aprendizagem de procedimentos*. Conforme Pozo (1998, p.228), “procedimento é um conjunto de ações ordenadas orientadas para a realização de uma meta”. Em outras palavras, procedimentos permitem uma distinção consistente entre rotinas de ação automatizadas e as estratégias, que implicam um uso deliberado de procedimentos para obter determinadas metas. Os procedimentos implicam, então, em “saber fazer” algo. Segundo Pozo, as maiores dificuldades para a aprendizagem de procedimentos costumam surgir posteriormente, devido à insuficiente diferenciação ocorrida na aprendizagem verbal, como consequência da cultura expositiva, à qual os aprendizes foram historicamente submetidos.

A visão, por exemplo, é necessária para a identificação dos (pequenos!) códigos de cores impressos em alguns resistores. O tato ajuda na percepção de componentes sobreaquecidos; o olfato permite a percepção de verniz queimado dos fios de um transformador. Além dessas habilidades e competências, apenas exemplificadas acima, os alunos ainda precisam estar especialmente atentos à questão da segurança.

1.6 TRABALHO EM GRUPO E A TEORIA DOS GRUPOS OPERATIVOS

As atividades em grupo fazem parte da sociedade humana desde tempos imemoriais. No que diz respeito a esta dissertação, é no ambiente escolar que encontramos as primeiras evidências dessas manifestações em grupo, manifestações essas que são (até com bastante frequência) afetadas por outras organizações, tais como o ambiente familiar ou o ambiente profissional. Iniciamos, então, levando algumas características dessas atividades – considerando que nosso trabalho de pesquisa está inserido, predominantemente, em um ambiente de laboratório – onde as atividades em grupos predominam.

Considerando as características individuais de cada sujeito e a nossa própria vivência, identificamos que nem todas as pessoas gostam de trabalhar em grupo e que alguns aspectos, como saber ouvir e se posicionar quando necessário, devem ser levados em consideração. Podemos então definir, preliminarmente, que a pessoa ideal para o trabalho em grupo é aquela que trabalha em favor do grupo.

Com relação ao ambiente de sala de aula, podemos salientar algumas virtudes do trabalho em grupo, como o benefício cognitivo, os vínculos ligados ao ambiente relacional ou emocional e o próprio valor dado ao processo de aprendizagem em grupo, além do fato de proporcionar melhoras no que diz respeito às habilidades sociais. Várias pesquisas atuais têm salientado a importância das atividades práticas grupais, principalmente no ensino de ciências (ARAÚJO e MAZUR, 2013; SILVA, 2012; PUGGIAN, 2012).

No ambiente de laboratório, nem sempre as atividades a serem desenvolvidas precisam ser realizadas em grupos, porém, no caso deste estudo, o trabalho em grupo não é uma opção, mas uma imposição. Primeiro, por uma questão de organização (há muitos anos os laboratórios de eletricidade são estruturados para o trabalho em grupo), e segundo, pelas inegáveis virtudes das atividades em conjunto para o processo de aprendizagem. Uma das virtudes desse trabalho em conjunto diz respeito à relação humana entre os componentes do grupo: esse ambiente pode ser descontraído e agradável se adequadamente coordenado.

Neste contexto podemos reafirmar os propósitos de Vigotski voltados à interação com os pares, no qual o indivíduo precisa de auxílio para conseguir estabelecer as relações com estruturas cognitivas pré-existentes. Esse auxílio, não necessariamente, precisa vir do professor. É fato notório que o próprio colega de grupo pode ajudar a fazer as conexões necessárias, assumindo, assim, papel central na construção de uma aprendizagem significativa.

Contudo, sempre ficam dúvidas ao tratarmos de atividades em grupo ligadas ao ambiente de sala de aula ou de laboratório, e a principal delas talvez seja: como organizar esses grupos? Quantos alunos devem ser dispostos em cada grupo? Como organizar os procedimentos, visando à interação de todos no desenvolvimento da atividade proposta?

Na busca de orientação quanto a questionamentos, Bonals (2003) esclarece que o número de alunos em cada grupo acaba sendo mais uma questão de bom senso relacionado com os objetivos que pretendemos com a atividade em questão. Um número excessivo de alunos pode implicar na redução do tempo de participação de cada um na atividade e, assim, poderia ocorrer o monopólio de um aluno mais experiente e/ou proeminente. Se, inversamente, um grupo for composto por poucos alunos, poderá ocorrer uma limitação na quantidade e (ou) qualidade de conhecimentos de que o grupo poderia dispor para a resolução da atividade. Nesse sentido, Bonals orienta:

- Agrupamentos de dois alunos, ou seja, os pares, podem ser enriquecedores em momentos pontuais e para as finalidades mais diversas. [...] É um agrupamento fácil de fazer, eficaz para algumas atividades, e está no limite entre o trabalho individual e o de grupo.
- O trabalho em grupos de três, em princípio, possibilita uma dinâmica ágil e produtiva, bem como permite ao grupo trabalhar com um clima adequado [...] são adequados, por exemplo, para elaborar textos, resolver problemas de matemática ou fazer resumos.
- Os agrupamentos de quatro componentes são, provavelmente, aqueles que organizamos com mais frequência. Entendemos que são muito adequados para a maioria das tarefas que propomos em um pequeno grupo. A dinâmica ocorre com facilidade, ao mesmo tempo em que se reduz o número de grupos que o professor precisa dinamizar [...].
- Os grupos de cinco componentes diferem muito pouco das características dos grupos de quatro e são, depois desses, os que formamos com maior frequência.
- Os agrupamentos de seis alunos comportam mais dificuldades no que diz respeito à participação equilibrada. As tarefas costumam ser feitas de modo mais lento [...].
- Finalmente, somente optamos por grupos de sete ou oito em algumas atividades que se dirigem especificamente a trabalhar a relação ou a autoimagem dos componentes através de técnicas de dinâmica. (2003, p.27)

A organização dos grupos nos leva a critérios qualitativos relativos ao agrupamento, tais como a homogeneidade ou a heterogeneidade de níveis e ritmos em cada grupo. Segundo Bonals (2003), a melhor alternativa seria trabalhar com grupos heterogêneos, porém, devemos observar ao menos duas considerações prévias, que seriam: (1) a flexibilidade no critério de agrupamento, considerando que pode ser necessária a aplicação de duas atividades com diferentes níveis; (2) a distância conceitual ou de procedimentos entre os alunos, dado que as atividades propostas não podem exceder um nível que os menos preparados não consigam compreender.

Pensando na dinâmica de trabalho com relação às atividades de grupo, destacamos aqui duas teorias relacionais. A primeira está ligada à dinâmica de grupo identificada por Kurt Lewin e a segunda refere-se aos grupos operativos elaborados por Pichon-Rivière.

Kurt Lewin, nascido em 1890 em uma família judia, desde cedo entrou em contato com o que se tornou para ele tema de seus estudos ao longo da vida, *a minoria e suas consequências*. Estudou nas Universidades de Friburgo, Munique e Berlim onde fez doutorado em Psicologia; lá também estudou Matemática e Física. Em 1935, emigrou para os Estados Unidos em função das ameaças do nazismo, onde suas pesquisas nas áreas de Psicologia Social e desenvolvimento humano obtiveram grande prestígio nos meios acadêmicos.

O princípio da dinâmica de grupo, criado por Lewin, é inspirado na Psicologia da Gestalt. Conforme Osório:

[a] teoria da gestalt surge em princípios deste século como uma reação ao 'atomismo' então vigente nas ciências em geral. A palavra 'gestalt', de origem germânica e intraduzível para outros idiomas, significa o modo como os elementos (partes) estão agrupados. Suas origens residem nos estudos sobre o fenômeno da percepção, particularmente na descrição do fenômeno chamado 'phi', uma ilusão de movimento aparente descrito e nomeado por Wertheimer em 1912. O chamado fenômeno 'phi' consiste na ilusão visual na qual objetos estáticos mostrados em rápida sucessão parecem estar em movimento por ultrapassarem o limiar da visão humana de poder percebê-los isoladamente.

A noção de que o todo é maior do que suas partes constituintes e que seus atributos (do todo) não podem ser deduzíveis a partir do exame isolado das partes constituintes é um dos pilares da teoria gestáltica. (2003, p.23)

Segundo Moreira (1999), o conceito mais popular da teoria da Gestalt e o mais importante para o estudo da aprendizagem é o de *insight*¹⁹. Frequentemente, a aprendizagem ocorre de maneira súbita, acompanhada da sensação de que, agora sim, o assunto foi realmente aprendido. Costuma-se dizer que essa aprendizagem envolve *insight*. O aprendiz que tem um *insight* observa a situação de uma maneira diferente, a qual inclui compreensão de relações lógicas ou percepção das inter-relações entre meios e fins. Em outras palavras, no processo de aprendizagem de um determinado conteúdo, quando o mesmo foi realmente compreendido existe aí uma gestalt fechada, mas, enquanto o sujeito ainda tiver dúvidas sobre o conteúdo, a gestalt está aberta.

Kurt Lewin utilizou a teoria da gestalt para aplicação na área da Psicologia em seus estudos sobre dinâmica de grupos. A expressão *gestalt* é utilizada pela primeira vez em 1944

¹⁹ *Insight*, aqui, é definido como sendo a súbita percepção de relações entre elementos de uma situação problemática. (MOREIRA, 1999)

em seu estudo sobre as relações entre teoria e prática na Psicologia Social. Segundo Lewin, somente é possível observar um grupo se o observador estiver inserido nesse grupo, pois não é possível observar “de fora”. A essa metodologia Lewin chamou de “pesquisa-ação”. Para validar essa metodologia, Lewin fez experimentos com pequenos grupos, inserindo um observador em cada um deles. Uma de suas constatações foi que as ações e percepções dos membros são elementos de uma estrutura mais complexa, ou seja, o indivíduo do grupo comporta-se de uma maneira diferente quando se encontra numa relação direta com o grupo.

Conforme Osório (2003), Lewin observou que a integração dentro de um grupo somente ocorrerá quando as relações interpessoais forem baseadas na autenticidade de suas comunicações; essa autenticidade é uma atitude passível de aprendizado no grupo. Também estudou a questão da autoridade e dos tipos de liderança, descrevendo três formas diferentes de liderar: o líder autocrático, o *laissez-faire*²⁰, e o democrático, cuja denominação, de certo modo, já o caracteriza.

Descreveu, também, as várias etapas do processo de solução de problemas em grupo: definição dos problemas; promoção das ideias; verificação das ideias; tomada de decisão; e, por fim, execução. Em síntese, sua teoria visa analisar a natureza dos grupos, as inter-relações de seus membros e as alterações que se processam no seu âmago, geradas por forças internas e externas.

A partir da Psicanálise e da Dinâmica de Grupo, Pichon-Rivière elaborou a teoria dos Grupos Operativos. Suíço de nascimento, viveu na Argentina desde os quatro anos, sendo hoje reconhecido como um dos mais talentosos e criativos psicanalistas do hemisfério sul. A teoria dos Grupos Operativos é, sem dúvida, sua maior contribuição. Segundo Pichon-Rivière (2009, p.125), “os grupos operativos se definem como grupos centrados na tarefa”.

A proposta de Pichon-Rivière (2009), para os grupos operativos, estava embasada em uma didática interdisciplinar, considerando a história de cada indivíduo. Cada uma dessas vivências e concepções vai contribuir para a formação de uma unidade através do trabalho em grupo, promovendo um referencial operativo sustentado, então, pelo denominador comum dos esquemas prévios de cada indivíduo. Assim, a despeito das vivências e concepções pessoais de cada integrante, os grupos operativos apontam para uma direção determinada a fim de compreender e dirigir a tarefa, sendo o grupo o instrumento para sua realização.

Nesse caso, a *ação* e a *investigação* sobre a tarefa são inseparáveis, sendo que a investigação pode oferecer sólidas bases para a tomada de decisões. O processo de

²⁰ Traduzido literalmente do francês “deixar fazer”.

investigação precisa de um método que, de acordo com Pichon-Rivière (2009), consiste em observar os elementos comuns a certo tipo de problema e analisar as possíveis soluções; esgotadas as possibilidades, fazer então a otimização dos meios existentes. Esse processo de operação é indicado em cinco etapas: (1) estado de dúvida; (2) estado de tensão; (3) emergência subsequente de um problema; (4) formulação de uma hipótese; e (5) consequência da escolha de tal hipótese.

Uma questão importante nos grupos operativos é a análise dialética em que teoria e prática integram-se numa práxis concreta e vão adquirindo forma operativa no campo de trabalho do grupo. Pichon-Rivière (2009) considera que o sujeito, na medida em que aprende com o objeto e o transforma, tornando a aprendizagem operativa, também transforma a si mesmo, entrando, assim, no que poderia ser chamado de um verdadeiro jogo dialético.

Integrando a análise dialética, Pichon-Rivière (2009) criou o conceito de ECRO – Esquema²¹ Conceitual, Referencial e Operativo. O *Esquema Conceitual* representa o conjunto organizado de conceitos universais que permitem uma abordagem adequada da situação concreta a ser resolvida. O *Referencial* diz respeito ao segmento da realidade sobre o qual se pensa e opera, ou seja, refere-se ao conjunto de experiências, conhecimentos e afetos prévios que levam os indivíduos a pensar e a agir em grupos. E o *Esquema Operativo* é o elemento fundamental, pois está diretamente relacionado à ação, ou seja, à possibilidade de modificação de algo segundo algum critério. Para que o aspecto referencial se torne operativo (gerador de mudanças), é necessária a criação de uma situação, na qual possa ser utilizado, bem como de uma técnica que privilegie a centralização na tarefa proposta.

No ECRO existe a necessidade de um coordenador ou “co-pensor”, nas palavras Pichon-Rivière (2009); sua principal função consiste em criar, manter e instigar a comunicação entre os membros do grupo. Deve facilitar o diálogo, respeitando os silêncios produtivos ou criadores. Também deve evitar os confrontos estereotipados, conduzindo o processo de tal modo que as contradições se resolvam em um processo dialético, não subestimando nenhuma sugestão. Em síntese, quando o diálogo e a comunicação funcionam de maneira adequada, não deve haver a intervenção do coordenador.

Como os grupos operativos são centrados na tarefa, precisamos ter claro que ela

é um conceito dinâmico que diz respeito ao modo pelo qual cada integrante interage a partir de suas próprias necessidades. Necessidades essas que constituem-se em um polo norteador de conduta. O processo de compartilhar necessidades em torno de

²¹ Entende-se por esquema o conjunto articulado de conhecimentos, o qual, segundo Pichon-Rivière (2009, p.250) é proporcionado por linhas de trabalho e de investigação.

objetivos comuns constitui a tarefa grupal. Nesse processo emergem obstáculos de várias naturezas, diferenças e necessidades pessoais e transferenciais, diferenças de conceitos e marcos referenciais e do conhecimento formal propriamente dito. (PICHON-RIVIÈRE, 2009, p.173)

Outro conceito importante nos grupos operativos identificado por Pichon-Rivière (2009, p. 5) é o conceito de *vínculo*, definido por ele como “uma estrutura complexa que inclui um sujeito, um objeto e sua mútua inter-relação com processos de comunicação e aprendizagem”. O fundamento motivacional do vínculo está diretamente interligado com as relações intersubjetivas que são dirigidas e estabelecidas com base em necessidades.

O *vínculo* pode ser entendido como um processo comunicacional, pois consiste na existência de um emissor, um receptor, uma codificação e decodificação da mensagem. Através desse processo comunicacional, torna-se manifesto o sentido da inclusão do objeto no vínculo, o compromisso do objeto numa relação não linear, mas dialética, com o sujeito.

Dessa maneira, Pichon-Rivière (2009) explicita que em toda estrutura²² vincular há a integração entre o sujeito e o objeto, sendo que ambos se realimentam mutuamente. Em se tratando de um Grupo Operativo, o vínculo está veiculado com a relação interpessoal. Descrevendo o Grupo Operativo juntamente com o conceito de vínculo, não podemos deixar de lado os papéis assumidos dentro do Grupo Operativo, já que os mesmos estão diretamente interligados com o vínculo estabelecido entre os indivíduos do grupo.

O conceito de papel, segundo Pichon-Rivière (2009, p.28), é a “representação dimensional que cada um tem de si mesmo em forma de uma Gestalt”, em outras palavras, seria a noção que cada pessoa carrega de si própria e a representação dimensional que está ligada às características familiares e sociais que interferem na formação desse indivíduo. De modo que, dentro do Grupo Operativo, cada pessoa assume seu papel de acordo com suas características pessoais. Os papéis identificados com maior frequência dentro dos grupos são os de *porta-voz*, *sabotador* e *bode expiatório*, sendo que todos esses papéis podem estar associados ao comando, que seria o papel de líder.

Antes de identificarmos os papéis dentro de um Grupo Operativo, é preciso esclarecer os conceitos de horizontalidade e verticalidade relacionados com os membros desse grupo. O termo *verticalidade* está relacionado com a história, experiência e circunstâncias pessoais de cada indivíduo, enquanto o termo *horizontalidade* “constitui a maneira de o grupo exprimir-se, com um todo pertencente à totalidade do grupo” (PICHON-RIVIÈRE, 2009, p.260). Em outras palavras, seria o encadeamento das contribuições individuais. No processo de

²² O termo *estrutura* aqui apresentado indica a interdependência dos elementos (PICHON-RIVIÈRE, 2009).

aprendizagem formado por um Grupo Operativo, a concretização do cruzamento da verticalidade e da horizontalidade indica que ocorreu a realização da tarefa.

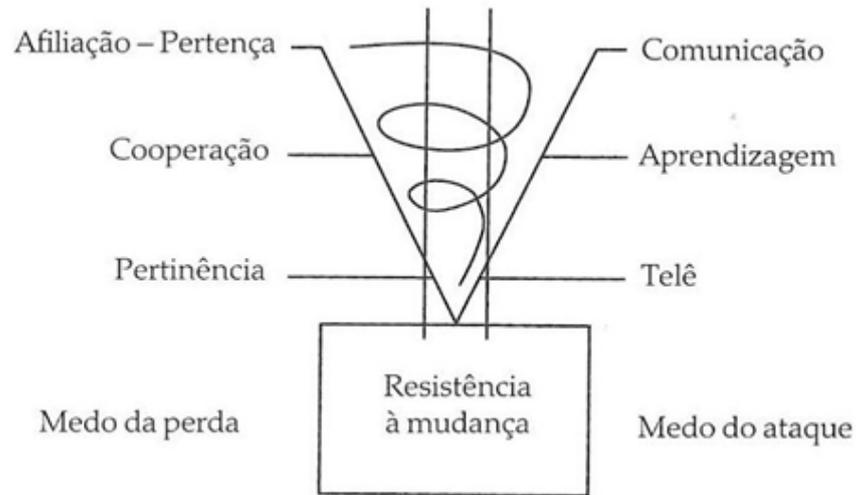
O *porta-voz* é o membro do grupo que expressa algo que estava em questão ou mesmo implícito, transformando esse algo num elemento de significação grupal. Porém, nem sempre essa significação é de fato grupal, dado que tende a viver o fato de uma maneira que lhe é própria. A esse enunciado dá-se o nome de “emergente grupal” e é função do *coordenador* decodificá-lo para o grupo. Relacionando o papel do *porta-voz* com os conceitos de *verticalidade* e *horizontalidade*, pode-se dizer que o *porta-voz* enuncia um emergente grupal sempre que os conceitos em questão não estão próximos de se cruzar.

O *sabotador*, normalmente, é infiltrado no grupo por outro grupo externo no intuito de sabotar a tarefa ou mesmo o entendimento. Não necessariamente o sabotador precisa ser um integrante externo, pode ser um integrante interno que, de modo por vezes inconsciente, não trabalha em prol do desenvolvimento da tarefa. O sabotador age quando corta o momento de horizontalidade no qual todos os elementos da verticalidade de cada indivíduo estariam se unindo na horizontalidade da realização da tarefa.

O Grupo Operativo em um processo de ensino-aprendizagem envolve mudanças e tudo o que acontece em um grupo, inclusive sua maneira de agir. Pode ser representado por um cone invertido, no qual os papéis internos são prescritos ou estabelecidos, os quais são definidos em termos de pertença, afiliação, cooperação, pertinência, comunicação, aprendizagem e telê²³. Os elementos evidenciados se situam todos como papéis ou funções para provocar no indivíduo a ruptura do estereótipo através da realização da tarefa, ou seja, algumas pessoas no grupo vão assumir esses papéis com a prática em questão, cada uma de acordo com suas características pessoais.

²³ Capacidade que cada indivíduo tem de se relacionar com os outros. (PICHON-RIVIÈRE, 2009)

Figura 1 – Esquema do cone invertido



Fonte: Pichon-Rivière (2009, p.268)

No lado esquerdo do cone, temos três vetores. A *pertença* consiste no “sentimento de pertencer a um grupo determinado” (PICHON-RIVIÈRE, 2009, p.268). Existe uma identificação com os processos desencadeados pela tarefa, estabelecendo um clima de segurança que favorece sua realização. A *afiliação* é considerada uma “pertença não alcançada”, quando o indivíduo é somente um espectador no processo de aprendizagem. O vetor *cooperação* existe em toda tarefa de grupo e representa a maneira pela qual os indivíduos do grupo cooperam na mesma direção para a realização da tarefa. A *cooperação*, portanto, pressupõe a capacidade de se colocar no lugar do outro, podendo ser percebida quando cada integrante do grupo colabora com os demais de forma complementar, desempenhando papel específico atribuído pelo grupo e assumido pelo participante (BARBOSA, 2001). O terceiro vetor do lado esquerdo do cone é a *pertinência* que se refere à localização direta do indivíduo com a tarefa. Segundo as palavras de Pichon-Rivière (2009, p. 269), “a maior pertença e cooperação têm valor se há pertinência”. Barbosa (2001) refere que a eficácia do grupo é medida pela energia despendida para realizar a tarefa, que está diretamente ligada com a *pertinência*.

O lado direito do cone inicia-se pelo vetor *comunicação*; o resultado da comunicação é a informação. Porém, na comunicação, não se pode deixar de descartar o *ruído*, que pode ser definido como a comunicação por sinais mais complexos, tendo em vista a influência de um terceiro elemento que não pode ficar a par da informação. Quando dois elementos entram em contradição, há a configuração de um mal-entendido dentro do grupo. O vetor *aprendizagem*, definido por Pichon-Rivière (2009, p. 269) como a “possibilidade de abordar um objeto,

apoderar-se instrumentalmente de um conhecimento para poder operar com ele, conseguir uma incorporação”. Porém, esse processo também possui ruídos que podem ser considerados como obstáculos que interferem diretamente no processo de aprendizagem. Todo processo de aprendizagem implica em mudanças e todo indivíduo sempre possui certa resistência. Como último vetor do lado direito do cone temos a *telê*, termo criado por J. L. Moreno que consiste “na capacidade ou disposição que cada um de nós tem para trabalhar com outras pessoas” (PICHON-RIVIÈRE, 2009, p.270). A *telê* está relacionada aos fatores afetivos: a *telê positiva*, ou a aceitação em trabalhar com o outro; e a *telê negativa*, relacionada à rejeição em trabalhar com o outro.

Observando-se o cone novamente, é possível identificar a mudança na ponta do mesmo; como *aprendizagem* é sinônimo de *mudança*, quanto mais próximo se está da ponta do cone, menos resistentes seremos à mudança. Porém, não se pode deixar de levar em consideração que toda situação de mudança mobiliza dois medos básicos: o *medo da perda* e o *medo do ataque*. O medo da perda está relacionado com as estruturas pré-existentes, ou seja, o medo de perder algo já possuído no processo de aprendizagem, enquanto o medo do ataque tem relação direta com a nova situação, em que o indivíduo se sente inseguro por carência de informações.

Considerando o Grupo Operativo integrado ao processo de aprendizagem em sala de aula, é possível identificar que os integrantes do grupo não somente têm de aprender a pensar, mas também a observar, a escutar e a relacionar suas próprias opiniões com as dos demais. Não é necessário fazer nada para que se estabeleça um processo dialético do pensamento, visto que ele é espontâneo. Entretanto, há muito que fazer para eliminar barreiras e bloqueios que o impeçam; num Grupo Operativo os integrantes participam espontaneamente.

Sistematizando o que foi dito até aqui: de uma forma mais generalizada, trabalhar em grupo é um meio, e não uma finalidade. O trabalho em grupo se justifica pelas contribuições simples que permitem o confronto ou a cooperação; o principal objetivo é fazer com que todos os participantes do grupo alcancem o objetivo que está sendo buscado.

O trabalho em grupo possibilita a troca de conhecimento, interação entre os componentes do grupo, além de manifestar elementos afetivos interligados ao social e ao cognitivo. No entanto, sua utilização somente é válida se for realizada para a solução de problemas, e não na utilização de procedimentos automatizados que podem ser realizados por integrantes do grupo de forma individual.

Com base nesse contexto, e levando em consideração as atividades de laboratório, a estruturação em grupos se valida naqueles momentos em que a estratégia, mais que a técnica, predomina. Por exemplo, é necessariamente coletivo um debate no interior do grupo sobre como deve ser feita a medição da capacitância de um capacitor (o circuito deve ser desligado, pelo menos uma das conexões do capacitor com o restante do circuito deve ser aberta, a escala de medição do aparelho deve ser conferida etc.) deve necessariamente envolver todos os participantes. Já a medição propriamente dita, se ajustaria melhor a uma atividade individual, levando em consideração que todos os cuidados que configuram uma estratégia de medição foram previamente discutidos e um consenso atingido.

Estudos realizados (POZO, 2002, p. 257) mostram que “a cooperação promove as aprendizagens sociais, assim como torna mais provável o surgimento de uma motivação intrínseca pela aprendizagem ou desejo de aprender”. Ainda assim, deve-se sempre levar em consideração a ansiedade dos integrantes do grupo relacionada às dificuldades da tarefa, à interação, ao comprometimento e à colaboração entre os mesmos.

A *colaboração* é centrada no indivíduo, ou seja, trata-se de um tipo de interação no qual cada indivíduo contribui com sua parte, em que as características individuais são relevantes e o grupo opera em um esquema de contribuição mútua, sem competição. Conforme a teoria de Vigotski (1998), há um pensar em conjunto para alcançar um resultado que não poderia ser alcançado individualmente. Já na *cooperação* o objetivo é a conclusão de um produto, ou tarefa, tendendo a chegar a um objetivo comum. Não há a avaliação individual.

Assim, a atividade em grupo propicia a vivência, a reflexão e a sistematização dos conteúdos tecnológicos e científicos. Com isso, as atividades em grupo para o desenvolvimento das aulas de laboratório constituem-se na técnica mais adequada, pois possibilita a participação de todos do grupo na construção das atividades e, conseqüentemente, do seu próprio aprendizado.

2 MÉTODO

Neste capítulo descrevemos o processo metodológico da pesquisa, assim como o problema de pesquisa e seus objetivos. Identificamos os elementos da pesquisa, o ambiente no qual ocorre e o processo para a coleta dos dados.

2.1 PROBLEMA DE PESQUISA E OBJETIVOS

O olhar dessa pesquisa volta-se para a aprendizagem de eletricidade no ambiente de laboratório, cujo problema é: **em qual medida os conhecimentos prévios dos alunos em eletricidade propiciam a aprendizagem num laboratório, ambiente de trabalho coletivo?**

Para a construção de uma resposta viável a essa pergunta, elencamos a seguir alguns objetivos. O objetivo geral deste estudo centra-se em observar o conhecimento prévio dos alunos no contexto de uma atividade em grupo. A partir do que surgem os seguintes objetivos específicos:

- caracterizar um ambiente de trabalho voltado à experimentação, nos contextos do ensino e da aprendizagem de eletricidade;
- identificar na literatura os conhecimentos prévios mais relevantes para o aprendizado da eletricidade, no contexto experimental;
- analisar, dentre os conhecimentos identificados na literatura, aqueles tidos como pertinentes no contexto deste trabalho;
- identificar elementos do aprendizado dos alunos que os tornem mais significativos, sempre dentro do contexto do laboratório;
- identificar, do ponto de vista das teorias de aprendizagem por associação ou por reestruturação, os principais elementos que tornam o ensino nos ambientes de laboratório mais efetivo;
- investigar, do ponto de vista das teorias de aprendizagem por associação ou por reestruturação, o efeito dos *grupos* na aprendizagem em laboratório; e
- investigar a questão do vínculo com relação ao processo de aprendizagem dos alunos.

2.2 CONSTITUIÇÃO DA PESQUISA

Esta pesquisa, de cunho qualitativo, foi motivada, primeiramente, pela observação efetuada por uma professora de laboratório de eletricidade que – ao perceber dificuldades associadas à existência de alguns conceitos equivocados, formados pelos alunos no campo da análise de circuitos elétricos – começou a questionar se tinha ou não importância a consciência desses conhecimentos prévios e se, dentro de um ambiente de laboratório, isso poderia ser desfeito ou transformado, pelo aluno, em conhecimento válido? O que segue é uma resposta afirmativa a essa questão.

Conforme Ghedin (2008, p.132), “a metodologia deve ser concebida como um processo que organiza cientificamente todo o movimento reflexivo, do sujeito ao empírico e deste ao concreto, até a organização de novos conhecimentos, que permitam nova leitura/compreensão/interpretação do empírico inicial”.

O conhecimento ocorre na inter-relação do sujeito que conhece com o objeto do conhecimento. Franco (*apud* GHEDIN, 2008) interpreta a relação sujeito-objeto através de três modelos teóricos distintos: o modelo objetivista, o modelo subjetivista e o modelo dialético. O *modelo objetivista* estabelece a relação a partir do objeto, assumindo o sujeito como ser passivo. O *modelo subjetivista* coloca a referência no sujeito, e não sobre o objeto; a realidade do sujeito tem supremacia. Por fim, o *modelo dialético* incorpora o referencial sócio-histórico e dialético da realidade social, vendo o sujeito como o criador e transformador de seus contextos.

Uma pesquisa-ação, segundo Brandão,

é realizada em um espaço de interlocução onde os atores implicados participam na resolução dos problemas, com conhecimentos diferenciados, propondo soluções e aprendendo na ação. Neste espaço, pesquisadores, extensionistas e consultores exercem um papel articulador e facilitador em contato com os interessados. (2006, p.156)

Guba e Lincoln (*apud* LUDKE, 1986) afirmam que as críticas à observação, ao se basearem primordialmente na interpretação pessoal, terminam por ter origem no ponto de vista *objetivista*, e que o pesquisador pode se valer de uma série de meios alternativos para verificar o grau de envolvimento pessoal dos elementos do grupo.

A metodologia da Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2011) tem como principais elementos, o processo de busca, a unitarização e a categorização do *corpus*.

Nesta pesquisa o material empírico do *corpus* consiste, predominantemente, de um questionário realizado junto aos alunos de engenharia durante uma disciplina de laboratório de eletricidade, no intuito de identificar o conhecimento prévio dos mesmos, além de fazer observações e anotações cuidadosamente apontadas pelo professor da disciplina²⁴.

A metodologia da Análise Textual Discursiva consiste em uma análise criteriosa, sem o intuito de testar hipóteses, mas com o objetivo de compreensão dos resultados e reconstrução de conhecimentos já existentes. O processo de *unitarização* consiste na desconstrução dos textos do *corpus*, buscando a percepção de seus sentidos, considerando os diferentes limites dos seus pormenores, ou seja, identificando os elementos unitários constituintes.

O primeiro passo está relacionado à fragmentação do texto e à codificação das unidades. O segundo passo consiste em reescrever as unidades, na busca de um significado. E o terceiro passo seria a titulação de cada unidade. Com esses três passos concluídos, o pesquisador tem a necessidade de uma nova releitura, pois o aprofundamento na leitura e a impregnação dos temas não ocorrem de forma simples e linear, mas em forma de espiral, num constante vai e vem, considerando que os critérios de *unitarização* se esclarecem ao longo do processo, após leituras e releituras, no qual os critérios de constituição vão sendo definidos gradativamente.

O processo de *categorização* corresponde à construção de uma estrutura de categorias e subcategorias, levando à produção de metatextos, compostos de descrições e interpretações dos materiais analisados (MORAES; GALIAZZI, 2011), em outras palavras, consiste em reunir o que é comum. Para que as categorias de análise sejam pertinentes, as mesmas necessitam ser válidas no que se refere aos objetivos e ao objeto de análise, ou seja, um conjunto de categorias é válido quando é capaz de propiciar uma nova compreensão dos fenômenos pesquisados. A fim de que as categorias sejam homogêneas, o pesquisador precisa explicitar seus pressupostos de análise, já que uma mesma unidade pode ser lida de diferentes perspectivas, resultando em múltiplos sentidos. Por isso, o processo de categorização não ocorre num único movimento, e se constitui num processo reiterativo dos elementos que estão em construção. Assim, a melhora e a validação de forma gradativa das categorias estão diretamente associadas à aprendizagem do pesquisador, por conta da compreensão gradualmente mais aprofundada do tema que investiga.

²⁴ Considerando neste contexto que o professor da disciplina é o próprio pesquisador.

Com relação ao tipo de categorias, podemos considerar duas possibilidades: a primeira, a categoria *a priori*, é construída com base em teorias já escolhidas com antecedência pelo pesquisador, consistindo, na maior parte das vezes, de categorias gerais que se desdobram em subcategorias. Já as categorias emergentes são as que se mostram necessárias a partir da realização da análise; não estavam, portanto, pré-definidas. Por isso, esse tipo de categoria parte, normalmente, de subcategorias para uma categoria geral.

2.3 A CONSTITUIÇÃO DO *CORPUS*

A definição com relação à escolha do ambiente no qual foram coletados os dados empíricos que fazem parte do *corpus* está baseada na vivência da pesquisadora, considerando que a mesma ministra disciplinas de laboratório para diferentes cursos de engenharia.

Essas disciplinas visam à aprendizagem inicial das estratégias de análise de circuitos elétricos em corrente contínua. Foram escolhidas, para construção do *corpus*, duas turmas da disciplina de Laboratório de Eletroeletrônica que são oferecidas para o curso de Engenharia Mecânica. Essa escolha se deu, em parte, pelo fato de a concepção de circuitos elétricos em corrente contínua ser amplamente evocada, e também pelo fato de essa disciplina, ministrada para o curso de Engenharia Mecânica possuir uma carga horária maior que a disciplina ministrada para o curso de Engenharia de Produção, já que esse curso possui uma disciplina teórica a mais.

As duas turmas são compostas por dezoito alunos, formando seis grupos de três alunos cada. Dessa forma, esse número de três alunos faz com que a observação de aspectos cognitivos, afetivos e interacionais seja facilitada. Com relação à quantidade de alunos formados no grupo, segundo a perspectiva de Bonals (2003), eles poderiam ser formados por três ou quatro alunos, pois ambos possibilitam uma dinâmica ágil e produtiva; porém, por questão de espaço físico no laboratório, e identificando a necessidade de todos os componentes participarem integralmente da atividade prática, optou-se por grupos de três alunos.

O *corpus* da pesquisa foi construído em duas etapas distintas. A primeira delas consistiu numa busca preliminar dos conhecimentos prévios dos alunos e, para isso, foi elaborado um questionário, o qual foi aplicado aos alunos no primeiro dia de aula, anterior a qualquer intervenção pedagógica por parte do professor. O questionário aplicado pode ser visualizado no Apêndice 1. A justificativa para a elaboração e aplicação desse questionário deriva da grande importância do conhecimento prévio no processo de intermediação da

construção dos conhecimentos dos alunos, e da ideia de subsunçores de Ausubel, explorada no item 1.4.1 que dá respaldo a essa afirmação.

A segunda etapa está relacionada às primeiras atividades práticas de laboratório, que também foram consideradas na coleta dos conhecimentos prévios dos alunos e foram desenvolvidas de forma a identificar os conceitos que os alunos possuem sobre corrente elétrica, diferença de potencial e potência elétrica. Na elaboração das práticas, foram previstas atividades que somente poderiam ser desenvolvidas de modo adequado caso o aluno possuísse o conhecimento prévio necessário.

As observações referentes à evolução dos processos de ensino e aprendizagem foram coletadas através de documentos escritos que consistem nas próprias atividades práticas que, após realizadas, foram entregues à professora. Outro elemento importante relacionado à construção da parte empírica do *corpus* consiste em uma rotina de anotações por parte do professor após o término de cada atividade prática, com relação ao desenvolvimento cognitivo, afetivo e colaborativo. O processo de construção dessa parte empírica do *corpus* ocorreu num período aproximado de cinco²⁵ semanas.

Os pilares que deram suporte ao contexto metodológico estão diretamente relacionados à teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1980) – a questão dos conhecimentos prévios – e ao conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal de Vigotski (1998) – a questão do efeito do grupo na aprendizagem de laboratório. Esses pilares também servem para apoiar os elementos cognitivos relevantes nesta pesquisa. Pozo (2009) é a referência adotada no que diz respeito às estratégias e procedimentos, e a relação entre o processo grupal é ancorado pela teoria de Grupo Operativo de Pichon-Rivière (2009).

Levando em consideração o contexto teórico e metodológico descrito acima, foi realizada uma análise criteriosa do questionário aplicado e feita uma esquematização relacionada ao conhecimento prévio de cada aluno, bem como à formação do grupo. Assim, foi possível identificar a heterogeneidade ou homogeneidade existente em cada grupo. Desse modo, uma maior interação com os grupos foi possível, além de os elementos que envolveram o cognitivo, o afetivo e a inter-relação entre os participantes terem recebido atenção especial (esses elementos foram objeto de anotações diárias).

²⁵ Esse é o período considerado médio para a realização de atividades práticas diretamente relacionadas à análise de circuitos em corrente contínua, que é o conteúdo de estudo considerado nesta pesquisa.

3 CONSTRUÇÃO DO *CORPUS*

Como já anunciado anteriormente, a coleta de dados empíricos desta pesquisa ocorre com turmas de Engenharia Mecânica no ambiente de laboratório de eletricidade. Considerando o primeiro dia de aula de uma nova turma, o primeiro ato colaborativo que ocorre no ambiente de laboratório é a formação dos grupos de trabalho; o laboratório já é disposto em bancadas, sendo que cada grupo é composto por até três alunos, que prosseguirão trabalhando juntos durante todo o semestre letivo²⁶. Assim, é preciso, em um primeiro momento, dedicar atenção especial à formação desses grupos de trabalho, lembrando que o trabalho em grupo, no caso dessa disciplina, não é uma opção, mas uma necessidade. São 6 bancadas no laboratório e as turmas sempre são formadas com um mínimo de 15 alunos, de modo a excluir-se a possibilidade de algum aluno trabalhar de forma individual.

O trabalho experimental do ponto de vista da aprendizagem de ciências – neste caso específico, a aprendizagem de eletricidade – tem grande repercussão no campo da educação para as ciências (SARAIVA-NEVES, 2006; CUNHA, 2012; BALEN, 2008) e, paralelamente, é bem aceito entre o corpo docente como meio metodológico de aprendizado. Isso termina por ganhar grande importância já que trabalhos realizados em grupos resultam em oportunidades de promover a interação, abrindo espaço para que o aluno assuma o papel de protagonista do seu processo de aprendizagem, desenvolvendo sua autonomia.

Para se atingir esse nível é preciso que as práticas sejam desenvolvidas de tal forma que instigue o aluno a pensar, e não somente a seguir orientações prévias e a realizar práticas repetitivas que, por vezes, esgotam-se na montagem dos experimentos e de medição, relegando a um segundo plano – também com excessiva frequência – a necessidade de interpretação. O objetivo das atividades práticas é, do ponto de vista do conhecimento, o de construir, o de levar os alunos a pensar, debater, justificar suas ideias e aplicar seus conhecimentos em situações novas, usando os conhecimentos teóricos prévios de eletricidade e de matemática.

Conforme os alunos vão chegando ao laboratório, no primeiro dia de aula, a professora indica o local em que se encontram as bancadas de trabalho e informa que os grupos serão formados por até três alunos, formando-se tanto grupos homogêneos, quanto heterogêneos no que diz respeito ao conhecimento prévio. A afinidade entre os participantes também é, a princípio, aleatória.

²⁶ Os grupos não necessariamente precisam permanecer os mesmos, mas todas as atividades desenvolvidas são realizadas em grupos.

Por se tratar de atividades de eletricidade, para cursos de Engenharia Mecânica, desenvolvidas no ambiente de laboratório, optou-se pela análise de Grupos Operativos, tal como apresentada por Pichon-Rivière (2009), a ser discutida de forma sintética na parte final do item 1.6. Essa análise está focalizada na tarefa e na relação entre teoria e prática. Tanto a tarefa quanto a relação teoria-prática estão interligadas em um processo dialético, podendo-se considerar que *ação* e *investigação* são inseparáveis no ambiente de trabalho de laboratório.

As turmas são preenchidas por até 18 alunos distribuídos em 6 bancadas de trabalho, de modo a que os grupos formados sejam compostos por 2 ou 3 alunos. No primeiro momento de aula, foi realizado um questionário²⁷ no qual se buscou o conhecimento prévio dos alunos, com o intuito de auxiliar o planejamento dos processos de ensino e aprendizagem. As observações foram realizadas em duas turmas, com um total de 18 alunos cada.

Em geral, considera-se um aluno com bom conhecimento prévio aquele que já teve algum envolvimento com eletricidade, seja através de cursos ou mesmo de experiência profissional; e um aluno com conhecimento prévio mediano aquele que somente teve envolvimento com eletricidade através de outras disciplinas já cursadas na Universidade. O contexto no qual se inserem as considerações acima refere-se ao fato de a disciplina de Laboratório de Eletroeletrônica para o curso de Engenharia Mecânica ter como pré-requisito as disciplinas de Eletricidade e Magnetismo e de Eletricidade Aplicada, e ambas serem disciplinas teóricas. Espera-se que, ao ingressarem nessas disciplinas, os alunos já tenham construído o conhecimento prévio necessário para as atividades práticas no laboratório, onde serão desenvolvidas pelos alunos habilidades de manuseio de componentes e instrumentos. Esse conhecimento prévio também é necessário na resolução de exercícios associados à interpretação das atividades práticas.

Com relação à formação dos grupos em função do grau afetivo, fica difícil, em um primeiro momento, uma avaliação mais aprofundada por parte do pesquisador, já que não tem como dimensionar o grau de relacionamento prévio existente entre cada um dos integrantes; por isso, nesse primeiro momento, apenas o conhecimento prévio e o comportamento em cada grupo são observados.

A observação da afetividade entre os componentes de um grupo é um processo que pode ser analisado no decorrer do semestre, tendo em vista que, com o passar das aulas, o professor acaba tendo condições de, ao menos, identificar se os grupos têm ou não afinidades sob o aspecto afetivo. Assim, com o passar das aulas, torna-se possível a identificação, pelo

²⁷ Apêndice 1.

menos de forma parcial, da formação dos grupos pela afinidade, através da observação de alguns elementos, tais como o grau de colaboração entre os componentes, as reações destes por ocasião da troca de sugestões e informações, a postura assumida por ocasião da solução de algum eventual percalço e outras evidências do gênero.

Para uma melhor compreensão e visualização, optou-se por identificar as turmas como turma A e turma B. Na turma A, as aulas ocorreram no horário do vespertino; na turma B, no horário da noite. Em ambas as turmas foram formados 6 grupos com 3 componentes cada. A identificação dos alunos por siglas visou a uma melhor descrição das atividades realizadas pelo grupo, identificando seus indivíduos de forma codificada, de modo a preservar a individualidade.

Quadro 1 – Formação dos grupos por turma

Turma A		Turma B	
Horário: vespertino		Horário: noite	
Grupos	Alunos	Grupos	Alunos
Grupo 1	LCS	Grupo 1	IRL
	JLA		JRR
	DGO		TTN
Grupo 2	RCD	Grupo 2	ADS
	JNT		RAF
	MRI		MRL
Grupo 3	JCS	Grupo 3	VGN
	DNR		RVL
	RFA		RCR
Grupo 4	JAS	Grupo 4	THG
	RDG		MCN
	ADT		CSN
Grupo 5	CLB	Grupo 5	EDR
	MRC		JSE
	JFS		ATN
Grupo 6	MRL	Grupo 6	GCN
	SMN		SML
	TIG		AGT

Fonte: Autor (2013)

Após o preenchimento do questionário, a professora explicitou suas orientações para o bom desenvolvimento da disciplina: apesar de ser prática, ela também contempla a resolução de problemas ligados a cada atividade a ser desenvolvida, ou seja, para a realização da atividade prática, os alunos precisam também de um desenvolvimento teórico que inclui a

resolução de cálculos, os quais podem revelar, pelo menos em parte, a consistência e coerência do experimento prático. A justificativa para a idealização das práticas desenvolvidas no laboratório na forma descrita visa evitar que estas sejam exclusivamente mecânicas, sem espaço para uma reflexão crítica dos dados obtidos. Uma estratégia para a promoção dessa atitude autônoma de avaliação e crítica interna é a de somente intervir nas atividades que o grupo realiza quando há o bloqueio total e, mesmo assim, a ação é no sentido de, figuradamente, “destravar” o processo, para que ele volte a ser assumido produtivamente pelos estudantes.

Outro aspecto salientado pela professora dirigiu-se à formação dos grupos, que não são fixos, havendo, portanto, a possibilidade de troca dos componentes durante o semestre. Os grupos precisam se manter apenas durante a mesma atividade prática, sendo que na atividade seguinte (ou semana seguinte) podem ser alterados, a critério de cada integrante, com a única restrição de os grupos não excederem 3 alunos.

As regras de formação de grupos explicitadas acima teve a intenção de propiciar aos alunos condições de vivenciar outras experiências grupais (LOPES, 2008; TIBERGHEN, 2007). Foi cogitada a troca obrigatória dos componentes do grupo, tendo em vista que a convivência com diferentes perfis e personalidades pode contribuir para a construção do conhecimento, bem como para as relações sociais e afetivas. Entretanto, essa troca obrigatória não foi instituída nesta pesquisa, em especial pelo fato de que poderia afetar, de alguma forma, os dados obtidos.

Iniciando a construção do *corpus* no que diz respeito ao questionário aplicado, fizemos abaixo uma descrição dos grupos com relação ao conhecimento prévio de seus componentes, em outras palavras, a Tabela 2, apresentada a seguir, foi construída a partir dos elementos destacados no questionário aplicado. A tabela refere-se à turma A e sintetiza o conhecimento²⁸ formal anteriormente adquirido dos componentes do grupo.

²⁸ Ao relacionar conhecimento com o observado no questionário aplicado, entende-se este como conhecimento prévio, intuito desta pesquisa.

Quadro 2 – Conhecimento anteriormente adquirido dos alunos da Turma A

Turma A		
Grupos	Alunos	Indicadores dos conhecimentos previamente adquiridos
Grupo 1	LCS	Bom conhecimento prévio na parte teórica
	JLA	Já realizou curso técnico de mecatrônica
	DGO	Bom conhecimento prévio na parte teórica
Grupo 2	RCD	Já cursou anteriormente Eng. de Controle e Automação
	JNT	Somente cursou as disciplinas teóricas obrigatórias
	MRI	Somente cursou as disciplinas teóricas obrigatórias - Cancelou posteriormente
Grupo 3	JCS	Já realizou curso técnico de mecatrônica e também trabalhou na área de eletricidade
	DNR	Somente cursou as disciplinas teóricas obrigatórias
	RFA	Somente cursou as disciplinas teóricas obrigatórias
Grupo 4	JAS	Já realizou curso técnico de mecatrônica e também trabalhou na área de eletricidade
	RDG	Já realizou curso técnico de mecatrônica e também trabalhou na área de eletricidade
	ADT	Somente cursou as disciplinas teóricas obrigatórias - Cancelou posteriormente
Grupo 5	CLB	Somente cursou as disciplinas teóricas obrigatórias
	MRC	Já realizou curso técnico de mecatrônica
	JFS	Já realizou curso técnico de mecatrônica
Grupo 6	MRL	Já realizou curso técnico de mecatrônica
	SMN	Somente cursou as disciplinas teóricas obrigatórias
	TIG	Já realizou curso técnico de mecatrônica e também trabalhou na área de eletricidade

Fonte: Autor (2013)

Abaixo estão dispostas as observações com relação ao conhecimento anteriormente adquirido dos grupos da turma A, assim como as observações relevantes observadas pelo professor com relação aos aspectos afetivos, cognitivos e relacionais entre os integrantes de cada grupo.

O grupo 1 é homogêneo com relação ao conhecimento anteriormente adquirido em eletricidade, o que foi constatado nas observações feitas, e também pode ser verificado na Tabela 2. Verificou-se também um comprometimento de todos em compartilhar os experimentos, ou seja, tanto no momento da montagem, quanto no momento da medição do experimento havia a integração de todos para a resolução dos problemas relacionados à montagem e exploração do circuito. Não foram notadas atitudes nas quais esse compartilhamento pudesse evidenciar alguma pretensão de primazia de conhecimento por

parte de quem colabora; todos desenvolviam as atividades em conjunto, respeitando o ritmo de cada um.

Com o passar das aulas, pode-se, gradualmente, identificar alguns elementos de afinidade entre os alunos componentes do grupo 1, pois já haviam cursado várias disciplinas juntos, além de os alunos JLA e DGO já terem trabalhado juntos. No grupo 3 – também formado por alunos que tinham muita afinidade, pelas mesmas razões –, o aluno JCS se destacava devido a seus conhecimentos teóricos preliminares, ao mesmo tempo em que visava o crescimento do grupo, incentivando os colegas a trabalharem de forma igual, realizando todas as atividades juntos.

Esse grupo dificilmente solicitava a atenção da professora; tinha-se aí a concretização de uma configuração típica da *zona de desenvolvimento proximal* de Vigotski (1998), na qual a ancoragem do conhecimento era concretizada predominantemente pelos pares, os próprios colegas do grupo de trabalho. Um momento que demonstra essa ancoragem ocorreu por ocasião da construção de um circuito com resistores em série e paralelo no qual a resistência equivalente não deveria exceder $1k\Omega$, sendo que o resistor mais baixo era de 820Ω . O aluno DNR não conseguia entender como fazer isso, então o aluno JCS disse: “Olha só, presta atenção, se a gente associar os resistores em série, eles ficarão com o valor maior, mas se a gente associar eles em paralelo, o valor deles sempre diminui, aí que tá a nossa solução”. Neste caso, o aluno JCS está buscando o conhecimento prévio do aluno DNR sobre associação de resistores em série e paralelo para, dessa forma, mostrar-lhe como seria possível a consecução da atividade.

O grupo 6 era constituído por MRL, TIG e SMN. O aluno MRL se destacava por seu conhecimento anteriormente adquirido em relação à parte prática, já o aluno TIG, que possuía um curso relacionado à área elétrica, evoluía melhor na prática do que na teoria. O aluno SMN, que se destacava na teoria, não se demonstrava muito interessado na prática. Este foi um grupo que chamou muito a atenção, pois em cada atividade prática realizada, os alunos dividiam as tarefas a serem realizadas de acordo com a aptidão maior de cada um e não estavam se importando muito com a realização individual das provas práticas e teóricas.

Além desse aspecto, também merecia destaque a afinidade entre os integrantes do grupo, visto que se conheciam de longa data, inclusive por já terem trabalhado na mesma empresa. Os dois alunos que mais se destacavam na parte prática também apresentavam desenvoltura na elaboração teórica, e não se importavam muito pelo colega SMN não se

interessar pela prática, pois desse modo eles terminavam a atividade mais cedo e estariam dispensados do restante da aula; não foram detectados desentendimentos por esse motivo.

Porém, o aluno que conhecia bem os desenvolvimentos teóricos não revelava interesse em se envolver com a atividade prática, apesar dos vários apelos da professora para que ele se envolvesse e buscase esse conhecimento. Conforme afirma Pozo,

dos três tipos de conteúdos que devem articular o currículo de ciências para atingir as metas da educação científica, as atitudes são, possivelmente, o mais difícil de abordar para muitos professores, acostumados e preparados para ensinar aos alunos as leis da dinâmica [...], mas menos preparados e dispostos para ensinar seus alunos a comportarem-se durante a aula, a cooperar e ajudar seus colegas ou, inclusive, a descobrir o interesse pela ciência como forma de conhecer o mundo que nos rodeia. (2009, p.29)

Uma das atividades práticas desenvolvidas no laboratório estava relacionada com elementos de uma residência, e essa atividade, normalmente, chama bastante a atenção dos alunos, pois eles a identificam com o consumo dos equipamentos que possuem dentro de suas casas, o que acaba motivando-os mais, já que os elementos fazem parte do seu cotidiano.

Esta atividade prática já foi construída com base no conceito de Aprendizagem Significativa de Ausubel (1980), pois os elementos de uma residência serviriam como conhecimento prévio para os alunos, mesmo que esse conhecimento não fosse o correto, mas serviria de alavanca para a construção de conceitos necessários ao aprendizado. Entretanto, no caso do aluno SMN, nem esta atividade prática o motivou a participar.

A atividade prática citada foi criada com base na concepção de Pozo (2009, p. 41) de que a “motivação no aluno ao enfrentar uma tarefa é resultado da interação entre dois fatores: a expectativa de êxito em uma tarefa e o valor concedido a esse êxito”. Talvez, nesse caso, o baixo valor concedido ao êxito na tarefa explique o desinteresse de SMN.

Os grupos 4 e 5 não se formaram pela afinidade e não tinham nenhum integrante com grande destaque no que refere ao conhecimento prévio exigido pela atividade. Todos trabalhavam juntos, visando a aprendizagem do grupo como um todo, além de haver cooperação e comprometimento entre seus integrantes. Pode-se salientar que com o cancelamento do aluno ADT no grupo 4, a colaboração entre os alunos JAS e RDG ficou ainda maior, no que diz respeito à resolução dos problemas.

O grupo 2 merece um comentário à parte. Sua formação não se deu por afinidade e, além desse aspecto, percebia-se certa homogeneidade de conhecimentos formais anteriormente adquiridos. O integrante RCD se destacava com grande vantagem em termos de

conhecimentos prévios, tanto teóricos como práticos, pois já havia cursado engenharia na área de eletricidade. Em um primeiro momento, os outros dois integrantes do grupo deixavam a cargo de RCD a realização das tarefas práticas, enquanto eles se dedicavam às tarefas teóricas, apesar das constantes observações da professora sobre a necessidade de todos desenvolverem, minimamente, certo nível de conhecimento prático.

Numa ocasião em que RCD não compareceu à aula, o nível de aprendizado prático se revelou francamente insuficiente, e os demais componentes do grupo não conseguiram avançar, face a uma série de dificuldades que eles não puderam superar. O avanço só se deu a partir da colaboração direta da professora.

O primeiro processo descrito acima identifica, claramente, a posição de acomodação dos dois alunos que não se inteiravam da atividade prática. Já no segundo episódio, é possível identificar certa questão de relacionamento, visto que o colega que “sabia mais” não se preocupava com a aprendizagem dos outros dois integrantes do grupo. A professora aproveitou a oportunidade para chamar a atenção dos alunos para esse aspecto, mostrando a importância de todos trabalharem realmente em grupo, procurando a realização de todas as atividades em conjunto, pois só aprende a manusear os instrumentos o aluno que realmente o faz, principalmente aqueles que nunca tiveram contato com essa atividade. Isso se justifica a partir das colocações de Pozo (2009), afirmando que certas técnicas precisam ser automatizadas, e para isso é preciso a repetição a fim de alcançar esse estado.

Quanto às avaliações, os alunos foram alertados que teriam dificuldades, pois uma das funções que elas exercem é justamente a de aferir em qual medida os envolvidos estão adquirindo as habilidades almejadas. Desse dia em diante os alunos JNT e MRI, do grupo 2, passaram a adotar um posição mais ativa, que se configurou em especial nos questionamentos que eles passaram a fazer ao colega RCD com relação às práticas desenvolvidas. JNT e MRI solicitaram com bastante frequência a RCD que os deixassem montar os experimentos autonomamente, e que ele se limitasse a conferir, no final, se tudo estava correto.

Essa questão ficou bem evidenciada em uma frase que o aluno MRI dirigiu a JNT: “Vamos fazer o seguinte, como você conhece tudo de circuitos, deixa eu e o JNT montar e depois você confere se está tudo certo, OK? Assim, a gente fica mais tranquilo sabendo que montou certo, ou não”.

Nesse momento, foi possível perceber a atenção de JNT e MRL em relação a seus processos de aprendizagem: se, no início, eles acreditavam que somente observando conseguiriam realizar as tarefas práticas quando solicitados, ao final eles perceberam que

conquistariam um aprendizado prático efetivo apenas se desenvolvessem por eles mesmos habilidades de montagem e medição dos circuitos elétricos. A admoestação da professora, nesse contexto, provavelmente teve algum papel. Mas foi seguramente a decisão de se tornarem mais autônomos que de fato mudou o contexto de atuação do grupo como um todo.

O aluno MRI, do grupo acima, solicitou à professora uma explicação, à parte, das primeiras atividades práticas. Ela – percebendo o interesse dos alunos com o seu processo de aprendizagem e buscando motivá-los ainda mais – acabou realizando uma aula particular para os dois, na qual os instrumentos e diferentes formas de medição foram novamente explorados. Esse passo foi de grande valia, pois na aula de laboratório que se seguiu, JNT e MRI demonstraram maior segurança no desenvolvimento da atividade.

Antes de iniciar o processo descritivo da turma B, apresentamos na Tabela 3 a apreciação sobre o conhecimento de cada aluno, reiterando que essa tabela foi construída a partir do questionário realizado e que foram identificados os conhecimentos formais previamente adquiridos.

Quadro 3 – Conhecimento previamente adquirido dos alunos da turma B

Turma B		
Grupos	Alunos	Indicadores dos conhecimentos previamente adquiridos
Grupo 1	IRL	Somente cursou as disciplinas teóricas obrigatórias
	JRR	Já realizou curso técnico de mecatrônica
	TTN	Já realizou curso técnico de mecatrônica
Grupo 2	ADS	Cursou as disciplinas teóricas obrigatórias e já trabalhou com eletricidade
	RAF	Somente cursou as disciplinas teóricas obrigatórias
	MRL	Não participou do primeiro dia de aula
Grupo 3	VGN	Somente cursou as disciplinas teóricas obrigatórias
	RVL	Somente cursou as disciplinas teóricas obrigatórias - dificuldades matemáticas
	RCR	Não participou do primeiro dia de aula
Grupo 4	THG	Somente cursou as disciplinas teóricas obrigatórias
	MCN	Somente cursou as disciplinas teóricas obrigatórias
	CSN	Somente cursou as disciplinas teóricas obrigatórias - Cancelou posteriormente
Grupo 5	EDR	Já realizou curso técnico de mecatrônica
	JSE	Já realizou curso técnico de mecatrônica
	ATN	Já realizou curso técnico de mecatrônica e trabalhou na área - Cancelou posteriormente
Grupo 6	GCN	Somente cursou as disciplinas teóricas obrigatórias
	SML	Já realizou curso técnico de mecatrônica
	AGT	Já realizou curso técnico de mecatrônica

Fonte: Autor (2013)

Na turma B, foi mais difícil identificar os grupos formados por afinidade, por isso, cabe um comentário mais detalhado, à parte, de cada grupo. A visão com relação à questão da afinidade não ficou tão explícita, pois com a exceção de alguns alunos, tinha-se a impressão de que todos na turma se conheciam. Com o passar do tempo, foi possível identificar que somente os grupos 5 e 6, realmente, formaram-se por afinidade.

No grupo 5, isso foi percebido quando os alunos conversavam sobre diversas outras disciplinas que já haviam cursado juntos; no grupo 6, foi em uma conversa informal em que os alunos SML e AGT comentavam que já tinham trabalhado juntos; enquanto os alunos GCN e SML, como eram de outra cidade, sempre utilizavam o mesmo ônibus e, por isso, era comum conversarem por cerca de uma hora durante a viagem.

Os grupos se formam no início do semestre e, na maioria das aulas, acabaram se mantendo os mesmos até o final. Porém, nessa turma, ocorreu algo novo: durante o semestre, houve troca de componentes do grupo, justamente por questões de relacionamento. A partir desse momento, iremos elaborar um comentário específico para cada grupo.

O grupo 2, inicialmente, era formado por 2 alunos, o aluno RAF de conhecimento mediano e o aluno ADS com maiores conhecimentos formais previamente adquiridos, mas que também manuseava com desenvoltura os instrumentos, facilitando duplamente o seu trabalho. Observando melhor esse aluno, foi possível identificar o seu gosto pelas atividades práticas e a sua vontade de tentar resolver tudo e, ao mesmo tempo, entender tudo. Em função da sua personalidade e formação assumiu uma atitude de controle das atividades práticas, como se só ele pudesse realizá-las. Chegava ao ponto de trazer para próximo de si todos os elementos para a realização da prática, enquanto a parte teórica ficava invariavelmente a cargo do colega.

Como ADF também tinha um bom conhecimento teórico, não se importou com o conhecimento prático de RAF, que era tímido e nem questionou a atitude do colega. Sem prévio acordo, ADS decidiu que faria a prática e RAF desenvolveria a parte teórica. ADS não sairia prejudicado, já que também possui um bom conhecimento teórico, porém o aluno RAF, por não ter tido nenhum contato com os instrumentos de medição, ficaria sem a prática para aprender os procedimentos de medição.

Nesse caso, ficou evidente a falta de colaboração no processo de aprendizagem. A professora, tentando não intervir diretamente nas decisões do grupo, salientou por diversas vezes a importância de todos desenvolverem as atividades práticas, que deveriam ser

construídas em conjunto. Os participantes respondiam que estavam trabalhando em conjunto, que o aluno ADS estava explicando o funcionamento para o aluno RAF, porém a percepção da professora era outra. Essa percepção foi comprovada na avaliação, na qual o aluno RAF não conseguiu desenvolver sozinho a atividade prática solicitada.

Após duas semanas de aula, chegou o aluno MRL, que estava com matrícula atrasada, sendo integrado ao grupo 2. Após essa data, o grupo tomou outro rumo. O aluno MRL também não tinha conhecimento relacionado à atividade prática, porém, chegou ali disposto a aprender. Ele, apesar de se ocupar predominantemente com a parte teórica da atividade, questionava sistematicamente o colega sobre como ele tinha montado a prática e, no final do experimento, desmontava e montava tudo novamente por ele mesmo. Além disso, questionava muito o professor sobre o método que o colega desenvolvia e se seu modo de raciocínio também estava correto. Foi possível então identificar um entrosamento maior do grupo a partir da chegada de um integrante com um perfil diferente dos demais. Podemos afirmar, como disse Pozo, que esse aluno possuía uma motivação intrínseca:

Os motivos intrínsecos ou o desejo de aprender estão tipicamente mais vinculados com um aprendizado construtivo, à procura do significado e do sentido daquilo que fazemos. [...] a motivação intrínseca requer que o aluno sinta uma ampla margem de autonomia em seu aprendizado e na definição de suas metas, e que sinta que faz parte de uma comunidade de aprendizagem, na qual outras pessoas compartilham e interiorizam os mesmos valores (2009, p.43).

O aluno RAF, com o passar do tempo, acabou adotando uma postura semelhante, talvez em menor grau, por ser mais tímido. Porém, seus questionamentos à professora aumentavam, e ele passou a se envolver de maneira mais integral com o aluno MRL. Contudo, não desenvolveu as partes práticas dos experimentos propostos ao longo do semestre, configurando assim uma séria lacuna de aprendizagem.

Com relação à formação do grupo 3, também ocorreu um fato análogo ao relatado acima. Na primeira semana, o grupo foi formado pelos alunos VGN e RVL, e na terceira semana passou a ter mais um integrante, o aluno RCR. O grupo revelou-se homogêneo em relação ao conhecimento previamente adquirido, mas tratava-se de uma homogeneidade mediana. O aluno RVL apresentava muitas dificuldades com relação à parte teórica, e os três, de um modo geral, tinham dificuldade de visualizar a construção do circuito elétrico montado.

No que diz respeito à visualização, a professora utilizou muito a questão dos modelos em forma de desenhos, para auxiliar no processo de aprendizagem dos alunos. Durante o processo de montagem do circuito os alunos VGN, RCR e RVL não conseguiam ter uma

visão “macro” do circuito, dessa forma ficava difícil a identificação de qual cabo devia ser conectado em qual ponto do circuito. Porém, com a utilização dos modelos em desenhos, os alunos conseguiram ter outra visão e identificaram que o “nó” representado no circuito desenhado, nada mais era do que a junção de dois ou mais cabos no circuito prático.

Cabe aqui uma pequena digressão a respeito de modelos. O processo de modelagem é uma forma diferenciada de visualizarmos representações de sistemas reais. No caso de circuitos elétricos, compostos de elementos detentores de características essencialmente abstratas (não é possível “ver” uma corrente elétrica, nem “comparar alturas” entre diferenças de potenciais), é possível estabelecer associações didaticamente eficientes e poderosas como, por exemplo, com circuitos hidráulicos, nos quais é possível visualizar fluxos de líquidos (correntes elétricas) que se deslocam de lugares altos para lugares mais baixos (de potenciais elevados para potenciais mais baixos). De acordo com Pozo,

[...] a modelagem, ou aprendizagem por observação, tem antes de mais nada uma função informativa tanto dos comportamentos que podem se realizar como das consequências desses comportamentos. Estaria mediada por processos de *atenção* [...], de *memória* [...], de *competência motora ou verbal* [...] e *motivação* [...]. Concretamente, a eficácia da modelagem será maior quando os comportamentos a ser imitados forem simples ou fáceis de reproduzir, levando em conta os conhecimentos e competências prévias do aprendiz [...], ou forem devidamente observados pelo aprendiz e recompensados no modelo, que, por sua vez, deve ser atrativo para o aprendiz (2002, p.193).

Conforme identificado acima, o grupo teve grandes dificuldades com relação ao desenvolvimento das atividades práticas, porém pode-se dizer que todos os participantes cresceram juntos, todos questionavam, trabalhavam e participavam integralmente de todas as atividades em conjunto. Se um dos integrantes não entendia algo, o grupo retomava a questão até ficar claro a todos. Pode-se afirmar que era um dos poucos grupos que não tinha pressa em terminar a atividade, pois o objetivo sempre era a compreensão.

O grupo 4 teve no aluno MCN seu grande destaque no que diz respeito aos conhecimentos formais previamente adquiridos, principalmente em relação à teoria. Por motivos particulares, externos à aula, ao grupo e à disciplina, o aluno CSN cancelou sua matrícula após algumas semanas de aula, restando somente os alunos MCN e THG. Apesar da heterogeneidade de conhecimento dos dois, as atividades eram desenvolvidas com cooperação, até porque o aluno MCN era excelente na teoria, mas na prática não tinha as habilidades desenvolvidas.

O grupo 5, composto inicialmente por três integrantes, teve a desistência do aluno ATN na segunda semana de aula pelo mesmo motivo do aluno MCN citado anteriormente, restando os alunos EDR e JSE, ambos com bom conhecimento prévio. O grupo era homogêneo, e todas as atividades foram efetivamente realizadas em cooperação.

O grupo 6 foi formado, no início do semestre, por afinidade. Os integrantes SML e AGT apresentavam ótimos conhecimentos prévios; já o integrante GCN dispunha de conhecimento prévio menos desenvolvido. Nesse grupo, foi possível identificar a importância dos pares (colegas de grupo) no processo de aprendizagem. Normalmente, o grupo fazia tudo rápido porque um dos alunos, com bom conhecimento prévio, queria terminar logo a atividade, sabendo que a professora liberava o grupo assim que terminassem a atividade prática.

Era o que acontecia, terminavam rápido, e o aluno AGT deixava a sala; porém, o aluno SML já identificado como de ótimo conhecimento prévio, refazia toda a atividade prática juntamente com aluno GCN, que não tinha um bom conhecimento prévio, e, com paciência, explicava toda a atividade ao colega, bem como a utilização dos instrumentos de medição. Nesse ato, é possível verificar a responsabilidade e o comprometimento de um colega com o processo de aprendizagem do outro, demonstrando a importância das atividades em grupo. Com relação ao que foi explanado acima, Pozo nos indica que a aquisição e as mudanças de atitude têm um âmbito especialmente importante na aprendizagem humana:

As atitudes podem ser definidas como tendências ou disposições adquiridas e relativamente duradouras para avaliar de um modo determinado um objeto, uma pessoa, fato ou situação e a atuar em consonância com essa avaliação. Por exemplo, os aprendizes, em sua tarefa de aprender, costumam adotar [...] atitudes não só em relação à sua própria aprendizagem, [...] como também em relação ao que estão aprendendo [...] e as relações sociais que estão envolvidas nessa aprendizagem. [...] As preferências e preconceitos sociais terão não só uma dimensão comportamental, mas principalmente cognitiva, ao depender das representações adquiridas em relação a esses grupos sociais. [...] Costuma-se admitir que as atitudes além de um componente comportamental [...] têm características afetivas [...] assim como uma dimensão cognitiva. (2002, p. 195)

Não cabe dúvida: a colaboração deve-se muito à questão da afinidade existente entre os dois componentes do grupo. Não podemos tomar isso como regra, já que no mesmo grupo tínhamos o componente AGT que, apesar da afinidade, não tinha o mesmo grau de comprometimento com o processo de aprendizagem do colega SML, bem pelo contrário, somente levava em consideração os seus interesses pessoais.

No grupo 1, formado por 3 alunos, foi possível identificar bons conhecimentos prévios em JRR e TTN, e conhecimento prévio mediano em IRL. Não havia nenhum tipo de afinidade entre os integrantes do grupo e, já no primeiro dia de aula, durante a realização da atividade prática, JRR a tomou para si, não deixando que os alunos IRL e TTN participassem da montagem do experimento. A professora chamou a atenção do grupo sobre a necessidade de todos participarem das atividades práticas e teóricas em conjunto. Com o passar das aulas, o monopólio das atividades práticas exercidas pelo aluno JRR foi ficando mais visível, até pelo fato de esse aluno sempre ser o primeiro a chegar à sala de aula.

Houve um momento em que o aluno TTN se demonstrou insatisfeito com essa situação, pois estava se aproximando a data de realização da prova prática e ele não tinha conseguido ter contato com os instrumentos de medição, não podendo, assim, certificar-se de suas habilidades. A professora orientou os alunos TTN e IRL a que conversassem com o aluno JRR; se a situação não mudasse, a própria professora faria a intervenção. Constrangidos por conversarem com o aluno JRR, e após muitas insinuações para divisão da realização das atividades práticas, os alunos TTN e IRL resolveram trocar de grupo.

Na quarta semana de aula, o aluno TTN do grupo 1 chegou à aula e encontrou o aluno THG do grupo 4 sozinho em sala de aula e perguntou se poderia realizar a atividade prática do dia juntamente com ele; não havendo oposição, formaram o grupo. O aluno JRR permanecia sozinho no grupo 1, quando chegaram juntos os alunos IRL do grupo 1 e MCN do grupo 4. Nesse dia, foi possível a professora perceber o grande grau de afinidade que existia entre esses dois alunos. Não havendo mais grupos disponíveis para os dois realizarem juntos os experimentos, juntaram-se ao aluno JRR no grupo 6. Porém, nesse dia, as atividades ocorreram de forma diferente. Como o aluno MCN tinha grande conhecimento teórico e já havia conseguido desenvolver suas habilidades práticas nas três aulas anteriores, em função da grande afinidade entre os alunos IRL e MCN, com grande habilidade relacional, foram assumindo gradualmente parte do espaço monopolizado pelo aluno JRR, passando a controlar eles mesmos algumas das atividades. A “grande habilidade” ficou manifesta pela estratégia adotada: JRR teve como tarefa conferir a montagem com IRL e MCN, alegando não serem bons o suficiente nas atividades práticas. Assim, os dois efetuavam a montagem e faziam as medições e JRR conferia o que eles realizavam.

Nesse último caso, é possível observar que os alunos IRL e MCN, agindo conjuntamente, conseguiram persuadir o aluno JRR a deixá-los fazer as atividades práticas, ao mesmo tempo em que lhe delegaram uma importante função, a de conferir o que tinham feito.

Foi uma estratégia muito sagaz, visto que JRR não estava disposto a abandonar seu posto de executor das atividades práticas. Em seu livro *Aprendizes e Mestres*, Pozo faz a seguinte pergunta:

Quando uma mensagem é suficientemente persuasiva para modificar uma atitude existente? Comprovou-se que influi consideravelmente a fonte emissora da mensagem. [...] Também influi a mensagem emitida. Deve ser compreensível, [...] também influem algumas características do receptor da mensagem, ou aprendiz, como seu grau de concordância com a mensagem recebida, sua auto-estima nesse domínio [...] ou sua experiência prévia no mesmo (quanto maior for, mais difícil será persuadi-lo) (2002, p. 198).

Os grupos se reorganizaram, e o grupo 4 passou a contar com os alunos TTN e THG, que eram heterogêneos com relação ao conhecimento anteriormente adquirido, porém havia muito comprometimento e colaboração em relação ao processo de aprendizagem do colega, e o grupo 1 ficou formado pelos alunos IRL, JRR e MCN, que também eram heterogêneos com relação ao conhecimento anteriormente adquirido, porém todos conseguiam trabalhar nas atividades práticas, de acordo com o que já foi relatado.

4 ANÁLISE DOS DADOS EMPÍRICOS RELACIONADOS NO *CORPUS*

Neste capítulo, iremos identificar as categorias *a priori* a partir da análise dos dados empíricos resultantes das observações feitas no ambiente de laboratório e descritas nos itens anteriores.

Atentos ao problema desta pesquisa que está relacionado à medida na qual os conhecimentos prévios dos alunos em eletricidade propiciam a aprendizagem em laboratório, ambiente de trabalho coletivo, e fazendo uma releitura aprofundada do *corpus* da pesquisa, foi possível identificar as categorias que já eram pressupostas no início deste trabalho, identificadas no capítulo Construção do *Corpus*.

A primeira diz respeito à *formação dos grupos*, na qual foram identificadas duas subcategorias: *formação de grupos homogêneos* e *formação de grupos heterogêneos* com relação ao conhecimento anteriormente adquirido dos alunos. Outra categoria, também já identificada no início desta pesquisa, foi relacionada à *afinidade existente entre os componentes do grupo*, e a terceira categoria aqui relacionada diz respeito ao *processo relacional*, ou seja, à colaboração ou não entre os componentes do grupo.

Para comentar sobre as categorias, foi realizada a construção de metatextos descritivo e interpretativo, conforme orienta a Análise Textual Discursiva de Moraes e Galiazzi (2011).

4.1 FORMAÇÃO DOS GRUPOS

Na fase inicial desta pesquisa, os conhecimentos prévios dos alunos foram explorados através de questionário. Sabendo-se que duas disciplinas teóricas são pré-requisitos para cursar a disciplina prática de Laboratório de Eletroeletrônica, supõe-se que todos os alunos tenham ao menos essas duas disciplinas como conhecimentos formais anteriormente adquiridos, sobre teoria de eletricidade. Porém, não é isso que ocorre.

Muitas vezes, os alunos cursam a disciplina de Eletricidade Aplicada no mesmo semestre que cursam Laboratório de Eletroeletrônica e, como já é de conhecimento da pesquisadora, a disciplina de laboratório tem uma velocidade de conteúdo maior que a disciplina teórica. É frequente, então, que o aluno precise desenvolver, na prática, atividades cujo suporte teórico ainda não foi desenvolvido na disciplina teórica. Esse processo causa um grande transtorno para o aluno que, muitas vezes, fica sem saber como proceder nas práticas, pois não tem o suporte necessário para o desenvolvimento das atividades propostas.

Visando identificar os conhecimentos formais anteriormente adquiridos pelos alunos, colocou-se no questionário uma pergunta relacionada a possíveis cursos de eletricidade que o aluno já pudesse ter realizado, tentando buscar conhecimentos a mais que o aluno tenha construído, além das disciplinas teóricas obrigatórias da instituição de ensino.

O questionário também continha perguntas teóricas sobre conceitos, como potência, tensão e corrente elétrica, além de dois circuitos, solicitando a interpretação e cálculo por parte dos alunos. Nas tabelas 2 e 3 identificadas acima foram apresentados os conhecimentos formais anteriormente adquiridos pelos alunos nos cursos por eles realizados, mas nas explicações dos grupos, a pesquisadora levou em consideração não somente os cursos realizados, mas também a interpretação dos circuitos e conceitos presentes no questionário, bem como as observações feitas das atividades desenvolvidas por cada aluno. Desse modo, foram identificados três graus de conhecimento anteriormente adquirido (formal ou não) sobre eletricidade: os alunos com baixo conhecimento anteriormente adquirido, os alunos com conhecimento anteriormente adquirido mediano e os alunos com bom conhecimento anteriormente adquirido.

Obtida uma definição preliminar do que chamaremos daqui para frente, de forma resumida, de “conhecimento prévio” dos alunos, podemos analisar a formação dos grupos. Há cerca de quatro anos, a instituição preenchia as turmas da disciplina de Laboratório de Eletroeletrônica com vinte e quatro alunos, totalizando grupos de quatro alunos por bancada. Esse número era excessivo, visto que nem todos os alunos conseguiam ter acesso ao experimento na bancada, por isso, em 2011 o limite de alunos passou para dezoito, com um limite de três alunos por bancada. Pôde-se constatar que este é um número mais conveniente, pois, segundo Bonals (2003), os grupos de três componentes são adequados para resolver problemas de matemática, por exemplo; e, como nas atividades de laboratório, além das atividades práticas são também realizadas atividades de resolução de cálculos sobre o experimento considerado, essa medida revelou-se bastante adequada.

Como detalhado anteriormente, a professora normalmente não define os grupos, que se formam conforme a escolha dos alunos; somente o número máximo de alunos por bancada é especificado. Como essa formação se dá no primeiro dia de aula e como nem todos os alunos se apresentam ao mesmo tempo, os primeiros grupos acabam se formando, normalmente, por afinidade, o que não ocorre, em geral, nos últimos grupos formados.

Muitas vezes, o aluno tardio, ao entrar no laboratório se depara com duas possibilidades: na primeira, seus colegas por afinidade ainda não estão com o grupo formado;

e, na segunda, seus colegas por afinidade já estão com o grupo formado, podendo não haver nenhum colega de sua relação social nos grupos ainda disponíveis para formação.

Como já mencionado anteriormente, a formação dos grupos não precisa ser a mesma em todas as aulas, modificações podem ocorrer, de acordo com a vontade dos alunos. Dessa forma, formaram-se grupos homogêneos e heterogêneos com relação ao conhecimento prévio, o que ocasionou o surgimento das duas subcategorias identificadas abaixo.

4.1.1 Formação de grupos homogêneos

Em se tratando de grupos homogêneos em termos de conhecimento prévio, podemos ter grupos homogêneos com bom conhecimento prévio e grupos homogêneos com baixo conhecimento prévio. Na construção do *corpus*, foram identificados 5 grupos homogêneos, sendo que somente o grupo 3 da turma B foi um grupo homogêneo de baixo conhecimento prévio, os demais foram todos de médio ou alto conhecimento prévio.

Tanto nos grupos 1,4 e 5 da turma A como nos grupos 3 e 5 da turma B, independentes de serem homogêneos com baixo ou alto conhecimento prévio, pôde-se destacar nestes grupos a cooperação e colaboração.

Segundo pesquisas realizadas por Pichon-Rivière (2009) em grupos heterogêneos²⁹, o processo de aprendizagem torna-se mais efetivo por se tratar de diferentes indivíduos centrados na resolução de um mesmo problema. Suas vivências individuais somadas às diferentes características emocionais tornam necessária tanto a participação ativa de todos, quanto a percepção e o ajuste relacionado às diferenças emocionais, peculiares a cada indivíduo.

Com relação ao grupo 3 da turma B, foi possível observar que o grupo não se formou pela afinidade, pois os dois primeiros integrantes formadores do grupo, os alunos VGN e RVL, somente se conheciam de vista, e o terceiro aluno, RCR, não conhecia os demais colegas, integrando-se ao grupo na segunda semana de aula. Como esse foi o único grupo homogêneo, com baixo conhecimento prévio, cabem aqui algumas observações.

RCR, que chegou após o grupo estar formado, não teve problemas em se relacionar e integrar-se ao grupo. Nesse caso, o conceito de pertença ao grupo, identificado por Pichon-Rivière (2009), foi totalmente realizado; a acolhida ao novo indivíduo ocorreu de forma

²⁹ Para Pichon-Rivière os grupos heterogêneos são formados por integrantes de naturezas diferentes, o que podemos considerar nesta pesquisa, já que se está considerando o aluno de bom conhecimento prévio aquele que já tenha vivenciado experiências relacionadas à eletricidade.

gradual e sem conflitos. Pode-se destacar, nesse caso, a existência de uma *telê positiva*, já que ocorreu uma aceitação mútua por parte dos integrantes do grupo.

No que diz respeito a outro conceito de Pichon-Rivière (2009), o de *pertinência*, pôde-se observar que foi um dos elementos do triângulo invertido que mais teve evidência nesse grupo, justamente por se tratar de um grupo homogêneo de baixo conhecimento prévio. Apesar de todas as dificuldades cognitivas existentes nesse grupo, o foco na tarefa não foi perdido, e o grupo caracterizou-se de forma integral como Grupo Operativo.

Seus componentes demonstraram a persistência e o esforço necessários para a realização das tarefas propostas, o que ficou patente nas diversas solicitações de auxílio à professora que, por sua vez, buscava não dar respostas prontas, procurando, ao contrário, instigar os membros do grupo a pensar, a buscar seus conhecimentos prévios (AUSUBEL, 1980) e a realizar as interligações necessárias através de outros métodos, como a *modelagem*. O mais importante, em qualquer campo do conhecimento, não é dispor de informação acabada, mas dispor de recursos que permitam resolver os problemas que se apresentam em tal campo.

Os questionamentos à professora, feitos pelos membros do grupo 3, remetiam ao conceito de *papéis* de Pichon-Rivière (2009) no instante em que algum dos integrantes detectava a falta de conhecimento prévio para a realização da tarefa e dirigia-se à professora da disciplina em busca de ajuda. É importante destacar que esse papel não era exclusivo de um determinado membro do grupo, ao contrário, todos os membros, em momentos diversos, atuaram como “representantes” do grupo na busca de auxílio.

Essa alternância de papéis concretizou uma comunicação bastante efetiva entre os integrantes do grupo: no momento que um dos integrantes “desenredava” a dificuldade que travava o avanço do grupo como um todo, imediatamente assumia o papel de líder, explicando aos demais sua percepção da resolução da dificuldade. Essa observação atesta o quanto o nível de interação e comprometimento entre os integrantes do grupo foi efetivo.

Podemos, assim, identificar que o processo de aprendizagem nesse grupo ocorreu de forma gradual e efetiva, tendo em vista que todos os integrantes do grupo procuraram superar suas dificuldades, sendo que nenhum deles se sentiu amedrontado pelo fato de não possuir o conhecimento prévio mínimo necessário para o desenvolvimento das atividades propostas. Os componentes do grupo identificaram suas dificuldades e tiveram a persistência necessária para buscar o aprendizado por vias alternativas, como, por exemplo, modelando os circuitos por meio de desenhos.

O grupo 5 da turma B e o grupo 1 da turma A foram enquadrados como grupos homogêneos de bom conhecimento prévio. Em qualquer um dos dois grupos foi possível observar uma permanente cooperação entre todos os integrantes, principalmente, no que diz respeito ao processo de aprendizagem do grupo como um todo. O conceito de zona de desenvolvimento proximal de Vigotski (1998) pode ser evocado aqui, visto que ficou evidente, como argumentaremos mais adiante, que os componentes do grupo aprenderam a partir de uma colaboração mútua.

A natureza das atividades propostas, cujo objetivo principal era o de levar o aluno a pensar, induziu, nesse caso, à colaboração, dado que as diferentes soluções aos problemas que surgiam eram descobertas por diferentes alunos e compartilhadas com os demais. Uma atividade desse gênero está evidenciada no Apêndice 2.

Dos conceitos estabelecidos por Pichon-Rivière (2009) podemos destacar nesses grupos a *pertença* e a *telê positiva*, as quais puderam ser percebidas claramente nas frequentes situações de cooperação e comunicação observadas.

Os mesmos elementos identificados acima, para os grupos de bom conhecimento prévio, podem ser destacados nos grupos 4 e 5 da turma A, enquadrados como grupos homogêneos de médio conhecimento prévio.

Naquelas situações, passíveis de serem configuradas como propiciando ocasiões de aprendizagem efetiva, verifica-se que o *Grupo Operativo* está invariavelmente voltado para a atividade a ser realizada.

As atividades das quais trata a presente dissertação são todas voltadas à aprendizagem de circuitos elétricos, e é quase uma obviedade destacar a objetividade subjacente. Entretanto, segundo Pichon-Rivière (2009), mesmo nesses casos, não podemos deixar de lado a subjetividade, pois as vivências e concepções de cada ser humano o tornam único. Assim, o mais alto grau de eficiência de uma tarefa é obtido quando se incorpora, sistematicamente, a mesma ao ser humano como um todo. Essa percepção, eminentemente humana, de tarefas predominantemente racionais, faz com que o conceito de *Grupo Operativo* se alinhe de forma integral aos pressupostos dessa dissertação. E esses pressupostos, por sua vez, exigem uma didática interdisciplinar, na qual, além dos conceitos racionais, próprios da disciplina de eletricidade, é considerada a história de cada indivíduo.

O conceito de *verticalidade* de Pichon-Rivière (2009) pode, então, ser associado à formação dos grupos homogêneos de baixo, médio ou alto conhecimento prévio, dado que, em todos eles, grupos operativos que realmente se dedicaram à realização da tarefa proposta,

puderam ser identificados; e os conceitos de *verticalidade* e *horizontalidade* (PICHON-RIVIÈRE, 2009) se apresentaram então em sua plenitude. Cabe aqui lembrar: o conceito de *verticalidade* está relacionado com a história, a experiência e as circunstâncias pessoais de cada indivíduo, e o conceito de *horizontalidade*, por sua vez, está relacionado à maneira que o grupo se manifesta, como um todo pertencente à totalidade do grupo.

4.1.2. Formação de grupos heterogêneos

Conforme Pichon-Rivière (2009), a formação de grupos heterogêneos seria a mais apropriada, levando em conta as diferentes vivências e experiências de cada indivíduo. Um grupo heterogêneo, neste trabalho, é assim classificado a partir do conhecimento prévio dos integrantes do grupo, mas nem sempre essa questão está relacionada a uma melhor formação. Pois, além da questão da formação do grupo heterogêneo, é preciso também levar em consideração outros aspectos, como a afinidade e colaboração que serão tratados nas categorias posteriores.

A maioria dos grupos formados recebeu a classificação de heterogêneo em relação ao conhecimento prévio; os sete grupos assim identificados puderam todos ser tratados como *grupos operativos*, com certas peculiaridades. No grupo 3 da turma A e no grupo 4 da turma B, percebeu-se os elementos de *pertença*, *cooperação* e *comunicação* identificados por Pichon-Rivière (2009) no triângulo invertido, apesar da heterogeneidade de conhecimento prévio. Também foi possível perceber uma *telê positiva* com relação a todos os integrantes do grupo. Em consequência, depreende-se que a aprendizagem ocorreu de forma integrada, existindo sempre o comprometimento de todos os integrantes com o processo de aprendizagem do grupo de forma geral.

Podemos destacar nos grupos 1 e 2 da turma A uma diferença relacional em comparação com os grupos citados anteriormente. Conforme as observações feitas, foi possível identificar nesses grupos um único aluno com alto conhecimento prévio, porém seu comportamento não era de cooperação ou de vínculo com os demais integrantes do grupo. Nesse caso, podemos observar o elemento relacionado com o medo da perda, identificado por Pichon-Rivière (2009) como um dos elementos que provocam a resistência à mudança, dificultando os processos de ensino e aprendizagem do grupo.

Tanto o aluno JRR do grupo 1 como o aluno ADS do grupo 2 possuem um alto conhecimento prévio, e por medo de perderem o posto de detentores exclusivos desse alto

conhecimento prévio dentro do grupo de trabalho, desenvolveram toda a atividade prática sozinhos, deixando para os demais colegas somente as atividades voltadas aos cálculos e à resolução dos problemas.

O desfecho dos grupos deu-se de forma diversa. No grupo 2, ocorreu a entrada de um terceiro integrante na segunda semana de aula, o aluno MRL. Esse aluno tinha uma postura totalmente diferente da do colega RAF, e acabou criando uma situação interna diferenciada no grupo. Ele assumia o papel de porta-voz toda vez que identificava que os demais integrantes do grupo não estavam compreendendo o que o aluno ADS desenvolvia na atividade prática. Dessa forma, junto à professora, ele buscava a interação entre o seu conhecimento prévio e as atividades que estavam sendo desenvolvidas, buscando, assim, uma estrutura cognitiva mais sofisticada (AUSUBEL, 1980).

Não podemos afirmar que o elemento *pertença* esteve presente, já que não havia uma cooperação mútua. Em relação ao elemento *comunicação*, pôde-se identificar a existência de *ruídos*, pois mesmo o aluno ADS tendo condições cognitivas de esclarecer as dúvidas surgidas dentro do grupo, havia a necessidade da interferência da professora para “liberar” as relações necessárias. Nesse caso, pode-se considerar que a aprendizagem ocorreu de forma diferenciada em cada integrante do grupo, mesmo com a realização da tarefa, tendo em vista a cooperação não existir de forma integral.

Com relação ao elemento *telê*, não se pode negar a ocorrência, mesmo que bastante preliminar, de uma *telê positiva*, pois todos os elementos do grupo se dedicaram ao trabalho proposto, cada um a seu modo, apesar de a cooperação ter ocorrido em níveis mínimos.

Já no grupo 3, foi possível observar a existência de uma *telê negativa*: os alunos IRL e TTN manifestaram à professora suas insatisfações com relação ao comportamento do aluno JRR. Como o papel do coordenador dos grupos operativos está voltado, principalmente, para instigar a comunicação, a orientação da professora foi que o grupo procurasse eliminar o ruído relacionado a essa comunicação e buscasse o aprendizado mútuo dos integrantes do grupo. O medo do ataque³⁰ e o sentimento de afiliação³¹ acabaram por levar o grupo a se desfazer, o que resultou na criação, posteriormente, de dois novos grupos, com a integração de dois elementos do grupo 4 (o aluno CSN, desse grupo, já havia cancelado sua matrícula).

Na constituição inicial do grupo, foi possível identificar no aluno JRR um certo perfil obsessivo em relação ao objeto do conhecimento; esse perfil terminou por causar perturbação e mesmo certo bloqueio no processo de aprendizagem. Por estarem trabalhando em grupos de

³⁰ O medo do ataque está relacionado com o medo do novo, do que está por vir.

³¹ *Afiliação* é a *pertença* não alcançada. (PICHON-RIVIÈRE, 2009)

três alunos, foi possível que os outros dois assumissem papéis diferenciados, por conta da peculiaridade do momento que estavam passando. O que, individualmente, constitui um defeito da aprendizagem, termina por converter-se numa virtude da tarefa grupal quando cada um intervém com seu papel (PICHON-RIVIÈRE, 2009), pois, se fosse somente um grupo com dois alunos, provavelmente, o aluno que estava se sentindo prejudicado não tivesse assumido seu papel perante JRR.

Outro grupo heterogêneo em destaque é o grupo 6 da turma B. Nesse grupo, o aluno GCN tinha um conhecimento prévio baixo, em contraste com o conhecimento prévio alto dos alunos SML e AGT. Nele, foi possível identificar como as características individuais de cada pessoa interferem diretamente no processo de aprendizagem do grupo como um todo. O aluno AGT era individualista, seu principal interesse era realizar a tarefa de forma rápida, para poder ser liberado da sala de aula o mais cedo possível, não se importando com a construção da aprendizagem do grupo, mas somente com a realização final da tarefa proposta.

Nesse fato é possível identificar no aluno AGT a falta do conceito de *cooperação*, tal como definida por Pichon-Rivière (2009). Havia uma grande *telê positiva* entre os alunos SML e GCN, pois o aluno SML tinha a paciência para refazer toda a atividade (executada, anteriormente, de forma rápida e burocrática por AGT), explicando, detalhadamente, o processo para o aluno GCN.

No grupo 6 da turma A havia somente um aluno com baixo conhecimento prévio, SMN. Com um agravante: não havia, por parte desse aluno, comprometimento, nem com os colegas e nem com o seu próprio processo de aprendizado. Esse aluno tinha um bom conhecimento das atividades teóricas, contudo, possuía pouco conhecimento e habilidades no que diz respeito às práticas. O desinteresse desse aluno por tudo o que dizia respeito às atividades práticas propostas chamou a atenção. Uma leitura da teorização de Pichon-Rivière (2009) indica um conceito de *pertinência* muito baixo, próximo mesmo de zero para esse aluno. Essa afirmação é feita com base no esforço mínimo (para não dizer nulo) despendido por esse aluno para realizar a tarefa prática.

O grupo 2 da turma A é o último grupo heterogêneo a ser citado. Era formado por um aluno de alto conhecimento prévio e por outros dois com baixo conhecimento prévio. Foi possível observar, nesse caso, que o aluno RCD de alto conhecimento prévio, desenvolvia todas as atividades práticas propostas, deixando de lado os demais alunos. Notou-se, pelas suas atitudes, que seu principal objetivo era sair mais cedo das aulas. Nesse grupo o conceito

de *afiliação* estava bem presente; a *cooperação* e a *comunicação* não estavam sendo, mesmo de forma mínima, desenvolvidas.

4.2 AFINIDADE ENTRE OS INTEGRANTES DO GRUPO

Como já visto, a formação dos grupos ocorre de forma aleatória e, com isso, há grupos em que existe a afinidade entre seus integrantes e há grupos onde ela não está presente. As observações e questionamentos da pesquisadora dão conta de algo esperado: a afinidade era mais explícita naqueles grupos formados por pessoas que já possuíam algum relacionamento fora do ambiente de sala de aula ou que já tivessem cursado juntos várias disciplinas.

A teoria de grupos operativos criada por Pichon-Rivière (2009) indica que as principais questões a serem observadas são aquelas relacionadas ao *vínculo* e à *tarefa*. A tarefa é importante pelo fato de ser o centro do *Grupo Operativo*; o *vínculo* merece destaque por se tratar das relações interpessoais entre os integrantes do grupo. Pichon-Rivière (1998, p.23) afirma que “o vínculo é uma estrutura dinâmica que engloba tanto o indivíduo como aqueles com quem interage e se constitui em uma *Gestalt* em constante processo de evolução”. Ou seja, o *vínculo* leva em consideração a estrutura do indivíduo e seu inter-relacionamento com outros indivíduos, e esse processo de interação constitui um processo fechado, em evolução. Cada pessoa se relaciona com o outro de acordo com seus modelos de vinculação e suas matrizes de aprendizagem. Essas matrizes estão relacionadas com a individualidade de cada pessoa, pois somos constituídos pelo que vivenciamos, pelas nossas experiências, carregamos conosco a bagagem de uma vida; nossa primeira participação em um grupo se deu no ambiente familiar.

Esse modelo de *vinculação* está internalizado em nós; então, temos a tendência de reeditar o mesmo modelo em outras circunstâncias, sem levarmos em conta a realidade externa que nos rodeia. Assim, produzimos padrões estereotipados, resistimos à emergência de algo que seja realmente novo. A *teoria do vínculo* tem relação direta com o conceito de *verticalidade*, já que o mesmo está ligado às características pessoais de cada indivíduo. Assim, é possível considerar o vínculo com direção e sentido, ou seja, há um “porque” e há um “para que”, e podemos identificar se o vínculo foi estabelecido quando ocorre uma mútua representação interna, direcionando-se aos dois sentidos.

Um elemento importante para ser levado em consideração na teoria do vínculo é a *comunicação*, que trata da emissão de e do intercâmbio entre emissor e receptor, envolvendo

um processo de codificação e decodificação. Pensar em um Grupo Operativo sem pensar em comunicação é como pensar em aprendizagem sem pensar em quem vai aprender.

Evocamos aqui, novamente, o conceito de *Telê* – quando uma pessoa consegue compreender a si mesma e sabe que pode ser afetada pelo comportamento do outro, passando a ter consciência de que seu comportamento poderá também afetar o outro. Em outras palavras, a *telê* é o processo de aproximação e/ou distanciamento entre os integrantes do grupo. Apesar do vínculo e da afinidade estarem estreitamente interligados com as relações interpessoais, eles diferem do conceito de *telê* ressaltado acima. Dois integrantes de um mesmo grupo podem ter afinidade, participarem do mesmo grupo pelo fato de terem se conhecido previamente, e isso pode resultar – ou não – numa *telê positiva* entre ambos.

Fazemos aqui uma relação de afinidade entre os grupos homogêneos ou heterogêneos em relação ao conhecimento prévio. Os grupos 5 da turma B e 1 da turma A foram identificados como grupos homogêneos; o bom conhecimento prévio de seus componentes colaborou para um andamento fluido e proveitoso dos trabalhos

Nos grupos homogêneos de baixo e médio conhecimento prévio foram identificados os grupos 3 da turma B e 4 e 5 da turma A. Dentre esses grupos, somente o grupo 3 da turma B era de baixo conhecimento prévio, os demais eram de médio conhecimento prévio. Em síntese, todos foram grupos que tiveram suas tarefas desenvolvidas sem grandes problemas; houve algumas dificuldades com relação ao processo de aprendizagem, que foram solucionadas com esforço e comunicação; a falta de afinidade não interferiu no desempenho do Grupo Operativo em questão, já que todos seus integrantes estavam centrados em seus processos de ensino e de aprendizagem.

Dos sete grupos heterogêneos restantes, em três deles foi observada afinidade entre os integrantes do grupo, ao contrário dos outros quatro, nos quais nenhum indício de afinidade foi notado. Os grupos 1, 2 e 4 da turma B e o grupo 2 da turma A também não forneceram indícios de afinidade à pesquisadora. Dentre esses grupos, todos tiveram algum problema de relacionamento interpessoal ou mesmo problemas de relacionamento, derivados da diferença de conhecimentos. Dos grupos restantes, o 6 da turma B e os 3 e 6 da turma A, identificados como heterogêneos e com afinidade, podemos ressaltar que somente no grupo 3 da turma A as atividades transcorreram sem grandes problemas. Nos demais grupos, ocorreram problemas relacionados, predominantemente, a um dos integrantes do grupo.

Nesse sentido, para Bonals,

intensificar as relações de amizade entre componentes de um Grupo Operativo costuma aumentar as forças de coesão de grupo e o desejo de continuar fazendo parte dele, mantendo-o em um clima adequado. Ainda que não seja condição suficiente para garantir que os alunos se dediquem de maneira eficaz ao trabalho, evita as interferências provenientes de rupturas no conjunto, assim como o surgimento de alguns papéis negativos (2003, p.70)

4.3 COLABORAÇÃO ENTRE OS INTEGRANTES DO GRUPO

Trabalhar em grupo requer várias habilidades, como a comunicação entre os integrantes do grupo e a participação de todos no desempenho da atividade proposta. Mesmo considerando que cada indivíduo possua características pessoais que fazem com que cada um tenha a tendência de ser mais ou menos participativo, é necessário um mínimo de equilíbrio em relação à participação, de modo que se possa garantir condições suficientes para o processo de aprendizagem de todos.

Nesse contexto, Bonals (2003, p. 47) apresenta quatro posições relacionadas à participação dos alunos e à tomada de decisões: (1) “aluno ou aluna que sabe participar, decidir e que, ao mesmo tempo, facilita a participação e a tomada de decisões dos demais” – esse é um aluno que participa e toma decisões de forma espontânea e desinibida, ao mesmo tempo em que valoriza os conhecimentos dos demais integrantes; (2) “aluno ou aluna que sabe participar e decidir, mas que não favorece a participação nem a tomada de decisão dos demais” – trata-se do aluno que faz e fala, porém não concede essas mesmas prerrogativas aos colegas, ou seja, tem bem resolvidas as questões internas, porém não sabe respeitar a posição dos demais integrantes; (3) “aluno ou aluna que não interfere na participação, nem na tomada de decisões dos demais, mas que não participa nem decide” – é o aluno que deixa o grupo seguir sem ele, não colaborando mas também não interferindo; (4) “aluno ou aluna que não participa, nem deixa participar, não decide, nem deixa decidir”: é o aluno que não faz e também não deixa o grupo fazer. Esta última posição pode se relacionar com o conceito de *papéis* de Pichon-Rivière (2009), no qual o *sabotador* – não necessariamente, precisa ser alguém externo ao grupo – é um integrante do grupo que não faz e não deixa ninguém fazer.

Considerando os grupos investigados neste trabalho, é possível salientar que em todos os grupos homogêneos em conhecimento prévio, independentemente de seus integrantes apresentarem ou não afinidade, houve, em maior ou menor grau, um processo de colaboração. Identificamos aqui *colaboração* no sentido de que os integrantes estavam realmente preocupados e comprometidos com o processo de aprendizagem do grupo, e não somente em realizar a tarefa proposta. Esse fato chamou a atenção da pesquisadora, já que os alunos

estavam nivelados com relação ao conhecimento prévio; no grupo 3 da turma B, como já foi referido, o empenho para se alcançar o aprendizado foi bem maior porque todos os seus integrantes tinham um baixo conhecimento prévio, mas, nem por isso, deixaram de se preocupar com os demais colegas do grupo que, eventualmente, apresentassem alguma dificuldade.

Não é possível dizer o mesmo para os grupos heterogêneos: dos 7 grupos classificados, em somente dois deles houve colaboração no processo de aprendizagem do grupo como um todo. São eles: o grupo 3 da turma A (no qual um aluno se destacava e todos os integrantes possuíam afinidades entre si) e o grupo 4 da turma B (que ficou reduzido a dois alunos, após o cancelamento do terceiro integrante). Nesse último grupo, a redução possibilitou um vínculo grande entre os dois integrantes restantes, o que facilitou o processo de aprendizagem de ambos. Nos demais grupos, a colaboração no processo de aprendizagem foi um pouco conturbada, o que justifica um comentário à parte.

No grupo 6 da turma B, dois alunos apresentaram alto conhecimento prévio, enquanto o terceiro, baixo conhecimento prévio. As atividades, normalmente, eram desenvolvidas da seguinte forma: os alunos SML e AGT montavam o experimento rapidamente, para terminar logo. Então, o aluno AGT ia embora; SML e GCN passavam a remontar o circuito, procurando elucidar tudo o que GCN não havia compreendido. Nessa questão, o aluno SML assumia uma postura intermediária entre os dois colegas, sem querer se indispor com qualquer um deles, desenvolvia a atividade prática rapidamente junto com o aluno AGT e depois, com muita paciência, a refazia, procurando “ensinar” o colega GCN. Aqui é possível observar, nitidamente, uma faceta peculiar da zona de desenvolvimento proximal: o que o aluno GCN não conseguia entender sozinho na primeira montagem do experimento, entendia depois, a partir da interação com o outro colega. Em síntese, nesse grupo, a colaboração existia, mas de forma parcial.

No grupo 6 da turma A, não se observou colaboração por parte do aluno SMN, ou seja, esse aluno não cooperava com nada que dizia respeito à atividade prática que estava sendo desenvolvida, sua preocupação maior era terminar a disciplina e ser aprovado, não importando o aprendizado. Como havia afinidade no grupo, os demais integrantes não se importavam em desenvolver a atividade sozinhos, o que fez com que o aluno SMN passasse pela disciplina sem aprender o esperado na parte prática da análise de circuitos elétricos, já que era um aluno competente na parte teórica e na resolução de cálculos. No que diz respeito ao aprendizado experimental da eletricidade, SMN não parecia preocupado com o seu

aprendizado, e aproveitava-se do fato de seus colegas deterem um bom conhecimento prévio sobre a prática de eletricidade.

Inversamente, o grupo 2 da turma A tinha um aluno com bom conhecimento prévio e os outros dois com baixo conhecimento prévio. Nesse caso, não foi observada, literalmente, nenhuma colaboração. O aluno RCD, que detinha um melhor conhecimento prévio, desenvolvia todas as atividades práticas, deixando a parte teórica e os cálculos para os demais colegas. Não era feito nenhum questionamento pelos alunos JNT e MRI, que ficavam sem entender o que se passava na atividade prática. A professora, assumindo seu papel de coordenadora, conversou com os integrantes, sugerindo a participação de todos nas atividades práticas; como não houve mudanças significativas, o grupo se organizou para conversar com o aluno RCD e obteve, junto à professora, uma aula adicional sobre análise de circuitos.

Os dois últimos grupos heterogêneos que serão aqui comentados são os grupos 1 e 2 da turma A. Nesses grupos, foi possível observar um processo “possessivo” de um aluno em cada grupo com a montagem dos circuitos elétricos nas atividades práticas. Esse processo possessivo foi observado em função dos mesmos tomarem para si (cada um no seu grupo) a responsabilidade da montagem do circuito, não permitindo a intervenção dos colegas. Destaca-se, aqui, a total falta de cooperação e comprometimento com o processo de aprendizagem do grupo, já que os alunos “possessivos” preocupavam-se em fazer as atividades, sem se importarem com os colegas que não tinham o conhecimento prévio necessário para realizá-la. Esse fato causou certo déficit de aprendizado aos alunos que nunca haviam manuseado circuitos elétricos em atividades práticas. Esse déficit foi corrigido após a intervenção da professora, coordenadora dos grupos, conforme já relatado na construção do *corpus*.

Identificando o item *colaboração* com os conceitos anteriormente considerados de Pichon-Rivière (2009), o elemento *cooperação* do cone invertido é o que está mais diretamente ligado à *colaboração*, pois, no conceito de Pichon-Rivière, a *cooperação* permite aos integrantes do grupo se colocarem no papel do outro, passando, então, a existir a possibilidade de assumirem e integrarem papéis diferenciados dentro do grupo, buscando sempre uma mesma direção, isto é, o desenvolvimento da tarefa proposta.

Outro conceito importante também relacionado com a *colaboração* é a *comunicação*, pois, se há a *colaboração*, a *comunicação* é facilitada, porque os integrantes do grupo estão buscando a mesma direção da tarefa. Se há um integrante do grupo que não colabora para o

mesmo objetivo, a *comunicação* pode ocorrer de forma distorcida, o que caracteriza a questão do *ruído* (PICHON-RIVIÈRE, 2009) já tratada anteriormente.

Olhando com maior atenção para os relatos acima, podemos considerar que a ausência de colaboração por parte de alguns integrantes de um grupo pode ser causada por vários fatores: a falta de motivação intrínseca ou mesmo extrínseca, a questão relacionada à afiliação, na qual um integrante não se sente pertencente ao grupo, até pelo fato de ser excluído por outro integrante, ou mesmo por algum indivíduo do grupo colocar suas preferências pessoais em patamar superior, em detrimento das preferências gerais do grupo.

Enfim, podemos considerar que *motivação* e *ação* estão, conseqüentemente, ligadas com a estrutura do grupo e a disposição de cada indivíduo; assim, para que haja *colaboração*, é preciso que todos estejam motivados e busquem um objetivo em comum: o aprendizado de todos os componentes do grupo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que o ambiente de laboratório é diferenciado de uma sala de aula “normal³²”, o enfoque desta pesquisa não pode ser considerado irrestritamente generalizável por dois motivos: justamente por se tratar de um ambiente diferenciado, e por outro lado, e por conta do enfoque exploratório que orientou esse trabalho. O fato de se tratar de alunos da Engenharia Mecânica, em uma disciplina de laboratório envolvendo eletricidade, também garante alguma peculiaridade aos resultados obtidos.

Esta pesquisa teve origem nas reflexões de uma professora de eletricidade para cursos de engenharia em uma universidade particular do Estado Rio Grande do Sul. Um dos questionamentos – que se tornou seu problema de pesquisa – foi: Em qual medida os conhecimentos prévios dos alunos em eletricidade propiciam a aprendizagem num laboratório, ambiente de trabalho coletivo? Buscando, responder a esse questionamento, mas ao mesmo tempo procurando compreender melhor esse processo, foi feita uma pesquisa, de cunho qualitativo, em duas turmas da disciplina de laboratório de eletricidade para o curso de Engenharia Mecânica. O primeiro olhar foi voltado à identificação dos conhecimentos prévios (conhecimentos anteriormente adquiridos) dos alunos. Para essa questão, foi utilizado um questionário objetivo, no qual os alunos indicavam se já haviam tido alguma experiência anterior com eletricidade e que tipo de experiência havia sido, como, por exemplo, a realização de cursos, outras disciplinas na área de eletricidade dentro da instituição ou alguma outra experiência profissional ou não. Os demais dados foram coletados através da observação e anotações da pesquisadora, durante as atividades.

Em um primeiro momento, durante o percurso deste trabalho, identificamos características bastante particulares do ambiente experimental; uma dessas características, que merece destaque, é uma visão predominante entre os alunos, que enxergam o laboratório como se fosse o local onde se comprova a teoria. Mas, de fato, teoria e prática são indissociáveis, ou seja, uma não existe sem a outra. Catelli já dizia que o aluno costuma enxergar o laboratório como “um florilégio de instrumentos de medida” (1999, p.23). Por se tratar de um ambiente diferenciado, descrevemos detalhadamente o laboratório de eletricidade, com seus equipamentos e instrumentos necessários às atividades práticas.

³² Consideramos aqui a sala de aula “normal” como o ambiente de aprendizado no qual os alunos estão dispostos em fila e o professor explana o conteúdo, à frente, na lousa.

Nessa perspectiva, o laboratório de eletricidade requer algumas habilidades e competências, que num ambiente “normal” de sala de aula não estariam via de regra presentes, como é o caso das técnicas e procedimentos para a montagem, testes e medições de circuitos. Em seguida, sentimos a necessidade de esclarecer algumas concepções, explicitando assim nossa perspectiva construtivista no que diz respeito aos conceitos de *educação, conhecimento e informação*.

Identificamos a seguir as teorias de aprendizagem associadas a esse trabalho de pesquisa. Na área cognitiva, utilizamos os conceitos relacionados a dois estudiosos: a Aprendizagem Significativa de David Ausubel (1980) e o conceito de Zona de Desenvolvimento Proximal de Vigotski (1998). Essa é a identificação mais importante desta pesquisa, dado que, no ambiente de laboratório todas as atividades são desenvolvidas em grupo. No intuito de subsidiar este trabalho, foi utilizado o conceito de Grupo Operativo do pesquisador Pichon-Rivière (2009). Esse conceito vem sendo utilizado recentemente por muitos pesquisadores (BARROS, 2004; JULIO, 2006; LABURÚ, 2007), em pesquisas voltadas ao ensino de ciências. Sua base consiste na tarefa como atividade central do Grupo Operativo e no esclarecimento sobre esse grupo; os conceitos de *tarefa* e *vínculo* estão, diretamente, ligados a essa atividade.

Na intenção de centralizar o escopo desta pesquisa, as investigações foram dirigidas à análise de circuitos elétricos em corrente contínua. No item “construção do *corpus*” foi possível identificar três categorias, analisadas posteriormente através de um método qualitativo, a Análise Textual Discursiva (MORAES e GALIAZZI, 2011). A primeira categoria, relacionada à formação dos grupos, dividiu-se em duas subcategorias: os *grupos homogêneos* e os *grupos heterogêneos*, a segunda categoria tratou da *afinidade* entre os integrantes do grupo, e a terceira voltou-se à *colaboração* entre os integrantes. Dessas categorias surgiram metatextos que deram origem a diversas percepções.

A primeira percepção que pudemos identificar está relacionada aos grupos homogêneos e aos conhecimentos formais anteriormente adquiridos, posteriormente denominados, abreviadamente, de “conhecimento prévio”. Dos doze grupos formados, cinco eram homogêneos; e, desses cinco, dois grupos se formaram por afinidade, enquanto nos outros três grupos, os integrantes não demonstraram ter afinidade entre si.

Um primeiro resultado desse trabalho pode ser expresso do seguinte modo: independentemente do grupo ter sido formado ou não por afinidade, em todos os grupos

homogêneos houve colaboração entre seus integrantes. Segundo Pichon-Rivière (2009) dois conceitos são esclarecedores.

O primeiro, o Grupo Operativo, trabalha a partir da informação fornecida, e essa pode ser exposta ao grupo de várias maneiras diferentes. No caso de uma exposição direta, há a necessidade de o grupo reconstruir a totalidade a partir do que foi inserido, já fragmentado pelos seus membros. As dificuldades são, então, examinadas em função do fracionamento e das omissões e distorções. Nesse caso, o grupo enriquece a informação à medida que a reconstrói e, uma vez aprendida, torna-se superior à informação originariamente fragmentada. Essas questões identificadas por Pichon-Rivière (2009), estão diretamente relacionadas aos conceitos de Ausubel (1980) no que diz respeito à diferenciação progressiva das partes se integrando em um todo e à reconciliação integrativa ligada ao todo fragmentado. No que diz respeito ao Grupo Operativo, não é o professor que apresenta as partes ou o todo, mas é o próprio grupo que fragmenta ou integra, reconstruindo a informação à medida que ancora os fragmentos da informação em sua estrutura cognitiva já existente, tornando, assim, significativa a aprendizagem.

O segundo conceito está relacionado com as relações sociais. Para um melhor entendimento, foi invocada a *teoria de campo* de Kurt Lewin (1975), que teorizou acerca de três formas básicas de organização social, envolvendo atividades escolares. São elas: *organização cooperativa*, na qual os objetivos dos integrantes do grupo estão estreitamente vinculados, de tal forma que um integrante atinge o objetivo somente se todos os integrantes o atingirem; a *organização competitiva*, na qual os objetivos dos integrantes também estão relacionados, porém de forma excludente, isto é, um integrante pode alcançar sua meta somente se os demais não conseguirem alcançar as suas; na *organização individualista*, onde não existe relação entre os objetivos de cada integrante do grupo, cada um busca seu objetivo individualmente, não se importando com os objetivos dos demais integrantes do grupo.

Com base no exposto, podemos identificar que, em todos os grupos homogêneos, formou-se uma organização cooperativa entre os integrantes, cada aluno se importava com o alcance dos objetivos do grupo e não somente com o cumprimento do seu objetivo, que nesse caso era a aprendizagem.

Dos grupos heterogêneos, quanto ao conhecimento prévio, podemos destacar os que se formaram pela afinidade e os que se formaram ao acaso. Observando o referencial teórico relatado neste trabalho, poderíamos esperar que os grupos formados por afinidade, independentemente de serem homogêneos ou heterogêneos, teriam colaboração e integração

entre os componentes do grupo, dada a existência em comum do elemento afinidade. Porém, as observações feitas mostraram uma realidade inversa. Dos três grupos heterogêneos formados por afinidade, somente no grupo 2 da turma A houve colaboração; já nos grupos 6, tanto da turma A, como da turma B não houve colaboração. Nesses dois grupos, somente um dos membros não se integrou com os demais na busca do objetivo comum que era a construção do conhecimento. Cabe aqui ressaltar uma observação adicional a respeito de cada um desses grupos.

O aluno AGT do grupo 1 (turma B), conforme já relatado anteriormente, apresentava um bom conhecimento prévio, e seu principal objetivo era executar a atividade prática o mais rápido possível para deixar o ambiente de laboratório. Após AGT ir embora, o aluno SML refazia a atividade prática juntamente com GCN, buscando explicar e envolver GCN nos processos práticos que havia compreendido. O aluno AGT estava considerando o grupo de trabalho como uma organização externa, que não lhe dizia respeito, ele não se importava com os objetivos dos demais colegas, que incluíam o processo prático que estava sendo desenvolvido. Já os alunos GCN e SML, mostraram preocupação com a construção do conhecimento, porém não queriam se indispor com o colega AGT, cujos objetivos, essencialmente individualizados, não eram compartilháveis. Não se trata aqui de uma *telê negativa*, pois os três integrantes tinham afinidades entre si; somente os pontos de interesse é que eram divergentes.

O grupo 6 da turma A, também caracterizou-se pela opção individualista do aluno SMN, porém, não a partir do mesmo enfoque do grupo relatado anteriormente. No caso do aluno SMN, ele simplesmente não tinha intenção de se envolver com a atividade prática, ou seja, seu objetivo principal era tão somente ser aprovado na disciplina, sem precisar se envolver com o conhecimento relacionado à prática. Cabe aqui ressaltar que seu conhecimento prévio teórico era muito bom, o que lhe dava segurança para ter um bom conceito nas avaliações teóricas. Para SMN, o princípio da cooperação estava simplesmente ausente. Apesar das inúmeras investidas da professora, buscando um elemento que instigasse a motivação do aluno SMN para o conhecimento prático, nenhuma delas obteve sucesso.

Assim, podemos destacar que tanto os grupos formados por afinidade, quanto os grupos formados aleatoriamente são passíveis de terem participantes que não estejam comprometidos com a resolução do problema proposto. A construção do conhecimento ocorrerá de forma diferenciada em cada integrante do grupo. Diferenciada no sentido de que

alguns alunos acabam se envolvendo mais do que outros no desenvolvimento das atividades práticas em questão, por conta justamente da diversidade das motivações que os movem.

Dos quatro grupos heterogêneos formados ao acaso (sem afinidade), destacamos dois que merecem nossos comentários: os grupos 1 e 2 da turma B. Os alunos JRR do grupo 1 e ADS do grupo 2, preferiam desenvolver a atividade prática sozinhos, não se importando com o processo de aprendizagem dos demais integrantes do grupo. Para analisarmos este fato, retornemos ao esquema do cone invertido construído por Pichon- Rivière (2009), no qual ambos os alunos estão relacionados com a *afiliação*, não se sentindo parte integrante do um grupo. Assim, a *comunicação* praticamente não existe; podemos considerar a existência de uma *telê negativa*, pois se um aluno não tem interesse de compartilhar da atividade prática com os demais integrantes do grupo é porque não tem intenção de trabalhar com outras pessoas (nesse contexto de ensino e aprendizagem, bem entendido). Tampouco há *cooperação* observada; é possível que a visão de aprendizagem desses dois alunos seja essencialmente individual; as possíveis contribuições do grupo para a aprendizagem não seriam por eles consideradas de valor.

Há aqui outra possibilidade interessante para futuros trabalhos: Em qual medida os estudantes consideram o grupo como um recurso efetivo de aprendizagem? Outra conjectura que poderia ser feita é que a organização social na qual estamos inseridos é essencialmente competitiva, e o compartilhamento pode ser entendido como uma estratégia que fragiliza o sujeito que vive numa tal sociedade. Esse é outro aspecto que mereceria aprofundamento.

Com relação às possibilidades de pesquisas futuras, além da recém-mencionada, também relacionamos aqui a questão da formação dos grupos. Conforme este estudo, foi possível identificar uma melhor cooperação no processo de aprendizagem do grupo de forma integral, nos grupos que se formaram com um conhecimento prévio homogêneo. Esse fato levanta uma questão muito importante e nos faz pensar sobre a importância da busca desses conhecimentos prévios antes da formação dos grupos, além de fazer com que esses grupos se formem, não de forma aleatória, mas de acordo com seu conhecimento prévio. Esse é outro aspecto de grande interesse, e mereceria aprofundamento.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, Ives Solano; MAZUR, Eric. Instrução pelos colegas e ensino sob medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. Vol. 30, Nº 2, p.362-384, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2013v30n2p362/24959>> Acesso em: 22 de outubro de 2013.

AUSUBEL, David P., NOVAK, Joseph D., HANESIAN, Helen. **Psicologia Educacional**. 2.ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BACHELARD, Gaston. **O Novo espírito científico**. São Paulo: Martins Fortes, 1986.

BALEN, Osvaldo; VILLAS-BOAS, Valquíria; CATELLI, Francisco. Concepções alternativas e aprendizagem ativa em um contexto de ensino-aprendizagem de circuitos elétricos nas físicas introdutórias para engenheiros. Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 2008, São Paulo. **ANAIS**. São Paulo: ABENGE. Disponível em: < <http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2008/artigos/3407.pdf>> Acesso em: 18 de abril de 2013.

BARBOSA, Laura Monte Serrat. **Psicopedagogia e o momento do aprender**. São José dos Campos: Pulso, 2006.

BARROS, Marcelo Alves; BAROLLI, Elisabeth; VILLANI, Alberto. A evolução de um grupo de aprendizagem num curso de física de ensino médio. **Revista Brasileira de pesquisa em educação em ciências**. Vol. 1, nº 2, 2004. Disponível em: < <http://revistas.if.usp.br/rbpec/article/view/198>> Acesso em: 23 de agosto de 2013.

BARROS, Marcelo Alves, VILLANI, Alberto. A dinâmica de grupos de aprendizagem de física no ensino médio: um enfoque psicanalítico. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Vol. 9, nº 2, p. 115-136, 2004. Disponível em: < http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID112/v9_n2_a2004.pdf> Acesso em: 20 de agosto de 2013.

BARROS, Marcelo Alves; LABURÚ, Carlos Eduardo. Análise do vínculo entre grupo e professora numa aula de ciências do ensino fundamental. **Revista Ciência e Educação**. Vol. 13, nº 2, p. 235-251, 2007. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v13n2/v13n2a07.pdf>> Acesso em: 23 de agosto de 2013.

BONALS, Joan. **O trabalho em pequenos grupos na sala de aula**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

BRANDÃO, Carlos Rodrigues, STRECK, Danilo Romeu (orgs). **Pesquisa participante: o saber da partilha**. Aparecida: Idéias e Letras, 2006.

CATELLI, Francisco. **O Alvorecer da Medida: uma gênese virtual**. Caxias do Sul: EDUCS, 1999.

CUNHA, Ana Edite; LOPES, J. Bernardino; CRAVINO, J. Paulo; SANTOS, Carla A. Envolver os alunos a realização de trabalho experimental de forma produtiva: o caso de um professor experiente em busca de boas práticas. **Revista eletrônica de Enseñanza de las ciencias**. Vol. 11, Nº 3, p. 635-659, 2012. Disponível em:

< http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen11/REEC_11_3_9_ex658.pdf> Acesso em: 20 de março de 2013.

D'AMBRÓSIO, Ubiratan. **Educação para uma sociedade em transição**. Campinas, SP: Papyrus, 1999.

DUTRA, Luiz Henrique de Araújo. **Introdução à epistemologia**. São Paulo: Editora UNESP, 2010.

FULLAT, Octavi. **Filosofias da Educação**. Rio de Janeiro: Vozes, 1994.

GHEDIN, Evandro. **Questões de método na construção da pesquisa em educação**. São Paulo: Cortez, 2008.

INFOESCOLA. Disponível em: <<http://www.infoescola.com/eletricidade/disjuntor>> Acesso em: 08 de novembro de 2012.

JULIO, Josimeire; VAZ, Arnaldo. O professor de física como “co-pensador” em grupos operativos de aluno do ensino médio. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5, 2005, Bauru, SP. **Atas**. 5º Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Bauru, SP: ABRAPEC, 2006.

LABURÚ, Carlos Eduardo; BARROS, Marcelo Alves; KANBACH, Bruno Gusmão. A relação com o saber profissional do professor de física e o fracasso da implementação de atividades experimentais no ensino médio. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Vol. 12, nº 3, p. 305-320, 2007. Disponível em:

< http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID172/v12_n3_a2007.pdf> Acesso em: 20 de agosto de 2013.

LEBESGUE, Henri. **La mesure des grandeurs**. Paris: Blanchard, 1975.

LEGENDRE, Renald. **Dictionnaire actuel de L'éducation**. Montréal: Guérin, 1993.

LEWIN, Kurt. **Teoria dinâmica da personalidade**. São Paulo: Pensamento-Cultrix, 1975.

LOPES, J. Bernardino; CRAVINO, J. Paulo; BRANCO, Maria; SARAIVA, Elisa; SILVA, Antonio. Mediation of student learning: dimensions and evidences in science teaching. **Problems of Education in 21st Century**. Vol. 9, p.42–52, 2008. Disponível em: <<http://www.scientiasocialis.lt/pec/?q=node/175>>. Acesso em: 08 de agosto 2013.

LUDKE, Menga, ANDRÉ, Marli. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

LUCKESI, Cipriano; PASSOS, Elizete Silva. **Introdução à filosofia: aprendendo a pensar**. 4.ed. São Paulo: Cortez, 2002.

MASETTO, Marcos Tarciso. **Competência pedagógica do professor universitário**. São Paulo: Summus, 2003.

MORAES, Roque. É possível ser construtivista no ensino de ciências? In: MORAES, Roque (org.) **Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000.

MORAES, Roque, GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise textual discursiva**. 2.ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2011.

MORALES, Andréa Cantarelli; STEDILE, Nilva Lúcia Rech; CATELLI, Francisco. Dinâmica de grupo e a resolução de problemas em aula prática de laboratório de eletricidade. Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, 40, 2012, Belém. **Anais**. Belém, ABENGE, 2012. Disponível em:
< <http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2012/artigos/103778.pdf>> Acesso em: 23 de março de 2013.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: EPU, 1999.

_____. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2001.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem feita: repensar a reforma e reformar o pensamento**. 10.ed. Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 2004.

MOYSÉS, Lucia. **Aplicações de Vigotsky à educação Matemática**. Campinas, SP: Papirus, 2003.

ONUCHIC, Lourdes de Ia Rosa. Ensino-aprendizagem de matemática através da resolução de problemas. In: BICUDO, Maria Aparecida Viggiani (org.). **Pesquisa em Educação Matemática: Concepções e Perspectivas**. São Paulo: Editora UNESP, 1999.

OSÓRIO, Luiz Carlos. **Psicologia grupal: uma nova disciplina para o advento de uma nova era**. Porto Alegre: Artmed, 2003.

PAVIANI, Jayme. **Problemas de filosofia da educação: o cultural, o político, o ético na escola, o pedagógico, o epistemológico no ensino**. 8.ed. Caxias do Sul, RS: EDUCS, 2010.

PORTAL DA LÍNGUA PORTUGUESA. Dicionário de termos linguísticos. Disponível em:
<<http://www.portaldalinguaportuguesa.org/?action=terminology&act=view&id=3463>>
Acesso em: 05 de fevereiro de 2014.

POZO, Juan Ignácio. **Teorias cognitivas da Aprendizagem**. 3.ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

POZO, Juan Ignácio. **Aprendizes e Mestres: a nova cultura da aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

POZO, Juan Ignácio e CRESPO, Miguel Angel Gómez. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

PICHON-RIVIÈRE, Enrique. **A teoria do vínculo**. 6.ed. São Paulo: Editora Martins Fontes, 1998.

PICHON-RIVIÈRE, Enrique. **O processo grupal**. 8.ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2009.

PUGGIAN, Cleonice; MORAIS FILHO, Zenildo Buarque de; LOPES, Cristiane Vieira Nunes Barbosa. Ensino de reações químicas em laboratório: articulando teoria e prática na formação e ação docente. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Vol. 17, nº 3, p. 697-708, 2012. Disponível em:

<http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID313/v17_n3_a2012.pdf> Acesso em: 26 de agosto de 2013.

ROSA NETO, Ernesto. **Didática da matemática**. 12.ed. São Paulo, Ática, 2010.

SARAIVA-NEVES, Margarida, CABALLERO, Concesa, MOREIRA, Marco Antonio. Repensando o papel do trabalho experimental, na aprendizagem de física, em sala de aula – um estudo exploratório. **Revista Investigações em ensino de ciências**. V.11, nº 13, p.383-401, 2006. Disponível em:

<http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID159/v11_n3_a2006.pdf> Acesso em: 25 de maio de 2013.

SILVA, André Flávio Gonçalves; ANDRADE JÚNIOR, José Adauto; NOBRE, Francisco Augusto Silva. Ensino de física moderna: um estudo de caso com ensino público e privado. **Revista eletrônica Experiências em Ensino de Ciências**. Vol. 7, nº 1, p. 1-10, 2012. Disponível em: <<http://if.ufmt.br/eenci/?go=artigos&idEdicao=30>> Acesso em: 23 de agosto de 2013.

SILVA, Glauco dos Santos Ferreira; VILLANI, Alberto. Grupos de aprendizagem nas aulas de física: as interações entre professor e alunos. **Revista eletrônica Ciência & Educação**, Bauru. Vol. 15, nº 1, 2009. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-73132009000100002&script=sci_arttext> Acesso em: 23 de agosto de 2013.

_____. A construção da intersubjetividade nas aulas de física: como e por que um grupo funciona. Encontro de pesquisadores em Ensino de Física, 10, 2006, Londrina. **Anais**. Londrina, SBF, 2006. Disponível em:

< http://www.cienciamao.if.usp.br/dados/epef/_oprocessogrupalnasaulasd.trabalho.pdf> Acesso em: 23 de agosto de 2013.

THUILLIER, Pierre. **De Arquimedes a Einstein**: a face oculta da invenção científica. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1994.

TIBERGHIE, Andrée; BUTY, Christian. Studying science teaching practices in relation to learning: time scales of teaching phenomena. In: PINTÓ, R.; COUSO, D. **Contributions from Science Education Research**. p. 59-75, 2007. Disponível em:

< http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-5032-9_5>. Acesso em: 19 de maio de 2013.

VIGOTSKI, Lev Semenovich. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. In: COLE, Michel *et al.* (org.). 6.ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

YOUNG, Hugh D. **Física III**: eletromagnetismo. São Paulo: Addison Wesley, 2009.

APÊNDICE 1: Questionário aplicado como objeto para identificar o conhecimento prévio dos alunos.

**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
ELE0252 – LABORATÓRIO DE ELETROELETRÔNICA
PROFESSORA ANDRÉA MORALES
2013/2**

Nome: _____

Curso: _____

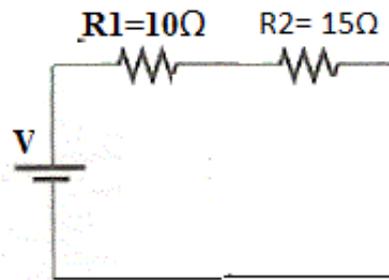
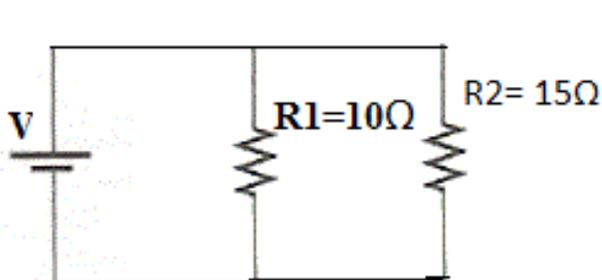
Profissão: _____ Empresa: _____

1) Você já fez algum curso de eletricidade?

2) Tem ou já teve contato com eletricidade ou mesmo com instrumentos de medição? Especifique.

3) Identifique o que você entende por corrente, tensão e potência elétrica?

4) Saberá identificar o valor dos resistores associados nos dois circuitos abaixo? Qual seria? Qual o tipo de associação existente em cada circuito?



APÊNDICE 2: Atividade prática realizada**AULA PRÁTICA 2 – Circuitos Corrente Contínua**

GRUPO: _____

DATA: _____

Horário: _____

OBJETIVO: Realizar medições com instrumentos digitais, calcular os circuitos, analisando as diferenças medidas e calculadas.

MATERIAL: Fonte de tensão contínua, multímetro digital, *pront board* e resistores.

ATIVIDADE:

No *pront board* você deve montar um circuito que tem de conter as seguintes características:

- Deve ter no mínimo 7 resistores.
- A resistência equivalente não deve exceder o valor de $1\text{k}\Omega$.
- Deve ter no mínimo 3 associações tipo série e 3 tipo paralelo.

Será entregue ao grupo um recipiente contendo 12 resistores sendo que o resistor de menor valor é de 820Ω , os demais são todos superiores a este valor.

- Aplicar ao circuito uma tensão contínua de 20V.
- Realizar a medição de tensão e corrente em todos os resistores, corrente total e o valor das resistências.
- Calcular os valores de tensão e corrente para todos os resistores.
- Fazer uma tabela comparativa dos valores medidos e calculados para resistências, valores de tensão e corrente.
- Baseado nos seus conhecimentos sobre associação de resistores série e paralelo e também na comparação entre valores medidos e calculados, faça uma conclusão sobre tudo o que você pode observar neste experimento.