

Luiz Clement

**AUTODETERMINAÇÃO E ENSINO POR INVESTIGAÇÃO:  
CONSTRUINDO ELEMENTOS PARA PROMOÇÃO DA  
AUTONOMIA EM AULAS DE FÍSICA**

Tese submetida ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do Grau de Doutor em Educação Científica e Tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. José Francisco Custódio Filho.

Co-orientador: Prof. Dr. José de Pinho Alves Filho.

Florianópolis  
2013

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Clement, Luiz

Autodeterminação e ensino por investigação : construindo elementos para promoção da autonomia em aulas de física / Luiz Clement ; orientador, José Francisco Custódio Filho ; co-orientador, José de Pinho Alves Filho. - Florianópolis, SC, 2013.

334 p.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica.

Inclui referências

1. Educação Científica e Tecnológica. 2. Ensino de Física. 3. Ensino por investigação. 4. Teoria da autodeterminação. 5. Motivação. I. Custódio Filho, José Francisco. II. Alves Filho, José de Pinho. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. IV. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO  
CURSO DE DOUTORADO EM EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E  
TECNOLÓGICA

“Autodeterminação e ensino por investigação: construindo elementos  
para promoção da autonomia em aulas de física”

Tese submetida ao Colegiado do Curso  
de Doutorado em Educação Científica  
e Tecnológica em cumprimento parcial  
para a obtenção do título de Doutor  
em Educação Científica e Tecnológica

APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA em 02/12/2013

Dr. José Francisco Custódio Filho (CFM/UFSC – Orientador) João Francisco Custódio Filho  
Dr. José de Pinho Alves Filho (CFM/UFSC – Co-orientador) \_\_\_\_\_  
Dr. Sueli Édi Rufini (CECA/UEL – Examinadora) Sueli Rufini  
Dr. Arnaldo de Moura Vaz da Silva (COLTEC/UFMG – Examinador) \_\_\_\_\_  
Dr. Eduardo Adolfo Terrazzan (CEP/UFSC) Examinador Eduardo Adolfo Terrazzan  
Dr. Henrique César da Silva (CED/UFSC – Examinador) Henrique César da Silva  
Dr. José André Peres Angotti (CED/UFSC – Examinador) \_\_\_\_\_  
Dr. Demétrio Delizoicov Neto (CED/UFSC – Suplente) \_\_\_\_\_  
Dr. Frederico Firmo de Souza Cruz (CFM/UFSC – Suplente) \_\_\_\_\_

DR. CARLOS ALBERTO MARQUES  
Coordenador do PPGECT

LUZ CLEMENT

Florianópolis, Santa Catarina, dezembro de 2013.



***A DAYANE***

*e ao*

***VITOR.***



## AGRADECIMENTOS

Ao Professor José Francisco Custódio Filho, pela amizade, pela orientação, pela confiança, pelas perguntas, ideias, dedicação e entusiasmo dispensados a este trabalho; servindo, constantemente, de motivação para sua execução.

Ao Professor José de Pinho Alves Filho, pelo carinho, pela confiança, pelo apoio na orientação e pelas aprendizagens possibilitadas mediante o convívio ao longo deste período.

Aos professores Sueli E. Rufini, Arnaldo de M. Vaz da Silva, Eduardo A. Terrazzan, Henrique C. da Silva, José A. P. Angotti, pela leitura e avaliação do texto da tese e pelas perguntas e reflexões proporcionadas ao longo da sessão de defesa.

Aos professores Eduardo A. Terrazzan, Sueli E. Rufini e Henrique C. da Silva, pelas contribuições durante o Exame de Qualificação.

À professora Sueli E. Rufini pela importante colaboração no processo de elaboração e validação da Escala de Motivação: Atividades Didáticas de Física (EMADF).

Ao professor Eduardo A. Terrazzan pela convivência e pelos ensinamentos durante a orientação na graduação (iniciação científica) e no mestrado, base para minha formação como pesquisador na área de educação em ciências.

Aos professores Arden Zylbersztajn, Demetrio Delizoicov Neto, Frederico F. de Souza Cruz, José de P. Alves Filho e José F. Custódio Filho pelas discussões e ajudas adequadas à construção das aprendizagens ao longo das disciplinas.

Aos demais professores do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica - PPGECT/UFSC.

Aos colegas da turma de doutorado de 2010.

À Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC e ao Departamento de Física da UDESC pelo apoio e pela concessão do afastamento para o doutoramento.

À amiga e colega professora Ivani T. Lawall pelo incentivo e apoio proporcionados.

Às escolas e aos estudantes participantes do processo de validação da EMADF.

À Escola de Educação Básica Jandira D'Ávila pelo apoio e colaboração na parte empírica deste trabalho.

Ao professor Jonatas Steinbach por acreditar nesta pesquisa e pela significativa colaboração prestada durante o trabalho empírico.

Aos estudantes, sujeitos desta pesquisa, pela recepção e confiança na proposta de trabalho e pela dedicação no fornecimento de informações (escalas, entrevistas e produção textual).

A toda minha família e de modo especial aos meus PAIS (Guido e Jacinta) que sempre me apoiaram e acreditaram em mim.

A minha esposa Dayane pelo amor, carinho, amizade, incentivo e por ter dedicado seu tempo para leitura e conversas sobre as ideias aqui apresentadas e defendidas. Sua demonstração de confiança e apoio me foram muito importantes.

Ao meu (hoje) pequeno Vitor! Nascestes em meio à construção desta tese. Fizestes-me PAI, me proporcionastes alegrias e sentimentos antes desconhecidos e que, sem dúvida nenhuma, foram uma importante fonte de energia para o desenvolvimento deste trabalho.



## RESUMO

A baixa intensidade e má qualidade da motivação dos estudantes para estudar e aprender Física no ensino médio configura-se em um problema educacional a ser enfrentado. Com a intenção de contribuir e avançar na compreensão deste constructo no ambiente escolar, especificamente no ensino de Física, é que se realizou este estudo. Assim, o objetivo da pesquisa foi investigar possíveis relações entre a implementação de ações de ensino por investigação e a promoção da motivação autônoma de estudantes de física do ensino médio. Isso nos conduziu a uma pesquisa com intervenção didático-pedagógica. Fez-se necessária, para a intervenção prevista, a escolha de uma teoria que pudesse apoiar nossa compreensão sobre a motivação no contexto educacional e, também, de uma teoria didático-pedagógica que orientasse a preparação das atividades didáticas (AD) a serem implementadas. Encontramos na Teoria da Autodeterminação o suporte teórico para análise dos aspectos relativos à motivação e no Ensino por Investigação a perspectiva didático-pedagógica buscada. A intervenção, composta pela implementação de onze AD devidamente planejadas, ocorreu em uma turma de terceira série do ensino médio, de uma escola estadual da cidade de Joinville/SC, durante três bimestres consecutivos. Para a coleta das informações necessárias à realização da pesquisa foram utilizados os seguintes instrumentos/recursos: escala de medida de motivação; observações diretas, áudio e videogravação de aulas; escala de medida de interesse e suportes à autonomia; material produzido pelos alunos e entrevistas com os estudantes e com o professor. Portanto, o delineamento da pesquisa constituiu-se por análises qualitativas e por resultados quantitativos, oriundos da aplicação das escalas *Likert*. Os resultados indicam um aumento na motivação autônoma dos estudantes mediante a implementação das AD de caráter investigativo. Neste sentido, as evidências encontradas são significativas e permitem concluir que é possível intervir pedagogicamente para que os estudantes atuem com maior protagonismo no processo de sua aprendizagem, guiados por uma maior qualidade motivacional.

**Palavras-chave:** Ensino por Investigação. Teoria da Autodeterminação. Motivação. Ensino de Física. Ensino Médio.



## ABSTRACT

The low intensity and quality motivational of students to study and learn physics in high schools configures up in an educational problem to be faced. The present study was conducted with the intention of contribute and to do advance the understanding about this construct in the school environment, specifically in the physics teaching. Thus the objective of the research was to investigate the possible relations between the implementation of teaching per inquiry actions and the promotion of autonomous motivation of high school physics students. This has led us to a research with didactic-pedagogic intervention. For the planned intervention, was necessary the choice of a theory that could support our understanding of the motivation in the educational context and also a didactic-pedagogic theory to guiding the preparation of didactic activities (AD) to be implemented. We found in Self-Determination Theory the theoretical support to analysis about the motivation aspects and in Teaching per Inquiry the didactic-pedagogical perspective sought. The intervention encompassed the implementation of eleven AD properly planned, for three consecutive marking periods, and occurred in a class of third grade of high school of a state school localized in Joinville/SC. To collect the information necessary to accomplishment of the research we used the following instruments/methodologies: measurement scale of motivation; direct observation, audio and video recording of classes; measurement scale of interest and supports of autonomy; materials produced by students and interviews with students and the teacher. Therefore, the research structure was constituted of qualitative analysis and quantitative results arising of implementing the Likert scales. The results indicate an increase in autonomous motivation of students by implementing of the set of AD with investigative character. In this sense, the evidence found are significant and allow us to conclude that it is possible to intervene pedagogically for encourage the students to act with a greater role in their learning process, guided by a higher quality motivational.

**Keywords:** Teaching per Inquiry. Self-Determination Theory. Motivation. Physics Teaching. High School.



## LISTA DE TABELAS

Tabela 5.1:	Extração dos componentes principais com autovalor maior do que 1 .....	143
Tabela 5.2:	Distribuição dos itens por fator com a respectiva carga fatorial .....	145
Tabela 5.3:	Valores do alfa de Cronbach para as seis subescalas	148
Tabela 5.4:	Correlação de <i>Pearson</i> entre os escores médios nas variáveis da qualidade da motivação .....	149
Tabela 6.1:	Atividades didáticas implementadas em sala de aula	160
Tabela 7.1:	Escore calculados a partir das médias gerais dos parâmetros medidos com a EMADF – Aplicação Inicial .....	198
Tabela 7.2:	Escore calculados a partir das médias gerais dos parâmetros medidos com a EMADF – Aplicação Final .....	199
Tabela 7.3:	Resultados do <i>teste t</i> para a comparação da qualidade motivacional dos estudantes, medida pela aplicação inicial e final da EMADF .....	201
Tabela 7.4:	Escore calculados a partir das médias obtidas para as subescalas da EMISA em cada AD .....	204
Tabela 7.5:	Correlação de <i>Pearson</i> entre os escores nas variáveis avaliadas pela EMISA .....	206



## LISTA DE QUADROS

Quadro 2.1:	Estratégias associadas aos diferentes recursos de suporte à autonomia .....	69
Quadro 2.2:	O que os indivíduos que apoiam a autonomia e os indivíduos controladores dizem e fazem para motivar os outros .....	76
Quadro 5.1:	Caracterização das atividades didáticas elaboradas e implementadas em sala de aula .....	133
Quadro 5.2:	Itens de cada uma das subescalas da EMISA .....	152
Quadro 5.3:	Momento de aplicação/utilização de cada instrumento/recurso de coleta de dados .....	155





## LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1:	Estrutura dialética pessoa-ambiente no estudo da motivação .....	45
Figura 1.2:	<i>Continuum</i> da autodeterminação, tipos de motivação – lócus de causalidade e processos reguladores .....	55
Figura 4.1:	Diagrama das características essenciais do ensino por investigação em busca da motivação autônoma ..	122
Figura 6.1:	Extrato da produção do Grupo A (AD-03) .....	166
Figura 6.2:	Momentos do desenvolvimento da AD-07 .....	171
Figura 6.3:	Extrato da produção do Grupo A (AD-07) .....	174
Figura 6.4:	Extrato da produção do Grupo B (AD-07) .....	175
Figura 6.5:	Avaliando as propostas apresentadas pelos grupos (AD-07) .....	175
Figura 6.6:	Reprodução do experimento de Oersted (AD-09) .....	183
Figura 6.7:	Cálculo da intensidade do campo magnético (AD-09) .....	184
Figura 6.8.:	Produção de um Grupo – Parte C (AD-09) .....	185
Figura 6.9:	Produção de um Grupo – Parte A (AD-09) .....	186
Figura 6.10:	Imagens de momentos das apresentações dos grupos (AD-11) .....	192



## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 5.1:	Diagrama de Autovalores .....	144
Gráfico 6.1:	Desempenho dos estudantes em uma questão de prova relativa ao assunto abordado na AD-03 .....	168
Gráfico 6.2:	Desempenho dos estudantes em uma questão de prova relativa ao assunto abordado na AD-09 .....	188
Gráfico 7.1:	Comparativo entre as médias calculadas a partir da aplicação inicial e final da EMADF .....	199
Gráfico 7.2:	Médias nas subescalas da EMISA em cada uma das AD .....	203
Gráfico 7.3:	Análise comparativa entre Interesse pela AD e Natureza da Situação-Problema .....	205



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

- ACT - Alfabetização Científica e Tecnológica
- AD – Atividade(s) Didática(s)
- ANPEd Sul - Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul
- BSCS - Biology Science Curriculum Study
- CAAE - Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
- CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- CEB - Câmara de Educação Básica
- Chem Study - Chemical Education Materials Study
- CNE - Conselho Nacional de Educação
- DCNEM - Diretrizes Curriculares Nacionais do Ensino Médio
- ddp – Diferença de Potencial Elétrica
- DEB - Diretoria de Formação de Professores da Educação Básica
- E - Estudante
- EMADF - Escala de Motivação: Atividades Didáticas de Física
- EMISA - Escala de Medida de Interesse e Suportes à Autonomia
- EUA – Estados Unidos da América
- IBECC - Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura
- LACESM - Laboratório de Ciências Espaciais de Santa Maria
- LCQ - Learning Climate Questionnaire
- LDB - Lei de Diretrizes e Bases
- LSM - Lesson-Specific Measures
- MD - Módulos Didáticos
- MEC – Ministério da Educação
- NRC - National Research Council
- NSES - National Science Education Standards

NSF - National Science Foundation

OCNs - Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

P - Professor

PCN e PCN+ - Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio

PPGECT - Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica

PSSC - Physical Science Study Committee

RP - Regras ou Punições

RS - Recompensas Sociais

UDESC - Universidade do Estado de Santa Catarina

UFSC - Universidade Federal de Santa Catarina

ZDP - Zonas de Desenvolvimento Proximal

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>27</b>
DELINEAMENTO INICIAL DA PROBLEMÁTICA DE PESQUISA .....	27
ESTRUTURA DA TESE.....	34
<b>CAPÍTULO 1: MOTIVAÇÃO E A TEORIA DA AUTODETERMINAÇÃO .....</b>	<b>37</b>
1.1. O QUE É MOTIVAÇÃO?.....	37
1.2. TEORIA DA AUTODETERMINAÇÃO .....	41
1.2.1. NECESSIDADES PSICOLÓGICAS .....	43
1.2.1.1. AUTONOMIA.....	46
1.2.1.2. COMPETÊNCIA.....	49
1.2.1.3. PERTENCIMENTO .....	51
1.3. MOTIVAÇÃO AUTÔNOMA: LÓCUS DE CAUSALIDADE, PROCESSOS REGULADORES E DE INTERNALIZAÇÃO.....	53
<b>CAPÍTULO 2: FORMAÇÃO DA AUTONOMIA E SUPORTES À AUTONOMIA NO CONTEXTO ESCOLAR.....</b>	<b>61</b>
2.1. FORMAÇÃO DA AUTONOMIA NO CONTEXTO ESCOLAR .....	61
2.2. AUTONOMIA COMO NECESSIDADE .....	64
2.3. ESTRATÉGIAS ASSOCIADAS AOS RECURSOS DE SUPORTES À AUTONOMIA E À MOTIVAÇÃO AUTODETERMINADA.....	66
2.3.1. QUAIS AS POSSIBILIDADES DE SUPORTE À AUTONOMIA NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA? .....	77
<b>CAPÍTULO 3: ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO A PARTIR DE SITUAÇÕES- PROBLEMA .....</b>	<b>79</b>
3.1. O PAPEL DOS PROBLEMAS NA CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO .....	79
3.2. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO .....	85
3.2.1. BREVE DESCRIÇÃO HISTÓRICA SOBRE INVESTIGAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS .....	85
3.2.2. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO APÓS AS REFORMAS CURRICULARES NORTE-AMERICANAS DAS DÉCADAS DE 1980 E 1990.....	91
3.2.3. ASPECTOS A CONSIDERAR NA ELABORAÇÃO DE SITUAÇÕES- PROBLEMA.....	99
3.3. OBSERVAÇÕES E DEMANDAS RELATIVAS AO ENSINO POR INVESTIGAÇÃO .....	103

**CAPÍTULO 4: CONSTRUTIVISMO EDUCACIONAL, ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E AUTODETERMINAÇÃO: CONSTRUINDO RELAÇÕES.....107**

4.1. CONSTRUTIVISMO EDUCACIONAL.....	107
4.2. A MOTIVAÇÃO EM ABORDAGENS CONSTRUTIVISTAS.....	118
4.2.1. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: UMA PERSPECTIVA DIDÁTICO- PEDAGÓGICA PROMOTORA DA MOTIVAÇÃO AUTÔNOMA .....	121

**CAPÍTULO 5: PROBLEMÁTICA, CONTEXTO E METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA.....127**

5.1. PROBLEMÁTICA DE PESQUISA .....	127
5.1.1. OBJETIVO CENTRAL E ALGUMAS QUESTÕES DE PESQUISA .....	128
5.2. CARACTERIZAÇÃO E CONTEXTUALIZAÇÃO DA PESQUISA.....	129
5.2.1. CONTEXTO DA PESQUISA .....	129
5.3. ELABORAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DAS ATIVIDADES DIDÁTICAS.....	131
5.4. INSTRUMENTOS/RECURSOS DE COLETA DE DADOS .....	140
5.4.1. ESCALA DE MEDIDA DE MOTIVAÇÃO .....	140
5.4.2. OBSERVAÇÕES, ÁUDIO E VÍDEOGRAVAÇÕES DE AULAS.....	149
5.4.3. PRODUÇÃO DOS ESTUDANTES.....	150
5.4.4. ESCALA DE MEDIDA DE INTERESSE E SUPORTES À AUTONOMIA (EMISA).....	151
5.4.5. ENTREVISTAS .....	153
5.5. UTILIZAÇÃO DE CADA INSTRUMENTO DE COLETA DE DADOS E A BUSCA DAS RELAÇÕES ENTRE AS VARIÁVEIS EM ESTUDO.....	154
5.5.1. SÍNTESE ACERCA DE COMO FORAM BUSCADAS AS RELAÇÕES ENTRE MOTIVAÇÃO AUTÔNOMA E ENSINO POR INVESTIGAÇÃO	156

**CAPÍTULO 6: REFLEXÕES SOBRE A INTERVENÇÃO DIDÁTICO-PEDAGÓGICA .....159**

6.1. ANÁLISE DESCRITIVA DO PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO DAS ATIVIDADES DIDÁTICAS EM SALA DE AULA.....	159
6.1.1. ATIVIDADE DIDÁTICA 03 (AD-03) – CONDUTORES: ÔHMICOS OU NÃO-ÔHMICOS .....	161
6.1.2. ATIVIDADE DIDÁTICA 07 (AD-07) – GERADOR DE ENERGIA ELÉTRICA: MÁXIMO PROVEITO!.....	169
6.1.3. ATIVIDADE DIDÁTICA 09 (AD-09) – EXPERIÊNCIA DE OERSTED: QUE CONCLUSÕES TIRAR?.....	178
6.1.4. ATIVIDADE DIDÁTICA 11 (AD-11) – GERAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.....	189



## **CAPÍTULO 7: CAMINHOS E SUPORTES PARA CONSTRUÇÃO DA MOTIVAÇÃO AUTÔNOMA DOS ESTUDANTES... 197**

7.1. MEDIDA DO ESTADO MOTIVACIONAL DOS ESTUDANTES .....	197
7.2. SUPORTES À AUTONOMIA .....	202
7.2.1. PERCEÇÃO DOS ESTUDANTES SOBRE AS ESTRATÉGIAS ASSOCIADAS AOS RECURSOS DE SUPORTE À AUTONOMIA .....	202
7.2.2. ANÁLISE DOS RECURSOS DE SUPORTE À AUTONOMIA .....	207
7.2.2.1. SUPORTE DE AUTONOMIA ORGANIZACIONAL.....	208
7.2.2.2. SUPORTE DE AUTONOMIA PROCEDIMENTAL.....	217
7.2.2.3. SUPORTE DE AUTONOMIA COGNITIVA .....	223
7.2.3. DEMAIS SUPORTES E ELEMENTOS IMPORTANTES PARA A PROMOÇÃO DA MOTIVAÇÃO AUTÔNOMA DOS ESTUDANTES .....	237
7.2.4. MOTIVAÇÕES DOS ESTUDANTES PARA PARTICIPAÇÃO ATIVA NAS AD.....	244
7.2.5. OLHAR DO PROFESSOR SOBRE A PERSPECTIVA INVESTIGATIVA INERENTE ÀS ATIVIDADES DIDÁTICAS .....	247

## **CAPÍTULO 8: AUTONOMIA COMO BASE PARA APRENDIZAGENS SATISFATÓRIAS..... 253**

8.1. DISCUSSÃO E CONSIDERAÇÕES.....	253
8.2. LIMITAÇÕES E PERSPECTIVAS PARA PESQUISAS FUTURAS.....	267
8.3. COMO ENSINAR O QUE DEVE SER CONSTRUÍDO?.....	269

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....**

<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>295</b>
<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>307</b>
<b>APÊNDICE C .....</b>	<b>313</b>
<b>APÊNDICE D .....</b>	<b>317</b>
<b>APÊNDICE E .....</b>	<b>319</b>
<b>ANEXO A .....</b>	<b>321</b>
<b>ANEXO B .....</b>	<b>327</b>



## INTRODUÇÃO

Nesta parte introdutória apresentamos o delineamento da problemática de pesquisa. Explicitamos a demanda de investigações sobre aspectos inerentes à motivação dos estudantes para aprendizagem da física, demarcando o foco e o objetivo central da pesquisa desenvolvida. Na parte final desta seção descrevemos a organização do texto da tese.

### **Delineamento Inicial da Problemática de Pesquisa**

A missão da escola, composta pela expectativa e pela responsabilidade que a legislação educacional delega para as instituições escolares de educação básica brasileira, se constitui em: transmitir os conhecimentos científica e culturalmente produzidos pela humanidade; formar um cidadão capaz de viver e atuar em sociedade; possibilitar o exercício de uma cidadania plena; ensinar para a vida (BRASIL, 1996, 2000, 2002, 2006). Com isso espera-se que a escola possibilite uma formação que capacite a pessoa, por exemplo, para uma compreensão adequada tanto dos fenômenos naturais que permeiam o nosso cotidiano, quanto dos artefatos tecnológicos que estão à nossa volta para, assim, conquistar uma melhor qualidade de vida, buscar uma inserção efetiva no mundo do trabalho e vivenciar uma participação social ativa.

Essa missão educativa se configura em um grande desafio para a educação básica. Para auxiliar no dimensionamento deste desafio, podemos analisar alguns dos diferentes percursos pessoais e profissionais que as pessoas seguem após concluírem sua escolarização básica. Além disso, é importante olhar para a escola e constatar que há aí diferentes expectativas e interesses por parte dos alunos. Os adolescentes poderão almejar, e de fato almejam, carreiras profissionais distintas. Afora isso, há alunos que trabalham mesmo antes de terem concluído a educação básica. Aspecto este que terá influência nos interesses, na formação e nas escolhas profissionais destes adolescentes. Portanto, a pergunta que começa a se construir é: como a escola lidará com estas expectativas particulares para atender e cumprir a missão que lhe é imposta?

Para exemplificar o aspecto levantado vejamos algumas descrições de situações comuns às escolas de educação básica em nosso país. Por exemplo, em escolas localizadas em regiões onde há atividade agrícola, em especial a agricultura familiar, haverá alunos que auxiliam

seus pais na lida do campo desde muito cedo. Essa inserção poderá ser significativa e vir a influenciar a escolha profissional destes adolescentes. Cabe então questionar como a escola os ajudará a obterem uma formação que lhes capacite para atuar consciente e ativamente nesta profissão. O setor agrícola passa por inúmeras modificações que vão desde a forma do cultivo da terra até a maneira de gerenciar e comercializar os produtos produzidos. Tudo isso requer que a pessoa continue aprendendo e resolvendo seus problemas e desafios mesmo longe da escola. Da mesma forma, outros estudantes mantêm proximidade e auxiliam nas atividades desenvolvidas por seus pais, nos diferentes ramos de trabalho. Essa diversidade, ao mesmo tempo em que trará riqueza de contextualização para o ambiente escolar, apresentará também o desafio de lidar com vontades, curiosidades e metas variadas.

Sendo assim, haverá estudantes de uma mesma turma que finalizarão sua escolarização básica e adentrarão ao mercado de trabalho exercendo as mais variadas profissões. De acordo com a missão da escola, ela deverá auxiliar na formação destes jovens para que consigam atuar com consciência e eficácia na execução de seus trabalhos. Nestas diferentes profissões também ocorreram e/ou seguirão ocorrendo modificações que determinam a atuação profissional, o que faz com que as pessoas devam seguir aprendendo e aprimorando suas capacidades e competências<sup>1</sup> específicas.

Além disso, não se pode ignorar que dentre estes estudantes haverá aqueles que queiram ingressar, via vestibular, em alguma universidade e buscar sua formação profissional (novamente se apresentam possibilidades distintas). Logo, a escola igualmente deverá possibilitar uma formação para atender aos anseios e escolhas destes estudantes. Estes jovens, uma vez formados nos diferentes cursos, passarão a exercer suas profissões que lhes exigirão, igualmente, uma contínua aprendizagem para que possam se manter e crescer nas suas carreiras.

Esta rápida descrição nos dá uma ideia da multiplicidade de interesses que há entre os adolescentes que frequentam a escola e como isso dificulta o estabelecimento de um modelo de ensino-aprendizagem

---

<sup>1</sup> Aqui o termo *competência* se refere tanto as modalidades estruturais da inteligência, suscetíveis de gerar uma infinidade de performances (ações e operações que utilizamos para estabelecer relações com e entre os objetos, situações e fenômenos que desejamos conhecer) quanto para caracterizar comportamentos observáveis, relacionados ao campo do saber fazer (REY, 2002).

que atenda aos diferentes interesses e que cumpra com as exigências e expectativas atribuídas à educação básica. O que parece ficar evidente é que devemos reconhecer que as pessoas deverão ser capazes de aprender e se capacitar de acordo com as suas escolhas, mesmo após o término da escolarização básica e distante do olhar de seus professores. A escola básica, então, não poderá pensar em oferecer respostas, uma vez que não terá como adiantar quais serão os desafios e problemas que cada um de seus alunos enfrentará em suas escolhas pessoais e profissionais. Mais bem, a escola básica terá como papel primordial promover a conscientização desta necessidade de aprendizagem contínua, proporcionando uma formação que fomente e instrumentalize os jovens para o reconhecimento dos problemas e desafios a serem enfrentados e superados por eles ao longo da vida. Em síntese, a escola terá maior sentido e significado quando conseguir contribuir com uma formação mais autônoma dos alunos para a construção de novas aprendizagens. Para tal, cada uma das diferentes disciplinas poderá auxiliar, proporcionando atividades que envolvam os estudantes e lhes permitam aprendizagens direcionadas a este propósito.

A disciplina de física, no entanto, ainda se caracteriza por abordagens centradas no excesso de atenção dada a exercícios repetitivos, privilegiando o uso de algoritmos matemáticos em detrimento da discussão de situações que permitam a compreensão de aspectos relacionados a conceitos, teorias, modelos, fenômenos ou processos físicos nelas envolvidos. Configura-se, assim, um claro distanciamento entre os conteúdos trabalhados e a realidade cotidiana, bem como, um ambiente pouco favorável à formação da autonomia. Tal distanciamento se deve, em parte, à abordagem dada quando se ensinam as leis, os conceitos e os fenômenos a partir de um enfoque essencialmente matemático e formalista, concomitante ao desprezo e/ou omissão dos aspectos históricos e sociais que influenciaram o desenvolvimento da Ciência/Física (GARCÍA, 1998; RICARDO, 2005; TERRAZZAN, 2002).

Esta matematização excessiva e, por conseguinte, a falta de abordagens mais qualitativas e de uma maior contextualização tanto histórica quanto cotidiana dos assuntos tratados faz com que o ensino de Física mantenha seu caráter propedêutico e sua pouca relevância para a vida dos estudantes, não conseguindo despertar o interesse e a curiosidade deles (elementos importantes da motivação para aprender). Além disso, dar um tratamento dessa natureza à Física na escolarização de nível médio contribui para formar nos estudantes uma concepção de

que há “conhecimentos absolutos”, na medida em que não são proporcionados elementos sobre a origem da ciência, seu processo de construção, sua evolução e sobre as grandes mudanças que ocorreram ao longo do desenvolvimento da mesma. Ou ainda, em proporção menor, não lhes são dadas oportunidades de enfrentarem situações-problema que possam ser solucionadas por meio de diferentes estratégias.

Neste cenário educacional é significativa a reclamação e denúncia, por parte dos professores, de uma falta de interesse e motivação dos alunos para estudar e aprender Física (RICARDO, 2010). Este fato se configura em um problema a ser enfrentado cotidianamente pelos professores e que demanda um olhar e uma maior atenção por parte dos pesquisadores da área. Para Tapia e Fita (2010, p. 77), “[...] estudar a motivação consiste em analisar os fatores que fazem as pessoas compreender determinadas ações dirigidas a alcançar objetivos”. Sob uma visão mais abrangente há resultados atuais de pesquisas evidenciando a baixa qualidade ou mesmo o declínio da motivação para aprender ciências, ao longo do processo de escolarização de jovens estudantes (BARAM-TSABARI; YARDEN, 2005; PARK; KHAN; PETRINA, 2009; KRAPP; PRENZEL, 2011). Em contrapartida, argumenta-se que na sociedade contemporânea os conhecimentos relacionados à área de ciências da natureza tornam-se a cada dia mais importantes para uma compreensão adequada tanto dos fenômenos naturais que permeiam o nosso cotidiano, quanto dos artefatos tecnológicos que estão a nossa volta (ANGOTTI; AUTH, 2001; BRASIL, 2002; CLEMENT; TERRAZZAN, 2011). Embora haja a necessidade de aprender, a motivação dos estudantes para isso parece não ser suficiente.

Com o objetivo de buscar a superação das dificuldades e deficiências encontradas no ensino das Ciências Naturais, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCN (BRASIL, 2000) e os PCN+ (BRASIL, 2002), propostos pelo Ministério da Educação (MEC), trazem pontos importantes dos quais destacamos: a importância da contextualização, a perspectiva de formação de habilidades e competências e o foco na formação da autonomia dos estudantes. Os documentos propõem uma mudança de paradigma, a transição do “o que ensinar?” para o “para que ensinar?”. Estes documentos estão centrados nas prerrogativas contidas na Lei de Diretrizes e Bases (LDB, 1996) e nas Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM, aprovadas pelo Parecer CEB/CNE nº 15/98). Ao mesmo tempo têm-se, portanto, o desafio de superar e reestruturar o processo de ensino

praticado na disciplina de Física e um discurso favorável a isso presente na legislação educacional, porém ainda distante das práticas educativas diárias.

Na parte I (Bases Legais/LDB/DCNEM) dos PCN (BRASIL, 2000) apresenta-se uma argumentação em torno do novo propósito do Ensino Médio, qual seja: “[...] a formação geral, em oposição à formação específica; o desenvolvimento de capacidades de pesquisar, buscar informações, analisá-las e selecioná-las; a capacidade de aprender, criar, formular, ao invés do simples exercício de memorização” (p. 5). Diante disso, há uma reorientação nos objetivos do Ensino Médio no sentido de priorizar “[...] a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico” (p. 13). Como decorrência destes propósitos deseja-se que os estudantes “[...] desenvolvam competências básicas que lhes permitam desenvolver a capacidade de continuar aprendendo” (p.14).

A defesa da promoção da autonomia perpassa também os documentos oficiais elaborados posteriormente aos PCN e DCNEM, como é o caso dos PCN+ (2002) e das Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio/OCNs (BRASIL, 2006). No entanto, embora exista um discurso favorável à promoção de uma maior autonomia dos estudantes, não há nestes documentos um aprofundamento sobre qual é o entendimento em torno da autonomia prevista. Não há, portanto, clareza conceitual sobre o que é autonomia, tampouco alternativas para operacionalizá-la no contexto de sala de aula. Este aspecto evidencia uma lacuna que demanda de maiores estudos e reflexões para poder ser suprida. Assim sendo, vale levantar alguns questionamentos: o que entendemos por autonomia? Autonomia é uma atitude? É um processo? É uma necessidade? Seria ela uma componente motivacional? É possível falar em formação de autonomia no Ensino Médio? Como disciplinas específicas, particularmente a Física, poderão contribuir na promoção da autonomia dos estudantes?

Em alguns trabalhos sobre motivação (BZUNECK; GUIMARÃES, 2010; RYAN; DECI, 2006; DECI; RYAN, 1985; DECI et al., 1991; HARTER, 1981; REEVE, 2006; entre outros) a autonomia aparece como uma das necessidades psicológicas humanas. Esta leitura presente nos estudos sobre motivação, em especial na teoria da autodeterminação, apresenta um caminho frutífero para adentrar em uma reflexão sobre a autonomia no contexto educacional. A teoria da autodeterminação (RYAN; DECI, 2000a; 2000b), recentemente, propôs um *continuum* da regulação do comportamento, dependente do sucesso

no processo de internalização das regras e valores sociais. Nesse caso, a internalização propicia uma autonomia (vontade, flexibilidade e liberdade) para agir de acordo com os valores que são primeiramente colocados de modo externo. Assim, a motivação extrínseca é descrita por estágios de um *continuum*: regulação externa, regulação introjetada, regulação identificada e regulação integrada. Além disso, nesta teoria prevê-se o estado de motivação intrínseca, nível mais elevado da motivação autônoma, e a desmotivação (ausência de determinação).

Na educação a teoria da autodeterminação tem orientado a proposição e validação de instrumentos para a medida de aspectos relacionados à motivação dos estudantes para aprender (BROC, 2006; DECI et al., 1981; GOTTFRIED; FLEMING; GOTTFRIED, 2001; HARTER, 1981; LEPPER; CORPUS; IYENGAR, 2005; MATINELLI; BARTHOLOMEU, 2007; NEVES; BORUCHOVITCH, 2006; SIQUEIRA, 2005; VALLERAND et al., 1989), bem como, tem servido de referência para estudar a motivação autônoma e sua relação com outros elementos importantes e inerentes ao processo de ensino-aprendizagem, tais como: suportes organizacionais, procedimentais, cognitivos e afetivos (BROC; GIL, 2008; STEFANOU et al., 2004).

Nas publicações relativas aos trabalhos empíricos, os pesquisadores ressaltam a importância de novos estudos nessa área, tanto para fortalecer os aportes teóricos, bem como para aprimorar os instrumentos utilizados para mapeamento do constructo motivacional no campo da educação. Estes trabalhos explicitam também a necessidade e importância de se realizar pesquisas relacionadas às áreas específicas do saber, uma vez que, a motivação poderá variar para diferentes áreas do conhecimento (BORUCHOVITCH; BZUNECK, 2010). Tendo em vista este fato e o cenário educacional descrito, em especial, aquele relativo ao ensino de física direcionamos *nosso foco de pesquisa à motivação autônoma dos estudantes em aulas de física do ensino médio*.

Com a delimitação do foco da pesquisa, surgiram outros questionamentos, sobre a possibilidade da promoção da motivação autônoma dos estudantes de física, mediante um adequado planejamento e desenvolvimento de atividades didáticas. A reflexão desencadeada sobre a promoção de motivações de maior autodeterminação, conduziu-nos à realização de uma pesquisa com intervenção didático-pedagógica. Diante disso, buscamos uma perspectiva de ensino-aprendizagem que pudesse orientar a preparação e o desenvolvimento de atividades didáticas que contribuíssem para a promoção da autonomia em aulas de física do ensino médio.



Assim sendo, vimos no ensino por investigação uma perspectiva didático-pedagógica significativa para auxiliar no desenvolvimento de graus mais autodeterminados de regulações, bem como, para desempenhar um papel de estratégia motivacional na escola. Acreditamos e confiamos nisso, pois, esta perspectiva de ensino procura trazer aspectos da investigação científica para o contexto escolar de forma a: valorizar uma aprendizagem centrada em problemas; promover aprendizagens de ciências e sobre ciências e viabilizar uma participação ativa dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem (BARROW, 2006; CAÑAL, et. al., 1997; DEBOER, 2006; GARCÍA; GARCÍA, 2000; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996, 2008).

O ensino por investigação, desde à sua proposição, passou por reformulações e ressignificações, fazendo com que ganhasse espaço nas agendas de pesquisa aqui no Brasil novamente após a publicação dos PCN (RODRIGUES; BORGES, 2008). Sendo assim, o ensino por investigação é considerado uma linha de pesquisa recente e ainda não bem estabelecida, justificando as poucas publicações brasileiras sobre esta temática (MUNFORD; LIMA, 2007; SÁ et al., 2007).

Os estudos acerca do tema até então se centram, predominantemente, no delineamento metodológico e na previsão das potencialidades didáticas das atividades de caráter investigativo. Isso se mostra natural uma vez que, com aqueles estudos, buscava-se responder questões como, por exemplo, qual o potencial didático do ensino por investigação e como preparamos uma atividade didática de caráter investigativo. Os resultados descrevem um quadro favorável a essa perspectiva de ensino, sinalizando que as atividades investigativas: propiciam um envolvimento ativo do aluno; possibilitam o desenvolvimento de aprendizagens de natureza distintas (conceituais, procedimentais e atitudinais); oportunizam aprendizagens de ciência e sobre a elaboração do conhecimento científico; entre outros. Não obstante já haver um delineamento sobre como preparar e desenvolver atividades didáticas investigativas, lacunas podem ser detectadas e justificam a realização de novas pesquisas (MUNFORD; LIMA, 2007; RODRIGUES; BORGES, 2008; SÁ et al., 2007).

Vale ressaltar que esta articulação teórica anunciada, entre o ensino por investigação e a promoção da motivação autônoma, não está presente na literatura. Da mesma forma, o entendimento em torno da autonomia defendida pela literatura, legislação e documentação da educação científica e tecnológica não contempla a dimensão dela enquanto necessidade psicológica, conforme proposto pela teoria da

autodeterminação. Assim sendo, é preciso um aprofundamento teórico para que sejam evidenciadas e construídas estas relações.

Diante disso, percebemos um quadro favorável para o desenvolvimento de uma pesquisa que relaciona teórica e empiricamente aspectos da teoria da autodeterminação e do ensino por investigação, visando contribuir com a formação da autonomia dos estudantes nas aulas de Física. Portanto, com a presente pesquisa tivemos como objetivo central, *investigar possíveis relações entre a implementação de ações de ensino por investigação e a promoção da motivação autônoma de estudantes de Física do Ensino Médio.*

Motivados e orientados por este objetivo a pesquisa foi conduzida retratando, conforme se evidencia ao longo do texto desta tese, as importantes relações e complementações teóricas existentes entre a teoria da autodeterminação e o ensino por investigação, para o estudo da motivação autônoma de estudantes em aulas de física. Já com a intervenção didático-pedagógica realizada, foi possível sinalizar limites e possibilidades para a promoção da motivação autônoma de alunos de física do ensino médio mediante ações de ensino por investigação. Além disso, os resultados alcançados apontam contribuições específicas para o estudo da motivação no contexto escolar e para a elaboração e desenvolvimento de atividades didáticas de caráter investigativo.

### **Estrutura da Tese**

As discussões que levamos a efeito sobre a problemática focada nesta pesquisa encontram-se em uma estrutura textual composta de seções introdutórias, oito capítulos, a seção de referências bibliográficas, os apêndices e anexos. Apresentamos a seguir, em linhas gerais, as discussões que se fazem presentes em cada uma destas partes.

As seções introdutórias, conforme já constatado pelo leitor, compreendem os elementos textuais obrigatórios e próprios de um trabalho acadêmico, como é o caso desta tese. Na sequência, adentra-se à presente seção, na qual apresentamos o delineamento inicial sobre a problemática de pesquisa. Assim, foi explicitada a demanda de investigações sobre aspectos inerentes à motivação dos estudantes para aprendizagem da física, demarcando-se o foco e o objetivo central da pesquisa desenvolvida.

No primeiro capítulo faz-se uma descrição sobre motivação, visando retratar a compreensão que se tem sobre este constructo, bem como, evidenciar sua complexidade e importância na explicação de determinados comportamentos e ações humanas. Como suporte teórico à

compreensão da motivação, em especial no contexto escolar, buscou-se apoio na teoria da autodeterminação. Dessa forma, o foco principal do capítulo passou a ser a apresentação desta teoria, evidenciando sua importância para esta pesquisa.

Na sequência, a atenção é voltada aos estudos sobre motivação dos estudantes em contexto escolar, reforçando-se a demanda de estudos sobre este constructo na educação científica e tecnológica. Para isso, ao longo do capítulo 2 são destacadas as características inerentes à teoria da autodeterminação e o seu potencial para estudar aspectos sobre a motivação autônoma de estudantes (elevados graus de autodeterminação). A parte final deste capítulo é dedicada à apresentação e debate das estratégias associadas aos recursos de suporte à autonomia e motivações autônomas.

O terceiro capítulo é destinado para a apresentação da perspectiva didático-pedagógica de ensino por investigação. Na primeira parte do capítulo, ressalta-se a existência de aspectos epistemológicos comuns entre a construção do conhecimento científico e o conhecimento desenvolvido em sala de aula, mediante o protagonismo dos *problemas*. Neste contexto, é apresentada uma descrição histórica sobre o ensino por investigação para destacar sua origem, bem como, as ressignificações feitas ao longo dos anos. Na segunda parte do capítulo, são abordados alguns trabalhos focados no ensino por investigação e evidenciados as principais características inerentes a esta perspectiva de ensino-aprendizagem. Com base nisso, foram propostos critérios úteis para a elaboração de situações-problema que constituem atividades didáticas sob a perspectiva investigativa.

No quarto capítulo é conduzida uma reflexão envolvendo o construtivismo educacional, o ensino por investigação e a teoria da autodeterminação, com o propósito de estabelecer algumas relações teóricas. Assim sendo, na parte inicial do capítulo são destacadas as características centrais do construtivismo educacional. Na sequência, descreve-se a relação entre perspectivas de ensino construtivistas e estratégias promotoras de motivação. A partir disso, já na parte final do capítulo, é delineada uma possibilidade de promoção da motivação autônoma dos estudantes mediante ações de ensino por investigação.

O quinto capítulo é destinado à descrição da problemática (problema, objetivo e questões), contexto, método e instrumentos de pesquisa adotados. Portanto, a parte inicial do capítulo é dedicada para a apresentação do problema e questões de pesquisa para, na sequência, descrever o contexto e a metodologia adotada para o desenvolvimento

da mesma. A seguir, são descritos o local e sujeitos de pesquisa; o processo de elaboração das atividades didáticas de caráter investigativo e os instrumentos/recursos de coleta de dados (escala de medida de motivação; observações diretas, áudio e videogravação de aulas; escala de medida de interesse e suportes à autonomia; material produzido pelos alunos e entrevistas com estudantes e com o professor). Ao final, apresenta-se uma síntese acerca de como serão buscadas as relações entre as variáveis estudadas.

No sexto capítulo é feita a descrição e análise de algumas (quatro) das atividades didáticas implementadas em sala de aula. Dessa forma, além de proporcionar ao leitor uma compreensão mais detalhada sobre o processo de intervenção didático-pedagógico realizado, oferece indicações de como as estratégias e suportes à motivação autônoma foram trabalhados nas atividades didáticas de caráter investigativo.

O capítulo 7 reúne os resultados obtidos por meio de uma análise mais aprofundada tanto do estado motivacional dos estudantes, quanto dos suportes à autonomia proporcionados durante o desenvolvimento das atividades de caráter investigativo. Este capítulo é dividido em três seções. Na primeira delas são mostrados os resultados relativos à qualidade motivacional dos estudantes no início e ao final do processo de implementação das atividades. A segunda seção é destinada à análise dos suportes à autonomia, baseada nas percepções e relatos dos próprios estudantes e nas observações e gravações das aulas. Na terceira seção encontram-se informações e análises complementares sobre a perspectiva de ensino por investigação, focadas essencialmente no olhar do professor sobre sua experiência vivenciada com a implementação das atividades.

No último capítulo (oitavo) são retomadas e aprofundadas algumas considerações e conclusões extraídas da análise dos resultados alcançados. Em grande medida, esta discussão se concentra na primeira seção deste capítulo. Na segunda seção, são apontadas algumas limitações percebidas e, com base nelas, são indicadas perspectivas para investigações futuras. Para finalizar, é encaminhada uma breve reflexão a respeito do dilema em torno da construção do conhecimento escolar, isto é, sobre a possibilidade de se ensinar o que deve ser construído.

Na parte final do texto encontra-se a seção de referências bibliográficas, composta pela listagem, organizada em ordem alfabética, de todas as produções científicas que subsidiaram o desenvolvimento deste estudo. Em seguida, estão os apêndices e anexos.

## CAPÍTULO 1:

### MOTIVAÇÃO E A TEORIA DA AUTODETERMINAÇÃO

Este primeiro capítulo é destinado à apresentação de uma reflexão sobre o constructo motivação, elencando aspectos teóricos importantes para seu estudo no campo da educação. Para isso, far-se-á inicialmente uma descrição sobre o que se entende por motivação e como ela se relaciona com o comportamento e as ações das pessoas de modo geral. Na sequência, centra-se a atenção na descrição da teoria da autodeterminação. Evidencia-se a importância dessa teoria para os estudos relativos à motivação autônoma e, de forma particular, para as análises e considerações encaminhadas durante o presente estudo.

#### 1.1. O que é Motivação?

Escrever e investigar sobre motivação nos dias atuais é certamente desafiador, pois sua construção histórica fez dela um objeto altamente complexo (BZUNECK, 2009). Essa complexidade se justifica pelos estudos e avanços obtidos no campo da psicologia que ao longo da história analisaram a motivação sob diferentes focos, dando origem a muitas teorias e abordagens.

Preliminarmente, é pertinente perguntarmos: o que é motivação? Na busca por uma resposta para este questionamento, outros surgirão, tais como: é possível estabelecer uma definição para motivação? Considerando que é possível, então a motivação é uma característica própria de cada pessoa? É uma atitude? É um desejo? É uma vontade de agir? É um sentimento de esforço? É uma necessidade? É um processo?

Para alguns autores como, por exemplo, Reeve (2006), compreender o que é motivação se configura em uma jornada bastante longa. O autor alega, porém, que duas razões justificam a busca por compreender no que ela consiste. A primeira delas é que estudar e aprender sobre motivação é algo muito interessante, despertando e envolvendo nossa imaginação. A segunda é porque a motivação tem muito a dizer sobre aspectos diretamente relacionados à nossa vida.

Assim sendo, os estudos sobre motivação buscam respostas e justificativas para duas grandes perguntas: O que causa o comportamento? E, por que o comportamento varia de intensidade? (REEVE, 2006; PINTRICH; SCHUNK, 2002). A primeira questão se dedica às causas subjacentes a um determinado comportamento. Pela

observação conseguimos perceber o que a pessoa faz e mesmo se ela o faz com vontade, esforço e determinação (ou o contrário), mas, não saberemos as razões pelas quais ela age. Assim, é necessário detalhar o primeiro questionamento de forma a se obter informações sobre como a motivação afeta o início, a persistência, a mudança na direção de meta e a eventual cessação do comportamento. A segunda pergunta assume grande importância no estudo da motivação, pois ela almeja respostas sobre o porquê do comportamento poder variar de intensidade e qualidade ou mesmo se alterar, tanto em uma mesma pessoa, quanto entre diferentes indivíduos.

A partir disso podemos demarcar mais claramente o foco ou o propósito de estudos sobre motivação. Estes estudos se voltam aos processos que energizam e direcionam o comportamento (REEVE, 2006; TAPIA; FITA, 2010). Conforme Reeve (2006, p. 4):

A energia implica que o comportamento está dotado de força – podendo ser relativamente forte, intenso e persistente. A direção quer dizer que o comportamento tem um propósito – ou seja, que é direcionado ou orientado para alcançar um determinado objetivo ou resultado.

Buscar um entendimento sobre o que energiza e direciona qualquer tipo de atividade humana é fundamental para estudar e compreender a motivação. Bzuneck (2009), ao conduzir uma análise da origem etimológica da palavra motivação, conclui que “[...] genericamente, a motivação, ou o motivo, é aquilo que move uma pessoa ou que a põe em ação ou a faz mudar de curso” (p. 9). Como decorrência desta caracterização, o autor afirma que a motivação é entendida por vezes como um fator ou um conjunto de fatores psicológicos e outras vezes como um processo, havendo um consenso entre os pesquisadores quanto à sua dinâmica na atividade humana, pois, “eles [conjunto de fatores psicológicos ou do processo] levam a uma escolha, instigam, fazem iniciar um comportamento direcionado a um objeto, como o de prestar atenção ou fazer o dever de casa” (p. 9). Afora isso, os fatores psicológicos ou do processo asseguram a persistência das pessoas em suas atividades, mesmo havendo uma série de razões ou obstáculos que possam apresentar forças contrárias (BZUNECK, 2009; PINTRICH; SCHUNK, 2002).

Os fatores que energizam e direcionam o comportamento das pessoas podem ser próprios do indivíduo (motivos internos) ou podem emanar do seu ambiente (eventos externos). As motivações internas são

caracterizadas por tipos específicos de motivos: necessidades (fisiológicas, psicológicas e sociais), cognições (expectativas, crenças e autoconceito) e as emoções (compreendendo fenômenos subjetivos, biológicos, sociais e com um propósito). Já os eventos externos são incentivos ambientais e como tal precedem a ação da pessoa a favor de comportamentos que lhes oportunizam experiências agradáveis ou as afastam de situações desagradáveis sempre quando isso se mostrar possível. Assim sendo, estes eventos podem incluir tanto estímulos ambientais específicos (direcionados à execução de determinada tarefa) quanto outros, considerados mais amplos, como por exemplo, aqueles oriundos de organizações e interações sociais como a sala de aula, a família, o local de trabalho ou mesmo forças sociológicas, como a cultura (IZARD, 1993; REEVE, 2006).

Uma visão mais precisa e humana para a motivação, atendendo as características gerais ressaltadas anteriormente, decorreu da evolução histórica em torno do entendimento deste constructo (WEINER, 1990). Em relação à transição histórica nos estudos sobre motivação, Reeve (2006, p. 27) demarcou três tendências:

Em primeiro lugar, os estudos da motivação rejeitaram seu compromisso com uma visão passiva da natureza humana, passando a adotar um retrato mais ativo dos seres humanos. Em segundo, a motivação tornou-se algo decididamente cognitivo, e também um tanto humanista. Em terceiro, o campo concentrou-se nos problemas aplicados e de relevância social.

Essa mudança também é destacada por Bzuneck (2009, p. 10), ao afirmar que “o mesmo termo motivação assumiu atualmente conotações novas e mais diversificadas, sobretudo em função das metas pessoais, que exprimem, cognitivamente, a razão ou o porquê das escolhas e do esforço”. Em consonância com este entendimento sobre a motivação humana, está a caracterização de investimento pessoal para realização das atividades, descrito por Maehr e Meyer (1997). Para estes autores, enquanto estiverem em atuação os fatores motivacionais, haverá um manifesto envolvimento e disposição de investimento pessoal para a execução de determinada atividade, ou seja, enquanto o indivíduo disponibiliza seus recursos pessoais (tempo, energia, talento, conhecimentos, habilidades, entre outros), para desenvolver uma atividade, pode-se dizer que está motivado. Assim sendo, a metáfora de

investimento pessoal contribui para o entendimento do que é motivação (BZUNECK, 2009).

Como decorrência desta nova compreensão em torno deste constructo, Bzuneck (2009) destaca que em estudos sobre motivação humana passa a ser determinante que se defina a área de desenvolvimento das atividades, para que as especificidades possam ser contempladas. Portanto, ao se adentrar no contexto escolar e investigar aspectos relativos à motivação dos alunos, devem ser considerados os componentes próprios deste meio particular, culturalmente concebido e construído. O trabalho que os alunos desenvolvem, em sala de aula, está sujeito a rotinas e determinações institucionais, ou seja:

[...] todo aluno deve na escola cumprir um currículo obrigatório, com atividades prescritas até quanto aos detalhes de execução; há uma diversificação progressiva de série para série escolar; as atividades devem ser exercidas em um ambiente grupal, que é uma sala com algumas dezenas de colegas e sob guia de um professor; os conteúdos são bem variados, contando-se entre eles alguns que são árduos, de certa extensão, por vezes áridos ou abstratos, embora de algum modo significativos e relevantes, o que nem sempre é evidente para o aluno; e existe avaliação, cujas consequências têm altas implicações de natureza socioemocional. (Bzuneck, 2009, p. 11).

Nesta descrição, que retrata de forma bastante precisa a natureza contextual do trabalho desenvolvido pelos alunos nas escolas, fica evidenciado que se trata de um ambiente com particularidades que não podem ser ignoradas em análises de motivação para aprendizagem (BROPHY, 1987; BZUNECK, 2009; PALMER, 2005). Este fato tem tomado a agenda e o esforço dos pesquisadores desta temática no campo da educação.

Haja vista o múltiplo enfoque que pode ser dado à motivação e a complexidade aliada a ela (BZUNECK, 2009; MURPHY; ALEXANDER, 2000; PINTRICH, 2003) é oportuna a classificação das abordagens sobre motivação escolar proposta por Eccles e Wigfield (2002), descrita brevemente por Boruchovitch e Bzuneck (2010). Estes autores propõem duas linhas de abordagem. A primeira, voltada às pesquisas que se dedicam aos fatores de envolvimento nas tarefas de aprendizagem, englobando os estudos sobre motivação intrínseca e extrínseca; teoria de interesse; teorias de metas (de realização, sociais,



entre outras). A segunda, de teorias centradas em pesquisas sobre as expectativas de capacidade (variáveis ligadas ao *self*), constituindo-se por estudos relativos à teoria de atribuição de causalidade; expectativa-valor e auto-eficácia.

Para além dos aspectos abordados pelas duas frentes de pesquisa mencionadas, é importante ressaltar que o constructo motivacional é marcado por estudos que buscam uma relação com características contextuais (PALMER, 2005; PINTRICH; SCHUNK, 2002). Para Palmer (2005) este é um aspecto particularmente importante porque indica que determinadas estratégias adotadas em sala de aula podem proporcionar uma otimização da motivação dos alunos. Outras investigações evidenciaram uma relação entre motivação e interesse (AINLEY; HIDI; BERNDORFF, 2002; HIDI, 1990; PALMER, 2005). Nestes estudos, as conclusões sustentam que o interesse além de ser pessoal (próprio a cada indivíduo, relacionado ao estado psicológico), possui um aspecto situacional (despertado por situações específicas) e, ambas as dimensões, desempenhariam um papel significativo no engajamento e persistência das pessoas em suas tarefas. Assim, constata-se um aspecto a ser observado também no contexto de sala de aula, procurando evidenciar qual a relação existente entre o interesse dos estudantes pelas atividades que lhes são apresentadas e a qualidade motivacional com a qual eles as desenvolvem.

Portanto, em uma visão geral, mesmo havendo diferentes vertentes teóricas e frentes de estudo, cada abordagem tem oferecido subsídio para as pesquisas e contribuído para o avanço na compreensão do tema. Dentre as abordagens adotadas para análises de aspectos importantes sobre a motivação dos alunos, a teoria da autodeterminação (RYAN; DECI, 2000a, 2000b) ganhou relevância e destaque nos estudos mais recentes (BORUCHOVITCH, 2007; RUFINI; BZUNECK; OLIVEIRA, 2012). Em nossa pesquisa também procuramos apoio e orientação nesta teoria, tanto para a preparação de instrumentos de coleta de informações, quanto para as análises relativas à qualidade motivacional dos estudantes.

## 1.2. Teoria da Autodeterminação

Na teoria da autodeterminação<sup>2</sup> a leitura e discussão que são feitas em torno da motivação estão baseadas em uma ideia organizacional,

---

<sup>2</sup> O termo autodeterminação será utilizado ao longo do texto para designar motivações autônomas, autorreguladas, com locus de causalidade interno.

centrada fundamentalmente em dois pressupostos. Um pressuposto é o de que os seres humanos são ativos e propensos ao desenvolvimento autorregulável. O outro defende uma dialética pessoa-ambiente, compreendendo o envolvimento dos indivíduos em suas atividades sob o foco de três necessidades psicológicas básicas, inerentes à vida humana: as necessidades de autonomia, de competência e de pertencimento. Assim, a pessoa interage e parte de suas necessidades psicológicas básicas para comprometer-se com o ambiente e este poderá apoiar, frustrar ou ignorar essas necessidades próprias dos seres humanos (DECI et al., 1991; DECI; RYAN, 1985; RYAN; DECI, 2000a, 2000b).

Conforme Ryan e Deci (2000b), pesquisas orientadas pela teoria da autodeterminação apresentam resultados que expressam relações entre os fatores ambientais que podem impedir ou prejudicar a autorregulação dos comportamentos, a interação social e o bem-estar pessoal. Segundo estes autores, os eventuais malefícios da relação entre a motivação e o contexto externo podem ser avaliados em termos da frustração das três necessidades psicológicas básicas. Assim sendo, esta teoria não se limita única e especificamente à descrição da natureza própria destas necessidades, mas também dá suporte para avaliar os ambientes sociais que são favorecedores ou antagonísticos em relação a elas.

A teoria de autodeterminação descreveu duas formas de motivação, a intrínseca e a extrínseca (DECI et al., 1991; DECI, 2000a). Com o avanço dos estudos (grande parte deles com foco empírico) e o amadurecimento teórico atingido, os proponentes da teoria da autodeterminação, apoiados nas ideias de internalização e integração, apresentaram diferentes estilos reguladores do comportamento, variando em função do grau de autodeterminação percebida (DECI et al., 1991; DECI; RYAN, 1985; VALLERAND et al., 1989). Identificar a regulação do comportamento permite caracterizar com mais especificidade a qualidade motivacional do indivíduo, uma vez que a regulação, conjuntamente com o *locus* de causalidade percebido e os processos reguladores associados, identifica e descreve a autoria das motivações comportamentais, que podem ser: impessoais e não-reguladas (desmotivação); externas, algo externas, algo internas e internas (motivação extrínseca) e internas (motivação intrínseca). Estes diferentes níveis de regulação acabaram constituindo um *continuum* da regulação comportamental associada à motivação humana (RYAN; DECI, 2000a, 2000b).

De acordo com Ryan e Deci (2000a), a internalização caracteriza o processo pelo qual a pessoa toma para si (internaliza) uma regulação ou um valor externamente prescrito. A transformação ou endossamento pleno (pelo *self*) destes elementos internalizados é chamada de integração. Neste sentido o conceito de internalização - em especial, para a proposição e a justificação do *continuum* - possui significativa importância na teoria da autodeterminação, na qual é utilizado para descrever como as motivações para o comportamento podem transitar da desmotivação ou da falta de vontade para cumprimentos passivos e, deste estado, para compromissos pessoais ativos (RYAN; DECI, 2000a, 2000b).

Em síntese, a teoria da autodeterminação apresenta uma descrição sobre os componentes e fatores relacionados à motivação humana, apresentando reflexões sobre a motivação intrínseca e extrínseca, processo de internalização e os fatores relacionados com a promoção da motivação autodeterminada. Para isso, assume que o ser humano é um ser ativo e, como decorrência, aborda os aspectos relativos à personalidade e à motivação, pautando-se nas tendências de desenvolvimento, nas necessidades psicológicas inatas (construção do *self*) e nas condições contextuais favoráveis à motivação, ao funcionamento social e ao bem-estar pessoal (BZUNECK; GUIMARÃES, 2010; DECI; RYAN, 1985, 2000; KRAP, 2005; RYAN, 1995; RYAN; DECI, 2000a).

Diante disso, tanto a avaliação da motivação de estudantes para aprender, quanto a compreensão relativa às interações entre eles e o ambiente de sala de aula poderão ser analisados por meio da teoria da autodeterminação. Vislumbra-se nesta teoria um importante suporte para avaliar a motivação de estudantes em contextos específicos de aprendizagem escolar. Para que isso fique mais evidente necessita-se, inicialmente, de uma maior exploração e descrição das necessidades psicológicas básicas, assim como dos tipos de motivação previstos pela teoria da autodeterminação.

### **1.2.1. Necessidades Psicológicas**

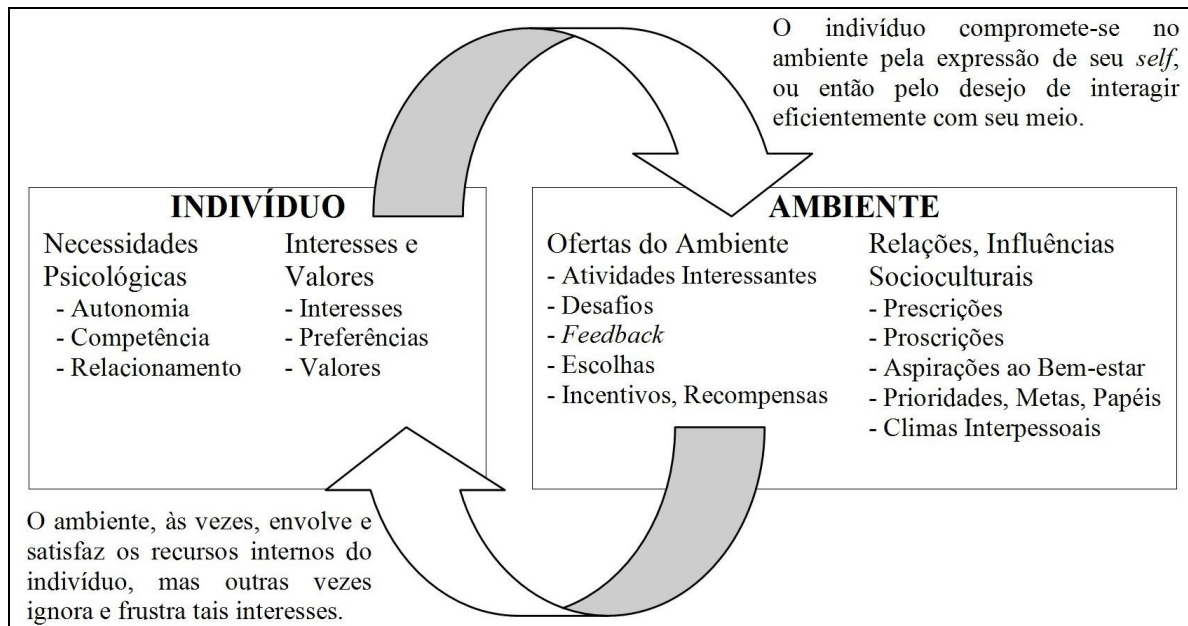
As necessidades psicológicas (autonomia, competência e pertencimento) estão relacionadas com o *self* e têm como propósito orientar o desenvolvimento do indivíduo para o crescimento e a adaptação. Assim sendo, se evidencia uma clara diferença entre elas e as necessidades fisiológicas (sede, fome, etc), pois, enquanto nas

fisiológicas a energia do comportamento é do tipo reativa nas psicológicas ela é proativa (REEVE, 2006; RYAN, 1995; RYAN; DECI, 2000b). As necessidades psicológicas são próprias da natureza dos seres humanos e, portanto, inerentes a todas as pessoas. Por essa razão, elas acabam sendo designadas também como necessidades psicológicas organizmicas (DECI; RYAN, 1990, 2000).

As teorias organizmicas preveem uma dialética pessoa-ambiente, rejeitando e opondo-se à ideia unidirecional ambiente → pessoa prevista pelas teorias mecanicistas. Nesta dialética tanto há ação da pessoa sobre o ambiente quanto do ambiente sobre a pessoa, ambos passando por contínuas mudanças (REEVE, 2006; DECI; RYAN, 1990; RYAN; DECI, 2000b). A representação esquemática proposta por Reeve (2006, p. 66) e retratada na Figura 1.1 sintetiza a estrutura dialética pessoa-ambiente no estudo da motivação.

Na abordagem organizmica da motivação assume-se como pressuposto que os seres humanos são ativos e, portanto, organismos com crescimentos orientados e naturalmente inclinados para o estabelecimento de um sistema unificado de interação entre os elementos psíquicos e as estruturas sociais maiores (RYAN; DECI, 2000b). Conforme representado pela seta superior da Figura 1.1, são as necessidades psicológicas, aliadas aos interesses e valores, que constituem a fonte de atividade inerente às pessoas. O ambiente, por sua vez, age sobre o indivíduo, proporcionando-lhe ofertas (atividades interessantes; desafios; *feedback*; escolhas; incentivos; recompensas) que podem tanto satisfazê-lo quanto ignorar e frustrar as suas necessidades psicológicas, interesses e valores. Além disso, o ambiente apresenta prescrições (ex: atue dessa forma; faça isso), proscricões (não faça isso ou aquilo), aspirações de bem-estar (qualidade de vida; crescimento pessoal), prioridades (valorize isso; isso é o mais importante), metas (busque isso; queira fazer aquilo), papéis assumidos (professor; marido ou esposa; político; cantor) e climas interpessoais (organizações; grupos; entidades) que atuam e afetam positiva ou negativamente os recursos motivacionais da pessoa (REEVE, 2006).

**Figura 1.1:** Estrutura Dialética Pessoa-Ambiente no Estudo da Motivação.



Fonte: Elaborada com base em Reeve (2006, p. 66).

Portanto, para que as pessoas alcancem seu bem-estar psicológico e sintam-se naturalmente motivadas para suas atividades é importante que as necessidades psicológicas organísmicas (autonomia, competência e pertencimento) sejam satisfeitas. Já em situações ou ambientes em que estas necessidades deixam de ser nutridas, prejudica-se a predisposição das pessoas para o seu desenvolvimento saudável (DECI; RYAN, 2000; REIS et al., 2000; RYAN, 1995). Esse é também o entendimento de Neves e Boruchovitch (2006) ao afirmarem que o ser humano possui uma tendência motivacional natural, que é responsável pelo seu desenvolvimento cognitivo, social e afetivo.

### **1.2.1.1. Autonomia**

O termo *autonomia* é caracterizado nos dicionários da língua portuguesa como sendo de origem grega (*auto-nomia*), significando direito ou faculdade de se reger por leis próprias; independência administrativa; faculdade de se governar por si mesmo; emancipação; liberdade moral ou intelectual; independência (FERNANDES; LUFT; MARQUES GUIMARÃES, 1996). Na teoria da autodeterminação a *autonomia* refere-se à auto-iniciativa e autorregulação de suas ações (DECI et al., 1991), isto é, nesta teoria “[...] a autonomia é a chave para compreender a qualidade da regulação comportamental” (RYAN; DECI, 2006, p. 1562, tradução nossa). Entende-se então, que uma pessoa atua de forma autônoma quando executa suas tarefas por vontade própria e não por comandos ou por pressões externas, sentindo-se parte da origem e responsável pela própria ação. Portanto, na teoria da autodeterminação a autonomia é tida como uma necessidade psicológica básica e, sob este aspecto, se vincula ao e é fundamental para nutrir o “[...] desejo ou a vontade do organismo de organizar a experiência e o próprio comportamento e para integrá-los ao sentido do self” (GUIMARÃES; BORUCHOVITCH, 2004, p. 145).

Segundo Reeve (2006) são três qualidades que definem a experiência subjetiva de autonomia: o *locus* de causalidade percebido, a escolha percebida e a *volição*. O *locus* de causalidade percebido retrata a percepção do indivíduo em relação à iniciação de seus comportamentos, que podem ser motivados por razões internas (fonte pessoal) ou externas (uma fonte ambiental). Conforme Deci e Ryan (2000) a ideia de autonomia relacionada ao *locus* de causalidade percebido possui sua origem nas discussões de De Charms (1986), ao utilizar e estender a este contexto o conceito de *causação* pessoal proposto por Heider (1958).

Quando as pessoas executam suas atividades naturalmente e espontaneamente, sentindo-se livres e responsáveis para seguir seus interesses próprios, há uma forte sensação de causalidade pessoal e o entendimento de que mudanças no seu contexto são decorrentes de suas próprias ações (DECI; RYAN, 2000; GUIMARÃES; BORUCHOVITCH, 2004). Neste caso, o *locus* de causalidade é interno e, como decorrência, tem-se uma motivação intrínseca (autodeterminada).

No entanto, quando são inseridas recompensas extrínsecas, visando que uma atividade se torne intrinsecamente interessante, as pessoas tendem a sentir-se controladas pelas recompensas, o que leva a uma mudança na percepção do *locus* de causalidade para o comportamento de interno para externo (DECI; RYAN, 2000). Além disso, conforme destacado por Guimarães e Boruchovitch (2004), uma pessoa com esse tipo de percepção pode sentir-se externamente guiada e desenvolver sentimentos de fraqueza e ineficácia, culminando no afastamento de situações de desempenho e ocasionando o desenvolvimento precário daquelas habilidades que possibilitariam uma melhor interação com eventos do ambiente. Ainda de acordo com estas autoras, todos estes sentimentos gerados a partir do sentimento de submissão a fatores externos na execução de suas tarefas conduzem o indivíduo a desviar a sua atenção da tarefa, conseqüentemente, prejudicando sua motivação intrínseca.

Sobre o *locus* de causalidade vale destacar que este pode variar quanto à sua percepção. Em um dado momento pode ser externamente percebido, em outro, internamente, por vezes, ainda, poderá se situar em uma posição intermediária (DECI; RYAN, 2000; GUIMARÃES, 2009; RYAN; CONNELL, 1989). Por exemplo, um estudante poderia iniciar uma atividade em sala de aula por uma exigência do professor, uma demanda externa e, em seguida, ao desenvolver esta tarefa, percebê-la como instigante, envolvente e desafiadora. Neste caso, é constatada uma substituição do *locus* de causalidade de externo para interno. No entanto, o contrário também pode ocorrer, isto é, a execução de uma tarefa pode ter motivos intrínsecos e se direcionar de maneira a transformar-se em uma forma de obtenção de uma recompensa, de um prêmio ou de evitar alguma punição. Além disso, em uma determinada situação a mesma pessoa poderá executar uma tarefa por uma mistura de motivos, possuindo tanto razões intrínsecas quanto razões externas, apresentando simultaneamente diferentes *loci* de causalidade. Neste sentido, o contexto em que as tarefas são executadas assume grande

importância, pois poderá auxiliar ou prejudicar a promoção da autonomia e, como um todo, interferir na qualidade da motivação da pessoa para a realização delas (DECI; RYAN, 2000; DECI; VANSTEENKISTE, 2004; REIS et al., 2000).

A escolha percebida, segunda qualidade destacada por Reeve (2006), se refere à percepção do indivíduo sobre possibilidades de escolha relativas às suas próprias ações. Portanto, reflete um sentimento experimentado pelas pessoas quando lhes é dada flexibilidade na tomada de decisões e oportunidades de escolhas. A escolha percebida é assim uma qualidade que se opõe à sensação experimentada pelo indivíduo que é forçado a seguir um determinado curso em sua ação. Já a volição é marcada por um sentimento de liberdade, fundado no qual o indivíduo se envolve nas atividades sem ser pressionado ou coagido, suas ações são endossadas pelo seu *self*, por sua própria vontade, sendo responsável pela regulação das próprias ações.

Os pesquisadores proponentes da teoria da autodeterminação reconhecem que não há um consenso entre a comunidade científica composta pelas diferentes frentes e linhas de pesquisa no campo da psicologia quanto à validade e utilização da autonomia nesta teoria (RYAN; DECI, 2000c, 2006). Segundo descrições e análises apresentadas nas publicações de Ryan e Deci (2000c, 2006), mesmo havendo uma série de trabalhos apresentando resultados importantes que reforçam a ideia de que a autonomia é uma necessidade humana fundamental, vários deles de natureza empírica e relacionados a distintos contextos (famílias, escolas, locais de trabalho, instituições religiosas, equipes esportivas, clínicas e serviços de saúde), são apresentadas críticas. Dentre as críticas recebidas, questiona-se, por exemplo, se a autonomia é realmente uma necessidade, se deve ter tanta importância ou ainda, se não é apenas um produto da ideologia ocidental, marcada pela sua organização social, política e econômica.

No artigo de Ryan e Deci (2006) são apresentados os resultados de uma extensa análise relativa à utilização da teoria da autodeterminação, em especial, sobre a autonomia como uma das necessidades básicas para a autorregulação e a saúde mental positiva das pessoas para a execução de suas tarefas, e em relação às críticas os autores afirmam:

Ao invés de ser uma ilusão, concluímos a partir deste programa de pesquisa, que a autonomia é uma questão saliente sobre desenvolvimento, domínios da vida e culturas, sendo de importância



central para o funcionamento da personalidade e do bem-estar humano. Além disso, autonomia também é, por sua própria natureza, uma questão controversa que não pode ser acomodada por todos os paradigmas ou abordagens e, portanto, não temos dúvida que ela vai continuar a ser um constructo cujo significado e significância continuará sendo debatido de forma construtiva (p. 1580. Tradução nossa).

Ryan e Deci (2000c, 2006) consideram, conforme explicitado na citação acima, que grande parte das críticas é devida a um embasamento e definições de autonomia não coincidentes com aquelas teorizadas e operacionalizadas pela teoria da autodeterminação, justamente por se tratar de uma temática controversa. De acordo com Guimarães e Boruchovitch (2004), os críticos, em sua maioria, tratam da autonomia ligada às ideias de independência, individualismo ou desapego. Já na teoria da autodeterminação a autonomia recebe uma abordagem diferente destas, tendo como elementos centrais a vontade, auto-iniciativa e a autorregulação integradora. Assim sendo, o estudo do constructo de necessidade básica de autonomia fica bastante restrito à teoria da autodeterminação, enquanto que as outras necessidades psicológicas básicas, competência e pertencimento, apresentam uma aceitação mais abrangente, ficando mais isentas de críticas e sendo foco de diversos estudos em várias linhas teóricas da psicologia (GUIMARÃES; BORUCHOVITCH, 2004).

### 1.2.1.2. Competência

A *competência*, enquanto necessidade psicológica básica, como é entendida nas abordagens atuais sobre motivação e, particularmente, pela teoria da autodeterminação, fundamenta-se nas conceitualizações apresentadas por White (1959, 1975). Em 1959 White publicou um artigo na *Psychological Review*, intitulado *Motivation Reconsidered: The Concept of Competence*, que se tornou uma referência fundamental para as abordagens sobre motivação, em especial para o entendimento da competência. Neste trabalho, White propôs o conceito de motivação eficaz/competente (*effectance*<sup>3</sup> *motivation*), sob o qual descrevia a

---

<sup>3</sup> Não há uma tradução literal para língua portuguesa do termo *effectance*. Este conceito era utilizado pelo autor para se referir às motivações do indivíduo

existência de uma força inerente ao ser humano, a competência pessoal, que o motivava a interagir de forma eficaz/competente com o seu entorno, o ambiente.

Esta leitura de White veio em oposição à teoria motivacional de Hull, fundamentada essencialmente em necessidades fisiológicas. White entendia que, diferentemente dos motivos biológicos, tais como a fome e a sede, os motivos de competência melhoravam as capacidades do organismo, em vez de regular um processo biológico. A competência não estaria baseada em um estado de carência biológica (motivação reativa), mas sim, buscava auxiliar o organismo a melhorar a si mesmo, sendo proativa.

White (1975) se opôs, também, à abordagem motivacional apresentada pela teoria conhecida como *drive*, com fortes influências sobre os estudos experimentais realizados durante as décadas de 50 e 70 (GUIMARÃES; BORUCHOVITCH, 2004; WEINER, 1990). No seu entendimento (1959, 1975), não são muitas as aptidões inatas dos seres humanos que podem garantir um grau eficiente de interação com seu entorno. Em decorrência, seria necessário o desenvolvimento e a apropriação de capacidades exigidas pela interação com o meio, conduzindo o organismo para tentativas de domínio, que não mais poderiam ser atreladas aos impulsos frente a necessidades específicas ou a instintos. Sob este contexto, White cunhou o termo “sentimento de eficácia”, com o qual caracterizou a experiência do ser humano em dominar uma tarefa desafiadora e o consequente aumento de sua competência, trazendo-lhe emoções positivas.

O sentimento de eficácia se forma por uma efetiva interação do indivíduo com o seu meio e, segundo Guimarães (2009), essa necessidade de relacionamento com o ambiente proporciona uma gratificação que é inerente à própria interação, ou seja, é de natureza intrínseca. Isso ajuda a explicar porque ocorre a realização de esforços para execução de tarefas que melhoram ou ampliam as habilidades das pessoas. Além disso, o ambiente em que a pessoa está inserida e as interações permitidas assumem grande importância para o seu desenvolvimento e seu bem-estar (DECI; RYAN, 2000).

Na abordagem feita pela teoria da autodeterminação os aspectos sociocontextuais apresentam uma influência direta na percepção de competência, podendo favorecê-la ou prejudicá-la. Assim sendo, de um lado, a teoria assume que desafios ótimos e *feedback*

---

(atuações eficazes/competentes) com efeitos sobre si mesmo, sobre objetos e sobre pessoas.

positivo/informacional fortalecem, no indivíduo, a percepção de competência para a realização de uma tarefa. Por outro lado, o *feedback* negativo, pressões externas e situações em que o desafio está acima ou muito abaixo da atual capacidade da pessoa conduzem-na a duvidar de sua competência para a execução da atividade (DECI; RYAN, 2000; RYAN, 1995).

Nesta perspectiva, o sentimento de competência poderá auxiliar na geração da motivação intrínseca (maior autodeterminação), mas, não é suficiente para a sua promoção. Conforme é salientado por Deci e Ryan (2000), para que ocorra uma maior motivação intrínseca é necessário que a percepção de competência esteja acompanhada da percepção de autonomia. Portanto, na relação sociocontextual, para além da pessoa se sentir competente para desenvolver a atividade, é necessário que ela perceba a autorregulação de suas ações, isto é, sinta-se responsável pela atuação competente (DECI; RYAN, 2000; GUIMARÃES; BORUCHOVITCH, 2004; RYAN, 1995; NIEMIEC; RYAN, 2009).

### **1.2.1.3. Pertencimento**

Investigações específicas no campo da psicologia sobre a necessidade de estabelecer vínculos ou de pertencer são realizadas desde a década de 1950, quando estudos já sinalizavam que o desenvolvimento adequado e saudável das pessoas, em qualquer fase de suas vidas, possuía relação com suas necessidades de se sentirem amadas e de manterem contatos interpessoais (GUIMARÃES; BORUCHOVITCH, 2004; REEVE; SICKENIUS, 1994). Mills e Clark (1982) apresentaram uma diferença entre relações de comunhão e relações de troca, apontando que somente as primeiras teriam reais efeitos sobre a necessidade de pertencimento. A diferença central entre estes dois tipos de relações está no quanto ambas as partes dão importância às necessidades do outro, apoiando o bem-estar comum, ou seja, as regras implícitas que conduzem a ação de dar e receber benefícios (CLARK; MILLS; POWELL, 1986). Assim, as relações de comunhão (amizades, famílias) se sobressaem às relações de troca (ocorrem geralmente entre conhecidos ou pessoas que fazem negócios entre si) na satisfação da necessidade de pertencimento.

Ao longo dos anos, as pesquisas sobre a temática de vínculo se intensificaram e, de acordo com Baumeister e Leary (1995), grande parte destes estudos não analisou sistemática e empiricamente a

proposição da necessidade de pertencimento. Diante desta constatação, estes pesquisadores apresentaram, fundamentados em uma vasta revisão e análise de pesquisas empíricas, uma categorização sobre a necessidade humana de estabelecer vínculos pessoais. Por um lado a necessidade de pertencimento poderia ser vista como tendo um caráter de desejo pessoal (localizado nas pessoas individualmente). Por outro, poder-se-ia tratá-la como um atributo de natureza universal, inerente a todo ser humano.

Baumeister e Leary, diante da diferenciação feita, defendem que a conceitualização de pertencimento como necessidade, deve considerar que esta é uma necessidade universal. Com efeito, para eles, este conceito poderá ser utilizado para avaliar uma diversidade de situações, pois a necessidade de pertencimento influencia padrões emocionais e cognitivos do ser humano. Baseado nesta ideia, Guimarães e Boruchovitch (2004, p. 146) afirmam que

[...] todas as pessoas seriam compelidas a estabelecer e manter, pelo menos em quantidade mínima, relacionamentos interpessoais positivos, duradouros e significativos. Quando essa necessidade é frustrada, ao menos em parte, suas consequências afetam o equilíbrio emocional e o bem-estar geral do indivíduo.

Assim, a necessidade de pertencimento abrange as conexões seguras e satisfatórias com os outros em um meio social (DECI; RYAN, 2000). Esta é uma caracterização que expressa o entendimento que se tem, por exemplo, na teoria da autodeterminação sobre a necessidade que o ser humano possui de estabelecer vínculos ou de pertencer, interagir socialmente. A necessidade de pertencimento se configura em um importante constructo motivacional, pois, à medida que as pessoas se sentem apoiadas em suas relações interpessoais, elas apresentam desempenhos melhores, maior resistência a situações promotoras de estresse e alcançam um maior bem-estar psicológico (REEVE, 2006; RYAN; POWELSON, 1991; RYAN; STILLER; LYNCH, 1994).

No contexto escolar, a necessidade de pertencimento também desempenha um papel importante e não poderá ser ignorada. Vários estudos têm evidenciado que a percepção de segurança e a confiança nas relações estabelecidas entre os estudantes e entre eles e o professor, conduzem a visões e atitudes positivas em relação à escola, às tarefas escolares e aos professores (BAUMEISTER; LEARY, 1995; GUIMARÃES; BORUCHOVITCH, 2004; OSTERMAN; 2000). Além

disso, para Baumeister e Leary (1995), a necessidade de pertencimento apresenta estreita relação com a motivação intrínseca de estudantes, uma vez que sua satisfação fortalece os recursos internos para o enfrentamento de desafios, situações conflituosas ou de fracasso.

Guimarães e Boruchovitch (2004, p. 147) ressaltam que “uma ligação entre as necessidades psicológicas básicas de pertencer ou estabelecer vínculos e de autonomia, como determinantes da motivação intrínseca pode, à primeira vista, parecer inconsistente”. Porém, estas autoras, apoiando-se nas ideias de Ryan e Stiller (1991), defendem que o indivíduo autônomo não necessita estar desvinculado das demais pessoas, ao contrário, sua autonomia é dependente da sua percepção de ser agente e autodeterminado. Concluem dizendo que “a autonomia tem seu pleno desenvolvimento naquelas situações em que crianças e adolescentes podem se sentir vinculados a adultos significativos” (p. 147).

A satisfação da necessidade de pertencimento facilita a criação de condições e clima favoráveis ao estabelecimento de relações e ao fortalecimento das necessidades psicológicas de autonomia e de competência, produzindo bem-estar e desenvolvimento saudável. Assim, as três necessidades psicológicas básicas, competência, autonomia e pertencimento são integradas e interdependentes (RYAN; DECI, 2000b). Como consequência, a motivação intrínseca pode ser mais facilmente promovida em ambientes em que as necessidades psicológicas das pessoas são consideradas e supridas.

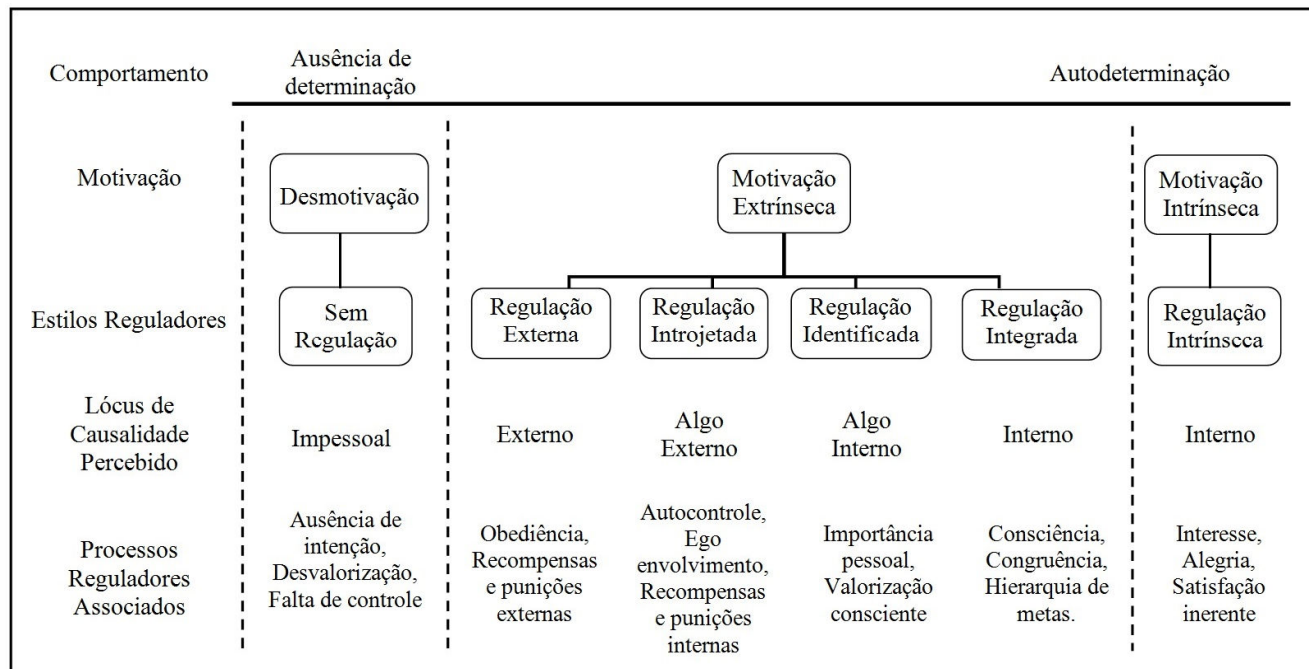
### **1.3. Motivação Autônoma: Locus de Causalidade, Processos Reguladores e de Internalização**

A teoria de autodeterminação, em conjunto com outras teorias sócio-cognitivas, evidenciaram e descreveram duas formas de motivação, a intrínseca e a extrínseca (DECI et al., 1991; HARTER, 1981; LEPPER; CORPUS; IYENGAR, 2005; RYAN; DECI, 2000a). A motivação intrínseca se caracteriza pelo interesse e satisfação na atividade em si, isto é, um envolvimento livre, voluntário e sem a necessidade de recompensas ou punições. Já a motivação extrínseca é descritiva de ações e atividades realizadas em resposta a algo externo, visando a obtenção de recompensas, reconhecimento, obediência a ordens ou ainda, para escapar de sanções e punições. É importante destacar que inicialmente, nas primeiras pesquisas sobre motivação intrínseca e motivação extrínseca, concebia-se uma relação antagônica

entre estas duas formas de motivação (DECI, 1971). Nessa perspectiva, considerava-se que os comportamentos extrinsecamente motivados não possuíam condicionante de autodeterminação, sendo este aspecto válido apenas para comportamentos motivados intrinsecamente. Assim, não se considerava que regulações e valores externos pudessem ser internalizados e se constituir como suportes (condicionantes) para motivações autodeterminadas.

O refinamento teórico, decorrente dos resultados de pesquisas empíricas, conduziu os proponentes da teoria da autodeterminação a considerarem distintos níveis de regulação do comportamento intencional, variando em função do grau de autodeterminação percebida (DECI et al., 1991; DECI; RYAN, 1985; VALLERAND et al., 1989). Estes diferentes níveis de regulação acabaram constituindo um *continuum* da regulação comportamental associada à motivação humana. Assim sendo, foram identificados quatro tipos qualitativamente diferenciados de motivação extrínseca: externa, introjetada, identificada e integrada. A argumentação central para o estabelecimento destes diferentes níveis de regulação comportamental está pautada em torno do conceito de internalização. Por internalização entende-se que há um processo mediante o qual as pessoas transformam regulações por contingências externas em regulações por processos internos (BZUNECK; GUIMARÃES, 2010; DECI et al., 1991). As pesquisas mais recentes evidenciaram com maior clareza e detalhe a existência do *continuum* da regulação do comportamento (Figura 1.2), compreendendo os diferentes tipos da motivação humana, de acordo com o nível de autodeterminação (NIEMIEC; RYAN, 2009; REEVE, 2006; RYAN; DECI, 2000a, 2000b).

**Figura 1.2:** Continuum da autodeterminação, tipos de motivação – lócus de causalidade e processos reguladores



Fonte: Ryan e Deci (2000a, 2000b).

Embora haja na teoria da autodeterminação a proposição de que todo comportamento é intencional, orientado para o alcance de algum objetivo, é possível concluir, mediante análise dos resultados de trabalhos empíricos, que os comportamentos intencionais podem ser autônomos ou controlados (RUFINI; BZUNECK; OLIVEIRA, 2012). De um lado, quando a intenção para agir de uma pessoa não sofre interferência e pressão externa ou intrapsíquica, ela pode ser considerada de iniciativa própria, autônoma. Por exemplo, um estudante faz as atividades escolares porque considera que isso é importante para ele ou lhe gera bem estar (alegria, satisfação, prazer). De outro lado, quando o indivíduo age em função de pressões e cobranças externas ou intrapsíquicas, a sua intencionalidade é do tipo controlada (REEVE, 2006; RYAN; DECI, 2000a). Um exemplo de intenção controlada ocorre quando um estudante decide fazer as atividades escolares para não reprovar, para receber elogios do professor ou para impressionar seus colegas.

Na Figura 1.2, o lócus de causalidade percebido e os processos reguladores associados permitem identificar quais são as motivações controladas e autônomas. Os dois primeiros tipos de motivação extrínseca (regulação externa e regulação introjetada) são característicos da motivação controlada, enquanto que a motivação extrínseca por regulação identificada e regulação integrada já possuem elevados graus de autodeterminação, isto é, constituem juntamente com a motivação intrínseca níveis motivacionais autônomos.

Em uma análise mais detalhada do *continuum* da autodeterminação (Figura 1.2) constata-se que a *desmotivação*, localizada na extremidade esquerda, caracteriza-se pela ausência de intenção ou motivação para agir. O primeiro nível da motivação extrínseca é denominado *regulação externa*. Neste nível motivacional estão compreendidos os comportamentos adotados pelas pessoas em função de controladores externos (não-determinados pelo *self*), por exemplo, o buscar recompensas ou evitar ameaças ou punições. O segundo nível da motivação extrínseca abrange os comportamentos que já assumem certo grau de internalização; em que há uma regulação por introjeção. Na *regulação introjetada* a pessoa age em função de pressões que ela própria se impõe, por exemplo, cumpre a atividade para evitar sentimentos de culpa, de ansiedade ou mesmo para não afetar sua autoestima. De acordo com Deci et al. (1991, p. 329, tradução nossa) “[...] apesar da regulação introjetada ser interna à pessoa, ela se assemelha muito mais ao controle externo do que com as formas



autodeterminadas de regulação, pois envolve a coerção ou a sedução e não implica numa verdadeira escolha”. Estes dois primeiros estados da motivação extrínseca são, conforme já havíamos adiantado, comportamentos não-autodeterminados, mas formas controladas de motivação, seja por controladores externos (regulação externa) ou por controladores internos (regulação introjetada).

A *regulação identificada*, por sua vez, se caracteriza como uma forma mais autônoma de motivação extrínseca. Neste tipo de regulação a pessoa acaba valorizando e se identificando com determinado comportamento de forma a atribuir-lhe uma importância pessoal e, conseqüentemente, o lócus de causalidade percebido acaba sendo parcialmente interno. Dessa forma, o comportamento é tido como de relativa autodeterminação, uma vez que a pessoa age de bom grado, porque os reguladores externos estão alinhados ou são passíveis de identificação com os valores ou demandas pessoais. Desse modo, a pessoa atua por identificação e não em função de cobranças ou pressões externas. De acordo com Bzuneck e Guimarães (2010), um bom exemplo acaba sendo aquele aluno que tem como propósito tornar-se escritor e, em função disso, valoriza e toma para si as tarefas de fazer leituras. Assim, o aluno percebe que a leitura poderá lhe oferecer importantes contribuições para atingir sua meta pessoal e, portanto, lê motivado por um objetivo pessoal.

O nível mais autodeterminado de motivação extrínseca é a *regulação integrada*. Neste nível motivacional as regulações são integralmente identificadas e assimiladas ao seu *self*. Diante disso, ocorrerá uma congruência entre as regulações assimiladas e os valores, necessidades, metas e identidades já anteriormente consolidadas dentro de si. Por exemplo, um aluno é incentivado a realizar leituras e ele as faz com regularidade porque valoriza essa ação, isto é, ler reflete algum valor que ele cultiva. A regulação integrada está muito próxima da motivação intrínseca, (alocada no ponto extremo à direita do *continuum*) já que ambas possuem um lócus de causalidade totalmente interno. No entanto, a *motivação intrínseca* é caracterizada pelo interesse na atividade em si, sem haver a necessidade de atingir alguma meta, mesmo que seja de importância ou valor pessoal, mediante o desenvolvimento da tarefa. No caso da motivação extrínseca por regulação integrada, mesmo sendo o nível mais autônomo, ainda há dependência com aspectos externos para a regulação.

De acordo com a teoria da autodeterminação o processo de internalização e integração das regulações do comportamento,

fortemente intraindividual e espontâneo, com tendência natural de realização pelas pessoas, também apresenta relação com o ambiente (DECI et al., 1991; KRAPP, 2005; RUFINI; BZUNECK; OLIVEIRA, 2012; RYAN; DECI, 2000a, 2000b). Assim sendo, o contexto social em que as atividades são desenvolvidas pelas pessoas poderá favorecer ou dificultar esse processo. Há portanto uma previsão teórica de que comportamentos iniciados por eventos externos possam ser internalizados e integrados pelas pessoas, atribuindo um valor inerente à tarefa e, conseqüentemente, nutrindo e maximizando a motivação intrínseca para sua execução.

Com base nesse entendimento sobre a influência dos fatores sócio-ambientais no processo de internalização e integração de reguladores comportamentais e na caracterização e tipificação da motivação humana, temos na teoria da autodeterminação um referencial teórico valioso para os estudos relativos à motivação escolar. Os diferentes tipos de regulação poderão oferecer boas referências para a determinação dos níveis de internalização alcançados em uma dada situação. Instrumentos que consigam avaliar a motivação de estudantes diante das atividades desenvolvidas em sala de aula possibilitarão ao professor ou ao pesquisador analisar a relação entre os níveis de autorregulação e o interesse, o envolvimento e o esforço dos alunos nas tarefas escolares.

As pesquisas na área educacional, baseadas na teoria da autodeterminação, investigam a motivação extrínseca e intrínseca, inclusive mediante a proposição e validação de instrumentos (BLACK; DECI, 2000; BROCK, 2006; DECI et al., 1981; GOTTFRIED; FLEMING; GOTTFRIED, 2001; GUIMARÃES; BZUNECK, 2008; HARTER, 1981; LEPPER; CORPUS; IYENGAR, 2005; MATINELLI; BARTHOLOMEU, 2007; NEVES; BORUCHOVITCH, 2006; RUFINI; BZUNECK; OLIVEIRA, 2011; SIQUEIRA; WECHSLER, 2006; VALLERAND et al., 1989). Outros estudos (KOH; FRICK, 2010; STEFANO et al., 2004; TSAI et al., 2008;) relacionam aspectos da motivação autônoma com elementos importantes e inerentes ao processo de ensino-aprendizagem, tais como: suportes organizacionais, procedimentais, cognitivos e afetivos. Estes trabalhos são conduzidos, em sua maioria, por pesquisadores oriundos do campo da psicologia ou pesquisadores da área de educação (psicologia educacional) focados em estudos sócio-cognitivos.

Nas publicações relativas aos trabalhos empíricos, os pesquisadores ressaltam a importância de novos estudos nesta área para

fortalecer os aportes teóricos, bem como, para aprimorar os instrumentos utilizados para mapeamento do constructo motivacional no campo da educação. Estes trabalhos explicitam ainda a necessidade e importância de se realizar pesquisas relacionadas a áreas específicas do saber, uma vez que a qualidade motivacional poderá variar para diferentes campos do conhecimento (BORUCHOVITCH; BZUNECK, 2010). Neste sentido, acreditamos que a teoria da autodeterminação se constitui em um importante referencial teórico para um estudo focado na promoção da motivação autônoma dos estudantes mediante a implementação de ações de ensino por investigação, em aulas de física do ensino médio.

Por fim, vale destacar que na teoria da autodeterminação a autonomia é considerada uma necessidade psicológica básica, com significativa importância para a formação da motivação autorregulada. Diante disso, questionamos: o que há na literatura sobre a formação da autonomia na escola? O que a documentação oficial da área da educação e da educação científica e tecnológica apresenta e defende quando faz referência ao constructo de formação da autonomia? De forma mais pragmática, como poderão ser oferecidos suportes à autonomia dos estudantes ao longo do processo de ensino-aprendizagem? Reflexões a respeito destes questionamentos serão conduzidas no próximo capítulo.



## **CAPÍTULO 2:**

### **FORMAÇÃO DA AUTONOMIA E SUPORTES À AUTONOMIA NO CONTEXTO ESCOLAR**

Ao longo deste capítulo a reflexão sobre a motivação será direcionada à educação, de forma geral, e à educação científica e tecnológica, em particular. Evidencia-se a importância da teoria da autodeterminação para as análises sobre a motivação nesta área do conhecimento. Encontra-se na teoria da autodeterminação um suporte teórico significativo para fomentar investigações sobre a motivação, em especial, sobre a motivação autodeterminada de estudantes, em contexto de sala de aula. Este último aspecto será abordado na parte final do capítulo, por meio da descrição de alguns suportes à autonomia e à motivação autônoma investigados em estudos empíricos com focos distintos no âmbito educacional.

#### **2.1. Formação da Autonomia no Contexto Escolar**

O discurso favorável à formação da autonomia, claramente manifestado ao longo dos PCN (2000), está pautado em uma das finalidades do ensino médio estabelecidas no 35º artigo da LDB (1996, p. 14), qual seja: “[...] o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico”. A defesa da promoção da autonomia se estende aos documentos oficiais elaborados pós PCN e DCNEM. Nos PCN+ (2002), ao ser defendido um desenvolvimento de projetos pedagógicos organizados em torno de temas, afirma-se que estes projetos podem “[...] centrar-se na questão da promoção da autonomia dos jovens” (p. 32). O mesmo discurso está presente nas Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio/OCNs (Brasil, 2006) que, por sua vez, avançam na discussão estabelecendo que “[...] uma forma de se tentar alcançar a autonomia intelectual é justamente não se prender a um modelo fechado, mas sim buscar alternativas que contribuam para esse processo, inclusive as diversificadas fontes de recursos para o ensino” (p. 56).

Haja vista o discurso marcante na legislação e documentação educacional brasileiras sobre a promoção da autonomia dos estudantes no ensino médio, julgamos necessária uma reflexão mais aprofundada com vistas a caracterizar e descrever um entendimento sobre o

complexo conceito de *autonomia*, no âmbito da educação. O que entendemos por autonomia no contexto escolar? Qual a relação entre este discurso sobre formação de autonomia e a motivação? É possível falar em formação de autonomia no ensino médio? Como disciplinas específicas, particularmente a Física, poderão contribuir na promoção da autonomia dos estudantes? Sob este viés tencionamos avançar na reflexão sobre autonomia e sobre a possibilidade de uma formação dos estudantes do ensino médio preocupada e direcionada para ela.

Conforme já descrevemos no capítulo anterior (subseção sobre a necessidade psicológica de autonomia), o termo autonomia possui uma caracterização bastante abrangente em sua conceitualização apresentada nos dicionários da língua portuguesa. Como decorrência disso, o entendimento em torno da autonomia não é único nas diferentes áreas do conhecimento, sofrendo caracterizações, adaptações e (re)significações de forma a contemplar aspectos próprios de cada campo do saber.

Na educação, alguns questionamentos importantes na condução de uma reflexão sobre a autonomia são os seguintes: qual o entendimento ou significado atribuído ao termo autonomia? O que se espera do educando para que ele possa ser considerado autônomo? Há possibilidade de formação de sujeitos autônomos? É possível e tem sentido admitirmos graus ou níveis de autonomia? Nosso propósito não é apresentar respostas extensas para estes questionamentos, mas conduzir uma análise que é problematizada por eles e que buscará contribuir para um melhor entendimento sobre a formação da autonomia.

Reiteramos que a legislação educacional brasileira direcionada à educação básica e, em especial, ao ensino médio, defende o desenvolvimento da autonomia e do pensamento crítico (autonomia crítica) do educando. Nas OCNs se expressa que a formação da autonomia crítica do educando deve ser desenvolvida sob três aspectos: intelectual, político e econômico. Portanto, compreende-se que

[...] em seu aspecto intelectual, a autonomia permite o pensamento independente, ou seja, educar sujeitos que utilizem seus conhecimentos, que pensem por si mesmos. Em sua dimensão política, a autonomia garante a participação ativa dos sujeitos na vida cidadã. A autonomia econômica deve assegurar uma formação para a sobrevivência material por meio do trabalho. (p. 46).

Percebe-se que de acordo com as OCNs a formação da autonomia na educação não deve ficar restrita a acumulação e constante busca por conhecimento, mas deverá propiciar reflexões sobre a utilização dos saberes que são desenvolvidos. Saber utilizar seus conhecimentos de forma independente e direcionada é fruto de um amadurecimento da responsabilidade e do poder decisório. Sobre esse ponto Freire (1996, p. 107) afirma: “Ninguém é autônomo primeiro para depois decidir. A autonomia vai se construindo na experiência de várias, inúmeras decisões, que vão sendo tomadas”. Freire assume que a autonomia é construída gradativamente, ou seja,

[...] a autonomia, enquanto amadurecimento do ser para si, é processo, é vir a ser. Não ocorre em data marcada. É neste sentido que uma pedagogia da autonomia tem de estar centrada em experiências estimuladoras da decisão e da responsabilidade, vale dizer, em experiências respeitadas da liberdade (p. 107).

O entendimento de Freire sobre a liberdade não é uma liberdade sem limites, mas uma liberdade que tende a amadurecer no confronto com outras liberdades, bem como, na negociação e defesa de direitos em face da autoridade de pais, professores e Estado.

A leitura da autonomia como processo, um vir a ser, está presente também em outros debates, dentre os quais destacamos a discussão em torno da *Educação e Emancipação* de Adorno (1995) e da *Alfabetização Científica e Tecnológica – ACT* (FOUREZ, 1994). O debate encaminhado por Adorno (1995) está pautado em uma análise de contexto (modelo educacional alemão) e numa leitura sociológica e filosófica. Como aporte teórico filosófico percebe-se uma grande influência kantiana para significar o termo emancipação, em especial, das reflexões encaminhadas por Kant, em suas obras, sobre a superação da menoridade e do esclarecimento. Na ACT de Fourez (1994) há indicações sobre a formação da autonomia dos estudantes em meio às análises didático-pedagógicas sobre o ensino de Ciências e da Tecnologia. Dessa forma, a ACT objetiva proporcionar ao aluno uma autonomia para negociar sobre assuntos da ciência e da tecnologia e uma capacidade para saber e poder fazer. Para tal, a ACT, em geral, persegue três focos: “[...] a autonomia do indivíduo (componente pessoal); a comunicação com os demais (componente cultural, social, ético e teórico) e o manejo de entorno (componente econômico)” (FOUREZ, 1994, p. 61).

Nestas abordagens sobre o constructo de formação da autonomia no contexto educacional aparentemente há uma descrição apenas parcial sobre a autonomia. Estaria ela sendo abordada essencialmente como uma competência cognitiva a ser formada, atribuindo à autonomia a conotação de produto a ser alcançado? Mesmo nas abordagens que a descrevem como processo, ideia esta pertinente, há o esquecimento de uma importante dimensão deste constructo, qual seja: a da autonomia como necessidade. Além de pensar a autonomia como processo/produto, deveria haver uma preocupação com a satisfação da autonomia dos alunos no contexto escolar? É o caso de ressaltar na literatura da área de educação científica e tecnológica a dimensão primitiva da autonomia enquanto necessidade psicológica organísmica?

## **2.2. Autonomia como Necessidade**

Diferentemente da abordagem destacada na seção anterior, na educação, há trabalhos que discutem a autonomia perpassando por reflexões que a associam à motivação. Neste caso, os autores atribuem à autonomia um papel de necessidade psicológica, inerente a todo ser humano (BZUNECK; GUIMARÃES, 2010; DECI et al., 1991; DECI; RYAN, 1985; HARTER, 1981; REEVE, et al., 2004; REEVE; JANG, 2006; RYAN; DECI, 2000a, 2000b; entre outros). Estas abordagens estão baseadas, em geral, na teoria da autodeterminação e destacam a importância do bem-estar psicológico para que o aluno possa se sentir motivado a participar ativamente das atividades escolares. O bem-estar e a motivação plena são mais facilmente atingidos quando as necessidades psicológicas são satisfeitas (DECI; RYAN, 2000). Nesta vertente não há uma preocupação com a autonomia como processo/produto.

Todavia, a leitura sobre motivação, contemplando a ideia de autonomia enquanto necessidade, nos parece bastante significativa e apropriada. Not (1993), ao conduzir uma análise sobre as perspectivas genético-estruturais relativas a este constructo, afirma que as motivações “[...] se desenvolvem segundo duas dimensões, uma atual, a outra, prospectiva” (p. 101). De acordo com este autor, na dimensão atual são “[...] as aspirações do sujeito que provocam suas atividades, e essa dinâmica é sustentada pelos efeitos obtidos” (p. 101). Já a dimensão prospectiva está relacionada com o que o sujeito pretende fazer, um projeto de si, em suma, do que pretende ser. As dimensões atual e prospectiva da motivação desempenham um papel significativo na regulação dos comportamentos e das motivações das pessoas, refletindo



suas vontades, aspirações e metas. Em virtude disso, há na descrição apresentada por Not elementos que se relacionam com aspectos motivacionais de maior autorregulação (regulação identificada, regulação integrada e motivação intrínseca), descritos na teoria da autodeterminação (DECI et al., 1991; DECI; RYAN, 1985; RYAN; DECI, 2000a, 2000b).

Na apresentação e descrição da teoria da autodeterminação destacou-se que esta se fundamenta nas necessidades psicológicas, consideradas inerentes a cada indivíduo. Uma destas necessidades é a autonomia, que traduz no indivíduo as possibilidades de escolha diante da iniciação e regulação de suas próprias ações, direcionando seus esforços para os seus objetivos pessoais, interesses e valores (DECI et al., 1991; RYAN; DECI, 2000b). Assim sendo, a teoria da autodeterminação se apresenta como um suporte teórico importante para estudos sobre o contexto escolar, em especial, aqueles voltados à análise da motivação autodeterminada dos estudantes.

Nosso entendimento em torno da teoria da autodeterminação é de que ela serve de suporte para a elaboração de instrumentos (escalas) que procuram medir tanto a motivação dos estudantes em relação a diferentes aspectos relacionados ao convívio escolar e à sua aprendizagem quanto a percepção destes em relação às orientações e direcionamentos feitos pelo professor ao longo das aulas. Além disso, alguns aspectos inerentes à teoria da autodeterminação podem apresentar-se como suportes instrutivos para organizar e gerenciar contextos sociais que queiram promover a motivação autônoma. Assim, ao considerar-se, por exemplo, as demandas necessárias para o atendimento das necessidades psicológicas e do bem-estar, poder-se-á auxiliar na tomada de decisões e encaminhamentos efetuados durante a elaboração e o desenvolvimento de ações de ensino que visem a formação de comportamentos de maior autorregulação.

Guimarães, Bzuneck e Boruchovitch (2010) chamam a atenção para a importância do bom respaldo teórico no caso dos estudos relacionados à motivação, em particular daqueles voltados à proposição de escalas. O alerta é feito pelos autores em um trabalho de análise dos instrumentos brasileiros desenvolvidos para avaliação da motivação no contexto escolar. Para eles “[...] a teoria deve ser a base do trabalho de elaboração de instrumentos, desde a proposição de itens de avaliação até as tomadas de decisão relativas aos resultados das análises estatísticas” (p. 94). Os estudos nacionais sobre motivação ainda não são muitos, mas, conforme destacado pelos autores, o esforço dos pesquisadores em

seus estudos tem resultado em trabalhos de qualidade. A teoria da autodeterminação fundamentou grande parte destas pesquisas de desenvolvimento e validação de instrumentos para o estudo da motivação.

Há também trabalhos apoiados na teoria da autodeterminação que relacionam elementos da motivação autônoma com aspectos importantes e inerentes ao processo de ensino-aprendizagem (ASSOR; KAPLAN; ROHT, 2002; GOYA; BZUNECK; GUIMARÃES, 2008; KOH; FRICK, 2010; PARELLADA, 2009; REEVE et al., 2004; REEVE; JAN, 2006; ROTH et al., 2006; ROTH et al., 2007; SCHRAW; KENT; HARTLEY, 2006; STEFANOUE et al., 2004; TSAI et al., 2008). Estes trabalhos possibilitam o estabelecimento de estratégias didático-pedagógicas que possam orientar a promoção da autonomia dos estudantes, bem como, ampliar a compreensão em torno da autonomia enquanto necessidade.

### **2.3. Estratégias Associadas aos Recursos de Suportes à Autonomia e à Motivação Autodeterminada**

A análise dos trabalhos cujo objeto consistia na avaliação das estratégias e dos suportes à autonomia e à motivação autônoma, foi conduzida tendo em vista o seguinte questionamento: se a autonomia é uma necessidade, como satisfazê-la ou promovê-la? Na sequência descrevemos uma série de estudos que foram desenvolvidos com base na teoria da autodeterminação e que mantiveram foco no contexto educacional.

A discussão em torno da necessidade psicológica de autonomia, presente na teoria da autodeterminação, estabelece, dentre outros elementos, uma importância para a liberdade de escolha, atribuindo a ela grande relevância para que esta necessidade fosse atendida. Segundo Bzuneck e Guimarães (2010) a liberdade de escolha, quando considerada em situações práticas de sala de aula, por um período gerou problemas e dúvidas quanto à sua operacionalização, culminando em resistências quanto à viabilidade de sua implementação no contexto escolar. Estes autores lançam dois questionamentos que retratam as dúvidas presentes à época: “Até que ponto facultar escolhas é crucial para a experiência de autonomia e, portanto, para a autodeterminação e a motivação autônoma? E de que escolhas precisamente se trata?” (p. 59). Avanços nas pesquisas superaram estes questionamentos apresentando encaminhamentos e alternativas para promover e estudar a autonomia no contexto escolar (ASSOR; KAPLAN; ROHT, 2002;

BORUCHOVITCH; BZUNECK; GUIMARÃES, 2010; GOYA; BZUNECK; GUIMARÃES, 2008; KOH; FRICK, 2010; PARELLADA, 2009; REEVE, 2006; REEVE et al., 2004; REEVE; NIX; HAMM, 2003; ROTH et al., 2007; STEFANOUE et al., 2004; TSAI et al., 2008).

Assor, Kaplan e Roht (2002) desenvolveram um estudo em ambiente real de sala de aula, com crianças e adolescentes israelenses, visando avaliar aspectos relativos à promoção da autonomia. Dois questionamentos guiaram este estudo: As crianças conseguem diferenciar os comportamentos e ações do professor, direcionados a oferecer ou suprimir suportes à autonomia? Quais tipos de comportamento ou ações são particularmente importantes para prover sentimentos positivos e orientados para o engajamento nas atividades escolares? Os resultados relativos ao segundo questionamento foram relevantes para nosso propósito de pesquisa, relacionado a evidenciar suportes para promoção da autonomia.

Os autores concluíram que mais importante do que oferecer a liberdade de escolha aos estudantes é evidenciar a relevância das tarefas escolares, isto é, a sua relação com os interesses, valores e objetivos pessoais dos estudantes. Os resultados indicaram que esta relevância das atividades escolares propicia maior efeito sobre o engajamento dos estudantes nas atividades escolares do que a liberdade de escolha. Assor, Kaplan e Roht reconhecem que a liberdade de escolha também é desejável, uma vez que, ela aumenta a possibilidade das pessoas satisfazerem seus interesses e objetivos, mediante o desenvolvimento das atividades. No entanto, consideram-na um suporte complementar para satisfação da necessidade de autonomia.

Reeve, Nix e Hamm (2003), em um estudo experimental, testaram três qualidades inerentes à experiência subjetiva de autonomia: o *locus interno* (de causalidade percebido), a *volição* e a *escolha percebida*, relacionando-as à *autodeterminação* e à *motivação intrínseca*. Os resultados obtidos sinalizaram que o simples fato de estudantes perceberem que têm liberdade de escolha (*escolha percebida*) pouco influenciou na sua *autodeterminação* e *motivação intrínseca*. Já escolhas relativas à *iniciação de comportamentos* (*locus interno*) e à *regulação de ações endossadas pelo seu self*, sua própria vontade, favoreceram e se mostraram indicadores e promotores da *autodeterminação* e, por consequência, da *motivação intrínseca*. É importante ressaltar que a validade externa destes resultados é baixa, pelo fato desta investigação ter sido realizada em laboratório (estudo experimental), limitando sua

extrapolação para, por exemplo, situações reais de sala de aula (BAPTISTA; MORAIS, 2010; SANTOS, 2010).

O engajamento dos estudantes em suas atividades escolares e a sua relação com estratégias de suporte à autonomia foi foco de investigação no trabalho de Reeve et al. (2004). Os autores partiram do pressuposto de que o engajamento retrataria a intensidade comportamental e a qualidade emocional de envolvimento ativo do estudante durante uma tarefa e, portanto, seria benéfico para o processo de sua aprendizagem. A partir disso, o foco de estudo foi testar se os professores poderiam incorporar estratégias de suportes à autonomia em seus estilos de motivação como uma forma de promover o engajamento de seus alunos durante as aulas.

Reeve e colaboradores formaram dois grupos de professores, um grupo experimental e um grupo controle. Apenas ao grupo experimental foram dadas orientações e instruções sobre a teoria da autodeterminação, em especial, sobre a ideia de apoios para promoção da autonomia dos estudantes. Após o acompanhamento de um conjunto de aulas e coleta de dados, realizaram as análises e estabeleceram os resultados. Desses resultados, destacamos a conclusão de que a orientação e preparação dos professores (grupo experimental) promoveu a utilização de um maior número de estratégias favoráveis à formação da autonomia e que o engajamento está diretamente relacionado ao oferecimento de suportes à autonomia, uma vez que, quanto mais os professores utilizavam estratégias favoráveis a promoção da autonomia, maior era o engajamento de seus alunos. Estes resultados corroboram aqueles obtidos no trabalho de Assor, Kaplan e Roht (2002), no que diz respeito ao engajamento dos estudantes nas suas tarefas escolares.

O conceito de liberdade de escolha, responsável por dúvidas quanto à sua aplicabilidade em contextos de sala de aula, também foi objeto de estudo na investigação realizada por Stefanou et al. (2004). Estes autores atribuíram uma nova leitura a este conceito, considerando que a autonomia não está atrelada a uma escolha por si só. Para eles a escolha deve ser diferenciada por três características qualitativamente distintas: escolha organizacional, escolha procedimental e escolha cognitiva. A partir disso, sugerem um conjunto de estratégias associadas a cada uma das três categorias de suportes à autonomia (organizacional, procedimental e cognitiva).

No Quadro 2.1 procuramos caracterizar e descrever as categorias de suporte a autonomia propostas por Stefanou et al. (2004), bem como,

especificar um conjunto de estratégias associadas a cada um dos suportes à autonomia.

**Quadro 2.1:** Estratégias associadas aos diferentes recursos de suporte à autonomia<sup>4</sup>.

<b>Categoria</b>	<b>Descrição e Estratégias Associadas</b>
Suporte de Autonomia Organizacional	Oferecer oportunidades ao estudante para gerir e organizar o ambiente de aprendizagem. Por exemplo, permitindo que escolha os membros do grupo de trabalho; organize a disposição das carteiras; assuma responsabilidade com datas de entrega de tarefas; participe da elaboração e implementação de escolhas e regras de trabalho; escolha o processo de avaliação.
Suporte de Autonomia Procedimental	Propiciar aos estudantes escolhas para organizar, desenvolver e apresentar suas ideias/conhecimentos. Por exemplo: participar da definição e escolha de materiais para utilizar em projetos desenvolvidos nas aulas; manipular materiais; escolher formas para demonstrar competências; discutir suas ideias/desejos.
Suporte de Autonomia Cognitiva	Proporcionar aos estudantes autoria no seu processo de aprendizagem e permitir que possam avaliar o trabalho sob parâmetros de auto-referência. Por exemplo: elaborar e discutir múltiplas estratégias e soluções; justificar soluções visando o compartilhamento de conhecimentos; debater ideias livremente; trabalhar com tempo suficiente para tomar decisões; reavaliar erros; receber <i>feedback</i> ; ter menos tempo de professor falando e mais tempo de professor ouvindo; fazer perguntas; solucionar problemas de forma independente.

Com o estabelecimento destas diferentes categorias, os autores visavam estruturar e oferecer uma maneira de se pensar as práticas de suporte à autonomia, utilizadas pelos professores durante suas aulas. Além disso, eles afirmaram que as práticas adotadas pelos professores permitem uma diferenciação quanto aos recursos e instruções de suporte à autonomia, bem como, sugerem que estas podem de fato promover resultados diferentes em termos de comportamento do estudante em sala de aula.

---

<sup>4</sup> As categorias de suporte à autonomia propostas por Stefanou et al. (2004) e as estratégias associadas a elas, conforme ilustrado no Quadro 2.1, orientaram parte da análise de nossos dados relativos a intervenção didático-pedagógica.

Para sustentar suas previsões teóricas Stefanou e colaboradores realizaram um estudo em contexto real de sala de aula, acompanhando 84 aulas de 7 professores de matemática, de quinta e sexta séries, na região nordeste dos Estados Unidos. As aulas foram observadas e áudio gravadas para possibilitar a análise dos comportamentos e verbalizações dos professores. A partir dos resultados obtidos, a conclusão dos autores é de que todos os recursos de suporte à autonomia são importantes para a motivação e êxito dos estudantes. No entanto, ressaltam que a autonomia cognitiva é a característica mais significativa para promoção da autonomia dos estudantes, pois ela fomentaria um envolvimento mais profundo na aprendizagem e maior motivação autônoma diante das atividades escolares.

Koh e Frick (2010), baseados no trabalho de Stefanou et al. (2004), realizaram um estudo de caso, em uma escola montessoriana, objetivando: a) detectar e caracterizar os suportes de autonomia oferecidos aos estudantes e b) analisar até que ponto os estudantes desta escola eram intrinsecamente motivados para fazerem as tarefas escolares. A pesquisa utilizou análises qualitativas e quantitativas.

Para a parte qualitativa foram coletadas informações por meio de observações das aulas e entrevistas com os professores participantes do estudo. A análise destes dados foi feita com base nas categorias de suportes à autonomia propostas por Stefanou et al. (2004). Para ampliar a análise relativa aos suportes à autonomia também foram coletadas informações a partir de questionários, em formato de escala *Likert*, aplicados aos professores e aos estudantes. Para o tratamento destas informações foram realizadas análises quantitativas por meio da utilização de estatística descritiva.

Os resultados obtidos por Koh e Frick indicaram que os suportes de autonomia cognitiva desempenham um papel fundamental e significativo para a promoção da autonomia dos estudantes (conforme haviam destacado Stefanou et al., 2004). Além disso, vale ressaltar uma conclusão de ordem metodológica, mediante a qual os autores sugerem que em futuras investigações, com propósitos similares, sejam realizadas entrevistas com os estudantes, para detectar as percepções destes sobre as práticas de motivação adotadas pelos professores. Isso traria elementos importantes para uma análise mais abrangente sobre a promoção da autonomia no contexto escolar. Esta recomendação foi aceita e adotada em nosso estudo.

Uma pesquisa conduzida por Roht et al. (2007) investigou a importância da experiência de *motivação autônoma para o ensino* tanto

para os professores quanto para os alunos. Assim sendo, os autores estabeleceram três objetivos para orientar a pesquisa: a) verificar se os professores percebem e conseguem distinguir diferentes tipos de motivação autônoma para o ensino, baseado na teoria da autodeterminação (*continuum*); b) avaliar a ideia de que a motivação autônoma para o ensino está associada a resultados positivos nos professores e nos alunos e c) examinar a hipótese de que a motivação autônoma para o ensino promove a motivação autônoma para a aprendizagem, mediante a percepção dos estudantes sobre a motivação autônoma de seus professores.

A pesquisa foi realizada com 132 professores israelenses e seus 1255 estudantes. Os instrumentos de coleta de dados utilizados eram questionários de escala *Likert* específicos para professores e estudantes. No caso dos professores, procurou-se avaliar: a motivação autônoma para o ensino, os sentimentos de exaustão, a realização pessoal e o viés de deseabilidade social. O questionário aplicado aos estudantes focou-se nas percepções deles sobre os suportes à autonomia e competência utilizados pelo seu professor durante as aulas, bem como, a motivação autônoma deles para estudar nas aulas ministradas por esse professor.

Os dados foram tabulados e tratados estatisticamente. Os resultados obtidos indicaram que os professores diferenciam quatro tipos de motivação, que podem ser caracterizados pelo *continuum* proposto pela teoria da autodeterminação. A motivação autônoma para o ensino apresentou correlações positivas com o sentimento de realização pessoal dos professores e correlações negativas com os seus sentimentos de exaustão. A motivação autônoma para o ensino também apresentou uma correlação positiva com a percepção dos alunos sobre a motivação autônoma de seus professores e com a motivação autônoma dos alunos para estudar/aprender. Além disso, a motivação autônoma para o ensino não apresentou correlação significativa com as percepções dos alunos sobre os suportes de competência de seus professores, nem evidenciou uma relação entre motivação autônoma para o ensino e a deseabilidade social dos professores. Diante destes resultados Roht e colaboradores afirmam que estes são consistentes com a hipótese de que a motivação autônoma para o ensino pode levar a motivação autônoma para a aprendizagem.

Em um estudo realizado por Tsai et al. (2008) em escolas alemãs (em ambiente real de sala de aula) foram investigados dois aspectos: a) o interesse dos estudantes nas atividades escolares, considerando aspectos situacionais e individuais e b) o poder preditivo dos suportes à

autonomia e do controle. Este estudo foi realizado em duas escolas públicas, envolvendo 9 turmas de *gymnasium* (é o maior dos três níveis da educação secundária do sistema educacional alemão), totalizando 261 estudantes. O estudo envolveu três disciplinas diferentes (matemática, alemão, língua estrangeira) e teve uma duração de três semanas. Neste período foi acompanhado o desenvolvimento de um conjunto de atividades, mediante as quais se buscou a avaliação das variáveis em questão (interesse, controle de comportamento, suportes à autonomia – clima e cognitivo). Um questionário de escala *Likert* foi aplicado sempre imediatamente após o término das atividades, para obter dados sobre as variáveis estudadas<sup>5</sup>.

Os dados coletados foram tabulados e tratados estatisticamente. Tendo em vista os resultados obtidos com as análises estatísticas, os autores destacaram três aspectos. Primeiramente destacam que houve uma variação intra-individual<sup>6</sup> substancial no interesse dos alunos no dia-a-dia de aprendizado em sala de aula. Em segundo lugar, que o padrão de variação do interesse possui correlação com os fatores situacionais, como controle de comportamento (correlação negativa), suportes à autonomia de clima e cognitivo (correlação positiva). Portanto, a partir destes dados a variação de interesse podia ser prevista. Além disso, eles destacam que os efeitos dos fatores situacionais foram consistentes para as três disciplinas investigadas. O terceiro aspecto destacado retrata que os alunos que iniciaram com interesse maior obtiveram também maior média de interesse em todas as atividades.

Goya, Bzuneck e Guimarães (2008) realizaram um estudo sobre as crenças de eficácia de professores de física do ensino médio (20 professores) e a motivação dos seus alunos para aprender física (200 alunos). Os professores e alunos participantes eram oriundos de 10 escolas públicas de uma grande cidade da região norte do estado do Paraná. Para ambos os grupos (professores e alunos) foi aplicado um questionário, em escala *Likert*, com 20 itens. No caso dos professores foram levantadas informações sobre senso de eficácia pessoal e senso de eficácia do ensino. Já o questionário aplicado aos estudantes buscou

---

<sup>5</sup> Esta técnica metodológica (escalas específicas para as atividades didáticas) também foi utilizada em nossa pesquisa, sob inspiração e fundamentação teórica parcial no estudo desenvolvido por Tsai et al. (2008).

<sup>6</sup> Na variação intraindividual se realiza a comparação entre os valores encontrados para um indivíduo ao longo de um estudo. Mede-se alguma variável por um período de tempo (medidas periódicas) e se realiza análises comparativas de informações de um indivíduo com informações dele próprio.



dados relativos à motivação deles para aprender física e sobre estratégias pessoais de estudo adotadas por eles especificamente nessa disciplina.

Os autores tabularam os dados e realizaram análises estatísticas para emitir os resultados e considerações. Para o grupo de professores, os escores médios de suas crenças de eficácia pessoal foram significativamente mais elevados do que os das suas crenças de eficácia do ensino. O estudo de correlação entre as variáveis evidenciou que as crenças de eficácia pessoal dos professores relacionam-se positivamente com a motivação dos estudantes e, em menor grau, com o uso de estratégias de estudo. De outro modo, as crenças de eficácia de ensino apresentaram correlações negativas com essas duas variáveis.

Baseados na literatura da área e nos resultados obtidos, Goya, Bzuneck e Guimarães afirmam que

[...] poder-se-ia concluir que há pelo menos uma influência recíproca positiva. Professores motivados, porque acreditam em suas capacidades, têm alunos motivados; por seu turno, alunos motivados e que, por isso, são aplicados alimentam a motivação e as crenças de eficácia de seus professores (p. 61).

Este estudo fortalece e corrobora os resultados obtidos por Roht et al. (2007), em que são mostrados evidências que apontam para uma relação positiva entre motivação autônoma para o ensino (professores) e motivação autônoma para a aprendizagem (estudantes). Afora isso, constata-se que aspectos situacionais, como professores motivados, influenciam a motivação dos estudantes, conforme já apontavam Tsai et al. (2008).

A qualidade motivacional de estudantes também é foco em estudos de gênero, relacionando diferentes aspectos que de alguma forma atuam sobre a motivação deles. Há estudos baseados na teoria da autodeterminação que, por exemplo, apresentam análises em que relacionam a variável gênero com: os estilos motivacionais, tanto na formação de professores (REEVE, 1998) quanto em estudantes de educação básica (RUFINI; BZUNECK; OLIVEIRA, 2012; VANSTEENKISTE et al., 2008); as necessidades psicológicas básicas de autonomia e competência (LEVESQUE et al., 2004); as estratégias de ensino de maior ou menor controle (FLINK; BOGGIANO; BARRETT, 1990); o rendimento acadêmico e a motivação (BROC, 2006); a continuidade e estabilidade da motivação intrínseca ao longo da

infância e adolescência (GOTTFRIED; FLEMING; GOTTFRIED, 2001).

Os estudos descritos até o momento estão, em geral, direcionados ao mapeamento de estados motivacionais de estudantes e professores e a partir disso, avaliam as relações entre as diferentes variáveis motivacionais desses dois grupos. Para além deste tipo de investigações há outras que buscam o estabelecimento de relações entre a motivação e a aprendizagem dos estudantes, mediante trabalhos de intervenção didático-pedagógica, como é o caso da investigação desenvolvida por Parellada (2009). Este autor desenvolveu uma pesquisa junto a estudantes de quinta série do ensino fundamental, visando uma análise das relações entre o uso do computador, a motivação e o aprendizado de conteúdos da disciplina de Matemática.

A pesquisa de Perellada (2009) foi orientada pelo modelo quase-experimental, incluindo um grupo experimental (10 estudantes) e dois grupos de controle (10 estudantes no primeiro grupo e 80 no segundo). Antes de qualquer intervenção didático-pedagógica foi aplicado um pré-teste, em que foi avaliado o conhecimento acerca dos conteúdos a serem trabalhados na intervenção e a motivação para frequentarem a escola. A forma de desenvolvimento das aulas, durante a intervenção, foi diferente para cada um dos três grupos. O grupo experimental foi conduzido à apropriação conceitual mediante o uso do computador, com o qual os estudantes puderam projetar e construir jogos envolvendo os conceitos da matemática a serem aprendidos. Um segundo grupo (grupo de controle 1) foi submetido aos mesmos conteúdos, porém sem o uso do computador. Após a explicação e exposição dos conteúdos fizeram apenas exercícios de lápis e papel. O terceiro grupo (grupo de controle 2) assistiu apenas às aulas habituais na escola.

Para efetuar a análise das relações existentes entre uso do computador, a motivação e o aprendizado, ao término do estudo foram aplicados novamente os mesmos instrumentos do pré-teste. Além disso, após um período de dois meses foi novamente avaliada a aprendizagem em torno dos conteúdos de matemática trabalhados durante a intervenção, dos estudantes pertencentes ao grupo de controle 1 e ao grupo experimental. Os resultados mostraram que os alunos do grupo experimental tiveram importantes ganhos na qualidade motivacional quando comparados ao grupo de controle 2. No entanto, quando comparados os grupos experimental e de controle 1, as diferenças não são significativas. Neste sentido, o autor sugere que em um estudo longitudinal poder-se-ia detectar diferenças também entre estes dois

grupos. Afora isso, em uma análise interna ao grupo experimental ficou evidente uma relação positiva entre a estratégia de ensino adotada e a motivação dos estudantes.

O conjunto de trabalhos descritos sinaliza que há de fato relações positivas entre ações de ensino, abarcando comportamento do professor, e a motivação para aprendizagem dos estudantes. Assim sendo, é possível que se pense em estratégias educacionais que possam auxiliar e apoiar a autonomia dos estudantes, ou de forma mais ampla, sua motivação autônoma. Sob esta perspectiva alguns pesquisadores (GUIMARÃES, 2009; LEPPER; HODELL, 1989; PARKER; LEPPER, 1992; PINTRICH; SCHUNK, 2002) descrevem quatro aspectos que, ao serem contemplados nas atividades desenvolvidas na escola, podem atuar como potenciais promotores da motivação intrínseca dos estudantes, a saber: *desafio*, *curiosidade*, *controle* e *fantasia/imaginação*.

Guimarães (2009) aponta que os desafios apresentados devem ser do tipo intermediários, ou seja, não podem gerar ansiedade para os alunos por se mostrarem insuperáveis, mas também que não devem provocar desinteresse, tédio ou descaço, por serem de nível muito baixo. Isso corrobora a ideia de desafios ótimos propostos pela teoria da autodeterminação, os quais poderiam fortalecer no indivíduo a percepção de competência para a realização de uma tarefa (DECI; RYAN, 2000; RYAN, 1995). O elemento *curiosidade* é atendido mediante a proposição de atividades que apresentam níveis de surpresa ou criam desequilíbrio pois, dessa forma, podem evidenciar uma discrepância entre as crenças e conhecimentos anteriormente formados (GUIMARÃES, 2009; PINTRICH; SCHUNK, 2002). Também, neste caso, sugere-se que as discrepâncias sejam moderadas.

Quanto ao elemento *controle*, Lepper e Hodell (1989) propuseram que os estudantes, quando podem expressar e debater as suas ideias, bem como fazer escolhas significativas ao longo de seu processo de aprendizagem, tendem a promover um senso de responsabilidade e aumentar sua motivação intrínseca. O quarto aspecto apontado é a *fantasia* ou *imaginação*. De acordo com Parker e Lepper (1992), tarefas que conduzam os estudantes a se colocar em contextos imaginários ou se envolver em simulações, faz-de-conta e jogos, ativam sua imaginação e fantasia. Como decorrência desse processo, que envolve ludicidade e poder imaginário, ter-se-ia uma maximização da motivação intrínseca de estudantes para sua ativa participação no processo de ensino-aprendizagem.

Nessa mesma linha de raciocínio, visando a apresentação de estratégias educacionais que possam fomentar a autonomia dos estudantes, Reeve (2006) aponta que um estilo motivacional favorável à autonomia deve alimentar quatro aspectos: os recursos motivacionais internos; basear-se em uma linguagem informacional; promover a valorização; e reconhecer e aceitar como válidas as expressões de afeto negativo. Portanto, para favorecer a formação da autonomia não é viável que sejam utilizadas estratégias de controle das ações dos outros.

Reeve (2006, p. 71) apresenta uma comparação entre indivíduos que apoiam a autonomia e indivíduos controladores, conforme retratado no Quadro 2.2:

**Quadro 2.2:** O que os indivíduos que apoiam a autonomia e os indivíduos controladores dizem e fazem para motivar os outros.

<b>O fazem e dizem os indivíduos que apoiam a autonomia</b>	<b>O fazem e dizem os indivíduos controladores</b>
Escutam com atenção. Permitem que os outros falem. Fornecem justificativas racionais. Incentivam o esforço. Elogiam o progresso e a proficiência. Perguntam o que os outros querem fazer. Respondem a perguntas. Reconhecem a perspectiva dos outros.	Detêm/Controlam os materiais para a aprendizagem. Mostram quais são as respostas certas. Dizem como responder corretamente. Comunicam normas e ordens. Dizem o que é desejável, recomendável e obrigatório fazer. Fazem perguntas que denotam controle Mostram-se exigentes.

Nesta comparação o autor sintetiza alguns resultados de pesquisas realizadas em diferentes épocas (DECI et al., 1982; REEVE; BOLT; CAI, 1999; REEVE; JAN, 2006), as quais evidenciaram orientações e ações adotadas por professores que buscavam favorecer a promoção da autonomia de seus estudantes e aqueles que atuavam na contramão, sendo altamente controladores. O que fica evidente na comparação feita é a importância do atendimento da necessidade psicológica de autonomia, dificultado quando os indivíduos são submetidos a um ambiente altamente controlador.

Influências contextuais sobre a promoção da autonomia, em especial, o caráter controlador dos professores em sua ação didático-pedagógica também foi objeto de investigação em estudo realizado por Machado et al. (2012). Neste trabalho, de natureza exploratória, os autores analisaram as interações entre dois professores e seus alunos. Nas considerações apontadas, sinalizaram que a autonomia é mais

facilmente promovida quando o professor interage de modo menos controlador no gerenciamento do tempo destinado para a realização das tarefas desenvolvidas em sala de aula e quando oferece *feedback* informativo.

No entanto, o apoio à autonomia, baseado em ações que evitam o abuso do controle não deve ser visto como permissivo e de liberdade de escolhas quaisquer, conforme ressaltam Bzuneck e Guimarães (2010, p. 62):

[...] promover e apoiar a autonomia não consiste simplesmente em se propiciar liberdade para quaisquer escolhas, de modo que, nessa condição, o aluno pudesse escolher até entre fazer e não fazer uma dada tarefa, ou selecionar apenas as mais fáceis. Aliás, em nenhum estudo que focalizou esse constructo, ambiente promotor de autonomia apareceu como permissivo ou sem qualquer estruturação. Nem foi insinuado que autonomia do aluno é o mesmo que espontaneísmo ou independência, mesmo no caso de alunos de cursos superiores.

Os autores fazem este apontamento baseados em uma análise de um conjunto de trabalhos que tiveram como foco o estudo da autonomia em contextos escolares. Diante disso, suscita-se o desenvolvimento de novos estudos, em contextos reais de sala de aula, que possam avaliar diferentes ações didático-pedagógicas focadas na promoção da autonomia dos estudantes.

### **2.3.1. Quais as Possibilidades de Suporte à Autonomia na Educação Científica e Tecnológica?**

Boruchovitch e Bzuneck (2010), ao apresentarem um estado da arte de trabalhos brasileiros sobre a motivação para aprender, sugerem que há a necessidade de se ampliar as pesquisas sobre a motivação no ensino médio, por ser o nível de escolarização menos estudado até o momento. Além disso, apontam que a maioria dos estudos realizados é do tipo transversal e que é importante a realização de pesquisas que associem dados obtidos por meio de autorrelatos, com estudos observacionais abrangendo acompanhamentos por períodos de tempo maiores. Afora isso, os autores apontam para a necessidade de estudos focados a campos específicos do saber, pois, a motivação e os vários

aspectos relacionados a ela poderão variar e/ou apresentar singularidades relacionadas com cada área do conhecimento.

Diante disso, com a presente pesquisa pretendemos contribuir para a superação desta lacuna, uma vez que, realizamos um estudo voltado ao ensino médio, particularmente, à disciplina de física. Neste estudo, avaliamos possíveis relações entre a motivação autônoma dos estudantes de física do ensino médio e atividades didáticas devidamente planejadas e desenvolvidas durante suas aulas. Para a elaboração e desenvolvimento de atividades didáticas que possam oferecer suportes para a promoção da motivação autônoma, evidenciou-se a necessidade de buscar apoio em abordagens didático-pedagógicas que apresentam características e uma visão sobre o processo de ensino-aprendizagem alinhada com os aportes teóricos da teoria da autodeterminação.

Neste sentido, vale questionar: quais as características essenciais que uma teoria didático-pedagógica deverá apresentar para atender às demandas inerentes à teoria da autodeterminação? Há abordagens específicas para o ensino de ciências, em particular para o ensino de física, que possam fomentar a intervenção didático-pedagógica pretendida? Movidos por dúvidas tais como as retratadas nessas perguntas, encontramos no ensino por investigação uma visão teórica sobre o processo de ensino-aprendizagem favorável e coerente com as características e filosofia que acreditamos serem importantes para fundamentação, estruturação e desenvolvimento das atividades didáticas.

As razões da escolha da perspectiva de ensino por investigação para orientar o planejamento e desenvolvimento das atividades utilizadas na intervenção didático-pedagógica ficarão mais evidentes nos próximos dois capítulos. Tais capítulos são dedicados para apresentar e, de alguma forma, defender uma visão de ensino e de aprendizagem que consideramos promissora para a educação em ciências e, particularmente, o ensino de física, visando fomentar a motivação autodeterminada dos estudantes para a aprendizagem da Física. Assim, nesta parte textual será aprofundada a reflexão e se encaminhará o delineamento teórico para a efetivação de ações de ensino-aprendizagem que possibilitem o trabalho de suportes à autonomia na educação científica e tecnológica, em particular, na disciplina de física do ensino médio.

## CAPÍTULO 3:

### ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO A PARTIR DE SITUAÇÕES-PROBLEMA

Neste capítulo ressalta-se a importância do *problema* na construção do conhecimento científico e do conhecimento escolar. Destaca-se a existência de aspectos epistemológicos comuns entre a construção do conhecimento científico e o conhecimento desenvolvido em sala de aula, mediante ações de ensino por investigação. Dessa forma, julgamos que as características inerentes à perspectiva de ensino por investigação poderão contribuir para a promoção da autonomia dos estudantes, mediante o desenvolvimento de atividades didáticas devidamente planejadas e desenvolvidas. Para isso, na segunda parte do capítulo apresentamos uma descrição breve de alguns trabalhos focados nesta perspectiva de ensino-aprendizagem, bem como, sintetizamos um conjunto de aspectos a serem considerados no processo de elaboração das situações-problema que constituem as ações de ensino por investigação.

#### 3.1. O Papel dos Problemas na Construção do Conhecimento Científico

A busca pela caracterização de um conhecimento como científico rendeu, historicamente, um profundo debate filosófico e epistemológico. Na Grécia Antiga já havia uma preocupação em se estabelecer um saber que se distinguisse dos mitos e do saber comum, embora ainda não houvesse uma separação clara entre ciência e filosofia. Assim sendo, o conhecimento científico pode ser entendido como uma conquista consideravelmente recente da humanidade, tendo como marco a revolução galileana, no século XVII. Neste contexto e em função de questões correlacionadas à demarcação do que é ou não científico, constituiu-se de forma mais clara um ramo especial dentro da filosofia, a filosofia da ciência. Toda a compreensão sobre a ciência, a demarcação e métodos científicos passaram por transformações importantes nos séculos seguintes, incorporando e superando críticas de forma a retratar compreensões mais satisfatórias. Portanto, as críticas afetaram diretamente as abordagens feitas na filosofia da ciência que, pela própria natureza do seu objeto, sempre está sujeita ao debate e questionamento

(ARANHA; MARTINS, 2003; CHALMERS, 2000; CUPANI, 2005; FOUREZ, 1995; KNELLER, 1980; MOREIRA; MASSONI, 2011).

A Idade Moderna foi determinante para o estabelecimento da ciência como campo específico do conhecimento e de investigação. O gerenciamento e controle do conhecimento produzido pela ciência eram garantidos pelo chamado método científico. Ele representava a metodologia que definia e diferenciava o conhecimento científico de outros tipos de saber. A pesquisa científica, para garantir o seu status de cientificidade, buscava orientação nos passos metodológicos que constituíam o denominado método científico, quais sejam: observação, hipótese, experimentação e generalização.

Com o avançar da investigação científica, a fixação do critério de cientificidade, pautada em um método único, passou a ser questionada (CHALMERS, 2000; KNELLER, 1980). Isso se fortaleceu com o estabelecimento de diferentes campos autônomos de pesquisa, cada qual conduzindo suas investigações por meio de metodologias próprias que pudessem contemplar as especificidades de cada uma destas áreas do saber. Em decorrência deste movimento passou-se a assumir, de maneira mais geral, a existência de ciências formais (matemática e lógica), ciências da natureza (física, química, biologia, etc) e ciências humanas (psicologia, sociologia, história, economia, etc).

Todavia, a pesquisa científica, nas diferentes áreas, apresenta uma característica comum que é a construção do conhecimento mediante um trabalho guiado por um problema. O reconhecimento do papel do problema no processo de construção do conhecimento científico é destacado em distintas obras que abordam temas de história e filosofia da ciência. Por exemplo, Aranha e Martins (2003, p. 185), em um texto introdutório à filosofia, afirmam que “[...] a ciência avançava a partir de problemas que desafiavam a compreensão dos cientistas”; também Kneller (1980, p. 107), em seu escrito *A Ciência como Atividade Humana*, defende que “[...] o ciclo de pesquisa não começa com observação ou mensuração, mas com a busca ou localização de um problema”.

Além disso, o papel e a importância dos problemas de pesquisa para o desenvolvimento da Ciência atingem maior evidência no campo da epistemologia. Gaston Bachelard (1884-1962), autor reconhecido pela sua produção literária composta por reflexões filosóficas, epistemológicas, poéticas e educacionais (relativas ao ensino de ciências, em especial da Química e da Física) enfatiza fortemente que o



[...] espírito científico proíbe que tenhamos opinião sobre questões que não compreendemos, sobre questões que não sabemos formular com clareza. Em primeiro lugar, é preciso saber formular problemas. E, digam o que disserem, na vida científica os problemas não se formulam de modo espontâneo. É justamente esse sentido do problema que caracteriza o verdadeiro espírito científico. Para o espírito científico todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não pode haver conhecimento científico. Nada é evidente. Nada é gratuito. Tudo é construído. (Bachelard, 1996, p. 18).

Nessa passagem de Bachelard se evidencia que o conhecimento é fruto de um processo construtivo e que tem seu início no trabalho de formulação de bons problemas. Os problemas encaminharão um processo investigativo que, por sua vez, conduzirá ao estabelecimento de respostas, ou seja, ao conhecimento a ser desenvolvido.

Guillén (2006), no seu livro *Tratado de Epistemologia* apresenta uma argumentação similar a de Bachelard sobre o papel dos problemas no estabelecimento do espírito científico. Guillén defende que os problemas são o começo e a determinação do modo de construção do conhecimento, isto é, para ele, “[...] determinar um problema sobre o qual se despenderá esforços cognoscitivos é começar o processo de conhecimento e o esforço investigativo. Uma vez que se faz esta determinação inicial, é possível estabelecer um plano para chegar ao conhecimento esperado” (p. 107, tradução nossa). Subentende-se daí que o autor partilha da ideia de que é necessário um trabalho construtivo para se chegar ao conhecimento e que este se inicia já na elaboração do problema.

Na visão epistemológica de Bachelard, compartilhada por Guillén, os problemas de pesquisa, ao serem fruto de um processo construtivo, englobam teorias e visões prévias. Eles retratam as dúvidas e as hipóteses dos pesquisadores. Sobre isso Popper (2004, p. 14) afirma:

Se é possível dizer que a ciência, ou o conhecimento, ‘começa’ por algo, poder-se-ia dizer o seguinte: o conhecimento não começa por percepções ou observações ou de coleção de fatos ou números, porém, começa mais propriamente de problemas. Poder-se-ia dizer: não há nenhum conhecimento sem problemas; mas, também, não

há nenhum problema sem conhecimento. Mas isto significa que o conhecimento começa da tensão entre conhecimento e ignorância.

Esta breve passagem de Popper nos permite uma leitura bastante significativa sobre o que o pesquisador ou o indivíduo que busca conhecer retrata na formulação de seus problemas. Os problemas acabam configurando um ponto de encontro entre o saber prévio e a ignorância – não-saber. A tensão entre o saber e a ignorância, marcada pela definição do problema, se torna motivadora para a geração de novos conhecimentos.

Popper, em uma de suas outras obras – *Conjecturas e Refutações* – argumenta que um problema deverá ser enfrentado por meio da proposição de uma solução, bem como, pela crítica a alguma solução já existente. Segundo ele, uma aparente solução (suposição) poderá persistir por um período sem a necessidade de refutação, no entanto, chegará o momento em que ela se mostrará fraca e parcialmente válida. Esta situação originará novos problemas. O progresso na construção do conhecimento científico encaminha-se pela superação de problemas velhos para o estabelecimento de problemas novos, mediante conjecturas (hipóteses) e refutações (contestações).

Na análise epistemológica de Thomas Kuhn sobre a evolução da ciência<sup>7</sup> (distinta tanto da epistemologia bachelardiana quanto da popperiana) também se constata uma leitura que atribui grande importância aos problemas para a construção dos conhecimentos científicos. Para Kuhn, o progresso científico é marcado por períodos de ciência normal, crises e revoluções. A produção de conhecimento em um período de ciência normal é guiada por um paradigma (ou matriz disciplinar). No interior deste paradigma serão gerados problemas e as soluções para os mesmos. Estas soluções serão construídas mediante o uso de procedimentos metodológicos e teorias constituintes do paradigma. No entanto, poderão surgir problemas que não terão solução no paradigma vigente, os quais serão tomados como anomalias

---

<sup>7</sup> Sua epistemologia é marcada por sua leitura sobre a evolução do conhecimento científico. Ele descreve esse processo não como sendo um acúmulo gradativo de novos saberes, mas sim marcado por revoluções do pensamento científico. No livro *A Estrutura das Revoluções Científicas* e no *Posfácio* desta obra, ele descreve como se estabelecem as revoluções e mostra, inclusive, a sua dependência com fatores que são externos à ciência, mas, co-responsáveis para a erupção de momentos de crise e transformação do pensamento científico e de sua prática.

inaugurando um período de crise paradigmática. Este processo culminará em uma revolução e no estabelecimento de um novo paradigma, guia para uma nova fase de ciência normal.

Destacamos ainda o termo *exemplares*, cunhado por Kuhn para caracterizar certos tipos de problemas. Sobre o termo exemplares, no Posfácio do livro *A Estrutura das Revoluções Científicas*, afirma Kuhn (2009, p. 234):

[...] com essa expressão quero indicar, antes de mais nada, as soluções concretas de problemas que os estudantes encontram desde o início de sua educação científica, seja nos laboratórios, exames ou no fim dos capítulos dos manuais científicos. Contudo, devem ser somados a esses exemplos partilhados pelo menos algumas das soluções técnicas de problemas encontráveis nas publicações periódicas que os cientistas encontram durante suas carreiras como investigadores. Tais soluções indicam, através de exemplos, como devem realizar seu trabalho.

Os exemplares desempenham, na ideia kuhniana, um papel importante para a familiarização e preparação do indivíduo para adentrar na cultura científica guiada por um paradigma. Isso, como é perceptível na citação feita, se estende desde os pesquisadores até os estudantes que buscam uma apropriação dos conhecimentos científicos.

A importância dos problemas para a construção do conhecimento científico é retratada, talvez de maneira mais contundente, por Larry Laudan no livro *O Progresso e seus Problemas: Rumo a uma Teoria do Crescimento Científico* (2011), originalmente publicado em 1977, em meio ao contexto das discussões em torno da racionalidade e objetividade da ciência, geradas pela publicação de *A Estrutura das Revoluções Científicas* de Thomas Kuhn em 1962. Para Laudan o progresso científico está associado diretamente à resolução de problemas (MOREIRA; MASSONI, 2011; PESA; OSTERMANN, 2002).

Laudan (2011) propõe uma distinção entre dois tipos de problemas: empíricos e conceituais. Em relação aos problemas empíricos o autor apresenta uma divisão em:

- Problemas potenciais: abordam situações que, no mundo natural, ainda não foram explicadas e os cientistas consideram que exige uma explicação.

- Problemas resolvidos: são aqueles problemas para os quais alguma teoria já apresentou uma solução satisfatória.
- Problemas anômalos: comportam o conjunto de problemas resolvidos por teorias rivais ou alternativas, mas ainda não foram solucionados pela teoria central.

Os problemas conceituais são caracterizados pelo autor por duas categorias: internos e externos. Os problemas conceituais internos estão relacionados às incoerências e contradições em uma teoria ou às ambigüidades e às circularidades conceituais internas. Já os problemas conceituais externos compreendem os conflitos gerados entre duas ou mais teorias, por haver entendimentos distintos sobre qual delas apresenta uma melhor fundamentação.

Com base nessa caracterização dos problemas e tipos de problemas, Laudan define um critério para avaliar o progresso de uma tradição de pesquisa relativamente à outra. Nesse sentido, o autor define da seguinte maneira uma medida de avaliação das teorias: “a efetividade total quanto à solução de problemas é determinada por meio da avaliação do número e da importância dos problemas empíricos que ela resolve, deduzindo o número e a importância das anomalias e dos problemas conceituais que ela gera” (p. 96). A partir disso Laudan afirma que é “simples o passo para uma noção rudimentar do progresso científico” (p. 96), isto é, o autor reforça que o objetivo da ciência é resolver problemas e, portanto, “pode ocorrer progresso se, e somente se, a sucessão das teorias científicas em qualquer domínio mostrar um grau mais alto de efetividade na solução de problemas” (p. 96). Isso configura um critério objetivo de progresso científico, a partir do qual o autor extrai o critério de racionalidade científica, designando que as escolhas por teorias mais progressivas são mais racionais.

Da mesma forma como procedemos até aqui, poder-se-ia seguir esta análise sobre o papel dos problemas nas teorias epistemológicas de outros autores, mas acreditamos que a reflexão encaminhada já é suficiente para ressaltar a sua centralidade. Vale destacar que existem diferenças epistemológicas entre as teorias aqui citadas (embora não tenhamos adentrado nesta reflexão). Mesmo assim, o que é marcante em todas elas é a valorização atribuída aos *problemas* na construção do conhecimento científico. Também reconhecemos que numa análise mais aprofundada sobre a epistemologia de cada um deles poderíamos encontrar entendimentos distintos sobre o que caracteriza um problema ou como eles são formulados. No entanto, o aspecto comum que

queremos ressaltar neste momento é o fato de os problemas serem vistos como a fonte para o conhecimento científico. O trabalho investigativo que conduz às soluções e ao estabelecimento de novos questionamentos mostra que definir um problema já é produzir conhecimento, pois traduzem-se nele o saber preexistente, as hipóteses e ao mesmo tempo as dúvidas, a ignorância a ser superada. Com isso se vê potencializado o papel dos problemas para a construção de conhecimento.

A partir da constatação da centralidade dos problemas para a construção do conhecimento científico, se mostra oportuno questionar: este mesmo papel pode ser estendido ao processo de ensino-aprendizagem na educação científica e tecnológica, ou na educação em geral? Objetivando corroborar esta tese, na seqüência, centramos nossa análise sobre uma perspectiva educacional em que se valoriza igualmente o papel do problema para a construção do conhecimento, neste caso o escolar.

### **3.2. Ensino por Investigação**

O ensino por investigação, por sofrer ressignificações ao longo dos anos, atualmente necessita de uma caracterização para que fique claro qual o entendimento e, conseqüentemente, quais os objetivos didático-pedagógicos que orientam as ações de ensino baseadas em uma perspectiva investigativa.

#### **3.2.1. Breve Descrição Histórica sobre Investigação no Ensino de Ciências**

A origem do ensino por investigação (*inquiry*) é norte americana. Seu propósito inicial era oferecer uma forma de ensino que pudesse se opor ao modelo diretivo. No ensino diretivo (anterior a 1900) se assumia que a Ciência era constituída, essencialmente, de um corpo de conhecimentos que devesse ser aprendido pelos estudantes mediante instruções diretivas, do professor para o estudante (NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC, 2008).

Segundo Barrow (2006), foi John Dewey o primeiro a manifestar críticas ao modelo diretivo de ensino, afirmando que o ensino de ciências dá muita atenção à acumulação de informações e deixa de lado o aspecto dela como forma de pensar. No início do século XX, Dewey defendia que a Ciência é mais que um corpo de conhecimento a ser aprendido; é, também, um processo ou método para aprender. O

contexto norte americano, no início do século XX era propício para a busca de novas orientações e transformações, pois, em meio a crise econômica implantada com a queda da bolsa de Nova Iorque, em 1929, várias medidas governamentais tiveram que ser adotadas para minimizar o desemprego e a falência do sistema fabril. Dewey, como representante do movimento progressista, propunha e discutia uma educação escolar que contribuísse com a construção de uma sociedade mais humanizada, guiada por projetos democráticos (ANDRADE, 2011; BARROW, 2006).

A partir da ideia de que a Ciência pudesse orientar e estruturar uma forma de se ensinar e aprender, Dewey propôs um modelo que consistia em uma sequência de seis passos: detecção de situações intrigantes; esclarecimento da situação-problema; formulação de hipóteses provisórias; teste das hipóteses; revisão com testes rigorosos e desenvolvimento da solução (BARROW, 2006). De acordo com Barrow (2006), o modelo de Dewey serviu de base para a elaboração de uma proposta para o ensino de ciências na educação secundária dos EUA (*Science in Secondary Education*), coordenada pela Comissão Curricular da Educação Secundária de 1937.

Em meados da década de 40, Dewey reviu sua interpretação sobre o método científico e acabou modificando seu modelo de ensino, propondo um novo conjunto de passos: apresentação do problema; formulação de hipóteses; coleta de dados por meio de trabalho experimental e formulação da conclusão. Essa mudança visava atender de forma mais apropriada o desenvolvimento do pensamento reflexivo dos estudantes. Assim sendo, esse último modelo sugeria que os problemas a serem estudados deveriam estar relacionados com as experiências dos estudantes, bem como, com a sua capacidade intelectual e, acima de tudo, os estudantes deveriam ser ativos em sua busca pelas soluções (BARROW, 2006).

De acordo com o NRC (2008), durante as décadas de 50 e 60, o ensino por investigação foi se fortalecendo e tornou-se uma perspectiva de ensino-aprendizagem importante para o ensino de ciências. Para isso, a influência do educador Joseph Schwab acabou sendo determinante. Para Schwab “[...] os professores devem apresentar a ciência como investigação e os alunos devem usar a investigação para aprender assuntos de ciência” (NRC, 2008, p. 15, tradução nossa). Conforme DeBoer (2006), esta visão em relação ao ensino de ciências, fortalecida pelas práticas experimentais e orientadas por uma abordagem investigativa, tinha até meados do século XX, uma preocupação essencialmente voltada à formação intelectual individual dos estudantes.

A partir da década de 50, a visão do ensino de ciências nos EUA acaba modificando seu foco. Passou a prevalecer a ideia central da investigação como elemento fundamental para orientar o ensino e a aprendizagem, tendo como objetivo maior, porém, a preparação de indivíduos que pudessem se tornar cientistas e formar um público que valorizasse e fosse simpático à Ciência. Com isso, os EUA visavam estabelecer e manter um programa educacional forte em ciência, de forma a manter e garantir a segurança do país (DEBOER, 2006). Esta visão perdurou por cerca de duas a três décadas.

Há um momento histórico mundial significativo para que os EUA mudassem o foco do ensino de ciências no país, qual seja: o lançamento do *Sputnik I* pelos russos, em 4 de outubro de 1957. A partir deste momento, os EUA passaram a questionar tanto a qualidade dos professores de ciências quanto o currículo de ciências utilizado nas escolas (BARROW, 2006). Um ano antes do lançamento do *Sputnik I*, a National Science Foundation (NSF) já havia financiado o desenvolvimento de um currículo inovador de Física (*Physics Science Curriculum Study* in 1956). Este currículo recebeu reformulações e deu lugar à utilização do projeto *Physical Science Study Committee* de 1960 (conhecido como PSSC). Também foram desenvolvidos projetos e materiais curriculares para a Biologia (*Biology Science Curriculum Study* - BSCS) e para a Química (*Chemical Education Materials Study* - Chem Study), entre outros. Todos estes projetos focavam num ensino baseado fortemente na prática experimental, procurando levar os alunos a vivenciar algumas etapas fundamentais da atividade científica (observação, classificação, inferência, controle de variáveis, coleta e interpretação dos dados, conclusão). O objetivo era levar o estudante a *pensar como cientista* (ANDRADE, 2011; BARROW, 2006; DEBOER, 2006).

Conforme destacado por Andrade (2011), durante este mesmo período - nas décadas de 50 e 60 - também se conduzia uma reforma curricular em nosso país, visando a preparação “[...] dos jovens para suprir a demanda de pesquisadores que impulsionariam o desenvolvimento científico e o conseqüente progresso do país” (p. 124). Estas reformas estavam sendo encabeçadas pelo Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura – IBCEC, criado em 1946. A partir de um trabalho de tradução dos projetos estrangeiros, como foi o caso do PSSC, tinha-se como propósito valorizar as práticas experimentais e trazer o foco da investigação científica também para o ensino de ciências no Brasil (ALVES FILHO, 2000; CARVALHO, 1972).

Assim como no Brasil, os projetos de ensino de ciências norte-americanos foram traduzidos e utilizados nos sistemas educacionais de diversos países. Diante disso, no NRC (2008), afirmava-se que o movimento de mudança ocorrido no ensino de ciências durante as décadas de 50, 60 e 70 contribuíram “[...] amplamente para a disseminação da ideia de ajudar os alunos a desenvolver habilidades investigativas e de compreender a ciência como um processo de investigação” (p. 17, tradução nossa). No entanto, há de se ressaltar que a perspectiva investigativa presente neste período carregava uma visão de ciência neutra e desenvolvida sob “o” método científico. Este aspecto fez com que o ensino de ciências baseado nessa perspectiva investigativa fosse questionado e criticado, pois, segundo os críticos, sua visão de ensino não proporcionaria uma formação que habilitasse os estudantes para as diferentes situações que teriam que enfrentar na vida, bem como, apresentava inconsistências epistemológicas sobre a Ciência (CHINN; MALHOTRA, 2002; DEBOER, 2006; DUSCHL, 2008).

No final da década de 80 e início da década de 90 ocorreu uma segunda reforma curricular nos EUA, guiada por documentos oficiais nos quais a investigação como prática para o ensino de ciências assumiu novo significado. Segundo DeBoer (2006), a educação em ciências assumiu uma denominação mais ampla, intitulada de Alfabetização Científica, que “[...] incluía uma compreensão do conteúdo da ciência pelo seu valor cultural, disciplinar e intelectual e para sua aplicação no dia-a-dia para auxiliar na tomada de decisão e resolução de problemas” (p. 32, tradução nossa). Constatamos aqui uma argumentação que, de forma implícita, defende uma formação da autonomia dos estudantes. Fazemos esta ressalva, pois o discurso sobre o ensino por investigação ora retratado destaca que esta perspectiva de ensino tem como papel proporcionar o desenvolvimento de capacidades dos estudantes para resolver problemas pessoalmente e socialmente relevantes, para o desenvolvimento intelectual pessoal e ainda como um dispositivo motivacional (BARROW, 2006; DEBOER, 2006).

Segundo Barrow (2006) a Associação Americana para o Avanço da Ciência (AAAS) foi autora de um primeiro documento intitulado *Science for All Americans*, publicado em 1989 e elaborado com o propósito de explicitar quais seriam as capacidades que os estudantes deveriam ter após o décimo segundo ano de escolarização (final do K-12). Em um segundo documento oficial, o *National Science Education Standards - NSES* (National Research Council, 1996), a investigação



aparece como foco central da alfabetização científica de forma que foi elaborado em 2000 um volume específico (*Inquiry and the National Science Education Standards: a guide for teaching and learning*) de acompanhamento para detalhar e orientar os professores sobre o ensino por investigação (BARROW, 2006; DEBOER, 2006).

No NSES (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996, p. 23, tradução nossa) afirma-se que:

[...] Investigação científica refere-se às diversas maneiras em que os cientistas estudam o mundo natural e propõem explicações baseadas na evidência derivada de seu trabalho. Investigação também se refere às atividades de estudantes em que eles desenvolvem conhecimento e compreensão das ideias científicas, bem como, uma compreensão de como os cientistas estudam o mundo natural.

Nesta citação fica evidenciado que já não há mais uma compreensão de ciência neutra e desenvolvida por um único método, mas sim, uma ciência desenvolvida pelo trabalho humano. Além disso, é visível a defesa de que o ensino de ciências pode ser guiado por uma perspectiva investigativa, na qual os estudantes poderão se apropriar dos conhecimentos científicos e compreender como se produz ciência, ou seja, ao mesmo tempo em que aprendem ciências também podem aprender sobre ciências.

Portanto, com as reformas curriculares dos anos 80 e 90, a noção de investigação com o propósito de orientar o ensino e a aprendizagem de ciências assumiu novas perspectivas. No *Inquiry and the National Science Education Standards* (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2008; p. 25, tradução nossa) são explicitadas as seguintes características, consideradas essenciais em uma sala de aula investigativa:

a) os estudantes estão engajados em questões cientificamente orientadas; b) os estudantes priorizam a evidência, o que lhes permite desenvolver e avaliar explicações que abordam questões cientificamente orientadas; c) os estudantes elaboram explicações a partir da evidência, para resolver questões cientificamente orientadas; d) os estudantes avaliam suas explicações à luz de explicações alternativas, particularmente àquelas que refletem a compreensão científica; e) os estudantes

comunicam e justificam as suas explicações propostas.

De acordo com DeBoer (2006), uma das justificativas principais para o uso do ensino por investigação manifestado nas publicações do NRC está pautada na argumentação de que o ensino por investigação é uma das mais eficazes estratégias de ensino. Em razão de ser mais envolvente, conseqüentemente, os estudantes aprenderiam mais em abordagens baseadas na investigação. A constatação de DeBoer se sustenta em algumas afirmações feitas, por exemplo, no *Inquiry and the National Science Education Standards* (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2008). Em uma parte deste documento, em que se defende que entender ciência é mais do que conhecer fatos, os autores trazem resultados de pesquisas em educação em que o foco estava voltado a entender o que auxilia estudantes a utilizar e aplicar conhecimentos em situações novas, e um dos aspectos ressaltados é que “[...] a disposição de procedimentos investigativos ajudam as pessoas a resolver novos problemas de maneira eficiente e eficaz” (p. 116, tradução nossa). Além disso, se resalta no documento que o ensino por investigação fomenta os estudantes a

[...] desenvolver suas habilidades para questionar, raciocinar e pensar criticamente sobre fenômenos científicos, tomando um controle cada vez maior sobre sua própria aprendizagem. Eles podem usar seus maiores conhecimentos de ciência e as habilidades investigativas para abordar outras questões e problemas e para desenvolver ou testar explicações para outros fenômenos de seu interesse. (p. 120, tradução nossa).

Com isso, percebe-se que os documentos da NRC concebem o ensino por investigação como uma abordagem pedagógica que é consistente com a natureza da ciência e que fornece a formação de conhecimentos e habilidades úteis para a abordagem de problemas de interesse pessoal ou social (DEBOER, 2006). Toda esta linha argumentativa é favorável à formação da autonomia no contexto escolar, alocando ainda mais importância ao ensino por investigação como perspectiva didático-pedagógica.

### 3.2.2. Ensino por Investigação Após as Reformas Curriculares Norteamericanas das Décadas de 1980 e 1990

No mesmo período da segunda reforma curricular norteamericana, na Inglaterra também foi desenvolvido um documento intitulado *Public Understanding of Science* que, assim como o *Science for All Americans*, objetivava uma alfabetização científica que permitisse à população uma maior compreensão científica, bem como, um entendimento sobre a Ciência, ressaltando suas relações e influências sobre aspectos políticos, econômicos e sociais (ANDRADE, 2011). Portanto, a partir da resignificação e de um novo entendimento sobre o ensino por investigação promovido pelas publicações oficiais nos EUA e na Inglaterra, outros países voltaram a dedicar espaço para desenvolver ações de ensino-aprendizagem baseadas em uma perspectiva investigativa.

No entanto, em função da longa e variada história do ensino por investigação para a educação em ciências, persistem diferentes compreensões em torno desta perspectiva de ensino-aprendizagem. Este aspecto ficou evidenciado no artigo de Abd-el-khalick et al. (2004), em que é retratada uma análise feita a partir de relatos de experiências apresentados em um Simpósio Internacional, no qual estavam reunidos pesquisadores de diferentes países, com realidades educacionais distintas, mas que objetivavam a promoção do ensino de ciências baseado na investigação. Os distintos entendimentos em torno do ensino por investigação estavam atrelados as suas referências, isto é, ou estavam focados na ideia anterior à década de 50, ou na visão estabelecida após a primeira reformulação curricular nos EUA (1950 até final de 1970), ou ainda, já traziam a compreensão atual, após a segunda reformulação curricular norteamericana (nas décadas de 80 e 90).

A visão mais recente em torno do ensino por investigação orientou vários e importantes estudos realizados na Espanha (BALLENILLA, 1999; CAÑAL et al., 1997; FLOR, 1996; GARCÍA; GARCÍA, 2000; SEGURA; MOLINA; PEDREROS, 1999; entre outras). Estes trabalhos, apoiados em uma perspectiva construtivista, apresentam reflexões tanto teóricas (o ensino por investigação como alternativa para estruturar um currículo - como modelo didático; como uma metodologia, orientando uma determinada sequência de atividades didáticas) quanto sobre descrições apoiadas em análises de práticas

educativas desenvolvidas sob uma perspectiva de ensino por investigação.

Para García e García (2000), a investigação é uma possibilidade frutífera no processo de formulação e tratamento de problemas, pois ela se refere a “uma estratégia de conhecimento e atuação na realidade própria do comportamento de nossa espécie, comum à população humana e com um claro valor adaptativo para o indivíduo” (Tradução nossa; p. 11). Eles continuam afirmando que a investigação, desde a perspectiva de resolução de problemas, “estaria presente tanto na atividade científica como na prática cotidiana, variando, em cada caso, o tipo de problemas levantados e os procedimentos utilizados em sua resolução” (Tradução nossa; p. 12).

Para esses autores o ensino baseado na resolução de problemas sob uma perspectiva investigativa permitirá o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa para os estudantes, uma vez que será possível: a) levantar e por em prova as pré-concepções dos estudantes, relacionadas à situação-problema abordada; b) propiciar uma interação das pré-concepções dos estudantes com outras formulações procedentes de seu entorno físico e social; c) o encaminhamento para uma reestruturação das pré-concepções dos estudantes; d) a execução de uma reflexão sobre sua própria aprendizagem, avaliando as estratégias de solução adotadas, bem como, os resultados obtidos.

Na metodologia investigativa proposta por García e García (2000), podem ser demarcados três momentos que constituem o processo de desenvolvimento de atividades didáticas sob a perspectiva investigativa, quais sejam<sup>8</sup>:

- Busca, seleção, formulação, reconhecimento e apropriação da situação-problema.
- Elaboração da solução (hipóteses, estratégias e encaminhamento da solução propriamente dita), propiciando o confronto e interação entre as concepções dos estudantes e informações oriundas de outras fontes;
- Ações que possibilitem a recapitulação do trabalho realizado, a elaboração de conclusões e a apresentação dos resultados obtidos.

---

<sup>8</sup> A metodologia investigativa proposta por García e García (2000) orientou a preparação, o desenvolvimento e a análise das Atividades Didáticas implementadas em sala de aula durante a nossa pesquisa.

No cenário brasileiro, o debate e os estudos sobre o ensino por investigação voltaram a ocupar espaço após a publicação dos PCN (RODRIGUES; BORGES, 2008). Assim sendo, a linha de pesquisa envolvendo tais estudos pode ser considerada recente e, por conta disso, o ensino de ciências por investigação ainda não está bem estabelecido, razão pela qual a publicação em torno desta temática ainda é escassa (MUNFORD; LIMA, 2007; RODRIGUES; BORGES, 2008; SÁ et al., 2007). Os estudos acerca do tema centram-se, predominantemente, no delineamento metodológico e na previsão das potencialidades didáticas das atividades de caráter investigativo. Isso se mostra natural, uma vez que, com aqueles estudos, buscava-se responder questões como, por exemplo, qual o potencial didático do ensino por investigação e como preparamos uma atividade didática de caráter investigativo.

No ensino por investigação, visando a promoção da aprendizagem, assume-se que as diferentes estratégias de ensino que poderão ser adotadas devem considerar que é fundamental ter a definição de um problema (ou uma situação-problema). Azevedo (2009, p. 19) afirma que “Se tivermos como objetivo um planejamento e uma proposta de ensino por investigação, não podemos utilizar o título *problema* inadequadamente”. Neste sentido, a autora sinaliza para uma distinção entre o que se pode considerar como um problema propriamente dito e o que se apresenta como um simples exercício. De maneira bastante genérica, pode-se afirmar que uma dada situação caracteriza-se como um problema para um indivíduo quando, ao procurar resolvê-la, ele não chega a uma solução de forma imediata ou automática. Neste caso, necessariamente, o solucionador envolve-se num processo de reflexão e de tomada de decisões para chegar a uma solução. Numa atividade envolvendo apenas exercícios, por sua vez, o que se observa é o uso de rotinas/passos automatizados, quer dizer, as situações com as quais o indivíduo se depara já são por ele conhecidas, podendo ser resolvidas por meios ou caminhos habituais (CLEMENT, 2004; CLEMENT; TERRAZZAN, 2011, 2012; GARCÍA; GARCÍA, 2000; GARRET, 1995; GIL PÉREZ; TORREGROSA, 1987; PEDUZZI, 1997; POZO, 1998).

A distinção entre problema e exercício, porém, é bastante sutil, não podendo ser especificada em termos absolutos (PEDUZZI, 1997). Para uma determinada pessoa uma situação proposta pode configurar-se em um problema, enquanto para outra ou até para esta própria pessoa em um momento posterior, a mesma situação pode ser vista como um mero exercício. Por isso esta distinção, em última instância,

dependerá de cada indivíduo (de seus conhecimentos, de sua experiência e do grupo cultural de que faz parte), da tarefa proposta e de sua atitude diante dela.

Tendo em vista a valorização do problema no ensino por investigação, a argumentação em torno dele é bastante favorável, sinalizando que esta forma de ensino estimula os alunos a refletir, debater, formular questionamentos, elaborar e confirmar ou refutar hipóteses, justificar ideias e aplicar conhecimentos em situações novas (AZEVEDO, 2009; GIL PÉREZ et al., 1992; MUNFORD; LIMA, 2007; RODRIGUES; BORGES, 2008; SEGURA; MOLINA; PEDREROS, 1997). Tal argumentação está amparada também pelos Parâmetros Curriculares Norte-Americanos de Ensino de Ciências (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1996, 2008).

Além disso, se menciona que o ensino por investigação, dentre outros objetivos, vislumbra uma proposta de ensino que aproxime as ações didáticas ao fazer científico, ou seja, oportuniza ao aluno aprender ciência e sobre ciência (DEBOER, 2006; GARCÍA; GARCÍA, 2000; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2008). Com base nesse conjunto de argumentos, os trabalhos na área de educação científica buscaram apresentar propostas de como elaborar e desenvolver atividades didáticas com caráter investigativo.

Em relação à perspectiva de ensino por investigação, Munford e Lima (2007) chamam atenção para três concepções que julgam estar equivocadas: a primeira é relativa à ideia de que o ensino por investigação deve envolver necessariamente atividades experimentais ou se restringir a elas; a segunda é sobre a visão de que o ensino de ciências por investigação deverá ser conduzido sob a perspectiva de atividades bastante abertas e a terceira concepção trata da crença de que seria possível e necessário ensinar toda gama conceitual mediante uma perspectiva investigativa.

Ao analisar estas concepções Munford e Lima argumentam que a atividade experimental pode assumir um papel importante no ensino investigativo, todavia, alegam que há outras atividades não experimentais em que as características investigativas podem se destacar mais fortemente. Sobre atividades abertas, as autoras defendem que é importante se trabalhar com níveis de abertura, não deixando uma total liberdade para que os alunos escolham questões, delimitem os procedimentos investigativos e decidam como analisar seus resultados. Comentando a terceira concepção, estas mesmas autoras defendem que

há temas mais apropriados que outros para serem abordados por meio do ensino por investigação.

Segura, Molina e Pedreros (1997), no livro *Actividades de investigación em la clase de ciencias*<sup>9</sup>, apresentam três exigências importantes a serem respeitadas no desenvolvimento de atividades didáticas de caráter investigativo em sala de aula, a saber: coerência conceitual, coerência lógica e coerência de formulação.

Pela primeira exigência, relativa à coerência conceitual, admite-se que os alunos já possuem conhecimentos anteriores e considera-se que estes devem ser discutidos em aula a fim de cercá-los cada vez mais com as teorias científicas. Os autores justificam que este aspecto é importante por três razões: consideram que as concepções dos alunos não são errôneas, mas passos inevitáveis na construção do conhecimento e por isso devem ser valorizadas e discutidas em aula; afirmam que o conhecimento é uma construção pessoal e não uma transmissão do professor (emissor) para o aluno (receptor passivo); e admitem a existência de diferentes categorias de conhecimentos (espontâneos e científicos) considerando que a passagem dos conhecimentos espontâneos para os científicos não ocorre por um único evento.

Com a segunda exigência, os autores chamam a atenção para a correspondência entre a complexidade das atividades e assuntos propostos e o desenvolvimento intelectual dos estudantes. Com isso, problematizam e deixam claro que não é em qualquer momento da escolarização que é possível estudar qualquer que seja o assunto e abordá-lo com uma profundidade também qualquer, ou seja, a complexidade dos assuntos abordados deve evoluir gradativamente. Na terceira exigência ressaltam o aspecto da importância da forma com a qual as atividades didáticas são propostas, sinalizando que a escolha deve levar em conta o grau de interesse dos alunos pelas atividades e a necessidade do estudo das situações abordadas.

No contexto das atividades didáticas de resolução de problemas, Gil Pérez et al. (1992) propuseram um modelo chamado por eles de *modelo alternativo*. Tal modelo se baseia numa perspectiva de ensino-aprendizagem construtivista e os autores alertam para a necessidade de se evitar alguns procedimentos metodológicos normalmente praticados, como a tendência de seguir operativismos “cegos” ou uma linha de raciocínio em termos de certezas únicas e absolutas. Os autores partem da ideia de que os chamados problemas devem se constituir em

---

<sup>9</sup> Neste livro os autores apresentam resultados de um projeto de pesquisa sobre a temática de ensino por investigação, desenvolvido na Colômbia.

“verdadeiros problemas”, devendo permitir mais de um resultado e mais de uma forma de se chegar até ele(s). Portanto, propõem a elaboração de situações-problema abertas.

Problemas abertos são problemas que abrangem situações amplas e cuja resolução não é obtida de forma imediata ou automática. Neste caso, necessariamente, o solucionador deve envolver-se em um processo de reflexão e de tomada de decisões que o conduza ao estabelecimento de uma determinada seqüência de passos ou etapas. Assim, conforme Gil Pérez et al. (1992), não há a necessidade estrita de se formular "novos problemas" ou "problemas mais complexos" além daqueles já presentes nos planejamentos elaborados e/ou nos livros didáticos adotados pelos professores. O que eles propõem, como encaminhamento inicial, é a transformação das situações apresentadas nos exercícios usualmente trabalhados em sala de aula em “autênticos problemas”, a partir da transformação de seus enunciados. Vale ressaltar que nem todos os enunciados tradicionais permitem esta transformação, pois ela demanda que o enunciado contenha uma situação que possa ser problematizada. Outrossim, nada impede que problemas novos possam ser elaborados já sob a forma de enunciados que permitam resoluções de caráter investigativo (CLEMENT, 2004).

Nos trabalhos publicados por Clement (2004) e Clement e Terrazzan (2011, 2012) encontra-se resultados de análises feitas a partir da avaliação da implementação de um conjunto de atividades didáticas de resolução de problemas de lápis e papel, sob a formulação de problemas abertos, em aulas de Física no ensino médio. Estes autores apontam que inicialmente havia uma complexidade em torno da preparação e do desenvolvimento das atividades de resolução de problemas orientados por uma perspectiva investigativa. Porém, superados os obstáculos iniciais (preparação das atividades e dos professores implementadores) as atividades se mostraram adequadas para o tratamento de vários conteúdos conceituais da Física (conceitos, princípios e modelos), bem como para o tratamento de conteúdos procedimentais (técnicas e estratégias de resolução adotadas; argumentação oral e escrita) e atitudinais (juízos, normas e valores). Além disso, os autores apontam que o ensino por meio de uma abordagem investigativa, baseada na resolução de situações-problema (abertas), proporcionou aos alunos uma visão coerente, ainda que simplificada, das metodologias empregadas nas atividades científicas.

Nessa mesma perspectiva, de propor atividades didáticas com maior grau de abertura, Tamir (1991) apresenta uma categorização de



atividades investigativas em quatro níveis, que vão de uma atividade extremamente fechada até um nível mais aberto de investigação. O grau de abertura é definido em torno do fornecimento ou não do *problema* a ser resolvido na atividade; dos *procedimentos* a serem seguidos pelos alunos e das *conclusões* a serem tiradas com a realização da atividade. Assim sendo, em atividades denominadas de nível 0, são fornecidos aos alunos o problema, os procedimentos e as conclusões; de nível 1, são apresentados o problema e os procedimentos, ficando as conclusões em aberto; de nível 2, é dado apenas o problema e, por fim, em atividades de nível 3, tanto o problema quanto os procedimentos e as conclusões devem partir dos alunos.

Borges (2002) se utiliza desses níveis para evidenciar a diferença entre o laboratório tradicional e atividades investigativas. Para ele, em uma atividade experimental em que se apresenta um roteiro fortemente direcionado (laboratório tradicional) não se permite que o estudante investigue, restringindo a atividade à comprovação de leis. Para viabilizar uma maior exploração dos fenômenos envolvidos e desenvolver no aluno uma atitude de responsabilidade investigativa, segundo Borges, deve-se buscar a proposição de atividades experimentais com maiores graus de abertura. Este mesmo encaminhamento para o desenvolvimento de atividades experimentais sob a perspectiva investigativa é feito por Carvalho (2010).

Outros trabalhos, como o de Menegat, Clement e Terrazzan (2007), propõem uma estratégia didática com uso de textos de divulgação científica numa perspectiva investigativa. Estes autores acreditam que os textos não devam ser apenas lidos em sala de aula, mas que deva haver uma análise textual, realização de questionamentos, troca de ideias e elaboração de sínteses. Para isso, o ponto de partida da atividade acaba sendo uma ou mais situações-problema e a solução destas deve requerer o uso do texto.

Decorre do exposto que o ensino por investigação começou a ser utilizado para estruturar o desenvolvimento de ações de ensino centradas em diferentes recursos. O trabalho de Terrazzan, Silva e Zambon (2008), por exemplo, se apresenta como uma destas iniciativas, uma vez que propõe um processo de reestruturação de atividades escolares baseadas em recursos didáticos diversos (analogia, experimento e texto de divulgação científica). Os autores argumentam que as atividades, inicialmente elaboradas e desenvolvidas por modelos específicos para o uso de cada recurso em sala de aula, podem ser configuradas de forma a se centrarem na resolução de problemas. Para sustentar sua proposta eles

utilizam como perspectiva didático-pedagógica o ensino por investigação.

Afora isso, há perspectivas investigativas mais abrangentes como, por exemplo, a proposição feita por Carvalho (2013), organizando as atividades escolares em *sequências de ensino investigativas* – SEI. A autora, ao voltar-se ao ensino de ciências na educação fundamental, defende a perspectiva investigativa sob a organização das aulas em torno de SEI e as caracteriza da seguinte forma:

uma sequência de ensino investigativa deve ter algumas atividades-chave: na maioria das vezes a SEI inicia-se por um problema, experimental ou teórico, contextualizado, que introduz os alunos no tópico desejado e ofereça condições para que pensem e trabalhem com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático. É preciso, após a resolução do problema, uma atividade de sistematização do conhecimento construído pelos alunos. Essa sistematização é praticada de preferência por meio da leitura de um texto escrito quando os alunos podem novamente discutir, comparando o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema, com o relato do texto. Uma terceira atividade importante é a que promove a contextualização do conhecimento no dia a dia dos alunos, pois, nesse momento, eles podem sentir a importância da aplicação do conhecimento construído do ponto de vista social. Esta atividade também pode ser organizada para o aprofundamento do conhecimento levando os alunos a saber mais sobre o assunto. Algumas SEIS, para dar conta de conteúdos curriculares mais complexos, demandam vários ciclos dessas três atividades ou mesmo outros tipos delas que precisam ser planejadas. (p. 9).

Nesta abordagem de ensino por investigação constata-se que há uma intenção de que toda uma unidade conceitual seja trabalhada de acordo com a estruturação cíclica de atividades previstas pelas SEI. Neste sentido, ainda que de forma mais restrita, constata-se que há uma aproximação desta perspectiva com o que defende Cañal (1997) ao propor a investigação como princípio didático vertebrador, isto é, a investigação deve ser tomada como “opção didática global que pode

caracterizar e organizar coerentemente a prática escolar” (p. 37, tradução nossa).

Portanto, há por um lado perspectivas mais abrangentes e que buscam uma reestruturação curricular em torno da investigação (CAÑAL, 1997; CARVALHO, 2013) e outras mais pontuais, focadas na reorientação de atividades didáticas específicas (CARVALHO, 2010; BORGES, 2002; CLEMENT, 2004; CLEMENT; TERRAZZAN, 2012; FLOR, 1996; GARCÍA; GARCÍA, 2000; GIL PÉREZ et al., 1992; MENEGAT; CLEMENT; TERRAZZAN, 2007; SEGURA; MOLINA; PEDREROS, 1997; TAMIR, 1991; entre outros).

Assim sendo, a dinâmica de atividades didáticas por investigação pode desenvolver-se de diferentes formas: por meio de uma atividade de lápis e papel (resolução de problemas abertos); de uma atividade com uso de experimento (com diferentes níveis de abertura); de uma atividade com uso de texto; ou ainda, por sequências de ensino investigativas, conforme descrito acima. Além disso, outros tipos de atividades investigativas são possíveis, tais como: atividades teóricas, em que os alunos se envolvem em estudos de caso e deverão se posicionar frente a assuntos controversos; atividades com banco de dados, tendo como desafio a elaboração de uma argumentação baseada em evidências; atividades de simulação, explorando um fenômeno a partir de simulações em computador (SÁ et al., 2007). Entretanto, qualquer que seja o recurso metodológico predominante ou o encaminhamento dado, há sempre a presença de uma situação-problema em torno da qual a atividade se desenvolve e a investigação se concretiza.

### **3.2.3. Aspectos a Considerar na Elaboração de Situações-Problema**

Para a elaboração de situações-problema que possam compor uma atividade didática sob a perspectiva do ensino por investigação é importante que alguns aspectos sejam considerados. O conjunto de elementos destacados na sequência resulta da revisão de literatura efetuada e compõe-se de pontos julgados relevantes tanto nos trabalhos avaliados quanto em nossa análise. De toda forma, não objetivamos compor um conjunto de regras que devam necessariamente ser seguidas, mas elencar alguns critérios que possam nortear o processo de elaboração das situações-problema e o planejamento para o desenvolvimento de atividades investigativas.

Para a elaboração das situações-problema que venham a constituir uma atividade didática de caráter investigativo sugerimos que se considere:

1) A *Característica de Problema*: as situações-problema devem buscar uma formulação que possa caracterizar-se como um problema; uma tarefa que não seja solucionada de maneira automática mediante reproduções mecânicas ou literais, mas, que exija a mobilização de diversos recursos intelectuais (GARCÍA; GARCÍA, 2000).

2) *Elementos motivacionais*: na elaboração das situações-problema é importante que se dê atenção e se busque níveis ótimos de desafio, curiosidade, controle e imaginação/fantasia (GUIMARÃES, 2009; LEPPER; HODELL, 1989; PARKER; LEPPER, 1992; PINTRICH; SCHUNK, 2002). Entende-se aqui que o nível ótimo destes elementos não pode ser demarcado e fixado, ao contrário, ele irá depender da turma e do grau de escolarização (série). No entanto, em relação ao nível do desafio inerente à situação-problema, espera-se que seja buscado um equilíbrio de forma a não deixá-lo muito elevado (insuperável) e também não muito baixo, que gere desinteresse. Da mesma forma, deve-se agir em relação ao nível de curiosidade, buscando graus moderados de surpresa ou novidade e evitando que se criem discrepâncias muito acentuadas entre as crenças e conhecimentos anteriores dos estudantes. Em uma linguagem vigotskiana, deve-se buscar a formulação de situações-problema que proporcionem uma atuação dentro das zonas de desenvolvimento proximal, pensando na distância entre os níveis real e potencial dos estudantes (OLIVEIRA, 1997; VYGOTSKY, 1984).

As situações-problema constituem atividades a serem desenvolvidas em sala de aula, um contexto no qual cabe ao professor o estabelecimento de controle do processo de ensino-aprendizagem. No caso do ensino por investigação, é fundamental que os estudantes possam ter um papel ativo, expressando e debatendo suas ideias, e isso deve ser levado em consideração no momento da elaboração das situações-problema, ou seja, deve-se formular problemas que permitam, em seu processo de solução, que os estudantes se envolvam e construam resoluções de sua autoria. Neste sentido, o elemento *controle*, da forma como defendem autores relacionados aos estudos da motivação (GUIMARÃES, 2009; LEPPER; HODELL; 1989; entre outros) pode ser satisfeito. Para Lepper e Hodell (1989), o senso de responsabilidade e a motivação intrínseca dos estudantes estão diretamente relacionados

ao controle, isto é, ambientes escolares altamente controladores são inibidores destes aspectos afetivos.

O interesse dos estudantes pelas atividades escolares e, conseqüentemente, sua motivação intrínseca também mantém relação com a *imaginação/fantasia* nelas envolvido (GUIMARÃES, 2009; LEPPER; HODELL; 1989). Na elaboração das situações-problema é possível que se contemple este aspecto, buscando em algumas delas formulações voltadas a contextos fictícios, imaginários, de simulação ou mesmo com graus de ludicidade.

3) A *Natureza das situações-problema*: a natureza da situação-problema é o critério responsável por apontar o tipo de contexto problematizado pelas situações-problema (CLEMENT; PERINI, 2007; FERREIRA, PERINI; CLEMENT, 2009; NASCIMENTO; CLEMENT; TERRAZZAN, 2003; PERINI; FERREIRA; CLEMENT, 2009; SILVA; PORTO; TERRAZZAN, 2007). O contexto poderá ser:

- *Interno à área de conhecimento* (interno à Física, à Química, à Biologia, etc) - neste caso, a situação-problema apresenta um enunciado e uma formulação focada, principalmente, em aspectos internos à estrutura conceitual da área do saber (disciplinar). Por conseguinte, o processo de solução deste tipo de situações-problema concentra-se majoritariamente na discussão, apropriação e utilização de conhecimentos pertencentes a essa estrutura conceitual.
- *Vivência cotidiana* - a formulação das situações-problema contextualiza aspectos voltados ao cotidiano ou à interpretação de fenômenos naturais, processos ou aparatos tecnológicos. A resolução destas situações-problema possibilita uma análise, discussão, interpretação e utilização de conhecimentos que extrapola os limites disciplinares da área de conhecimento (Física, Química, Biologia, etc).

4) A *diversificação das situações-problema*: Da mesma forma que se pode variar o contexto problematizado pelas situações-problema é importante que as próprias situações-problema sejam variadas, possibilitando processos de resolução que envolvam a utilização de diferentes estratégias e recursos didático-pedagógicos. Sob a perspectiva de diversificação é relevante a ideia de graus de abertura das situações-problema proposta por alguns autores para o desenvolvimento de atividades investigativas (CARVALHO, 2010; BORGES, 2002;

CLEMENT, 2004; CLEMENT; TERRAZZAN, 2012; GIL PÉREZ et al., 1992; TAMIR, 1991). Além do mais, a possibilidade dos estudantes se defrontarem com diferentes tipos de formulações de problemas, bem como, com a utilização de recursos distintos, desempenha um papel relevante sobre o interesse deles pelas atividades e proporciona uma ampliação no foco de aprendizagens a serem desenvolvidas.

5) A *natureza dos conteúdos focados*: a situação-problema poderá abranger o trabalho de conteúdos de natureza conceitual, procedimental e atitudinal. Os conteúdos conceituais englobam os dados/fatos, conceitos, princípios e modelos (POZO, 2000). Os conteúdos procedimentais expressam um saber fazer, que envolve tomada de decisões e realização de uma série de ações, de forma ordenada e não aleatória, para atingir uma meta (COLL; VALLS, 2000; POZO; POSTIGO; CRESPO, 1995; PRO BUENO, 1995, 1997, 1998). Esta definição é amparada por um entendimento comum entre vários autores sobre o que sejam os conteúdos procedimentais, pois permite a clara identificação dos traços característicos de todo procedimento, quais sejam: a) referir-se a uma atuação; b) não ser uma atuação qualquer, mas ordenada; c) objetivar o alcance de uma meta (CLEMENT; TERRAZZAN, 2011).

Em relação à definição do conceito de conteúdos atitudinais, nos valem de uma caracterização feita por Sarabia (2000, p. 122), que afirma que atitudes são “tendências ou disposições adquiridas e relativamente duradouras a avaliar de um modo determinado um objeto, pessoa, acontecimento ou situação e a atuar de acordo com essa avaliação”. O autor se baseou nas seguintes definições de atitude para chegar à sua caracterização:

Uma organização duradoura de processos motivacionais, emocionais, perceptivos e cognitivos em relação a algum aspecto do mundo do indivíduo (Krech & Crutchfield).

Uma tendência ou predisposição do indivíduo para avaliar um objeto ou símbolo desse objeto (Katz & Stotland).

Uma predisposição relativamente estável da conduta em relação a um objeto ou setor da realidade (Castillejo). (SARABIA, 2000, p. 122).

As atitudes são, possivelmente, os conteúdos mais difíceis de serem abordados pelos professores. Em geral, eles estão mais habituados e preparados para ensinar aos seus alunos, por exemplo, as Leis de

Newton, o ajuste de equações químicas, as partes da célula, do que para ensiná-los o trabalho em grupos, as regras de comportamento em sala de aula, a cooperação e ajuda entre colegas ou as formas de descobrir o interesse pela Ciência de modo a conhecer o mundo que os rodeia (POZO; CRESPO, 1998). Essa dificuldade ou complexidade atribuída a tal conjunto de conteúdos justifica-se, primordialmente, por envolver tanto a cognição (conhecimentos e crenças) quanto os afetos (sentimentos e preferências) e as condutas (ações manifestadas e declarações de intenções).

Os cinco critérios elencados e descritos acima não podem ser contemplados na formulação de uma única situação-problema, mas em um conjunto delas isso se mostra possível. Afora estes critérios, algumas observações sobre o processo de desenvolvimento das atividades de caráter investigativo são pertinentes. Conforme já frisado, o ensino por investigação, além de se fundamentar em torno de situações-problema, prima por uma ativa participação dos estudantes na construção das resoluções, visando o desenvolvimento de aprendizagens de Ciências e sobre Ciências. Estas características requerem um trabalho de sala de aula diferenciado, em que se considere e valorize os conhecimentos dos estudantes e se permita a discussão e a troca de ideias entre eles e com o professor. Neste sentido, o trabalho em grupo é sempre significativo. Da mesma forma, o professor terá papel importante na realização das atividades, procurando ajudar os alunos quando necessário, sem lhes tirar as oportunidades de novas aprendizagens e a autoria das resoluções construídas. A metodologia investigativa proposta por García e García (2000), descrita na seção anterior, sintetiza adequadamente uma forma para encaminhar o desenvolvimento deste tipo de atividades.

### **3.3. Observações e Demandas Relativas ao Ensino por Investigação**

Ressaltamos que a importância dos problemas para a construção do conhecimento escolar não é exclusividade do ensino por investigação, embora nesta perspectiva isso fique mais claramente demarcado. Em outras vertentes educacionais presentes na educação científica e tecnológica também se encontra uma valorização dos problemas para construção do conhecimento escolar. Apenas para exemplificar, citamos algumas vertentes em que isso ocorre: a) ensino interdisciplinar, que encontra em Gerard Fourez uma fundamentação

teórica e metodológica – as Ilhas de Racionalidade (FOUREZ, 1994); abordagens temáticas (disciplinares ou interdisciplinares), fundamentadas na educação dialógica (proposta por Paulo Freire) e/ou em perspectivas vygotskianas (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009; MALDANER, 2007, entre outros); c) linhas focadas no movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (AULER, 2002; SANTOS, 2008; SANTOS e MORTIMER, 2001, entre outros)<sup>10</sup>. Os pressupostos educacionais das perspectivas de ensino-aprendizagem de ciências citadas são distintos daqueles presentes no ensino por investigação. No entanto, o que há em comum entre elas e o ensino por investigação, para além da importância dos problemas ou problematizações para a promoção da aprendizagem escolar, é o fato de buscarem uma superação do ensino diretivo e centrado unicamente na abordagem conceitual.

Ações de ensino por investigação, conforme retratado na descrição de trabalhos feita anteriormente, possibilitam a preparação e o desenvolvimento de atividades de ensino-aprendizagem que não demandam necessariamente de uma reestruturação curricular e/ou disciplinar, permitindo intervenções didático-pedagógicas pontuais e com significativos ganhos para os estudantes. De forma geral, os resultados apresentados pelos pesquisadores são favoráveis a este tipo de abordagens, destacando a aprendizagem dos alunos em um contexto de ensino por investigação. Estes mesmos trabalhos/resultados também podem fomentar o planejamento de novos estudos que visam o desenvolvimento de atividades didáticas sob esta perspectiva de ensino-aprendizagem. Afora isso, como no Brasil a abordagem investigativa voltou a fazer parte das agendas de pesquisa em educação em ciências a partir do ano 2000, após a publicação dos PCN, há demanda para que estudos sejam realizados de forma a contribuir com o estabelecimento de possibilidades e limites para o ensino por investigação (MUNFORD; LIMA, 2007; RODRIGUES; BORGES, 2008). Este conjunto de aspectos, juntamente com a presença de um discurso favorável a formação da autonomia dos estudantes, fez com que adotássemos o ensino por investigação como perspectiva didático-pedagógica em nossa pesquisa.

---

<sup>10</sup> Encontra-se em Gehlen (2009) e em Gehlen e Delizoicov (2011, 2012), análises importantes sobre a concepção, caracterização e função do problema no ensino de ciências, particularmente, em atividades didático-pedagógicas focadas em perspectivas freirianas e vygotskianas.



Nos escritos sobre o ensino por investigação, a correlação entre esta teoria e a formação da autonomia dos estudantes não é explicitada. Porém, as características desta perspectiva didático-pedagógica (descritas ao longo deste capítulo) alimentam um discurso transversal que dá sustentação a nossa alegação. Nas publicações que descrevem o ensino por investigação fica evidenciada uma clara defesa da participação ativa do estudante e, além disso, alega-se: que os alunos devem encaminhar processos de resolução para as situações-problema, mediante escolhas e decisões próprias; que devem avaliar os resultados alcançados; que as aprendizagens obtidas podem auxiliá-los em tomadas de decisões futuras e ligadas ao seu dia-a-dia; que as aprendizagens lhe permitirão o desenvolvimento de habilidades para questionar, raciocinar e pensar criticamente; entre outros pontos (BARROW, 2006; DEBOER, 2006; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2008).

Assim sendo, os elementos apresentados são fortes e favoráveis à promoção de autonomia por meio do ensino por investigação. No entanto, o discurso está alinhado com a ideia de que a autonomia é processo/produto, ou melhor, uma competência cognitiva a ser alcançada. Essa é uma argumentação muito próxima daquela sobre autonomia presente na literatura e legislação/documentação da educação científica e tecnológica, descrita no capítulo 2. Entendemos que é uma defesa importante sobre a formação da autonomia (não há nada de errado nela), porém, julgamos que é fundamental buscar a valorização e a incorporação da dimensão da autonomia enquanto necessidade psicológica organísmica. Acreditamos que esta relação seja possível mediante o desenvolvimento de ações de ensino por investigação e assumimos este desafio na presente pesquisa.

Para avançar na promoção da autonomia, compreendendo suas distintas dimensões, é fundamental atentarmos para o papel do professor no desenvolvimento de atividades didáticas de caráter investigativo. Nos trabalhos baseados no ensino por investigação, descritos anteriormente, encontramos encaminhamentos sobre a preparação de atividades didáticas específicas e algumas indicações de como o professor deveria atuar para o desenvolvimento das mesmas. As orientações se constituem majoritariamente como ações procedimentais a serem seguidas pelo professor. Neste sentido, é preciso aprofundar a reflexão a respeito de como o professor poderá ajudar o estudante no processo de construção dos conhecimentos escolares e na formação de sua autonomia, mediante as ações de ensino por investigação.

Para este aprofundamento acreditamos que o enfoque construtivista possa fornecer elementos para a compreensão de qual é o papel dos professores no desenvolvimento de atividades didáticas de caráter investigativo. Ações de ensino-aprendizagem baseadas no ensino por investigação apresentam fortes características construtivistas. Isso nos conduz, mesmo que diacronicamente, à realização de uma reflexão sobre o construtivismo educacional, destacando suas características principais e evidenciando como esta vertente teórica fundamenta a intervenção didático-pedagógica realizada, bem como as análises decorrentes deste trabalho.

## **CAPÍTULO 4:**

### **CONSTRUTIVISMO EDUCACIONAL, ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E AUTODETERMINAÇÃO: CONSTRUINDO RELAÇÕES**

Tendo em vista que o ensino por investigação permite uma leitura sob o foco construtivista, encaminhamos neste capítulo uma reflexão sobre o construtivismo educacional. Assim, explicitamos elementos que fundamentam esta leitura, bem como, aqueles que serviram de referência para nosso trabalho, tanto de intervenção didático-pedagógica, quanto de análise dos resultados. Na reflexão conduzida destaca-se, também, a proximidade entre perspectivas de ensino construtivistas e estratégias promotoras de motivação. Já na parte final do capítulo alinhavamos, teoricamente, uma possibilidade de promoção da motivação autônoma dos alunos mediante ações de ensino por investigação.

#### **4.1. Construtivismo Educacional**

O construtivismo é um movimento que tem suas origens nos domínios teóricos da filosofia, psicologia e sociologia, assumindo atualmente conotações e sentidos específicos nos contextos e áreas de conhecimento em que é utilizado (GALIAZZI, 2008; PORLÁN, 2004; PORLÁN; GARCÍA; CAÑAL, 2000). Assim sendo, não é possível falar em construtivismo sem que este seja caracterizado, pois, segundo Bastos (2002, p. 9), “construtivismos diferentes são possíveis” e, portanto, seria errôneo pensar que existe uma única definição sobre o que é o construtivismo. Neste contexto, Galiazzi (2008), ao realizar uma investigação sobre os entendimentos e usos do termo construtivismo, destacou quinze significados diferentes. Segundo a autora, embora haja diferenças, todos eles compartilham a ideia de construção do conhecimento. A polissemia do termo e a reivindicação da compreensão de suas diversas origens ainda é fonte de controvérsias, como atesta o debate, relativamente recente, encontrado nos trabalhos de Gil-Pérez et al. (2002) e Niaz et al. (2003).

Como nosso trabalho de pesquisa está direcionado ao campo da educação, voltamos a atenção para o construtivismo educacional, movimento que se estruturou durante a década de 60 como uma possibilidade de superar os problemas da educação tradicional

(GALIAZZI, 2008; LAROCHELLE; BEDNARZ; GARRISON, 1998). Historicamente, esta vertente do construtivismo foi influenciada pelas produções do campo da psicologia e, em especial, pelas obras de Piaget e Vygotsky, fundamentais para o estabelecimento de novas compreensões e proposições de processos de ensino-aprendizagem (PALMER, 2005; PHILLIPS, 1995).

Em uma caracterização mais abrangente, Fosnot (1998, p. 46) considera que construtivismo é essencialmente “uma teoria sobre a aprendizagem, não uma descrição do ensino”. Assim, segundo Fosnot esta teoria pressupõe que a aprendizagem é “um processo de construção recursivo, interpretativo, realizado por aprendizes ativos que interagem com o mundo físico e social” (p. 47). Ao defender determinadas concepções epistemológicas e ontológicas, o construtivismo tende a sustentar uma diretriz pedagógica responsável por orientar ações metodológicas para a sala de aula. Nesse sentido, o construtivismo busca a transição de uma atitude escolar objetivista para uma construtivista, o que implica em mudanças na visão, planejamento e desenvolvimento das práticas didáticas.

Atualmente, é possível dividir o construtivismo educacional em duas linhas, uma designada ao *construtivismo pessoal* ou *cognitivo* e outra ao *construtivismo social* (Phillips, 1995; Palmer, 2005). Esta separação é justificada pelas perspectivas educacionais e as bases teóricas (influências provenientes da psicologia) que fundamentam cada uma dessas vertentes. À luz dos referenciais kellyano e piagetiano, o construtivismo pessoal apropriou-se da e expandiu a ideia de que a aprendizagem é um processo majoritariamente individual, no qual a construção de conhecimentos ocorre mediante interações do indivíduo com o mundo (AGUIAR, 1998; LABURÚ; CARVALHO; BATISTA, 2001; MATTHEWS, 1997, 2000).

Para Palmer (2005, p. 1855, tradução nossa), o construtivismo cognitivo “ênfata a construção pessoal do conhecimento. De acordo com esta visão, os professores possuem um papel relativamente periférico, tendo que oferecer essencialmente experiências adequadas que facilitarão a aprendizagem”. Nessa perspectiva, difundiu-se vigorosamente a noção de que qualquer desenvolvimento eficaz de novos conhecimentos, pelos alunos, começa com o reconhecimento de suas crenças e ideias prévias, em um processo dialético de geração e superação de conflitos cognitivos. Esta visão mantém uma estreita relação com o início de um grande movimento de mapeamento de pré-concepções de estudantes na educação em ciências (ideias intuitivas;

concepções espontâneas, alternativas, errôneas (como também foram denominadas). Tal movimento foi desencadeado no final da década de 70 (DRIVER; EASLEY, 1978; VIENOT, 1976), estendendo-se durante a década de 80.

Já voltado ao processo de aprendizagem, em função da incompatibilidade das ideias intuitivas dos estudantes formadas em seu cotidiano com as explicações científicas, começam a surgir modelos para buscar a mudança conceitual. Posner et al. (1982) distinguem duas fases no processo de aprendizagem de conceitos científicos: a *assimilação* (ou captura conceitual) e a *acomodação* (ou troca conceitual). Os autores sinalizam que, na assimilação, ao se caracterizar incompatível com o conhecimento prévio do aluno, o conceito novo pode ser incorporado ao seu sistema conceitual já previamente estabelecido. Já a acomodação é a forma mais radical de mudança conceitual, caracterizada pela incompatibilidade entre os conceitos prévios e os novos, gerando assim um conflito cognitivo que, por sua vez, é solucionável à medida que o conhecimento prévio é substituído pelo novo. Para que ocorra a mudança conceitual caracterizada pelo processo de acomodação, os autores propuseram um modelo baseado em quatro condições: 1) deve existir insatisfação com as concepções espontâneas; 2) o conceito novo deve ser inteligível; 3) o conceito novo deve ser plausível (verossímil) e; 4) o conceito novo deve ser útil (frutífero).

Com esse modelo de mudança conceitual pressupunha-se que os estudantes abandonariam as concepções espontâneas, passando a raciocinar mediante os conhecimentos científicos. No entanto, vários trabalhos mostraram que a mudança conceitual não acontecia tão facilmente no processo de ensino-aprendizagem (GILBERT; WATTS, 1983; SOLOMON, 1983; entre outros). Diante disso, alguns autores apontaram que a aprendizagem se desenvolve a partir da relação entre os conhecimentos pré-existentes e os novos conhecimentos. Os conhecimentos novos são interpretados e lhes é atribuído algum significado e sentido mediante a relação com os conhecimentos prévios (DRIVER, 1988; MOREIRA; NOVAK, 1988; NOVAK, 1988).

Sob esta última perspectiva, Mortimer (1995) propõe um modelo chamado de perfil conceitual, no qual concebe a possibilidade do indivíduo desenvolver e conviver com diferentes formas de pensamento e ainda utilizar uma ou outra dependendo do contexto. Para tanto, no modelo de perfil conceitual também é possível que se desenvolvam novos conhecimentos independentemente das ideias prévias, fazendo

com que haja uma evolução de ideias e não uma substituição. Isso fica claro quando afirma que a noção de perfil conceitual (MORTIMER, 1996, p. 23)

[...] permite entender a evolução das ideias dos estudantes em sala de aula não como uma substituição de ideias alternativas por ideias científicas, mas como a evolução de um perfil de concepções, em que as novas ideias adquiridas no processo de ensino-aprendizagem passam a conviver com as ideias anteriores, sendo que cada uma delas pode ser empregada no contexto conveniente. Através dessa noção é possível situar as ideias dos estudantes num contexto mais amplo que admite sua convivência com o saber escolar e com o saber científico.

Todo esse movimento em torno das concepções prévias foi decisivo para evidenciar e fortalecer um elemento central do construtivismo educacional, que é a defesa de que os estudantes são possuidores de conhecimentos prévios, os quais desempenham papel significativo em suas novas aprendizagens (PORLÁN, 2004).

Assim como haviam compreensões distintas em torno da mudança conceitual, que é um aspecto mais específico do processo de ensino-aprendizagem, também existiam leituras diferentes sobre a construção do conhecimento como um todo. O construtivismo pessoal, por exemplo, se configurou em uma linha mais radical na leitura e defesa feitas por Ernst Von Glasersfeld. Segundo Glasersfeld (1989), o construtivismo se baseia em dois princípios que são fundamentais para o estudo do desenvolvimento cognitivo, do ensino e da aprendizagem: “(1) o conhecimento não é passivamente recebido, mas ativamente construído pelo sujeito cognoscente e (2) a função da cognição é adaptativa e serve à organização do mundo experiencial e não à descoberta da realidade ontológica” (p. 162, tradução nossa). De acordo com Pietrocola (1999), Glasersfeld radicalizou a versão original do construtivismo cognitivo incluindo asserções sobre a impossibilidade de acesso à realidade, inspirando muitos relativistas a se apropriarem de suas ideias.

Várias críticas foram dirigidas ao construtivismo pessoal. Uma das mais fortes foi direcionada ao foco central da teoria, questionando a suposição de que o conhecimento científico pudesse ser construído individualmente pelo aluno (MATTHEWS, 2000). Os críticos, em geral, se apoiaram no argumento de que, didaticamente falando, “nenhuma

experiência ou observação individual pode, de todo, estabelecer ou orientar a construção de conceitos científicos que são, em última instância, construções abstratas, idealizadas” (LABURÚ; ARRUDA, 2002, p. 479). Além disso, outros autores colocaram em cheque o critério de validade dos conhecimentos construídos; a possibilidade de uma universalização de conhecimentos, a impossibilidade da aprendizagem mediante a transmissão de significados, entre outros (GARRISON, 1997; HARDY; TAYLOR, 1997; LABURÚ; ARRUDA, 2002; MATTHEWS, 2000).

Para contornar as críticas direcionadas ao construtivismo pessoal, alguns pesquisadores das áreas de educação e de educação em ciências apoiaram-se no construtivismo social. Com esta vertente buscou-se, fundamentalmente, superar a visão de que a construção do conhecimento se daria de maneira essencialmente individual. O construtivismo social enfatiza a importância da sociedade, da cultura e da linguagem na construção do conhecimento (LABURÚ; ARRUDA, 2002; LEMKE, 2001; PALMER, 2005). Para Laburú e Arruda (2002, p. 478), um ponto importante a ser considerado é “que os construtivistas sociais acreditam que a construção do conhecimento tem uma componente social e não pode ser considerada gerada por um indivíduo, agindo independentemente do seu contexto social”. Da mesma forma, Palmer (2005, p. 1855, tradução nossa) afirma que “[...] de acordo com esta perspectiva, o conhecimento é socialmente construído e a aprendizagem se dará em particulares contextos sociais e culturais”. Dessa forma, Vygotsky passou a ser um referencial importante para o construtivismo social, em função de sua argumentação plausível e consistente sobre a construção de conhecimento mediada por interações sociais (PHILLIPS, 1995).

Na educação em ciências há caracterizações em torno do aluno, enquanto sujeito do conhecimento, que fortalecem os aspectos do construtivismo social destacados acima. Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009, p. 122) argumentam que “a aprendizagem é um processo interno que ocorre como resultado da ação de um sujeito” e caracterizam esta ação afirmando que a aprendizagem “não é resultado de qualquer ação: ela só se constrói em uma interação entre esse sujeito e o meio circundante, natural e social”. Sob esta perspectiva, estes mesmos autores atribuem ao aluno (sujeito indivíduo) um caráter de *sujeito coletivo*, defendendo que cada aluno

[...] se constitui como sujeito coletivo à medida que interage, estabelecendo relações com o meio

físico e social pelas quais se apropria de padrões quer de comportamento quer de linguagem, para uma abordagem do objeto do conhecimento. É, portanto, um sujeito *não neutro*, mas para além da consequente diversidade das interações em que está inserido, é concebido como *ontológico*, ou seja, como possuidor de uma natureza que é comum a todos e a cada um dos seres humanos, incluindo nessa universalidade a capacidade de se construir como um aparato cognitivo que lhe permita conhecer, caracterizando-se também como um *sujeito epistêmico*. (p. 184).

Diante dessa descrição do aluno como sujeito coletivo, Delizoicov, Angotti e Pernambuco alegam que é necessário que as interações vivenciadas pelo estudante sejam de qualidade, independentemente do ambiente em que elas ocorram. Assim sendo, para aquelas interações propiciadas durante as situações de ensino escolar, ressaltam a importância da atuação docente, afirmando que

É fundamental, portanto, que a atuação docente dedique-se – e, em muitas situações, seja desafiada – a planejar e organizar a atividade de aprendizagem do aluno mediante *interações adequadas*, de modo que lhe possibilite a apropriação de conhecimentos científicos, considerando tanto seu produto – isto é, conceitos, modelos, teorias – quanto a dimensão processual de sua produção. (p. 184).

Em uma visão similar, Onrubia (2009) argumenta que a ajuda pedagógica ao aluno, a quem cabe a construção do conhecimento, é necessária, uma vez que

[...] sem ela é altamente improvável que os alunos cheguem a aprender, e a aprender da maneira mais significativa possível, os conhecimentos necessários ao seu desenvolvimento pessoal e à sua capacidade de compreensão da realidade e de atuação nela, que a escola tem a responsabilidade social de transmitir. (p. 123).

Diante disso, Onrubia defende um ensino como *ajuda ajustada*, que pressupõe “[...] desafios abordáveis para o aluno; abordáveis não no sentido de que possa resolvê-los ou solucioná-los sozinho, mas de que possa enfrentá-los graças à combinação entre suas próprias possibilidades e os apoios e instrumentos recebidos pelo professor” (p.



125). Depreende-se deste argumento, que o princípio da ajuda ajustada resgata a possibilidade de incidência sobre a aprendizagem e de encaminhá-la para certa direção.

Nesta perspectiva, Onrubia sugere como encaminhamento que, para oferecer uma ajuda ajustada, é importante que se criem *zonas de desenvolvimento proximal* (ZDP) e nelas se ofereça assistência. A noção de ZDP foi proposta por Vygotsky, ao abordar a importância da relação e interação social para promoção da aprendizagem e desenvolvimento humano. Vygotsky (1984) caracteriza as ZDP como uma distância entre dois níveis de desenvolvimento – o real e o potencial. O nível de desenvolvimento real é caracterizado pela capacidade atual da pessoa agir e resolver problemas de forma individual. Já o nível de desenvolvimento potencial é determinado mediante a atuação e resolução de problemas sob a orientação de um adulto, mais experiente ou em colaboração com iguais mais capazes. Para Vygotsky a ZDP

[...] define aquelas funções que ainda não amadureceram, mas que estão em processo de maturação, funções que amadurecerão, mas que estão presentemente em estado embrionário. Essas funções poderiam ser chamadas de ‘brotos’ ou ‘flores’ do desenvolvimento, ao invés de frutos do desenvolvimento” (p. 97).

Dessa forma a ajuda pedagógica, ao se valorizar o papel do professor e do contexto, não pressupõe a transmissão direta de conhecimentos, mas, sobretudo, que a intervenção didática, fundamental para construção dos conhecimentos novos, se ajuste à atividade construtiva dos alunos a cada passo do processo de aprendizagem (CUSTÓDIO et al., 2013).

Sob uma perspectiva mais abrangente Coll (2004, p. 31) destaca que “[...] ninguém pode suprir o aluno em seu processo de construção pessoal e que nada pode substituir a ajuda que supõe a intervenção pedagógica, para que essa construção seja realizada”. Sendo assim, para Coll, a ajuda pedagógica é determinante para que ocorra a construção de conhecimento por parte do aluno e, além disso, esta ajuda se caracteriza por um processo da mesma forma como concebe a aprendizagem escolar. Por essa razão, Coll (2004, p. 31) afirma que:

[...] não se pode assimilar a concepção construtivista com uma metodologia didática ou com um método de ensino particular. Não acredito que exista uma metodologia didática construtivista; o que existe é uma estratégia

didática geral de natureza construtivista que é regida pelo princípio de ajuste da ajuda pedagógica e que pode ser caracterizada em múltiplas metodologias didáticas particulares de acordo com o caso. Em algumas ocasiões, o ajuste da ajuda pedagógica é obtido proporcionando-se ao aluno uma informação organizada e estruturada; em outras, formulando indicações e sugestões mais ou menos detalhadas para resolver algumas tarefas; em outras, ainda, permitindo-lhe que escolha e desenvolva de forma totalmente autônoma determinadas atividades de aprendizagem.

Toda essa argumentação em torno das interações entre professor e alunos ganha relevância no construtivismo social, justamente porque nesta perspectiva, diferentemente de como se concebia no construtivismo pessoal, os professores “têm um papel central, fornecendo orientação e apoio aos alunos” (PALMER, 2005, p. 1855, tradução nossa).

No entanto, o construtivismo social não ficou isento de críticas e questionamentos. Aqui destacamos alguns dos questionamentos levantados: Como se estabelece na aprendizagem a relação entre as componentes sócio-cultural e pessoal? O que se quer dizer com a importância da negociação que deve ocorrer entre o *expert* e o aprendiz? Como pensar a universalização de saberes, tendo em vista que a legitimação do saber pode ser estabelecida para cada grupo sócio-cultural? Qual a visão sobre a construção dos conhecimentos científicos e o critério de verdade (aspecto epistemológico)? (LABURÚ; CARVALHO; BATISTA, 2001; MATTHEWS, 2000).

Embora não tenham sido elaborados e apresentados com o propósito de respondê-las, para algumas destas críticas há encaminhamentos frutíferos, que auxiliam e fomentam uma melhor compreensão, em particular, ao que diz respeito às interações entre professor e aluno no processo de construção do conhecimento e sobre as relações sócio-culturais e pessoais, conforme destaques feitos com base nas ideias de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2009) e Onrubia (2009). Ainda, em relação às críticas, encontram-se, por exemplo, descrições relevantes em Porlán, García e Cañal (2000), Porlán (2004) e Coll et al. (2009) que ajudam na reflexão e no estabelecimento de perspectivas construtivistas sustentáveis para o contexto escolar. Além disso, embora possamos considerar que as críticas ao construtivismo

social sejam pertinentes, algumas delas, em especial aquelas que se referem à perspectiva epistemológica do conhecimento, poderiam ser estendidas a qualquer outra concepção de ensino-aprendizagem.

Em todas as suas vertentes, o construtivismo educacional foi responsável por questionar, na década de 70, uma visão de ensino hegemônica, fundamentada epistemologicamente no positivismo. Teceu críticas ao ensino transmissivo e apresentou uma nova visão sobre o processo de aprendizagem e, conseqüentemente, sobre o ensino. Nesse sentido, na visão de Aguiar (1998), deslocar o centro de atenção dos métodos de ensino (técnicas) para os processos de aprendizagem foi uma das maiores influências do movimento construtivista para o contexto educacional.

Ogborn (1997, p. 131, tradução nossa) destaca a contribuição do construtivismo educacional para o avanço da investigação sobre processos de ensino-aprendizagem, sobretudo, sob quatro aspectos, sintetizados de forma bastante precisa, conforme segue:

- A importância do envolvimento ativo do estudante para o alcance de entendimentos;
- A importância do respeito pelo estudante e por suas próprias ideias;
- A compreensão de ciência constituída de ideias criadas por seres humanos;
- A primazia por uma concepção de ensino que capitaliza e usa o que os estudantes já sabem, com o intuito de superar suas dificuldades para a compreensão de novos saberes com base na sua visão de mundo.

Nesse sentido, surgiu uma nova visão sobre o aluno e seu papel enquanto aprendiz. O aluno deixou de ser visto como um indivíduo passivo, vazio de conhecimento, e passou a assumir uma participação ativa no processo de aprendizagem. Com isso, foram requeridas, igualmente, modificações na concepção, organização e desenvolvimento das práticas didáticas (MARÍN; BENNARROCH; JIMÉNEZ GÓMEZ, 2000; PALMER, 2005; PHILLIPS, 1995).

Tendo por base os aspectos positivos do movimento construtivista educacional, vários trabalhos pedagógicos são desenvolvidos e acabam por se caracterizar como construtivistas. Diante disso, alguns autores levantaram o questionamento acerca de se haveria um conjunto de características que pudessem compor critérios para analisar e avaliar ações desta natureza (BAVISKAR; HARTLE; WHITNEY, 2009; CUSTÓDIO et al., 2013).

Baviskar, Hartle e Whitney (2009), apresentam quatro critérios considerados por eles como essenciais e indispensáveis para classificar uma metodologia didático-pedagógica como construtivista. Os critérios propostos são os seguintes:

1. eliciação dos conhecimentos prévios;
2. criação do conflito cognitivo;
3. aplicação do conhecimento com *feedback*;
4. reflexão sobre a aprendizagem.

Baviskar e colaboradores, em seu artigo, sinalizam claramente que concebem o construtivismo como uma teoria de aprendizagem e não uma teoria da estrutura curricular. Assim sendo, não pretendem que os critérios sejam lidos como uma metodologia para a estruturação de ações construtivistas, mas sim, que possam servir de referência para análise de propostas de ensino que queiram seguir a visão construtivista, ou seja, são critérios meta-analíticos. Além disso, para eles os critérios propostos são representativos da teoria do construtivismo pessoal, julgando que o construtivismo social não teria feito referência ao contexto escolar. Esta conclusão, manifestada por Baviskar e colaboradores, é fruto de uma transposição demasiadamente linearizada e direta da discussão em torno do construtivismo social no campo da sociologia para o campo da educação, conforme apontado por Custódio et al. (2013).

Embora se reconheça que Baviskar, Hartle e Whitney não tivessem tido a intenção de propor em seu artigo uma discussão completa sobre o construtivismo, não ficou evidenciada a razão pela qual não reconheceram a importância do construtivismo social no campo da educação, da maneira como o descrevemos anteriormente. Neste sentido, a crítica dirigida a eles por Custódio et al. é pertinente. Afora isso, Custódio e colaboradores avançaram na discussão sobre a proposição de critérios para analisar processos de ensino-aprendizagem construtivistas, acrescentando um quinto critério aos quatro apresentados em Baviskar, Hartle e Whitney (2009) e estendendo-os como válidos para as duas vertentes do construtivismo educacional (pessoal e social).

Assim sendo, Custódio e colaboradores, focados na relevância do papel do professor no processo de ensino-aprendizagem, em especial, da forma como Onrubia (2009) o propõe ao apresentar e caracterizar a noção de *ajuda ajustada*, afirmam:

Enfim, acreditamos que quando se objetiva avaliar práticas didáticas de natureza construtivista, constata-se a relevância de um critério que analise o papel do professor no processo de oferecer uma ajuda ajustada, para que os alunos construam seus conhecimentos. Para tal, propomos o critério denominado *Ajuda para a Apropriação do Conhecimento*. Este critério se caracteriza como um elemento de vigilância da ação do professor e das estratégias e instrumentos didático-metodológicos, para o oferecimento da ajuda ajustada. Portanto, defendemos a inclusão de mais este critério aos quatro propostos por Baviskar et al. (2009), totalizando cinco critérios relevantes para a análise de práticas didáticas construtivistas. (CUSTÓDIO et al., 2013, p. 21).

Portanto, estabeleceram os cinco critérios na seguinte ordem:

1. elicitación dos conhecimentos prévios;
2. criação do conflito cognitivo;
3. *ajuda para a apropriação do conhecimento*;
4. aplicação do conhecimento com feedback;
5. reflexão sobre a aprendizagem.

Ainda em relação à proposição do critério *ajuda para a apropriação do conhecimento*, os autores afirmam que ele dará lugar tanto a uma distinção entre uma ação didático-pedagógica construtivista e uma ação tradicional, centrada em métodos diretivos, quanto a uma diferenciação mais clara entre ações de ensino-aprendizagem baseadas no construtivismo pessoal das que se estruturam de acordo com o construtivismo social. Além disso, os critérios foram validados pelos autores mediante à sua utilização na análise de atividades didáticas construtivistas descritas em artigos da área de educação em ciências.

Estes critérios também estiveram presentes em nosso pensamento e nos debates mantidos com o professor (responsável pela condução do trabalho em sala de aula) ao longo do processo de elaboração e de preparação para o desenvolvimento das atividades didáticas utilizadas na intervenção didático-pedagógica. Em especial, o critério de *ajuda para apropriação do conhecimento* fomentou o trabalho do professor ao longo das implementações, bem como, serviu de vigilância e reflexão sobre o encaminhamento das ajudas prestadas aos estudantes.

## 4.2. A Motivação em Abordagens Construtivistas

No construtivismo educacional, assim como refletem os critérios analíticos descritos anteriormente, há a necessidade dos estudantes realizarem um esforço para construção de conhecimentos novos ou para a reconstrução de significados, porém, não se reconhece ainda a importância da motivação nesse processo, conforme enfatiza Palmer (2005, p. 1855, tradução nossa):

Se o esforço é necessário para aprendizagem, consequentemente, a motivação também é necessária, porque os alunos não vão fazer esse esforço a menos que eles estejam motivados a fazê-lo. Motivação, portanto, é necessária inicialmente para despertar nos alunos o querer participar do processo de aprendizagem e também será necessária durante todo o processo, até que a construção do conhecimento seja concluída. Assim, na teoria construtivista a motivação se apresenta como um pré-requisito e como um co-requisito necessário para a aprendizagem.

No entanto, a maioria das pesquisas sobre construtivismo e aprendizagem de ciências não focaram na motivação.

Nessa visão a motivação do aluno ganha relevância e requer consideração como elemento importante no processo de construção do conhecimento. No construtivismo é evidente a defesa de que a aprendizagem é um processo ativo, exigindo esforço e engajamento por parte dos estudantes, o que se torna possível à medida que são alcançados e mantidos, ao longo dos processos de aprendizagem, níveis elevados de motivação. Com o propósito de ressaltar o papel da motivação para a aprendizagem, inicialmente, Palmer analisou uma série de trabalhos sobre motivação e um conjunto de modelos de ensino-aprendizagem construtivistas para, na sequência, apresentar uma proposta de ensino construtivista focada na motivação.

Da análise feita a respeito dos estudos sobre motivação, Palmer (2005, p. 1863, tradução nossa) destacou a seguinte lista de estratégias:

1. desafiar os alunos com a proposição de tarefas em um nível moderado de dificuldade para que eles possam experienciar regularmente o sucesso;

2. utilizar experiências novas ou discrepantes para despertar a curiosidade;
3. usar a fantasia/imaginação;
4. aumentar a significância dos conteúdos e tarefas, relacionando-os ao cotidiano dos alunos;
5. usar uma variedade de diferentes tipos de atividades e tarefas;
6. permitir que os alunos sejam participantes ativos na lição;
7. permitir aos alunos um nível realista de escolha dos colegas de trabalho, das atividades e do formato das tarefas;
8. permitir que os alunos trabalhem individualmente ou em colaboração, em situações que não incentivam a concorrência;
9. fornecer feedback avaliativo e usar o elogio para recompensar o esforço e o aperfeiçoamento (este deve ser dado em particular, para evitar a comparação social);
10. considerar o entusiasmo, o pensamento, o lidar com erros e o lidar com o desafio;
11. ser solidário, reconfortante e atento com os alunos.

Nesta lista de estratégias favorecedoras da motivação em processos de ensino-aprendizagem encontram-se sintetizadas uma série daquelas que já havíamos destacado ao longo dos dois primeiros capítulos. Portanto, há um respaldo teórico em torno destas estratégias, valorizando-as como potenciais promotoras de maior motivação dos estudantes para a realização de suas tarefas escolares. Na análise de modelos construtivistas para aprendizagem, Palmer abordou trabalhos de diferentes épocas (BANET; NÚÑEZ, 1997; BLANK, 2000; DRIVER; OLDFHAM, 1986; GLASSON; LALIK, 1993; NUSSBAUM; NOVICK, 1982; SHE, 2004; entre outros). Em grande parte dos modelos analisados, o autor constatou uma forte tendência em se buscar a promoção de conflitos cognitivos e mudanças conceituais.

Embora isso seja importante por considerar que os estudantes tenham conhecimentos prévios, entende-se que não poderá ser este o propósito central de modelos de ensino-aprendizagem baseados no construtivismo educacional. É fundamental que os estudantes possam defrontar suas ideias prévias com os conhecimentos científicos, mas este

não pode ser o fim. Compreende-se, então, que mudanças conceituais não são imediatas e por vezes difíceis de acontecer (GILBERT; WATTS, 1983; SOLOMON, 1983; entre outros) e que os novos conhecimentos passam a ter sentido e significado por meio de sua relação com ou ressignificação dos conhecimentos prévios (DRIVER, 1988; NOVAK, 1988; MOREIRA; NOVAK, 1988), podendo inclusive haver uma convivência com diferentes formas de pensamento, utilizando-as de acordo com o contexto (MORTIMER, 1996). Compartilhamos da argumentação de Mortimer (1996) quando afirma que pode haver aprendizagem independentemente de ideias prévias sobre o assunto foco, culminando em evoluções de ideias e não em uma substituição.

Com base na análise feita, Palmer (2005) propôs um modelo para aprendizagem escolar fundamentada no construtivismo, mas, não concentrado na ideia de mudança conceitual. O autor enfatiza a importância da motivação, atribuindo-lhe um papel de mediadora para a aprendizagem. Assim sendo, estrutura sua proposta sob três pontos que, segundo o autor, devem ser entendidos como componentes do ambiente de aprendizagem e não passos para uma sequência de aprendizagem. Os componentes são: a) *seleção de conceitos que representem desafios apropriados* – para isso prevê que sejam realizadas tarefas que não requeiram uma sequência de atividades extensa; b) *uso de técnicas de ensino de duplo propósito* – as estratégias adotadas para o desenvolvimento das atividades deverão proporcionar uma apropriação das ideias e do pensamento científico, bem como, a motivação dos estudantes; c) *clima de sala de aula que incentiva crenças motivacionais positivas* – neste elemento defende-se que as atividades não deverão buscar apenas abordagens e focos que possam ser interessantes para os estudantes, mas deverão se atentar às estratégias que alimentam a motivação (exemplos encontram-se na lista apresentada anteriormente).

O trabalho de Palmer ressalta a relação entre o construtivismo educacional e as estratégias promotoras de motivação. Da mesma forma, acreditamos que o ensino por investigação que permite uma leitura em termos construtivistas, em particular, pelo enfoque na atividade construtiva dos alunos, poderá encaminhar a promoção da motivação autônoma dos estudantes em aulas de física do ensino médio.



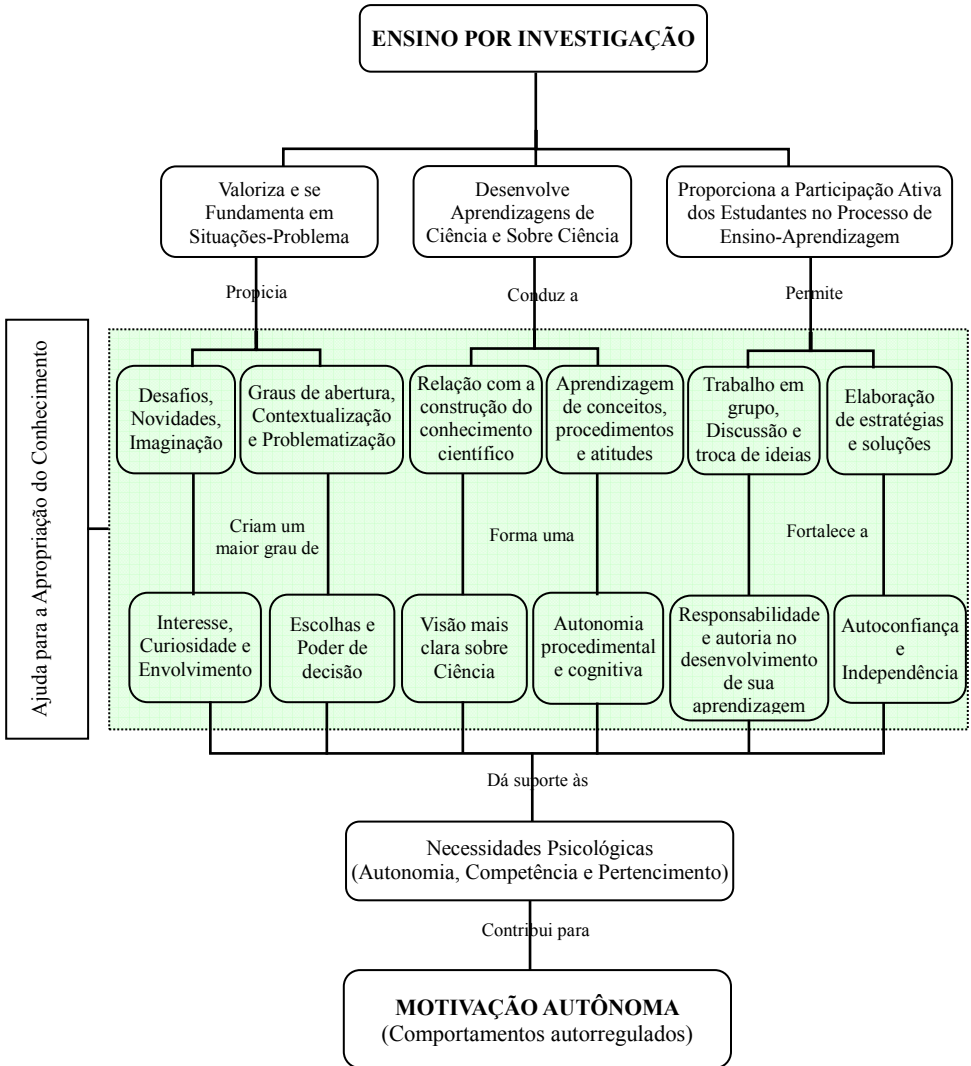
#### **4.2.1. Ensino por Investigação: uma Perspectiva Didático-Pedagógica Promotora da Motivação Autônoma**

O ensino por investigação é uma alternativa didático-pedagógica promissora para objetivos educacionais que vão para além das aprendizagens de ciências e sobre ciências, provendo também a motivação dos estudantes? Acreditamos que há uma relação entre o ensino por investigação e a teoria da autodeterminação, aplicada ao contexto escolar. A teoria da autodeterminação prevê que os seres humanos possuem algumas necessidades psicológicas, como a competência, a autonomia e o pertencimento; quando satisfeitas, sua motivação intrínseca é maior e, conseqüentemente, seus esforços são mais eficazes e significativos.

O ensino por investigação prevê, dentre outros aspectos, uma participação ativa do estudante no processo de ensino-aprendizagem, o que lhes atribui maior controle sobre a sua própria aprendizagem. Assim sendo, os estudantes podem participar da discussão para problematização e apropriação das situações-problemas; fazer perguntas de forma a debater aspectos que sejam de seu interesse e que estejam relacionados às situações-problema; interagir com os seus colegas ao longo do trabalho; elaborar hipóteses, estratégias e propor soluções; relatar, discutir e avaliar os resultados alcançados. Enfim, os estudantes terão a possibilidade de desenvolver maior senso de controle e autonomia diante do desenvolvimento das atividades. A necessidade de relacionamento também pode ser satisfeita pelas interações estabelecidas com os colegas nos trabalhos em grupo e com o professor, durante as orientações e ajudas buscadas junto a ele. Afora isso, todo processo de apropriação conceitual, procedimental e atitudinal contribuirá de forma significativa para o desenvolvimento da competência dos estudantes.

No esquema mostrado na Figura 4.1, sintetizamos nosso entendimento sobre como o ensino por investigação poderá auxiliar no desenvolvimento das regulações motivacionais dos estudantes em prol da promoção de sua autodeterminação:

**Figura 4.1:** Diagrama das características essenciais do Ensino por Investigação em busca da Motivação Autônoma.



No plano superior (primeira linha) deste esquema (Figura 4.1) ressaltamos três características do ensino por investigação (importância das situações-problema; aprendizagens de ciência e sobre ciência; participação ativa dos estudantes), as quais consideramos serem as mais representativas e importantes desta perspectiva de ensino-aprendizagem. A partir destas características, traçamos um caminho para a formação de comportamentos de maior grau de autorregulação, evidenciando como alguns dos marcadores da motivação intrínseca (desafio; curiosidade; controle; imaginação; interesse; poder de escolha; contextualização e envolvimento nas tarefas; tomada de decisões; responsabilidade; autoria no processo de aprendizagem; autoconfiança; independência) podem ser trabalhados. Estes elementos, quando presentes durante a aula, auxiliam e promovem a satisfação das necessidades psicológicas dos estudantes (autonomia, competência e pertencimento), contribuindo para a maior autodeterminação dos mesmos (DECI et al., 1991; DECI; RYAN, 2000; GUIMARÃES, 2009; REEVE, 2006; RYAN; DECI, 2000a, 2000b).

No ensino por investigação, os níveis de desafio, curiosidade, novidade e o grau de abertura e contextualização das situações-problema são elementos que devem ser considerados durante a elaboração e proposição das atividades a serem tratadas em aula. Com isso, se desperta um maior interesse nos estudantes e, conseqüentemente, se alcança um maior envolvimento deles no processo de resolução das situações-problema. Além disso, para que haja um engajamento dos estudantes nas atividades propostas, motivado pelo interesse e pela curiosidade, é fundamental que as situações-problemas tenham relevância para os estudantes (ASSOR; KAPLAN; ROTH, 2002). Diante disso, o professor terá um papel determinante, pois, ele poderá ativar o interesse e a curiosidade do estudante (conhecendo a turma), mostrando-lhe de que valerá à pena se deter, envolvendo-se na atividade e percebendo que ali há realmente um problema a ser resolvido, ou seja, “[...] que há uma distância entre o que sabemos e o que queremos saber, e que essa distância merece o esforço de ser percorrida” (POZO; ANGÓN, 1998, p. 159). Sendo assim, no ensino por investigação prima-se por tarefas escolares que representem um maior sentido para os estudantes. Como afirma Pozo e Angón (1998, p. 160),

Para que se configurem verdadeiros problemas que obriguem o aluno a tomar decisões, planejar e recorrer à sua bagagem de conceitos e procedimentos adquiridos, é preciso que as tarefas sejam abertas, diferentes umas das outras, ou seja,

imprevisíveis. Um problema é sempre uma situação de alguma forma surpreendente.

Reiteramos aqui então, que o reconhecimento ou não de uma tarefa como problema dependerá essencialmente do estudante. Portanto, para propiciá-lo, é decisivo o tipo de atividades apresentadas a ele e a maneira com a qual estas são problematizadas, visando ressaltar sua contextualização e relevância. Como já afirmado anteriormente, as atividades didáticas com caráter investigativo podem ser desenvolvidas por diferentes formas, ou seja, mediante uma atividade de lápis e papel - resolução de problemas abertos; uma atividade com uso de experimento; uma atividade com uso de texto de divulgação científica; atividades teóricas, em que os alunos se envolvem em estudos de caso e deverão se posicionar frente a assuntos controversos; atividades com banco de dados, tendo como desafio a elaboração de uma argumentação baseada em evidências; atividades de simulação, explorando um fenômeno a partir de simulações em computador; entre outros (SÁ et al., 2007).

A possibilidade de diversificação de recursos didáticos presente no ensino por investigação é muito importante para maximizar o envolvimento do estudante na tarefa e propiciar a ele diferentes tipos de escolhas e decisões a serem tomadas, para construir uma solução. Além disso, estes elementos se potencializam quando estas atividades são organizadas de forma a permitirem trabalhos em grupo (CLEMENT; TERRAZZAN, 2012). A capacidade para o trabalho em grupo configura-se, inicialmente, em um conhecimento a ser construído e aprimorado ao longo do tempo. Assim, para a construção de conhecimento em sala de aula são importantes atividades que proporcionam a interação social, particularmente, aquelas que permitem “[...] o diálogo, a cooperação e troca de informações mútuas, o confronto de pontos de vista divergentes e que implicam na divisão de tarefas onde cada um tem uma responsabilidade que, somadas, resultarão no alcance de um objetivo comum” (REGO, 1995, p. 110). É também sob este contexto que defendemos o ensino por investigação, pois, isso terá grande significado para o estabelecimento e fortalecimento de vínculos, satisfazendo a necessidade de pertencimento.

Numa perspectiva investigativa se procura a geração de um ambiente escolar em que a resolução dos problemas deve deixar de ser uma atividade repetitiva e com caráter de reprodução para ganhar status de situações-problema desafiadoras que ativem o pensamento e a criatividade dos estudantes. Esse aspecto se maximiza pela possibilidade

de trabalhos realizados coletivamente, tendo como foco a construção de soluções para as situações-problema. Com isso se permite uma maior discussão conceitual bem como se possibilita que ocorra a aprendizagem e mobilização de procedimentos, tais como: recolha e seleção de informações; previsibilidade; formulação de hipóteses; elaboração de estratégias ou planos de ação; análise de informações e resultados; argumentação e comunicação; entre outros. Estes procedimentos são determinantes no desenvolvimento de competências por parte dos alunos, as quais terão sua importância e aplicabilidade também em outros contextos (CLEMENT, 2004).

O desenvolvimento de competências acaba sendo possível, pois, no ensino por investigação, assume-se que o estudante tem um papel ativo no processo de ensino-aprendizagem; sendo ele o autor de sua aprendizagem. Além disso, o que viabiliza o desenvolvimento de competências é a presença de conteúdos conceituais (conceitos, princípios e modelos), procedimentais (técnicas e estratégias de resolução adotadas; argumentação oral e escrita) e atitudinais (juízos, normas e valores) no desenvolvimento de atividades de caráter investigativo.

A defesa pelo ensino por investigação se justifica, uma vez que, atividades centradas na resolução de problemas configuram uma “[...] situação didática na qual se propõe ao sujeito uma tarefa que ele não pode realizar sem efetuar uma aprendizagem precisa. E essa aprendizagem, que constitui o verdadeiro objetivo da [resolução da] situação-problema, se dá ao vencer o obstáculo na realização da tarefa” (Meirieu, 1997, p. 192). Portanto, atividades didáticas organizadas de acordo com o ensino por investigação podem ajudar no aprimoramento do desempenho necessário frente às exigências impostas pela sociedade atual, auxiliando no desenvolvimento da capacidade e da autonomia dos estudantes para enfrentarem situações-problema do dia-a-dia.

Sendo assim, acreditamos que o aspecto investigativo, peculiar do ensino por investigação, tem o condão de despertar nos alunos um faro por aprender. O faro por aprender se aprimora na medida em que os alunos percebem a sua responsabilidade e seu papel enquanto aprendizes, aspecto que é bastante trabalhado em uma perspectiva de ensino que visa a configuração de situações-problema e que busca soluções que conduzam à aprendizagem de novos saberes. Este faro por aprender terá sua importância para a construção do conhecimento escolar e poderá seguir guiando a aprendizagem necessária na vida das pessoas. A escola não poderá adiantar as respostas de todos os desafios

que cada pessoa enfrentará na vida, pois, por um lado, estes problemas não são previamente estabelecidos e, por outro, mesmo que pudessem ser previstos, seriam muitos e demasiadamente particularizados. Por essa razão, é fundamental que se dê uma maior atenção e importância para a formação da autonomia dos alunos. Pensamos que ações de ensino por investigação poderão contribuir para isso, em especial, quando desenvolvidas sob a perspectiva de oferecer ajudas apropriadas para atender tanto os elementos relativos à demanda cognitiva dos estudantes quanto àqueles inerentes à sua dimensão afetiva.

O conjunto de aspectos comuns presentes nos aportes teóricos do ensino por investigação e da teoria da autodeterminação fortalece nossa ideia de que há aí um aporte teórico frutífero para abordar a temática da motivação dos estudantes para aprender Física na escola de ensino médio. Além do mais, a relação entre o ensino por investigação e a promoção da autonomia dos alunos merece ser estudada com maior profundidade, mediante trabalhos empíricos. Com esta intenção, buscou-se ao longo desta pesquisa, em particular, mediante a preparação de um conjunto de atividades didáticas de caráter investigativo e da análise de sua implementação em sala de aula, alcançar resultados que auxiliassem no delineamento e entendimento desta possível relação, teoricamente alinhavada.

## **CAPÍTULO 5:**

### **PROBLEMÁTICA, CONTEXTO E METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA**

Neste capítulo, além da apresentação da problemática de pesquisa, são descritos o seu contexto de desenvolvimento, espaço e sujeitos que dela participaram; as principais características sobre o processo de elaboração e implementação das atividades didáticas; os instrumentos de coleta de dados elaborados e a sua forma de utilização, bem como, uma síntese acerca de como serão buscadas as relações entre as variáveis estudadas.

#### **5.1. Problemática de Pesquisa**

O ensino de Ciências, em geral, e da Física em particular, se mostra bastante distante dos debates atuais sobre a própria Ciência, a Tecnologia e seus produtos. Assim sendo, é facilmente constatável que, de modo geral, as aulas de Física se caracterizam pelo excesso de atenção dada aos exercícios repetitivos, cuja abordagem privilegia o uso de algoritmos matemáticos, em detrimento da compreensão de aspectos relacionados a situações e/ou aos fenômenos envolvidos. Este quadro é determinante para estabelecer uma falta de interesse e motivação dos alunos para estudar e aprender Física (RICARDO, 2010; CLEMENT, 2004). A falta de motivação, por si só, se configura em um problema a ser enfrentado cotidianamente pelos professores e que demanda um olhar e uma maior atenção por parte dos pesquisadores da área. A motivação para aprender tem sido estudada por diferentes referenciais teóricos. Dentre eles, consideramos a teoria da autodeterminação um aporte teórico poderoso para o estudo desta temática.

Além de uma abordagem sócio-cognitiva, que inclui a teoria da autodeterminação, é importante buscar um apoio em uma perspectiva didático-pedagógica para se pesquisar a motivação no contexto de sala de aula. Neste sentido, o Ensino por Investigação se apresenta como uma alternativa, pois, atividades didáticas com caráter investigativo favorecem uma dinâmica de sala de aula em que aspectos da investigação científica estão presentes, levando os alunos a pensar, levantar hipóteses, debater, justificar suas ideias e propor soluções para situações-problema. Dessa forma, acredita-se que atividades didáticas de caráter investigativo possam contribuir para uma maior problematização

e contextualização dos modelos explicativos estudados, bem como, possibilitar que toda uma descrição fenomenológica, gráfica e algébrica faça sentido para o estudante; tornando-se algo atrativo e, por conseguinte, merecedor do esforço para sua compreensão.

Uma característica marcante do ensino por investigação é a proposição de desafios que auxiliem no engajamento dos estudantes nas atividades, atizando sua curiosidade e interesse, aspectos fundamentais para o desenvolvimento da motivação com maior grau de regulação autônoma. No intuito de apresentarmos considerações mais precisas e consistentes em torno da temática, nos dedicamos à realização de uma pesquisa empírica, em contexto escolar, com a preparação e implementação de atividades didáticas de caráter investigativo, visando uma maior intensidade e qualidade motivacional para aprender por parte dos estudantes. Todo esse trabalho foi desencadeado pelo nosso problema de pesquisa, a saber: *Quais os limites e as possibilidades para promover a motivação autônoma de alunos de Física do Ensino Médio mediante ações de ensino por investigação?*

### **5.1.1. Objetivo Central e Algumas Questões de Pesquisa**

#### Objetivo Central

- Investigar possíveis relações entre a implementação de ações de ensino por investigação e a promoção da motivação autônoma de estudantes de Física do Ensino Médio.

#### Questões de Pesquisa

Como desdobramentos do problema de pesquisa seguem algumas questões:

- Qual a contribuição do ensino investigativo na oferta de suportes à autonomia (organizacional, procedimental e cognitiva) para estudantes na disciplina de física no ensino médio?
- Qual a efetividade do ensino por investigação para a promoção da motivação autodeterminada de estudantes do ensino médio para aprendizagem da Física?
- Qual o efeito das atividades didáticas de caráter investigativo sobre o interesse dos estudantes?
- Qual efeito os suportes à autonomia (organizacional, procedimental e cognitiva) tiveram na formação autônoma dos estudantes?



- Há relação entre interesse e o contexto ou relevância das situações-problema abordadas nas atividades didáticas de caráter investigativo? E, qual a influência disso na motivação autônoma dos estudantes?

## **5.2. Caracterização e Contextualização da Pesquisa**

Nesta pesquisa há uma conjugação de análises quantitativas e qualitativas. Por esta forma de tratamento e análise de dados, a pesquisa pode ser caracterizada como quali-quantitativa. A escolha por trabalhar com uma triangulação de informações quantitativas e qualitativas se deve à natureza do problema e objetivo da pesquisa. Sabe-se e entende-se que há divergências entre métodos qualitativos e quantitativos, devido às diferenças epistemológicas, estilos de pesquisa, instrumentos e análises normalmente adotadas. No entanto, apesar destas especificidades, estes métodos não se excluem, ou seja, é o problema de pesquisa que deve levar à escolha e determinação da metodologia a ser empregada (BAPTISTA; CAMPOS, 2010; PIMENTA; GHEDIN; FRANCO, 2006).

### **5.2.1. Contexto da Pesquisa**

A parte empírica da pesquisa foi realizada em uma escola da rede pública estadual, localizada no bairro Aventureiro da cidade de Joinville/SC. Fizeram parte do estudo os estudantes de uma das turmas de terceira série do ensino médio, constituindo uma amostra inicial de 25 estudantes. O estudo teve início em abril de 2012 (logo após o término do primeiro bimestre letivo) e seguiu até dezembro (final do ano letivo), abrangendo um total de três bimestres.

A definição por esta escola ocorreu, primordialmente, por atender a três aspectos, a saber: ser uma escola da rede estadual de educação pública; viabilizar a execução de um trabalho longo de implementação de atividades didáticas nas aulas de Física e possibilitar uma parceria de trabalho com o professor da disciplina de Física. Fez-se questão de que o trabalho empírico fosse realizado em escola pública pelo fato destas abrangerem a maioria dos estudantes de ensino médio do estado de Santa Catarina, realidade que se estende aos demais estados do país. A expectativa em torno dessa escolha foi de que, assim, haveria maiores possibilidades de que os resultados alcançados pudessem inspirar ações de ensino que extrapolassem o contexto específico do estudo. Para

viabilizar a construção de uma solução mais pertinente ao nosso problema de pesquisa, bem como, manter uma coerência com estudos desta natureza, fez-se necessário um estudo realizado por um período de tempo maior, de forma que pudessem ocorrer várias implementações de atividades didáticas, elaboradas sob a perspectiva do ensino por investigação. Assim sendo, a escola escolhida teve que atender a esta demanda. Além disso, e de suma importância, foi o estabelecimento de uma parceria com o professor da disciplina de Física, que foi quem conduziu o trabalho de desenvolvimento das atividades ao longo das aulas.

Inicialmente, nos dirigimos a esta e a outras escolas, propondo a aplicação de uma escala elaborada por nós, que necessitava de um processo de validação, demandando um grande número de estudantes. A escala será descrita em seguida. Naquela oportunidade (final do ano letivo de 2011), ao explicar o propósito para o qual a escala seria utilizada após ser validada, o professor, juntamente com a direção da escola, se colocaram à disposição para colaborar com esta parte empírica da pesquisa, em que a escala validada foi utilizada. Portanto, já neste momento se estabeleceu um ambiente favorável para a realização da investigação.

No início do ano letivo de 2012 foi firmada a parceria com a escola, o professor de física e uma turma de terceira série do ensino médio. Para oficialização desta parceria foram assinados os termos e declarações previstos pela Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde e seus complementares (ANEXO A). Além disso, para fins legais e éticos, o projeto de pesquisa foi submetido à apreciação em Comitê de Ética. A submissão foi realizada por meio da Plataforma Brasil - Ministério da Saúde, obtendo aprovação e identificação sob Número CAAE: 02035012.5.0000.0121.

A turma convidada a fazer parte do estudo foi uma terceira série do turno matutino, composta por 25 estudantes, com média de idade de 16,52 anos (no início do estudo), sendo 9 (36%) do gênero masculino e 16 (64%) do gênero feminino. Durante o período da intervenção didático-pedagógica duas estudantes mudaram de escola e o conjunto se reduziu para 23. No período diurno havia apenas uma turma de cada uma das séries do ensino médio. Já no período noturno havia mais turmas - duas de cada série. Esta turma foi indicada pelo professor para fazer parte do estudo, pois, era composta de alunos que ele havia acompanhado durante todo o ensino médio. Além disso, quando o professor consultou as turmas sobre o interesse em participar deste

estudo, os estudantes desta turma foram os que demonstram maior disposição.

O professor é formado em Licenciatura Plena em Física pela Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC e era professor efetivo da rede estadual de educação básica do estado de Santa Catarina. Ele possui dez anos de experiência com a docência na disciplina de Física para o ensino médio. O professor não era, no entanto, um *expert* (não possuía domínio e experiência com) em ensino por investigação e teoria da autodeterminação, fato que demandou a realização de reuniões periódicas para estudo, elaboração e discussão das atividades didáticas a serem implementadas (dois encontros mensais de duas horas em média, durante o ano de 2012).

### **5.3. Elaboração e Implementação das Atividades Didáticas**

Para responder ao problema de pesquisa, necessitamos conduzir um estudo empírico, de intervenção didático-pedagógica. Para isso, uma das ações realizadas foi a elaboração de um conjunto de atividades didáticas (AD). Para a elaboração destas AD levou-se em consideração a programação curricular adotada pela escola e pelo professor. Esta programação consistia, basicamente, em uma sequência de tópicos conceituais a serem abordados ao longo do ano letivo, baseada no livro didático adotado (*Física para Ensino Médio, volume 3, Eletricidade e Física Moderna*, de autoria de Luiz Felipe Fuke e Kazuhito Yamamoto). O início da implementação das AD, conforme já mencionamos anteriormente, começou no segundo bimestre. As aulas do primeiro bimestre ocorreram de forma tradicional e foram dedicadas para assuntos relacionados à eletrostática. No segundo bimestre iniciou-se o estudo da eletrodinâmica, foco das primeiras AD elaboradas.

As AD se baseavam em situações-problema cujo processo de resolução procurava seguir uma abordagem investigativa. As atividades sempre foram elaboradas previamente (pelo pesquisador) e apresentadas para discussão com o professor responsável pelo trabalho de implementação. As discussões foram feitas em reuniões específicas, nas quais se visava uma adequada inserção das AD no planejamento das aulas do professor, bem como, propiciar um momento de estudo da temática de ensino por investigação e da teoria da autodeterminação. Desta forma, conseguimos (professor e pesquisador) organizar o trabalho de intervenção didático-pedagógica, preparando e implementando um total de 11 AD (APÊNDICE A).

Em cada uma das AD procurava-se trabalhar conteúdos de natureza conceitual, procedimental e atitudinal (ver seção 3.2.3). Ao longo do processo de elaboração das AD definimos e priorizamos alguns conteúdos específicos desta tríade (conceitos, procedimentos e atitudes) para serem trabalhados durante o desenvolvimento das mesmas. No Quadro 5.1 constam os conteúdos conceituais foco de cada atividade além dos principais conteúdos procedimentais e atitudinais especificamente relacionados a cada AD. Nas notas de rodapé deste mesmo quadro constam os procedimentos e as atitudes focadas em todas as AD.

No Quadro 5.1 também se constata uma classificação das AD quanto à natureza da situação-problema, caracterizando-a como *interna à Física* ou de *vivência cotidiana*. Portanto, a categoria Natureza da Situação é o critério responsável por apontar o tipo de contexto problematizado pelas situações-problema (ver seção 3.2.3).

Assim sendo, no Quadro 5.1 apresenta-se uma caracterização geral das AD elaboradas e implementadas em sala de aula. Há, portanto, a identificação de cada atividade; as situações-problema abordadas; os objetivos de ensino pretendidos, bem como, os aspectos sobre a natureza das situações-problema e os conteúdos focados.

**Quadro 5.1:** Caracterização das atividades didáticas elaboradas e implementadas em sala de aula.

Atividades Didáticas	Situações-Problema	Objetivos Específicos de Ensino (*)	Natureza da Situação-Problema	Conteúdos Focados (**)		
				Conceituais	Procedimentais	Atitudinais
<p><b>AD-01</b></p> <p>Consumo de Energia Elétrica: como determinar ou prever?</p>	<p><u>Situação-problema central:</u> Qual o consumo mensal de energia elétrica em sua escola?</p> <p><u>Para aprofundamento e reflexão:</u> Quais medidas poderão ser adotadas em sua escola e em sua casa para diminuir o consumo de energia elétrica sem trazer prejuízos às tarefas normalmente realizadas?</p>	<p>a) Fazer com que os estudantes aprendam como se pode calcular o consumo de energia elétrica.</p> <p>b) Levar os estudantes a refletir sobre o consumo de energia elétrica em sua escola, sua casa e outros lugares que freqüentam.</p>	VC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• “Consumo” e custo da energia elétrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleção, coleta e organização de informações relevantes.</li> <li>• Leitura e decodificação de informações contidas em diferentes aparelhos elétricos.</li> <li>• Fazer estimativas e realizar cálculos e análises.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conscientização sobre o consumo de energia elétrica.</li> </ul>
<p><b>AD-02</b></p> <p>Testando Circuitos!</p>	<p><u>Situação-problema central:</u> Quantas montagens diferentes de circuito você consegue fazer de forma a acender uma lâmpada?</p> <p><u>Para aprofundamento e reflexão:</u> a) Compare os circuitos criados por seu grupo com as representações de circuitos apresentadas em seu livro (pág. 108). Teste os circuitos representados e explique</p>	<p>a) Desafiar os estudantes a montarem e testarem diferentes construções de circuitos elétricos, de forma que percebam e compreendam quais as condições necessárias para o funcionamento destes.</p> <p>b) Proporcionar aos estudantes a manipulação de materiais e o estabelecimento de uma</p>	IF	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circuito elétrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipulação de materiais.</li> <li>• Emissão e teste de hipóteses.</li> <li>• Análise e elaboração de conclusões.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Curiosidade e “espírito investigativo”.</li> </ul>

	<p>porque alguns deles não permitem que a lâmpada acenda.</p> <p>b) Quais são os elementos e requisitos mínimos necessários para a montagem de um circuito?</p>	<p>relação entre a teoria e a prática.</p>				
<p><b>AD-03</b></p> <p>Condutores : ôhmicos ou não-ôhmicos</p>	<p>O fio metálico que seu grupo recebeu é ou não é um condutor ôhmico?</p>	<p>a) Fazer com que os alunos compreendam a Lei de Ohm e a utilizem para solucionar a situação-problema proposta.</p> <p>b) Possibilitar aos estudantes a manipulação de materiais, a realização de medidas e a construção e análise de gráficos.</p>	<p>IF</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lei de Ohm.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Realização de medidas (multímetro) e manipulação de materiais.</li> <li>• Organização de dados e construção de gráficos.</li> <li>• Leitura e análise textual.</li> <li>• Análise e emissão de conclusões.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Percepção da validade e importância de Leis da Física para solução de situações-problema.</li> </ul>
<p><b>AD-04</b></p> <p>Qual o Valor da Resistência ?</p>	<p>Como proceder para separar um conjunto de resistores (de faixa de cores) de acordo com os valores de sua resistência?</p>	<p>a) Fazer com que os estudantes aprendam a trabalhar com informações apresentadas em tabelas.</p> <p>b) Propiciar que os estudantes aprendam a decodificar as faixas de cores impressas nos resistores, possibilitando-lhes a leitura do valor de suas</p>	<p>IF</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistores.</li> <li>• Código de cores (determinação da resistência elétrica).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitura, interpretação e utilização de informações apresentadas sob diferentes formas (tabelas, códigos de cores).</li> <li>• Análise e cruzamento de informações.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conscientização sobre as diversas formas de representação e apresentação de informações.</li> </ul>

		resistências elétricas.				
<b>AD-05</b> Qual a Melhor Compra?	Com base nas informações fornecidas (preço e Selos Procel), qual das geladeiras será a melhor escolha/compra?	<p>a) Proporcionar aos estudantes que conheçam, entendam e utilizem informações fornecidas nos Selos Procel.</p> <p>b) Levar os estudantes a resolverem situações-problema cotidianas mediante a utilização de conhecimentos promovidos na disciplina de física.</p>	VC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Consumo de energia elétrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitura, identificação e análise de informações (apresentados sob diferentes formas).</li> <li>• Realização de cálculos.</li> <li>• Elaboração de parecer conclusivo e justificado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Percepção da validade e importância dos conhecimentos escolares (neste caso da Física) para tomada de decisões cotidianas.</li> </ul>
<b>AD-06</b> Associação de Resistores: faça a sua!	<p><u>Situação-problema central:</u> Respeitando os condicionantes propostos (uso de três pilhas; intensidade da corrente elétrica na associação entre 35 mA e 40 mA; utilização de resistores do conjunto fornecido) qual a configuração de um circuito possível?</p> <p><u>Para aprofundamento e reflexão:</u> Para testar seu circuito, monte-o em uma placa protoboard e meça a corrente elétrica que passa pela associação.</p>	<p>a) Conduzir os estudantes a compreenderem o papel dos resistores em circuitos elétricos.</p> <p>b) Possibilitar aos estudantes a manipulação de materiais, a realização de medidas e o cálculo da intensidade de grandezas físicas.</p> <p>c) Estimular a mobilização de diferentes habilidades e conhecimentos para solucionar a situação-</p>	IF	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Associação de resistores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipular e utilizar diferentes materiais (resistores, multímetros e placas protoboard).</li> <li>• Projetar e testar associações de resistores.</li> <li>• Análise e emissão de conclusões.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conscientização do papel e da importância de diferentes conhecimentos e habilidades.</li> </ul>

		problema proposta.				
<b><u>AD-07</u></b> Gerador de Energia Elétrica: máximo proveito!	Quais as estratégias que poderão ser adotadas para aumentar a geração de energia elétrica neste gerador?	<p>a) Conduzir os estudantes a compreenderem o que é e como funciona um gerador.</p> <p>b) Propiciar que os estudantes elaborem e testem diferentes estratégias.</p> <p>c) Estimular os estudantes a relacionar o protótipo com a geração de energia elétrica em usinas hidrelétricas.</p>	VC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gerador de energia elétrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Elaboração e teste de hipóteses.</li> <li>• Observação e análise do funcionamento do gerador.</li> <li>• Apresentar e justificar estratégias que maximizem a geração de energia elétrica.</li> <li>• Comparação do protótipo com contextos de geração de energia elétrica reais.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Percepção da importância da modelagem de fenômenos e contextos reais para viabilizar análises que conduzam a explicações ou melhoramento de desempenho.</li> </ul>
<b><u>AD-08</u></b> Dinheiro Atrai Dinheiro?	Observando e reproduzindo o experimento ilustrado pelas figuras, responda: por que isso ocorre? Será que é porque “dinheiro atrai dinheiro”?	<p>a) Instigar os estudantes a procurarem compreender o que é o campo magnético e as linhas de campo magnético.</p> <p>b) Proporcionar aos estudantes a observação de um fenômeno físico e conduzi-los a um processo investigativo para construir uma explicação a este fato.</p>	IF	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Campo magnético.</li> <li>• Linhas de campo magnético.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Observar e reproduzir experimentos.</li> <li>• Relacionar aspectos práticos com explicações teóricas.</li> <li>• Manipulação de materiais.</li> <li>• Argumentar e justificar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tomar consciência do papel dos conceitos e das teorias científicas para explicação de determinados fenômenos.</li> <li>• Perceber que conceitos ou princípios não possuem ou retratam necessariamente um ente material, mas, que</li> </ul>



						compõem teorias ou modelos explicativos.
<p><b>AD-09</b></p> <p>Experiência de Oersted: que conclusões tirar?</p>	<p><u>Situação-problema central:</u> Um fio condutor retilíneo percorrido por corrente elétrica gera campo magnético, ou seja, Oersted estava certo em sua afirmação?</p> <p><u>Para aprofundamento e reflexão:</u></p> <p>a) Coloque a bússola em diferentes posições em torno do fio e observem o que acontece. Como se explica tal fato? Se o sentido da corrente elétrica no fio for invertido o que acontecerá com a agulha da bússola? Por quê? Qual é a intensidade do campo magnético a 5 cm e a 10 cm deste fio?</p> <p>b) Por que não há a percepção de geração de campo magnético na fiação das instalações elétricas residenciais? Como explicar a geração do campo magnético nos ímãs permanentes?</p>	<p>a) Levar os estudantes a reproduzir e problematizar um dos experimentos significativos para a construção do eletromagnetismo.</p> <p>b) Conduzir os estudantes a formarem uma noção de como alguns princípios e leis da Física foram elaboradas.</p> <p>c) Possibilitar a realização de análises experimentais, fenomenológicas e matemáticas de um contexto problematizado.</p>	IF	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Campo magnético de um condutor retilíneo.</li> <li>• Lei de Biot-Savart e Ampère.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipular materiais e reproduzir experimentos.</li> <li>• Observar e analisar.</li> <li>• Propor uma explicação e justificá-la.</li> <li>• Trabalhar com diferentes linguagens.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perceber a importância das perguntas para a construção do conhecimento.</li> </ul>

<p><b>AD-10</b></p> <p>Queda em Câmera Lenta!</p>	<p>Observando e reproduzindo o experimento ilustrado pela figura, como se explica o fenômeno observado? Ou seja, por que o ímã demora mais para cair?</p>	<p>a) Aprimorar a capacidade de observação e análise fenomenológica dos estudantes?</p> <p>b) Conduzir os estudantes a relacionar explicações (conceitos, princípios e leis) científicas com determinados fenômenos e fazer uso delas para explicação dos mesmos.</p> <p>c) Auxiliar os estudantes a compreenderem o que é indução eletromagnética e que aplicações tecnológicas são decorrentes deste princípio da Física.</p>	<p>IF</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indução Eletromagnética (Lei de Faraday e Lei de Lenz)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manipular materiais e reproduzir um experimento.</li> <li>• Observar e analisar um fenômeno.</li> <li>• Compreender e utilizar explicações científicas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Percepção da relação entre Ciência e Tecnologia.</li> <li>• Perceber que conceitos ou princípios não possuem ou retratam necessariamente um ente material, mas, que compõem teorias ou modelos explicativos.</li> </ul>
<p><b>AD-11</b></p> <p>Geração de Energia Elétrica</p>	<p><u>Situação-problema central:</u> Qual a diferença no processo de geração de energia elétrica nas diferentes usinas?</p> <p><u>Para aprofundamento e reflexão:</u> Quais as vantagens e desvantagens inerentes a cada uma das usinas (impacto ambiental; custo de geração de</p>	<p>a) Levar os estudantes a compreenderem as diferentes formas de geração de energia elétrica.</p> <p>b) Proporcionar uma discussão e comparação entre diferentes usinas geradoras de energia elétrica instaladas e utilizadas no país.</p>	<p>VC</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Princípios de geração de energia elétrica.</li> <li>• Noções de transmissão e distribuição de energia elétrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Buscar, selecionar e analisar informações.</li> <li>• Argumentar e expor resultados de seu estudo.</li> <li>• Utilizar e mobilizar conhecimentos para análise de novas situações.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conscientização sobre aspectos do processo de geração de energia elétrica no país (vantagens e desvantagens).</li> </ul>

	energia; manutenção e vida útil da usina, entre outros)?	c) Propiciar que os estudantes utilizassem conhecimentos escolares (disciplina de Física) para analisar e compreender algumas noções do processo de geração e transmissão de energia elétrica no Brasil.				
--	--	--	--	--	--	--

VC = Vivência Cotidiana. IF = Interna à Física

Notas:

(\*) No corpo do quadro apresentamos apenas os principais objetivos específicos de cada uma das AD implementadas. Para além desses objetivos específicos, visamos que, no conjunto, as AD permitam que os estudantes: a) trabalhem em grupo e desenvolvam sua capacidade de elaboração de estratégias e realização de análises; b) se apropriem de conteúdos de diferentes naturezas (conceitual, procedimental e atitudinal); e c) desenvolvam ou aprimorem sua autonomia de aprendizagem.

(\*\*) No quadro constam apenas os principais conteúdos procedimentais e atitudinais especificamente relacionados a cada AD. No caso dos conteúdos procedimentais, vale ressaltar que, em todas as atividades, foram oportunizadas(os), por exemplo: *a elaboração e execução de estratégias de resolução das situações-problema; o registro, a comunicação e a discussão das conclusões/resoluções.* Já em relação às atitudes, em todas as AD foi priorizada a: *capacidade de trabalhar em grupo* (troca de ideias, negociação e acordos, respeito com os colegas, sabendo ouvir e discutir opiniões divergentes); *conduta e convívio em sala de aula; confiança e autonomia diante de seu trabalho; e atitudes em relação à Ciência/Física* (problemas podem ser solucionados sob diferentes formas; construção de conhecimento mediante solução de problemas).

O trabalho de intervenção didático-pedagógica se caracteriza como um estudo longo, abrangendo implementações periódicas durante três bimestres consecutivos, totalizando 28 aulas de 45 minutos cada (aproximadamente 25% das aulas de Física durante o ano letivo). Afora isso, adiantamos que na elaboração das AD procurou-se respeitar um grau crescente de dificuldade relacionado à resolução das situações-problema presentes em cada uma das aulas.

No processo de planejamento das AD também eram realizadas discussões relativas ao desenvolvimento das atividades, prevendo-se um trabalho em sala de aula marcado por três momentos, a saber: a) apresentação e apropriação da situação-problema; b) elaboração de hipótese(s), estratégia(s) e construção da solução e c) reflexão, elaboração de conclusões e apresentação dos resultados (GARCÍA; GARCÍA, 2000). Estas etapas podem ser consideradas como marcadores de um ciclo investigativo inerente ao processo de ensino-aprendizagem por meio destas AD. Além disso, sempre esteve presente no debate a ideia de oferecer ajudas apropriadas aos estudantes, de forma que os diferentes suportes à autonomia e à motivação autônoma pudessem ser trabalhados da melhor forma.

#### **5.4. Instrumentos/Recursos de Coleta de Dados**

Para a coleta das informações necessárias à realização da pesquisa foram utilizados os seguintes instrumentos/recursos: escala de medida de motivação; observações diretas, áudio e videogravação de aulas; escala de medida de interesse e suportes à autonomia; material produzido pelos alunos e entrevistas com os estudantes e com o professor.

##### **5.4.1. Escala de Medida de Motivação**

Escala de medida de motivação são instrumentos utilizados para avaliar a intensidade e a qualidade motivacional de estudantes em diferentes níveis escolares. Neste caso, em especial, visou-se a elaboração e utilização de uma escala desta natureza para medir os estados de *desmotivação*, *motivação extrínseca (regulação externa, regulação introjetada, regulação identificada)* e *motivação intrínseca* dos estudantes participantes da pesquisa, em dois momentos distintos: antes do início da implementação das AD e logo após o término destas implementações. Assim sendo, a Escala se constituiu em um

instrumento apropriado para verificar uma possível relação entre as atividades didáticas baseadas no ensino por investigação e a promoção de motivações com regulações mais autônomas por parte dos estudantes.

Na revisão da literatura efetuada não localizamos uma escala específica para medição dos estados motivacionais de estudantes para aprender Física, o que demandou um processo de elaboração e validação. Com base em uma revisão de literatura (BROC, 2005; DECI et al., 1981; GOTTFRIED; FLEMING; GOTTFRIED, 2001; HARTER, 1981; LEPPER; CORPUS; IYENGAR, 2005; MATINELLI; BARTHOLOMEU, 2007; NEVES; BORUCHOVITCH, 2006; RUFINI; BZUNECK, 2008; RUFINI; BZUNECK; OLIVEIRA, 2011; VALLERAND et al., 1989) foram elaborados os itens que compuseram a escala de avaliação da motivação para realização das atividades na disciplina de física (Escala de Motivação: Atividades Didáticas de Física - EMADF)<sup>11</sup>. Uma versão preliminar da escala continha uma pergunta inicial e 55 afirmativas (itens), em escala *Likert* de cinco pontos.

A validação teórica e semântica (PASQUALI, 1997) da escala, visando eliminar interpretações dúbias das afirmativas e aproximá-las da linguagem dos respondentes, foi realizada por intermédio de análises e discussões de especialistas (três pesquisadores) e por cinco estudantes do ensino médio (possíveis respondentes), não diretamente envolvidos com esta pesquisa. Cabia aos especialistas qualificarem as afirmativas de acordo com o *continuum* proposto pela teoria da autodeterminação (RYAN; DECI, 2000a, 2000b) e deixá-las estruturadas de forma a permitir uma fácil compreensão para os estudantes do ensino médio. Para o ajuste semântico final foi realizada uma análise com um grupo de cinco estudantes da segunda série do ensino médio. Para eles, foi apresentado o questionamento inicial (*Por que eu faço as atividades nas aulas de Física?*) e as afirmativas foram apresentadas sob duas estruturas diferentes, quais sejam: a) contendo *somente a razão* (ex: Porque acho legal aprender com elas); ou b) contendo a *ação + a razão* (ex: Faço as atividades porque acho legal aprender com elas). Quanto à estrutura das afirmativas, os alunos apresentaram uma compreensão significativamente melhor quando estas foram redigidas de acordo com a forma (*b*), ou seja, quando a afirmativa apresenta em sua redação, para

---

11 Maiores detalhes relativos ao processo de elaboração e validação podem ser encontrados em: CLEMENT, L.; CUSTÓDIO, J. F.; RUFINI, S. E.; ALVES FILHO, J. P. Motivação Autônoma de Estudantes de Física: Evidências de Validade de uma Escala. *Psicologia Escolar e Educacional* (Aceite para publicação obtido em abril de 2013).

além da *razão*, também a *ação* (*faço ou não faço a atividade*). Além disso, foi necessário o ajuste na redação de duas afirmativas de maneira a deixá-las compreensíveis para os estudantes.

A versão submetida ao processo de validação continha um questionamento inicial “*Por que eu faço as atividades nas aulas de Física?*”, seguido de um conjunto de 55 afirmativas, em escala *Likert* de cinco pontos (1 a 5), representando o *continuum* proposto pela teoria da autodeterminação (RYAN; DECI, 2000a, 2000b), isto é, sugerimos itens teoricamente apropriados para medida da: desmotivação, motivação extrínseca (regulação externa, regulação introjetada, regulação identificada) e motivação intrínseca. Neste momento não tivemos o cuidado ou mesmo a intenção de propor, por exemplo, para cada item destinado a medir desmotivação um item contrário que se destinasse a medir motivação intrínseca. O que orientou a elaboração dos itens foi a definição teórica destes diferentes estados motivacionais, dada pela teoria da autodeterminação. Não foram incluídos itens para avaliar a motivação extrínseca por regulação integrada, uma vez que a diferença entre este nível e o nível de motivação intrínseca é bastante tênue, dificultando muito a elaboração precisa das afirmativas de modo a captarem esta sutil diferença (GUIMARAES; BZUNECK, 2008; RUFINI; BZUNECK; OLIVEIRA, 2011). Vale ressaltar ainda que neste tipo de Escala os itens são distribuídos aleatoriamente, tendo-se apenas o cuidado de intercalar os itens pertencentes a uma mesma subescala.

Para o trabalho de validação, a Escala (questionário de escala *Likert*) foi aplicada a um total de 715 estudantes do ensino médio, oriundos de escolas públicas das cidades de Joinville/SC e Florianópolis/SC (no ANEXO B constam o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e as Declarações de Autorização das Escolas). Os estudantes responderam ao questionário de escala *Likert* e após uma triagem, 708 questionários puderam ser utilizados para tabulação e análise dos dados. Foram excluídos sete questionários por não terem sido respondidos na íntegra ou pelo fato de todos os itens terem sido respondidos sob um mesmo valor da escala *Likert*. Do total de estudantes, correspondentes aos 708 questionários válidos, 322 (45,48%) são do gênero masculino e 386 (54,52%) são do gênero feminino; 288 (40,68%) da primeira série, 210 (29,66%) da segunda série e 210 (29,66%) da terceira série do ensino médio. A média de idade destes estudantes é de 16,40 anos.

Os dados foram codificados e transportados para o programa STAT (Programa Statística versão 8.0) para o procedimento das análises

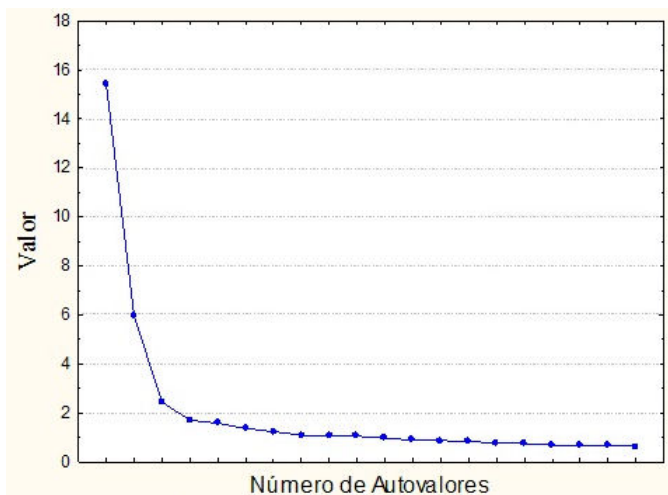
previstas. A análise fatorial com extração dos componentes principais e com rotação *varimax* foi utilizada para avaliar a dependência do conjunto de variáveis manifestas em relação a um número menor de variáveis latentes ou fatores (KLINE, 1994). Ou seja, por esta análise buscou-se determinar o número de fatores existentes para o conjunto de dados. Foram encontrados dez fatores com autovalor maior do que 1, que explicaram 59,86% da variabilidade dos dados, conforme mostra a Tabela 5.1.

**Tabela 5.1:** Extração dos componentes principais com autovalor maior do que 1.

<b>Fator</b>	<b>Autovalor</b>	<b>% Variância</b>	<b>Autovalor Acumulado</b>	<b>% Variância Acumulada</b>
1	15,39	27,97	15,38	27,97
2	5,96	10,83	21,34	38,80
3	2,45	4,45	23,79	43,25
4	1,71	3,11	25,50	46,37
5	1,58	2,88	27,09	49,25
6	1,37	2,50	28,46	51,74
7	1,24	2,25	29,70	53,99
8	1,10	2,00	30,80	56,00
9	1,07	1,95	31,87	57,94
10	1,05	1,92	32,92	59,86

Para auxiliar na decisão acerca da manutenção dos fatores, foi realizado o *scree test*, extraindo o gráfico dos autovalores. Assim sendo, baseado na coerência teórica dos itens e no gráfico de sedimentação (autovalores), apresentado no Gráfico 5.1, foram considerados os seis primeiros fatores, para compor a escala. Adicionalmente, para que um item fosse considerado componente de um fator foram estabelecidos como critérios a carga fatorial, devendo ser igual ou superior a 0,30; a coerência teórica; e a consistência interna dos itens, medida pelo alfa de Cronbach. Diante disso, cinco itens da escala original foram excluídos.

Gráfico 5.1: Diagrama de Autovalores



No Fator 1 foi excluído, por razões teóricas, o item *Faço as atividades porque o professor me estimula a fazer*. Este item foi originalmente elaborado para avaliar motivação extrínseca por regulação introjetada, porém, se agrupou com itens de motivação intrínseca. Em relação ao Fator 2, também por razões teóricas, foram excluídos os itens *Faço as atividades para não desapontar meus pais* e *Para deixar o professor satisfeito comigo, acabo fazendo as atividades*. Originalmente concebidos para avaliar a motivação extrínseca por regulação introjetada, estes dois itens se agruparam a outros itens representativos de motivação extrínseca por regulação externa, mais precisamente voltados a medir comportamentos motivados pela obtenção de recompensas sociais.

O item 20 *O professor me obriga, aí acabo fazendo as atividades*, agrupado ao Fator 3, também foi excluído por razões teóricas, uma vez que foi elaborado para avaliação da motivação extrínseca por regulação externa e se agrupou com itens de desmotivação. O quinto item eliminado foi o seguinte: *Quando vale nota, eu acabo fazendo as atividades*. Este foi eliminado para melhorar o valor do alfa de Cronbach do Fator 4. Assim sendo, a escala final ficou com 50 itens, distribuídos em seis fatores, conforme mostrado na Tabela 5.2.



**Tabela 5.2:** Distribuição dos itens por fator com a respectiva carga fatorial.

		Itens	Fatores					
			1	2	3	4	5	6
Mot. Intrínseca		03. Eu me divirto fazendo as atividades.	0,60					
		07. Acho as atividades interessantes, por isso as faço.	0,70					
		12. Faço as atividades porque é prazeroso aprender com elas.	0,72					
		16. Eu me envolvo nas atividades, por isso sempre procuro fazê-las.	0,70					
		21. Faço as atividades pois o esforço exigido me gera satisfação.	0,59					
		25. Faço as atividades porque acho legal aprender com elas.	0,75					
		30. Faço as atividades porque assim tenho a oportunidade de satisfazer a minha própria curiosidade.	0,72					
		34. Faço porque eu aprecio as atividades de Física.	0,77					
		38. Por ser agradável parar para pensar ao fazer as atividades é que as faço.	0,72					
		41. Faço as atividades porque isso me deixa feliz.	0,78					
	46. Faço porque eu gosto de fazer bem as atividades.	0,68						
	50. Porque me sinto bem fazendo as atividades é que as faço.	0,72						
Reg. Externa - RS		06. Só faço as atividades porque meus colegas fazem.		0,32				
		11. Faço as atividades para receber os elogios do professor.		0,66				
		20. Quero que o professor pense que eu sou um bom estudante, por isso faço as atividades.		0,63				
		24. Faço porque quero que meus colegas pensem que sou inteligente.		0,72				
		29. Sou recompensado por meus pais, por isso faço as atividades.		0,43				
		33. Para impressionar meus colegas eu acabo fazendo as atividades.		0,72				
	40. Meus pais sempre dizem para eu fazer as atividades e aí acabo fazendo.		0,36					
	45. Faço as atividades para meus colegas não me chamarem de burro.		0,52					

Desmotivação	04. Não gosto das atividades de Física, por isso não as faço.	0,62
	08. Não tenho interesse por Física, o que me leva a não fazer quase nada nas aulas.	0,67
	13. Não sei, acho que não tem nada para fazer nas aulas de Física.	0,63
	17. As atividades de Física não são importantes para mim, por isso não as faço.	0,66
	22. Sinceramente, não tenho nenhuma vontade de fazer as atividades de Física.	0,63
	26. Não faço as atividades de Física porque não vejo utilidade neste conhecimento.	0,74
	31. Vou nas aulas de Física para responder a chamada, mas não faço nada.	0,66
	35. Acho uma perda de tempo fazer as atividades nas aulas de Física.	0,68
	40. De verdade, não vejo se fará diferença para mim se eu fizer ou não as atividades.	0,59
	44. Tenho preguiça de fazer as atividades de Física, por isso não as faço.	0,57
49. Não sei porque vou nas aulas de Física, eu acho tudo muito chato.	0,64	
Reg. Externa - RP	02. Acabo fazendo as atividades para não reprovar.	0,73
	15. Se não fosse regra, eu não faria as atividades.	0,36
	37. Faço porque assim evito problemas ou punições na escola.	0,71
	42. Para não ficar com uma nota baixa, acabo fazendo as atividades.	0,69
	47. Faço as atividades para não ser mandado para a direção ou orientação pedagógica.	0,53
Reg. Introjettata	10. Faço as atividades porque me sinto angustiado se eu não fizer.	0,61
	19. Eu me envergonharei de mim mesmo se eu não fizer as atividades.	0,68
	28. Faço porque eu vou me sentir mal comigo mesmo se eu não fizer.	0,64

---

Reg. Identificada	01. Procuo fazer as atividades porque elas me ajudam a detectar e superar minhas dúvidas.	0,45
	05. Faço as atividades porque sinto que é uma boa maneira de melhorar minha compreensão dos assuntos abordados nesta disciplina.	0,46
	09. Faço as atividades porque eu quero entender o assunto.	0,51
	14. Faço as atividades para constatar se estou certo ou errado.	0,41
	18. Para o meu futuro será fundamental que eu faça as atividades.	0,42
	23. Faço as atividades porque eu quero aprender coisas novas.	0,33
	27. Faço as atividades porque assim aprendo cada vez mais.	0,42
	32. As atividades me ajudarão a trilhar o caminho para ser alguém na vida, por isso as faço.	0,34
	36. Faço as atividades porque elas me darão uma boa compreensão da Física.	0,53
	43. As atividades me ajudam a compreender coisas que são importantes para mim, por isso procuro fazê-las.	0,43
48. Acredito que somente fazendo as atividades é que se aprende, por isso sempre as faço.	0,42	

---

Tendo em vista o agrupamento dos itens em torno dos seis fatores e baseando-se na teoria da autodeterminação, foi possível nomeá-los da seguinte forma: Fator 1 - *Motivação Intrínseca*, Fator 2 - *Regulação Externa – RS (Recompensas Sociais)*, Fator 3 - *Desmotivação*, Fator 4 - *Regulação Externa – RP (Regras ou Punições)*, Fator 5 - *Regulação Introjetada* e Fator 6 - *Regulação Identificada*.

Vale ressaltar que três dos itens inicialmente considerados para a avaliação da motivação extrínseca por Regulação Introjetada se agruparam nas subescalas de Regulação Externa, razão pela qual foram excluídos. Este fato fez com que a subescala Regulação Introjetada permanecesse apenas com três itens. Além disso, destaca-se a separação dos itens propostos inicialmente para avaliação da motivação extrínseca por regulação externa em dois fatores: *Regulação Externa – RP (Regras ou Punições)* e *Regulação Externa – RS (Recompensas Sociais)*. Este aspecto evidencia que os estudantes perceberam de forma diferente os motivadores externos subordinados a regras ou punições, dos elementos motivacionais que visam recompensas sociais (valorização ou reconhecimento). Os demais itens se agruparam conforme previsão teórica inicial.

Os índices de consistência interna entre os itens de cada subescala, medidos pelo alfa de Cronbach, foram bons, conforme evidencia a Tabela 5.3:

**Tabela 5.3:** Valores do alfa de Cronbach para as seis subescalas.

<b>Motivação</b>	<b>Subescalas (Fatores)</b>	<b>Alfa de Cronbach</b>
Falta de Motivação	Desmotivação (Fator 3)	0,89
Motivação Extrínseca	Regulação Externa – RP (Fator 4)	0,73
	Regulação Externa – RS (Fator 2)	0,76
	Regulação Introjetada (Fator 5)	0,68
	Regulação Identificada (Fator 6)	0,91
Motivação Intrínseca	Motivação Intrínseca (Fator 1)	0,93

Para aprofundar a análise das subescalas e obter maiores detalhes sobre a possibilidade de coexistência de estados motivacionais, possível em um pressuposto de *continuum* motivacional, foram levantadas as correlações de *Pearson* entre as médias dos escores calculados para os participantes, nas diferentes subescalas (Tabela 5.4).

**Tabela 5.4:** Correlação de *Pearson* entre os escores médios nas variáveis da qualidade da motivação (N = 708)

Variáveis	1	2	3	4	5	6
Desmotivação (1)	1,00	0,41*	0,14*	-0,19*	-0,67*	-0,57*
Reg. Externa – RP (2)		1,00	0,34*	0,08*	-0,25*	-0,25*
Reg. Externa – RS (3)			1,00	0,37*	0,15*	0,25*
Reg. Introjetada (4)				1,00	0,35*	0,44*
Reg. Identificada (5)					1,00	0,80*
Motiv. Intrínseca (6)						1,00

Nível de significância (p): \* p < 0,05

Da Tabela 5.4 constata-se que há correlações positivas e negativas entre os diferentes tipos de motivação. Foram encontradas correlações negativas entre os tipos de motivação alocados nos extremos do *continuum* e correlações positivas entre os tipos proximamente localizados, confirmando e fortalecendo a hipótese teórica de existência de um *continuum* de autodeterminação da motivação.

Após o levantamento das evidências de validade da Escala, de maneira geral, os resultados obtidos indicam que a EMADF se mostra confiável para ser utilizada em estudos que visam avaliar a motivação de estudantes em aulas de Física, ou seja, que queiram saber com qual grau de regulação autônoma eles fazem as atividades didáticas nas aulas.

Nesta pesquisa a EMADF (APÊNDICE B) foi aplicada em dois momentos distintos ao longo do desenvolvimento das AD. A primeira aplicação da EMADF foi feita antes de se iniciarem as implementações das AD e a segunda aplicação ocorreu logo após o término destas implementações. A primeira medida proporcionou uma leitura do estado motivacional inicial dos estudantes e a segunda ofereceu um diagnóstico da intensidade e qualidade motivacional dos estudantes após vivenciarem o desenvolvimento de um conjunto de AD de caráter investigativo. Com isso, obteve-se uma medida para verificar se, de alguma forma, o ensino por investigação interfere ou se relaciona com a motivação autônoma dos estudantes para aprender Física. Para fortalecer nossa análise, os dados coletados por meio desta Escala foram contrastados com aqueles obtidos por outros instrumentos utilizados na pesquisa.

#### 5.4.2. Observações, Áudio e Videograções de Aulas

A observação tem se mostrado uma estratégia de coleta de informações bastante utilizada nas pesquisas qualitativas, muito embora

não deva ser a única fonte de coleta de dados. Algumas vantagens a respeito da prática da observação, sinalizadas na literatura, podem ser destacadas: possibilita a obtenção de informações em casos nos quais outros instrumentos não podem ser utilizados e serve para verificar o grau de veracidade de informações obtidas por outros meios; permite a identificação de comportamentos não-intencionais ou inconscientes e de aspectos que os informantes não se sentem à vontade para declarar; e propicia ao observador uma visão mais próxima da perspectiva dos sujeitos envolvidos na pesquisa (ALVES-MAZZOTTI; GEWANDRZNAJDER, 1998).

Como complemento às informações obtidas por meio da observação, a áudio e vídeogravação se mostram técnicas eficientes e bastante apropriadas para uma análise mais pormenorizada de situações de sala de aula em investigação. Neste sentido, concordamos com Laburu et al. (2000, p. 104) quando afirmam que “o registro *in loco* da sala de aula, onde o processo de ensino-aprendizagem está naturalmente ocorrendo, é uma técnica possível e válida para a análise das falhas ocorridas no ensino e das dificuldades com a aprendizagem dos alunos”.

Em todas as aulas nas quais foram realizadas as implementações das AD houve acompanhamento e gravação em áudio e vídeo. Para a gravação foi utilizada uma filmadora e gravadores de voz. Com a filmadora procurava-se registrar a dinâmica geral das aulas e com um gravador de voz, que ficava no bolso do jaleco do professor, obtinham-se os registros dos diálogos entre os estudantes e o professor. Para fortalecer o registro de diálogos entre os estudantes adotamos, nas implementações posteriores a AD-04, um gravador de áudio sobre a mesa de um dos grupos de trabalho (alternando de grupo em cada atividade).

As gravações em áudio e vídeo se constituíram recursos metodológicos importantes, pois permitiram o registro e armazenamento de informações sobre a dinâmica de sala de aula; interesse, curiosidade e envolvimento dos estudantes nas atividades; questionamentos e discussões entre os estudantes e o professor; dificuldades apresentadas por eles; além de informações gerais sobre o desenvolvimento das aulas.

### **5.4.3. Produção dos Estudantes**

As produções de estudantes são “instrumentos de registro” e se caracterizam como documentos, considerando como documento qualquer registro escrito que possa ser usado como fonte de informação.

A análise documental se constitui, assim, em uma técnica adequada para o estudo desses registros, numa abordagem qualitativa. Sua utilização possibilita a complementação e, por vezes, a comprovação ou refutação de informações obtidas por outras técnicas empregadas (ALVES-MAZZOTTI; GEWANDRZNAJDER, 1998).

Dessa forma, por meio da análise da produção dos estudantes feita em cada uma das AD implementadas, procuramos detectar parâmetros que pudessem nos auxiliar na avaliação da relação estudante-saber mediante um processo de ensino por investigação, permitindo assim a emissão e/ou justificação de conclusões sobre nosso objetivo e problema de pesquisa.

#### **5.4.4. Escala de Medida de Interesse e Suportes à Autonomia (EMISA)**

A EMISA é uma escala que adaptamos a partir de outras três escalas já validadas e utilizadas em diferentes estudos, quais sejam: *Lesson-Specific Measures – LSM* (TSAI et al., 2008); *Scales measuring autonomy-affecting teacher behaviours* (ASSOR; KAPLAN; ROTH, 2002) e *Learning Climate Questionnaire – LCQ* (BLACK; DECI, 2000; WILLIAMS et al., 1997; WILLIAMS; DECI, 1996). A EMISA permitiu a coleta, em cada uma das AD implementadas, de informações relativas à percepção dos estudantes sobre o interesse deles pelas AD, bem como, sobre alguns importantes aspectos relacionados ao fornecimento de suportes para a promoção de sua autonomia, a saber: clima/ambiente para o suporte à autonomia; controle de comportamentos e suporte à autonomia cognitiva.

Para avaliar as percepções dos estudantes relativas aos aspectos acima mencionados, escolhemos e adaptamos vinte itens para compor esta escala, sendo cinco para cada uma das subescalas (Quadro 5.2).

**Quadro 5.2:** Itens de cada uma das subescalas da EMISA

<b>Subescalas</b>	<b>Itens</b>
Interesse pela Atividade	<p>Eu gostei do assunto abordado nesta atividade.  A atividade foi interessante para mim.  O assunto abordado pela atividade foi significativo para mim.  A atividade foi importante para mim, pois, por meio dela entendi bem o assunto abordado.  Eu vejo que o assunto abordado nesta atividade poderá ser útil na vida real.</p>
Percepção do Clima/Ambiente para o Suporte à Autonomia	<p>Eu senti que o professor me proporcionou escolhas/opções.  Eu me senti compreendido pelo professor.  O professor transmitiu confiança em minha capacidade de fazer bem a atividade.  O professor me encorajou a fazer perguntas.  O professor tentou entender como eu vejo as coisas antes de sugerir uma nova abordagem.</p>
Percepção sobre o controle de comportamentos	<p>O professor espera pouco tempo para obter respostas aos questionamentos feitos durante a atividade.  As instruções do professor foram muito vagas e ninguém sabia o que fazer nesta atividade.  Nesta atividade o professor abordou muita matéria, fazendo com que tivéssemos dificuldade para acompanhá-la.  O professor não permitiu que eu trabalhasse no meu próprio ritmo.  O professor foi rígido e queria que fizéssemos tudo à sua maneira.</p>
Percepção sobre o suporte a autonomia cognitiva	<p>Nesta atividade trabalhamos na solução de uma situação-problema que nos ajudou a compreender o assunto.  Mais de um estudante apresentou sua solução para a mesma tarefa.  A atividade desenvolvida exigiu tempo para reflexão sobre o assunto abordado.  O professor enfatizou as relações entre os assuntos discutidos nesta atividade.  Nesta atividade foi possível comparar e contrastar nossas ideias com as de nossos colegas.</p>



Definidos os itens da EMISA, esta foi organizada na forma de escala *Likert* de seis pontos (APÊNDICE C), conforme as escalas de referência. Ela foi aplicada após a implementação de cada uma das AD e se constituiu em uma importante fonte de informação sobre a percepção individual dos estudantes em relação ao trabalho desenvolvido. Assim sendo, permitiu que se avaliasse o interesse e algumas das estratégias adotadas para promover a motivação autônoma dos estudantes, a partir das percepções deles próprios sobre estas estratégias.

#### **5.4.5. Entrevistas**

Segundo Bogdan e Biklen (1994), ao se tratar de pesquisas de natureza qualitativa, as entrevistas podem ser utilizadas de duas formas: “podem constituir a estratégia dominante para a recolha de dados ou podem ser utilizadas em conjunto com a observação participante, análise de documentos e outras técnicas” (p. 134). Conforme estes autores, em ambos os casos, a entrevista propicia a obtenção de informações relativas à pesquisa e, particularmente, informações na linguagem dos próprios sujeitos. Afora isso, a entrevista, quando utilizada como instrumento de coleta de informações, permite a adoção de diferentes formas de condução que vão de uma ideia mais livre, em que o entrevistador conduz uma conversa sobre a temática ou foco em estudo, até uma forma fortemente estruturada, em que o entrevistador segue à risca um roteiro previamente elaborado.

Nesta pesquisa optamos por elaborar um guia de questionamentos permitindo, porém, que o entrevistador pudesse fazê-los na ordem e momento que julgasse mais adequados. Além disso, o entrevistador tinha a liberdade de aprofundar a discussão sobre determinados aspectos, mediante a proposição de perguntas não previamente estabelecidas, quando julgasse pertinente. Assim sendo, no momento da entrevista, o entrevistador tinha em mãos um conjunto de tópicos ou perguntas que desejava explorar, porém, não necessitava seguir um roteiro de forma rígida. Isso permitiu uma flexibilidade quanto à ordem de proposição das perguntas e uma maior naturalidade e fluidez na condução das entrevistas.

Foram realizadas entrevistas com alguns dos estudantes do nosso grupo de sujeitos de pesquisa e com o professor. Nas entrevistas com os estudantes foram abordados aspectos gerais sobre o desenvolvimento das atividades didáticas, atentando-se sempre para os elementos e estratégias de suporte à autonomia, conforme roteiro presente no

APÊNDICE D. Foram realizadas três sessões de entrevistas, sendo uma após a implementação de um primeiro conjunto de atividades (AD-01 à AD-04); outra após a implementação de um segundo conjunto de atividades (AD-05 à AD-08) e outra ao final das implementações das AD-09, AD-10 e AD-11. As entrevistas foram gravadas em áudio, permitindo sua posterior transcrição e análise.

A entrevista com o professor foi realizada ao término das implementações visando a obtenção de uma avaliação por parte dele sobre o trabalho realizado. Com esta entrevista procuramos obter informações da visão do professor sobre as atividades, em especial, sobre a perspectiva do ensino por investigação, abordando alguns pontos tais como: o processo de elaboração e preparação para a condução das AD; dificuldades enfrentadas durante a implementação das AD; vantagens e desvantagens percebidas; engajamento dos estudantes nas atividades; aspectos sobre aprendizagem em grupo; o papel do professor nestas atividades, entre outros. No APÊNDICE E encontra-se o roteiro utilizado para conduzir a entrevista.

### **5.5. Utilização de Cada Instrumento de Coleta de Dados e a Busca das Relações entre as Variáveis em Estudo**

Para fins de permitir uma visão mais clara sobre o momento da utilização de cada um dos instrumentos de coleta de dados utilizados nesta pesquisa, apresenta-se a Quadro 5.3:

**Quadro 5.3:** Momento de aplicação/utilização de cada instrumento/recurso de coleta de dados

<b>Instrumento</b>	<b>Momento de Aplicação/Utilização</b>
Escala de Motivação: Atividades Didáticas de Física – EMADF	Duas aplicações: - Primeira - antes do início da implementação das AD (final de abril de 2012). - Segunda – após o término da implementação das AD (final de novembro de 2012).
Observações; Áudio e Vídeogravações de Aulas	Durante todas as aulas em que foram desenvolvidas as AD.
Produção dos Estudantes	Recolhida sempre ao término de cada AD.
Escala de Medida de Interesse e Suportes à Autonomia (EMISA)	Aplicada sempre ao final de cada AD.
Entrevistas com Estudantes	Foram realizadas entrevistas em três momentos: - Primeiro, após a implementação de um conjunto inicial de atividades, AD-01 à AD-04 (julho de 2012, com 10 estudantes). - Segundo, após a implementação de um segundo conjunto de atividades, AD-05 à AD-08 (outubro de 2012, com 6 estudantes). - Terceiro, após a implementação da AD-09 à AD-11 (dezembro de 2012, com 4 estudantes).
Entrevista com o Professor	Realizada após o término da implementação das AD, em dezembro de 2012.

Com a utilização deste conjunto de instrumentos/formas de coleta de informações, procuramos estudar aspectos relativos à motivação e à autonomia de estudantes em contexto de sala de aula em que foram desenvolvidas atividades didáticas baseadas no ensino por investigação.

### 5.5.1. Síntese Acerca de como Foram Buscadas as Relações entre Motivação Autônoma e Ensino por Investigação

Conforme explicitado em nosso objetivo e problema de pesquisa, neste estudo focamos em uma possível relação entre o Ensino por Investigação, mediante a implementação em sala de aula de atividades didáticas de caráter investigativo, e a Motivação Autônoma dos estudantes. Para estudar a relação entre estas duas variáveis buscamos um estabelecimento de convergência e complementaridade nas características centrais inerentes a cada uma delas, mediante as quais se tornará possível eleger e designar influências ou correlações. Para isso, além de outros aspectos, o delineamento teórico apresentado no capítulo 4 (ver seção 4.2.1 – diagrama da Figura 4.1) foi importante.

No capítulo 1, o *investimento pessoal* (BZUNECK, 2009; MAEHR; MEYER, 1997) foi apontado com sendo um elemento central para compreender a motivação de uma pessoa. Depreende-se deste elemento que, no caso específico de estudantes em contexto escolar, há uma motivação mais autônoma para execução de suas atividades quando haverá um manifesto envolvimento e disposição de seus recursos pessoais (tempo, energia, talento, conhecimentos, habilidades, entre outros) para execução das atividades didáticas. Para atingir e incentivar o *investimento pessoal* de maior qualidade possível, a preparação e o desenvolvimento das *atividades didáticas de caráter investigativo* valorizam e se fundamentam em situações-problema que, por sua vez, propiciam desafios, novidades, poder de decisão e interesse, objetivando o engajamento dos estudantes nas atividades. A forma de desenvolvimento das AD, em especial, o momento de *apresentação e apropriação da situação-problema*, que possuía o intuito de problematizar o tema abordado nas AD e instigar os estudantes a se apropriarem das situações-problema, assumiu um papel decisivo para mobilizar o engajamento deles nas atividades. Destaca-se que esta correspondência que anunciamos foi foco de estudo, tendo sido coletadas informações úteis para sua análise mediante: a observação e gravação das aulas, as entrevistas (estudantes e professor) e pela EMISA (percepção dos estudantes quanto ao interesse pelas atividades).

Stefanou et al. (2004) propuseram três categorias de *suportes à autonomia*, quais sejam: organizacional, procedimental e cognitivo. Estes suportes (em especial o suporte à autonomia cognitiva) possuem fundamental importância para a promoção da motivação autônoma de estudantes (KOH; FRICK, 2010; STEFANOU et al., 2004). No Quadro

2.1 apontamos um conjunto de estratégias associadas a estes diferentes recursos de suporte à autonomia, os quais orientaram a preparação e o desenvolvimento das *atividades didáticas de caráter investigativo*. Em relação às AD, focamos no ensino-aprendizagem de conteúdos de diferente natureza (conceitual, procedimental e atitudinal) para que, aliado a forma de desenvolvimento delas, pudessem fomentar os suportes à autonomia.

Os suportes à autonomia propostos por Stefanou et al. (2004) também se constituíram em categorias de análise para nossa pesquisa. Mediante informações coletadas pelos diversos instrumentos (a observação e gravação das aulas; as entrevistas com os estudantes e com o professor; produção dos estudantes e pela EMISA – percepção dos estudantes sobre: clima/ambiente para o suporte à autonomia; controle de comportamentos; suporte à autonomia cognitiva) procurou-se estabelecer a influência e a relação entre o ensino por investigação e a motivação autônoma dos estudantes, pelo fortalecimento dos suportes à autonomia.

Afora estes aspectos, fizeram parte de nossa análise e do estabelecimento de relações entre as variáveis em estudo alguns outros elementos mais específicos presentes e/ou focados no desenvolvimento das AD, como por exemplo: a *confiança dos estudantes nas resoluções praticadas* (relacionada com a independência e autonomia); a *relevância das situações-problema* (se relaciona com o engajamento dos estudantes nas AD); *desafio, curiosidade, controle e fantasia/imaginação*, considerados e apontados como aspectos importantes para originar a motivação intrínseca dos estudantes (GUIMARÃES, 2009; LEPPER; HODELL, 1989; PARKER; LEPPER, 1992; PINTRICH; SCHUNK, 2002) e os efeitos benéficos da *contextualização, personalização e provisão de escolhas* para promoção da motivação intrínseca dos estudantes (CORDOVA; LEPPER, 1996). Informações para a análise destes elementos foram obtidas principalmente pela observação e gravação das aulas; pelas entrevistas com os estudantes e pela EMISA.

Por fim, utilizamos também uma escala de medida de motivação, a EMADF, para avaliar a intensidade e a qualidade motivacional dos estudantes antes e após o término da implementação das AD. Com este instrumento não buscamos apontar resultados causais, ou seja, não é possível afirmar categoricamente que uma mudança na *motivação autônoma* dos estudantes, medida pela EMADF, é decorrente unicamente da implementação de *atividades didáticas de caráter investigativo*, mas, os resultados obtidos pela aplicação da EMADF

poderão fomentar uma complementação/contrastação com as demais análises feitas. Dessa forma, constitui-se em uma medida complementar importante para avaliação da motivação autônoma dos estudantes que fizeram parte desta pesquisa.

## **CAPÍTULO 6:**

### **REFLEXÕES SOBRE A INTERVENÇÃO DIDÁTICO- PEDAGÓGICA**

Este capítulo é destinado à descrição e reflexão sobre o processo de intervenção didático-pedagógico realizado. A implementação das AD teve um acompanhamento minucioso de coleta de informações, mediante a utilização dos diferentes instrumentos e metodologias descritas no capítulo anterior. Assim sendo, obtivemos um vasto conjunto de dados para promover a realização da análise das AD; do apontamento de resultados e da emissão de considerações/conclusões.

Tendo em vista o objetivo e o problema de pesquisa, julgamos relevante dedicar um capítulo para descrição e análise de algumas das AD implementadas. Com isso visamos: a) exemplificar e oferecer ao leitor a possibilidade de uma compreensão mais clara sobre a intervenção didático-pedagógica realizada; b) apontar alguns elementos e características, presentes no desenvolvimento das AD, que se mostraram favoráveis à promoção da motivação autônoma dos estudantes; c) evidenciar aspectos relativos à perspectiva do ensino por investigação adotada e sobre a compreensão conceitual alcançada pelos estudantes.

#### **6.1. Análise Descritiva do Processo de Implementação das Atividades Didáticas em Sala de Aula**

O trabalho empírico, de implementação das AD, se constituiu de intervenções didático-pedagógicas distribuídas por três bimestres consecutivos. No total foram desenvolvidas 11 AD (APÊNDICE A), demandando um tempo de 28 aulas (de 45 min cada) de trabalho em sala. Na Tabela 6.1 encontram-se informações importantes sobre a distribuição das atividades ao longo dos três bimestres em que ocorreu a intervenção didático-pedagógica. Portanto, nesta tabela há dados sobre a data de implementação e o tempo de aula dedicado para o desenvolvimento de cada uma das AD.

**Tabela 6.1:** Atividades didáticas implementadas em sala de aula.

<b>Atividades Didáticas</b>	<b>Data</b>	<b>Tempo</b>
<b><u>AD-01</u></b> Consumo de Energia Elétrica: como determinar ou prever?	11/05/2012 (1 aula) 15/05/2012 (2 aulas) 18/05/2012 (1 aula)	4 Aulas (3h00min)
<b><u>AD-02</u></b> Testando Circuitos!	29/05/2012 (2 aulas)	2 Aulas (1h30min)
<b><u>AD-03</u></b> Condutores: ôhmicos ou não-ôhmicos	08/06/2012 (1 aula) 12/06/2012 (2 aulas)	3 Aulas (2h15min)
<b><u>AD-04</u></b> Qual o Valor da Resistência?	26/06/2012 (1,5 aulas)	1,5 Aulas (1h10min)
<b><u>AD-05</u></b> Qual a Melhor Compra?	07/08/2012 (1,5 Aulas)	1,5 Aulas (1h10min)
<b><u>AD-06</u></b> Associação de Resistores: faça a sua!	21/08/2012 (2 Aulas) 24/08/2012 (1 Aula) 28/08/2012 (2 Aulas)	5 Aulas (3h45min)
<b><u>AD-07</u></b> Gerador de Energia Elétrica: máximo proveito!	25/09/2012 (2 Aulas)	2 Aulas (1h30min)
<b><u>AD-08</u></b> Dinheiro Atrai Dinheiro?	02/10/2012 (2 Aulas)	2 Aulas (1h30min)
<b><u>AD-09</u></b> Experiência de Oersted: que conclusões tirar?	09/10/2012 (2 Aulas) 16/10/2012 (1 aula)	3 Aulas (2h15min)
<b><u>AD-10</u></b> Queda em Câmera Lenta!	06/11/2012 (2 Aulas)	2 Aulas (1h30min)
<b><u>AD-11</u></b> Geração de Energia Elétrica.	13/11/2012 (2 Aulas)	2 Aulas (1h30min)
<b>Total:</b>		<i>28 Aulas (21 horas)</i>

A análise descritiva, apresentada na sequência, está focada nas seguintes atividades: AD-03; AD-07; AD-09 e AD-11. Escolhemos estas quatro AD por exemplificarem diferentes momentos da intervenção didático-pedagógica, bem como, por apresentarem situações-problema de natureza distinta (ver Quadro 5.1), culminando no uso de diferentes estratégias e recursos ao longo do processo de resolução. A descrição e análise foram guiadas pelos três momentos adotados para o



desenvolvimento das AD investigativas, quais sejam: a) apresentação e apropriação da situação-problema; b) elaboração de hipótese(s), estratégia(s) e construção da solução e c) reflexão, elaboração de conclusões e apresentação dos resultados (GARCÍA; GARCÍA, 2000).

### **6.1.1. Atividade Didática 03 (AD-03) – Condutores: Ôhmicos ou Não-Ôhmicos**

O desafio principal da AD-03 era fazer com que os estudantes elaborassem uma estratégia que lhes permitisse afirmar se um condutor (1,0 m de fio metálico) entregue a cada grupo era ou não ôhmico. Assim sendo, a atividade foi realizada com o propósito de atender dois objetivos principais, quais sejam: a) fazer com que os estudantes compreendessem a Lei de Ohm e a utilizassem para solucionar a situação-problema proposta e b) possibilitar aos estudantes a manipulação de materiais, a realização de medidas e a construção e análise de gráficos. Vale ressaltar que os estudantes ainda não haviam estudado a Lei de Ohm, quando a atividade foi proposta.

#### **Apresentação e Apropriação da Situação-Problema**

A aula iniciou com o professor orientando os estudantes a se organizarem em grupos. Uma vez formados os grupos, cada qual recebeu duas cópias impressas da situação-problema a ser solucionada (APÊNDICE A), acompanhada de um fio metálico de 1,0 m de comprimento. O professor efetuou a leitura da situação-problema e orientou que utilizassem o livro didático como um recurso para elaboração de suas estratégias e soluções. Até este momento nenhum material (multímetro, pilhas e suportes para pilhas) havia sido entregue aos estudantes, pois, não se tinha a intenção de induzi-los na elaboração de suas estratégias.

Embora não tenha sido realizada uma discussão e problematização aprofundada em torno da situação-problema proposta, a percepção que se teve é que os estudantes se sentiram desafiados a buscar uma solução, isto é, eles compreenderam a situação como sendo de fato um problema a ser resolvido e que os levou a refletir sobre o assunto abordado. Esta constatação se reforça e fica retratado na fala de um estudante durante as entrevistas, quando questionado se as atividades os levaram a refletir sobre o assunto abordado:

*Entrevistador: Essas atividades levaram você a pensar/refletir sobre o assunto abordado? Por quê?*

Alex<sup>12</sup>: *Sim, como eu disse antes, elas acabaram envolvendo a gente e fizeram com que a gente buscasse o conhecimento, né... Ah, procurasse saber por que do gráfico, por exemplo, do resistor ôhmico e tudo mais. Fizeram a gente buscar o porquê das coisas.*

Entrevistador: *Então, você se sentiu desafiado ou não, pelas situações-problema?*

Alex: *Sim, com certeza.*

A maior dúvida dos estudantes era sobre o que dizia a Lei de Ohm, uma vez que, eles ainda não a haviam estudado. Diante dos questionamentos feitos pelos estudantes sobre o que é a Lei de Ohm, o professor os direciona para a explicação presente no livro didático e solicita que eles a leiam e busquem compreendê-la, colocando-se a disposição para eventuais dúvidas. Assim, os grupos passam a realizar um estudo da Lei de Ohm e já começavam a esquematizar suas estratégias para solucionar a situação-problema.

### **Elaboração de Hipótese(s), Estratégia(s) e Construção da Solução**

O trabalho em busca da elaboração das estratégias passa inicialmente pela compreensão da Lei de Ohm. Na medida em que esta dúvida inicial começa a ser superada surgem as primeiras indicativas de estratégias de soluções e com elas novos questionamentos ao professor. Um estudante, com base na explicação da Lei de Ohm presente no livro didático, chama o professor e questiona:

E1<sup>13</sup>: *Professor a gente precisa fazer um gráfico como este, não é? [mostra um gráfico de  $U \times i$  no livro didático].*

P: *O que significa esse gráfico?*

E2: *É da Lei de Ohm.... R é constante.*

P: *O que é o R?*

E2: *É a resistência. Tem o U que é voltagem e o i que é corrente elétrica.*

P: *Sim. E vocês entenderam?*

<sup>12</sup> Os nomes utilizados para identificar os estudantes entrevistados são pseudônimos e foram mantidos os mesmos ao longo de todo texto.

<sup>13</sup> Nas transcrições, relativas às discussões ocorridas ao longo das aulas, entre estudantes e professor ou entre os próprios estudantes, identificaremos as falas de um estudante com a letra E, diferenciando-os por números (E1, E2, E3, etc), quando mais de um estudante participar da discussão retratada. Já as falas do professor serão identificadas pela letra P.

E1: *Sim, mas... Como a gente vai medir para saber os valores e fazer um gráfico igual a esse. Se for igual o fio é ôhmico, né?*

P: *Sim. Então vamos ver o que é necessário para fazer as medidas e fazer um gráfico.*

Este diálogo foi acompanhado pelos outros grupos que também já estavam com a dúvida se deveriam construir um gráfico e como o fariam. Diante disso, o professor ofereceu aos grupos um conjunto de materiais: suportes de pilhas, pilhas e um multímetro. Com este material passou a ser possível a construção de um circuito e a medida dos dados necessários para construção do gráfico  $U \times i$  para o condutor a ser testado. No entanto, os estudantes manifestavam muita dúvida sobre como construir o circuito e efetuar as medidas utilizando um multímetro. O professor sugere, inicialmente, que eles consultem a página 132 do livro didático, em que há uma explicação sobre a utilização de instrumentos de medida. Embora os grupos tenham conseguido compreender a explicação teórica ainda lhes restava uma dúvida sobre os procedimentos práticos, ou seja, como poderiam utilizar o multímetro para fazer as medidas de ddp e corrente elétrica.

O professor, percebendo que as dúvidas eram comuns a todos os grupos resolve ir para o quadro e conduzir uma explicação e orientação para toda turma, conforme segue:

P: *Então pessoal, conforme o número de pilhas vocês vão gerar uma tensão diferente. Vocês podem medir a tensão das pilhas quando encaixam elas ali, encaixadas no suporte. Elas inteiras, totalmente carregadas, devem ficar exatamente com 1,5 V, para cada uma. Ai teriam, 1,5 V, 3,0 V e 4,5 V. Como elas devem estar um pouquinho descarregadas vocês medem a tensão, porque algumas já foram usadas nas aulas anteriores e podem estar um pouco abaixo. Ai vocês vão fazer sempre duas medições: tensão, em Volts e a corrente elétrica, em Ampères. Para fazer a medição... Eu vou fazer um esquema do circuito assim [o professor desenha um circuito no quadro e concomitantemente profere a explicação]: esse símbolo aqui de duas barras indica a fonte de tensão, no caso as pilhas, esse risco indica o fio, o preto e vermelho ali do multímetro e aqui do lado uma resistência, que é o fio que vocês têm aí. Então, para medir os dois itens, a tensão e corrente... A tensão vocês ligam nos dois lados da pilha, em paralelo. E a corrente vocês conectam o amperímetro assim no meio...*

E1: *Ai? Por que assim?*

P: *É ligado em série, chama-se de uma ligação série. Já o voltímetro é em paralelo. Então... [momento em que pega um multímetro] o aparelho que vocês têm para fazer as medidas é chamado de multímetro e ele faz as duas medições, tanto da tensão quanto da corrente. Ai aqui na chave seletora vocês vão colocar, para medir tensão, aqui onde está escrito corrente contínua e em volts, o DCV. Ai podem colocar na escala 20 V aqui que vai dar um valor abaixo disso. E para a corrente, no outro lado aqui no DCA e ai vocês utilizam ou 200 mA ou 20 mA. Como só tem um multímetro por grupo vocês terão que fazer uma medição por vez.*

E2: *Ah, professor ai vai ter que transformar mA para A?*

P: *Sim. Usam-se escalas ai, por exemplo, aqui dos volts vai dar 1,5 ou 3,0 e não tem prefixo nenhum. No Ampères aqui do outro lado vai ter mA.*

E2: *Multiplico por  $10^{-3}$ .*

P: *Isso. Ai com esses valores aqui vocês vão poder construir o gráfico.*

E3: *Ai verificamos se é ôhmico, né?*

P: *Isso. Vocês podem montar uma tabela para anotar os dados medidos e depois construir o gráfico com estes dados. Vamos lá, então... E lembrem, busquem a explicação no livro para auxiliá-los na decisão se o fio que cada grupo recebeu é ou não um condutor ôhmico.*

Em um primeiro momento esta explicação proferida pelo professor pode parecer muito diretiva ou deixar a entender que os estudantes não tiveram oportunidade para procurar aprender a utilizar o multímetro por conta própria, destoando assim do propósito inerente ao desenvolvimento das AD. No entanto, é importante destacar que a estratégia de como resolver a situação-problema já havia sido elaborada pelos grupos antes da explicação ocorrer e ela englobava a utilização de um instrumento para medir a ddp e a corrente elétrica, embora os estudantes não soubessem como efetuar estas medidas. Diante desta dúvida e da não superação da mesma, o professor decide por realizar uma explicação mais detalhada. Portanto, a explicação se mostrou necessária, pois, os estudantes até então, não haviam realizado nenhuma medida utilizando um multímetro, era um aparelho desconhecido para eles.

Após a explicação e com mais algumas orientações prestadas aos grupos, os estudantes conseguiram realizar as medidas e passaram para a construção dos gráficos de  $U \times i$ . Nesta etapa do desenvolvimento da

atividade as dúvidas centravam-se na escolha e definição da escala a ser adotada ou em como traçar a curva do gráfico. Em relação ao segundo aspecto, em alguns grupos, os pontos indicavam uma reta, no entanto não estavam exatamente alinhados e os estudantes desconheciam a noção de curva média, achando que deveriam traçar uma curva que ligasse todos os pontos. Diante disso, o professor se ateve a ajudar os estudantes a fim de superarem suas dúvidas, orientando-os no processo de construção das soluções da situação-problema.

### **Reflexão, Elaboração de Conclusões e Apresentação dos Resultados**

Esta atividade ofereceu boas oportunidades para o desenvolvimento de novas aprendizagens, tanto no que se refere à manipulação de materiais quanto aos conteúdos procedimentais e conceituais inerentes à disciplina de Física. Um estudante ressalta isso durante a entrevista:

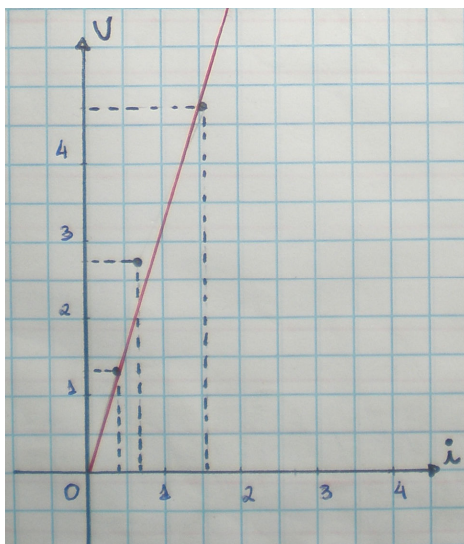
Entrevistador: *Essas atividades, você acredita que elas permitiram que vocês manipulassem materiais e fizessem análises?*

Pedro: *Sim. Por exemplo, a do fio ôhmico a gente teve contato com os materiais, com os circuitos. Foi bom até porque a gente nunca tinha visto, por exemplo, um fio ôhmico para fazer a construção de um gráfico e fazer medidas com multímetro, essas coisas... É sempre bom a gente conhecer coisas novas, né!*

Este fato comprova que um de nossos objetivos com a atividade foi alcançado, ou seja, possibilitamos aos estudantes a manipulação de materiais, a realização de medidas e a construção e análise de gráficos. Afora isso, vale destacar que os alunos conseguiram elaborar uma boa compreensão da Lei de Ohm e a utilizaram para resolver a situação-problema. As maiores dúvidas estavam relacionadas à parte empírica: montagem do circuito e realização das medidas, utilizando o multímetro. No entanto, conforme já explicitado anteriormente, estas puderam ser superadas com a ajuda do professor e assim, propiciaram novas aprendizagens.

Cada grupo registrou sua solução. Para fins de ilustração, segue na Figura 6.1 o gráfico construído por um dos grupos:

**Figura 6.1:** Extrato da produção do Grupo A (AD-03).



Neste gráfico percebe-se que os estudantes traçaram a curva de forma coerente, aplicando a ideia de curva média. Um aspecto que poderia ser melhorado se refere à identificação das unidades de medida utilizadas para a ddp ( $U$ ) e a corrente elétrica ( $i$ ). Além disso, poder-se-ia orientar um ajuste na escala, em particular, no eixo das abscissas, visando uma melhor distribuição da curva no espaço cartesiano.

Das resoluções apresentadas pelos cinco grupos, em apenas uma delas persistiu um problema quanto à curva traçada, isto é, a curva foi traçada mediante a ligação dos pontos e não aplicando a noção de curva média. Detalhes como este e como aqueles sinalizados acima, são possíveis de ser superados em uma discussão conjunta ao final da atividade e que neste caso acabou não ocorrendo. A discussão conjunta foi deixada de lado, pois, segundo o entendimento do professor e mediante questionamento a turma, parecia não haver dúvidas e aspectos as serem ressaltados.

No entanto, é possível destacar que a atividade ofereceu um clima favorável para o desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes e lhes permitiu a construção de uma boa compreensão em torno do assunto abordado. Isso reforça nosso entendimento de que é fundamental que o estudante seja ativo e autor do processo de construção de sua aprendizagem. Nossa percepção é de que os

estudantes após as primeiras AD implementadas já estavam desenvolvendo esta consciência, conforme manifestação feita por eles durante as entrevistas. Para exemplificar segue a fala de um deles:

Entrevistador: *Em relação à forma de trabalho: vocês trabalhavam sempre em grupos e tiveram a ajuda do professor quando solicitavam. Em contrapartida vocês tiveram menos explicações expositivas. Como você avalia isso? Você sentiu falta de explicações expositivas? As dúvidas puderam ser supridas?*

Paulo: ***Então, essa forma de trabalho nos ajudou muito, porque com a dúvida a gente era meio que forçado a pensar na coletividade para a solução daquele problema. Então, a gente buscava entender o assunto para assim poder concluir a atividade.***

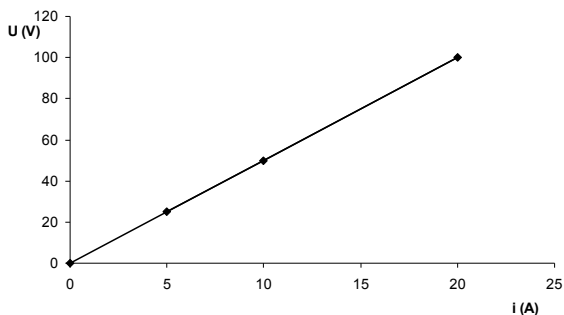
Entrevistador: *Você acha que é importante se deparar com a dúvida e tentar solucioná-la por si próprio primeiro?*

Paulo: ***Com certeza, porque com a dúvida vai se gerar uma satisfação depois de ver o resultado.***

De fato, conforme destacado pelo Paulo (durante a primeira sessão de entrevistas), os estudantes ficavam desafiados com a dúvida e deixavam transparecer um entusiasmo e uma satisfação com cada progresso alcançado, durante o desenvolvimento desta atividade. Este elemento afetivo é importante para persistência do interesse e da motivação na atividade e, conseqüentemente, para a construção da aprendizagem.

A compreensão conceitual dos estudantes sobre o assunto abordado nesta AD foi significativa, tendo em vista o êxito nas resoluções construídas pelos diferentes grupos. Além disso, o assunto abordado na AD-03 foi foco de avaliação em prova. Portanto, temos uma medida sobre a compreensão conceitual do assunto abordado nesta atividade, a partir do índice de acerto em um exercício. A prova era composta por exercícios/problemas típicos que tiveram que ser solucionados individualmente e sem consulta. Um destes exercícios procurou avaliar conhecimentos relacionados ao assunto abordado na AD-03, conforme segue:

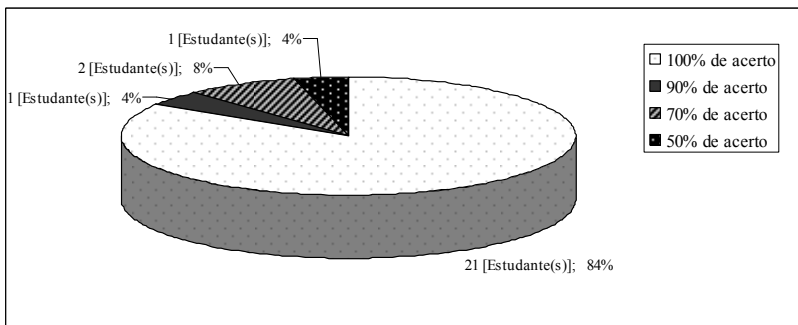
A curva característica de um resistor mantido à temperatura constante é dada no gráfico:



- a) Esse resistor é ôhmico? Justifique.  
 b) Qual a resistência elétrica desse resistor?

Salientamos que o gráfico ( $U \times i$ ) variava de prova para prova (valores das grandezas físicas). Esta foi uma estratégia escolhida pelo professor para evitar que os estudantes, eventualmente, copiassem a solução dos colegas. O desempenho dos vinte e cinco estudantes nesta questão foi muito bom, conforme explicitam os dados retratados pelo Gráfico 6.1:

**Gráfico 6.1:** Desempenho dos estudantes em uma questão de prova relativa ao assunto abordado na AD-03.



A estudante que obteve 90% de acerto na questão esqueceu-se da unidade de medida da resistência elétrica calculada para o resistor, conforme solicitava a letra (b). Os dois estudantes que atingiram 70% de acerto esqueceram-se da unidade de medida da resistência elétrica e a justificativa da letra (a) não foi considerada como totalmente certa. Por fim, a estudante com 50% de acerto na questão errou o cálculo da resistência elétrica do resistor (item b).

Embora não houvesse nenhuma interferência externa na elaboração das provas, ou seja, estas foram elaboradas pelo professor da



turma, esta questão em particular propicia uma boa avaliação dos conhecimentos desenvolvidos durante a AD-03. O desempenho dos estudantes pode ser considerado muito bom, uma vez que, 24 estudantes (96%) acertaram 70% ou mais da questão e 21 estudantes (84%) obtiveram nota máxima na questão.

### **6.1.2. Atividade Didática 07 (AD-07) – Gerador de Energia Elétrica: Máximo Proveito!**

Na AD-07 foi problematizado e estudado o processo de geração de energia elétrica a partir de um protótipo de gerador, previamente construído. O desafio lançado aos estudantes era o seguinte: quais as estratégias que poderão ser adotadas para aumentar a geração de energia elétrica neste gerador? Previam-se com esta situação-problema conduzir os estudantes a compreenderem o que é e como funciona um gerador elétrico, bem como, proporcionar a eles a elaboração e o teste de diferentes estratégias, estimulando-os a relacionar o processo de geração de energia elétrica neste protótipo com a geração de energia elétrica, principalmente, em usinas hidrelétricas.

Esta atividade abriu o estudo sobre geradores e receptores elétricos. A abordagem deste assunto (geradores e receptores elétricos) fechava a sequência de aulas sobre associação de resistores e temas centrados na eletricidade, abrindo caminho para o estudo do magnetismo e eletromagnetismo. A AD-07 foi realizada no laboratório da escola, pois, era necessária uma estrutura que permitisse a utilização de água e bancadas que pudessem, eventualmente, molhar. O desenvolvimento da atividade foi significativo, permitindo aos estudantes uma abordagem bastante abrangente sobre a temática focada com a situação-problema.

#### **Apresentação e Apropriação da Situação-Problema**

Na parte inicial da atividade, antes do desafio ser apresentado aos estudantes, o professor indagou-os de forma a explicitarem o que já sabiam sobre o processo de geração de energia elétrica. Para isso, ele os questionou sobre quais os tipos e formas de geração de energia elétrica que os estudantes conheciam. Esta pergunta encaminhou uma longa conversa, em que, vários assuntos foram postos em discussão. Dentre os pontos discutidos estavam diferentes tipos de usinas geradoras de energia elétrica, sobre as quais o professor procurou instigá-los se

sabiam que tipo de energia era utilizada para ser convertida em energia elétrica, conforme ilustra o diálogo transcrito abaixo:

- E1: *As usinas hidrelétricas utilizam a água, as barragens... Ela toca as turbinas.*
- E2: *Professor? E nas usinas eólicas, também é assim? É a mesma coisa? Utilizam-se turbinas e...*
- P: *Sim, há as turbinas que são movidas para gerar energia elétrica.*
- E3: *Só que neste caso, não é professor, quem move as turbinas é o vento. O vento que faz girar aquelas hélices grandes.*
- E1: *E nas termoelétricas se utiliza o vapor, não é? Agora nas usinas nucleares, como que é?*
- E4: *É mesmo, como acontece lá? A energia é atômica?*
- P: *Não, vejamos... A ideia das usinas nucleares e termoelétricas é a mesma, ou seja, as turbinas são movimentadas pelo vapor d'água. O que muda é a forma como a água é fervida, aquecida. Então, não tem nada dessa ideia de pegar energia do átomo e jogar para dentro da rede de energia elétrica. Então, usa-se a energia da explosão atômica para ferver a água e gerar vapor.*
- E5: *Professor... Então, o que forma energia é o movimento?*
- P: *Sim, o movimento das pás das turbinas é convertido em energia elétrica.*
- E5: *Sim, e como que isso ocorre?*

Neste momento o professor segue a conversa com os estudantes, fornecendo algumas informações sobre o funcionamento de uma turbina, porém, ressaltando que mais a frente eles irão aprofundar os estudos sobre eletromagnetismo, em especial sobre a indução eletromagnética, permitindo-lhes uma maior compreensão a respeito do que acontece internamente numa turbina. No trecho do diálogo apresentado acima, vale destacar o fato dos alunos terem conseguido perceber que há um aspecto comum nestas diferentes formas de geração de energia elétrica, qual seja: o movimento das pás das turbinas! Portanto, o professor conseguiu gerar um contexto problematizador importante para apresentar a situação-problema e aprofundar a reflexão sobre a energia que faz movimentar as turbinas e, conseqüentemente, gerar a energia elétrica.

A discussão sobre a geração de energia elétrica nas diferentes usinas foi aproveitada pelo professor para apresentar um protótipo de um gerador de energia elétrica, que seria movido por uma queda d'água. O gerador foi posicionado sobre uma das bancadas centrais do laboratório e os estudantes, reunidos em grupos, ficaram nas bancadas

localizadas em torno desta. O professor solicitou que os estudantes acompanhassem a demonstração inicial, procurando observar todos os parâmetros que julgassem estarem envolvidos e relacionados ao processo de geração de energia elétrica neste gerador (Parte 1 da Figura 6.2). Após esta demonstração inicial ele lançou o desafio aos estudantes, questionando-os sobre quais as estratégias que eles poderiam adotar para aumentar a geração de energia elétrica no gerador. Os estudantes se mostraram bastante interessados em buscar alternativas para maximizar a geração de energia elétrica no gerador.

### **Elaboração de Hipótese(s), Estratégia(s) e Construção da Solução**

A Parte 1 da Figura 6.2 ilustra o momento em que o professor descreve os componentes do protótipo e apresenta a situação-problema a ser resolvida. Durante o processo de elaboração das hipóteses, os estudantes tiveram a liberdade de mexer no protótipo de forma a testar ou verificar a função de cada um dos componentes que compunham o gerador, bem como, para procurar identificar quais as variáveis envolvidas neste processo de geração de energia elétrica, conforme se pode verificar na Parte 2 da Figura 6.2.

**Figura 6.2:** Momentos do desenvolvimento da AD-07.



**Parte 1**



**Parte 2**

Em meio a uma discussão interna de um dos grupos, sobre as usinas hidrelétricas e as grandes áreas alagadas, um dos estudantes lembra que existe uma usina hidrelétrica chamada Salto do Pilão, localizada no Alto Vale do Itajaí/SC (entre os municípios de Apiúna, Ibirama e Lontras), que possui apenas uma pequena barragem e depois a água do Rio Itajaí-Açu é desviada por um túnel perfurado na montanha,

até cair sobre as pás das turbinas. O grupo chamou o professor e relatou este exemplo a ele. O professor afirmou ter conhecimento sobre a existência desta usina e questionou os estudantes sobre o que há em comum, no processo de geração de energia, nas usinas hidrelétricas que utilizam grandes barragens e esta do Salto do Pilão. Os estudantes param para pensar por um instante até que um deles afirma que é o uso da água para a geração de energia. O professor não satisfeito com a resposta, pergunta: *“Mas, como a água é aproveitada em cada uma destas usinas? O que muda na forma em que a água é utilizada para movimentar as pás das turbinas? Ou não muda nada? O processo é o mesmo?”*. Frente a estes novos questionamentos os alunos ressaltam que a diferença está na presença ou não de uma grande represa e que a semelhança reside na necessidade de haver uma queda, uma determinada altura para a água cair sobre as turbinas. Portanto, nesta problematização os alunos conseguiram identificar uma característica relevante no processo de geração de energia elétrica neste tipo de usinas, percebendo que há a necessidade de uma diferença de altura entre o nível da água e as turbinas. Este aspecto encaminhou uma das estratégias sugeridas pelo grupo, a saber: aumentar a altura entre o reservatório de água e a turbina.

Os grupos foram trabalhando e novas hipóteses para aumentar a geração de energia elétrica, no protótipo de gerador apresentado, foram sendo feitas. A primeira proposta feita nos diferentes grupos foi a de aumentar a altura da queda da água. Em relação a isso o professor procurava questionar os alunos sobre o porquê isto maximizaria a geração de energia elétrica. Ele procurava induzir os alunos a pensar e relacionar a maior diferença de altura, entre o reservatório (saída da água) e a turbina, com uma maior energia potencial gravitacional. Os alunos, de alguma maneira procuravam justificar que uma maior altura provocaria um aumento na velocidade de rotação da turbina, mas não faziam a relação entre a conversão da energia potencial gravitacional em energia cinética de rotação na turbina. Diante disso, o professor questionava os estudantes sobre os processos de conservação de energia e procurava induzi-los a perceberem que o aumento na geração da energia gerada pelo gerador está atrelado a um aumento na energia que movimentam as pás da turbina.

Em outro grupo, que já haviam estipulado a hipótese de aumentar a altura entre a turbina e a saída da água no reservatório, os estudantes estavam pensando agora em outra forma de aumentar a energia potencial gravitacional e, conseqüentemente, alcançar uma maior geração de

energia elétrica com o gerador. Eles, ao analisarem a relação matemática para calcular a energia potencial gravitacional ( $E = mgh$ , sendo  $E$  = energia potencial;  $m$  = massa;  $g$  = gravidade;  $h$  = altura) concluíram que poder-se-ia aumentar a massa da água, fazendo com que caísse mais água sobre as pás. Eles chamaram o professor para discutir esta hipótese, conforme retratado pelo diálogo a seguir:

E1: *Professor, se a gente aumentasse o furo, sairia mais água e teríamos mais força para movimentar as pás da turbina e aí irá girar mais rápido e gerará mais energia também, não é?*

P: *Então vocês estão pensando que um furo maior na tampinha fará com que aumente a geração de energia? Por quê?*

E2: *É que nem nas usinas hidrelétricas... Lá não caia água só num ponto, cai muita água sobre as pás da turbina.*

E3: *Olha, colocando mais alto aumenta a energia potencial. Já conversamos sobre isso antes... Agora olha [aponta para a equação  $E = mgh$ ] aqui tem a massa, também poderá ser aumentada e com isso aumentamos a energia!*

P: *Aham! Legal... Sigam pensando nisso e coloquem estas justificativas no papel.*

Este recorte da conversa entre o professor e os estudantes, retrata bem a estratégia de condução da atividade utilizada por ele, que procurou questioná-los bastante, fazendo com que refletissem e buscassem justificar suas afirmações. Esta forma de trabalho é condizente com a perspectiva de oferecer suportes à promoção da autonomia dos estudantes para, de forma mais localizada, elaborarem suas soluções à situação-problema e, em uma visão mais ampla, em prol à construção de sua aprendizagem.

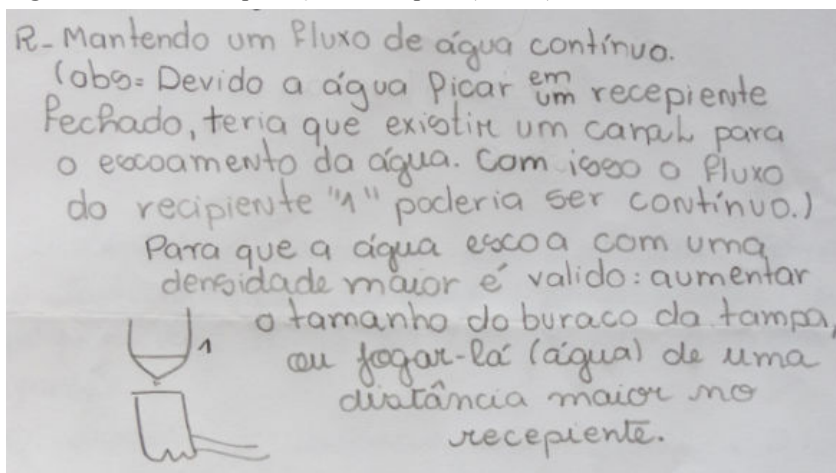
O trabalho de elaboração de hipóteses e estratégias, para serem testadas, proporcionou boas discussões entre os estudantes e entre eles e o professor. Vários conceitos, leis e princípios da Física foram lembrados e tomados como referência para fomentar as discussões/justificativas propostas pelos estudantes. Ao longo desta fase do trabalho, era perceptível a constante relação que os alunos faziam entre o protótipo de gerador e as usinas geradoras de energia elétrica. Este aspecto proporcionou um grande exercício do poder de observação e análise deles, para a partir daí, elaborarem suas estratégias e justificativas. Afora isso, havia sempre o estabelecimento de relações entre o protótipo (aparato experimental), os conhecimentos da Física e os conhecimentos sobre a geração de energia elétrica adotada no país (diferentes tipos de usinas).

### Reflexão, Elaboração de Conclusões e Apresentação dos Resultados

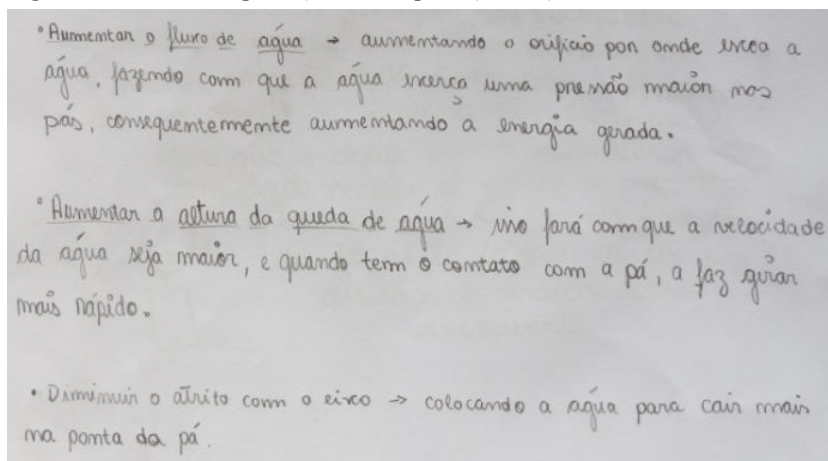
No momento final desta atividade, o professor conduziu uma reflexão sobre as propostas construídas pelos grupos. Para isso, ele solicitou inicialmente que um grupo apresentasse uma de suas estratégias e, em seguida, colocou-a em discussão. Os demais grupos se posicionavam e se manifestavam sobre a concordância, bem como, em relação à possibilidade de haver semelhança com alguma de suas estratégias. Feito esta discussão, era realizado o teste, mediante o uso do protótipo.

As Figuras 6.3 e 6.4 exemplificam algumas das propostas feitas pelos grupos:

**Figura 6.3:** Extrato da produção do Grupo A (AD-07).



**Figura 6.4:** Extrato da produção do Grupo B (AD-07).



Mediante análise das Figuras 6.3 e 6.4, constata-se que os dois grupos, sugerem que seja aumentado o fluxo de água que cai sobre a turbina (aumentando o furo na tampinha que fecha o reservatório de água superior do protótipo) e que também se aumente a altura entre o reservatório de água e a turbina. Estas duas hipóteses foram testadas pelos alunos, conforme ilustra a Figura 6.5.

**Figura 6.5:** Avaliando as propostas apresentadas pelos grupos (AD-07).



Para verificar se de fato havia um aumento na geração de energia elétrica, estava conectada ao gerador um multímetro, que media a ddp gerada. Sem nenhuma modificação no protótipo, no pico de geração

(reservatório cheio de água) se media 0,09 V. Quando os estudantes aumentaram o furo na tampinha, obtiveram uma geração de 0,20 V. Com o furo maior e também com o aumento na altura (colocando caninhos de caneta na base de sustentação do reservatório) os estudantes mediram uma ddp de 0,29 V. Durante estes testes, o professor explorou as justificativas apresentadas pelos alunos e complementou as análises com algumas observações e explicações de natureza conceitual. Destaca-se que a expressão corporal dos estudantes, conforme ilustrada a Figura 6.5, indica interesse, participação e envolvimento dos estudantes no teste das hipóteses/estratégias elaboradas pelos diferentes grupos.

Afora estas duas propostas, havia uma terceira, presente na resolução apresenta por dois grupos (sendo uma das resoluções aquela retratada na Figura 6.4), sugerindo que se deixasse a água cair na extremidade das pás. A justificativa apresentada por um dos grupos, Figura 6.4, era de que seria possível diminuir o atrito com o eixo da turbina ao se deixar a água cair nas extremidades da turbina. Já o outro grupo argumentava apenas que haveria um aumento na velocidade de rotação da turbina. Foi feito o teste, deixando-se a água cair bem próximo ao eixo e depois na extremidade das pás. Quando a água caía na extremidade das pás, de fato se percebeu uma maior geração de energia elétrica. Como as justificativas apresentadas pelos alunos eram incipientes ou mesmo errôneas, o professor acabou aprofundando a discussão e explicando as razões pelas quais ocorria um aumento na geração de energia elétrica quando a água caía nas extremidades das pás. Para isso utilizou o conceito de torque ( $\tau = \mathbf{F} \times \mathbf{d}$ ) e estabeleceu uma relação entre este fato e diferentes formas de abrir e fechar uma porta, mostrando que quanto mais perto da extremidade (próximo do trinco) se aplica a força, mais fácil é, ou seja, é preciso menos força para fechar a porta do que quando se procura fechá-la aplicando uma força próximo da extremidade fixa (eixo de rotação). Alguns dos alunos fizeram o teste na porta do laboratório e concordaram com o professor, que concluiu afirmando que uma força de igual intensidade aplicada em pontos diferentes da porta ou das pás da turbina, geraria velocidades de rotação diferentes.

Nesta parte de análises finais, o professor também estabeleceu uma relação entre o nível da água no reservatório do protótipo e o nível da água nas represas das usinas hidrelétricas. No protótipo, os estudantes conseguiam observar que à medida que o nível da água no reservatório diminuía, havia uma queda na geração de energia elétrica (fato evidenciado na resolução retratada na Figura 6.3). Na comparação



sugerida pelo professor, foi possível fazer com que os alunos compreendessem que a baixa dos níveis nas represas gera uma queda na capacidade de geração de energia elétrica nas usinas, fato constantemente vivenciado em nosso país, nos períodos de seca. Além disso, voltou a discutir e analisar, agora no grande grupo, a forma de geração de energia elétrica na usina do Salto do Pilão (citada por um estudante em uma discussão mantida em um dos grupos).

Nesta atividade foi perceptível o interesse e o envolvimento dos estudantes na construção de estratégias, bem como, no momento de análise das mesmas. Este fato pôde ser reafirmado nas entrevistas, conforme explicitam os exemplos a seguir:

Entrevistador: *De todas as atividades feitas, quais as três que você mais gostou ou que foram mais interessantes para você? Por quê?*

Júlia: [...] *A outra é aquela da água lá... **A do gerador elétrico. Essa eu achei muito legal, eu gostei!** Nessa eu acho que eu pude dar mais a minha opinião. Nessa fui eu que mais falei, tipo de ter ideias de como fazer para melhorar a geração de energia.*

Tânia: [...] *A terceira é aquela da garrafa... **Aquela do gerador. Essa eu gostei porque tava ali e a gente pensava... Nossa como acontecia aquilo? Por quê? E daí a gente pensou em um monte de coisas até que chegamos aos parâmetros envolvidos na geração de energia.***

Felipe: *Teve aquela da queda da água, que gerava energia elétrica. **Esta atividade foi legal, pois, surgiram diferentes ideias para conseguirmos aumentar a geração de energia.** Por exemplo, jogar água de um ponto mais alto, aumentar o buraco de saída da água, para sair mais água. Ainda, colocar a água a cair na ponta das pás para que girasse mais rápido. Assim, esta atividade foi muito boa para entendermos o assunto.*

Nas justificativas apresentadas pelas estudantes Júlia e Tânia, sobre porque gostaram da atividade, se evidenciam duas importantes características: a possibilidade de participação ativa que os estudantes puderam ter nesta atividade (fala da Júlia); e a curiosidade gerada na busca do entendimento do processo de geração de energia elétrica (fala da Tânia), para a partir daí conseguirem propor estratégias que maximizassem a geração de energia no gerador. Já na justificativa de Felipe, é destacada a importância dela para a compreensão conceitual. Portanto, esta foi uma atividade que contribuiu significativamente com a promoção da motivação intrínseca dos estudantes, bem como,

proporcionou vários suportes para promoção da autonomia de sua aprendizagem (perguntas feitas pelo professor; elaboração e teste de hipóteses; observações e análises realizadas; comparações feitas entre conhecimentos de diferentes naturezas; entre outros).

### **6.1.3. Atividade Didática 09 (AD-09) – Experiência de Oersted: Que Conclusões Tirar?**

A AD-09 girou em torno de um experimento que possuiu grande importância na Física, a chamada Experiência de Oersted. Por volta de 1820, Hans Christian Oersted observou a deflexão de uma bússola que se encontrava próxima a um fio quando este foi percorrido por corrente elétrica contínua. Esta observação o levou a levantar possíveis relações entre fenômenos magnéticos e elétricos. Para a época foi uma constatação importante e fundamental para o desencadeamento de uma série de pesquisas que levaram às comprovações e explicações que sustentam a relação entre eletricidade e magnetismo. Portanto, a Experiência de Oersted marcou o início do desenvolvimento do eletromagnetismo, estabelecendo um marco na história da construção dessa teoria.

Pela importância e pela facilidade de reprodução, escolhemos a Experiência de Oersted como foco para a proposição de uma atividade que pudesse fechar o estudo sobre magnetismo e abrir as portas para o eletromagnetismo. A atividade não consistia em uma simples reprodução do experimento realizado por Oersted, pautando-se em três etapas:

- A primeira parte da atividade colocava em cheque a conclusão de Oersted, a partir do seguinte questionamento: *“Um fio condutor retilíneo percorrido por corrente elétrica gera campo magnético, ou seja, Oersted estava certo em sua afirmação?”*.
- A segunda parte da atividade previa uma investigação em torno de observações e constatações possíveis de serem feitas utilizando a montagem experimental da Experiência de Oersted, que seria construída na primeira parte da atividade. Foram feitos três questionamentos: 1) Coloque a bússola em diferentes posições (acima, abaixo e dos lados) em torno do fio e observem o que acontece. Como se explica tal fato? 2) Se o sentido da corrente elétrica no fio for invertido o que acontecerá com a agulha da bússola? Por quê? 3) Qual é a intensidade do campo magnético a 5 cm e a 10 cm deste fio?

- A terceira parte da atividade, apresentada já no momento de avaliação final do trabalho, consistia na proposição de dois questionamentos: a) Por que não há a percepção de geração de campo magnético na fiação das instalações elétricas residenciais? e b) Como explicar a geração do campo magnético nos ímãs permanentes?

Os questionamentos presentes em cada uma das diferentes etapas foram apresentados aos estudantes de forma sucessiva, à medida que os grupos finalizavam uma das etapas recebiam, por escrito, as perguntas constituintes da etapa seguinte. Assim sendo, com a AD-09 objetivou-se: a) Levar os estudantes a reproduzir e problematizar um dos experimentos relevantes para a construção do eletromagnetismo; b) Conduzir os estudantes a formarem uma noção de como alguns princípios e leis da Física foram elaboradas e c) Possibilitar a realização de análises experimentais, fenomenológicas e matemáticas de um fenômeno físico reproduzido e problematizado.

### **Apresentação e Apropriação da Situação-Problema**

Na parte inicial da aula o professor solicitou que os estudantes formassem os grupos e, em seguida, ele foi distribuindo uma cópia escrita da formulação da situação-problema (parte 1 da AD-09) para cada um deles. Após os estudantes terem lido, ele fez uma breve descrição de quem era Hans Christian Oersted e o que ele havia observado e concluído a partir da realização de seu experimento. Feito isso, o professor retoma a leitura do problema a ser resolvido (*Um fio condutor retilíneo percorrido por corrente elétrica gera campo magnético, ou seja, Oersted estava certo em sua afirmação?*), contextualizando-o com a descrição histórica que acabara de fazer.

Os estudantes se mostraram bastante interessados em resolver a situação-problema e, já neste momento, concluem que precisam reproduzir o experimento para poder responder ao questionamento feito. Esta conclusão emitida por eles era esperada pelo professor, pois, durante a preparação da atividade havíamos previsto e, de certa forma, desejávamos que a estratégia de reproduzir o experimento de Oersted fosse levantada rapidamente. De fato isso aconteceu e pode ser justificado pela forma como a situação-problema foi enunciada, remetendo-se diretamente às conclusões que haviam sido emitidas por Oersted, mediante a realização de seu experimento.

### Elaboração de Hipótese(s), Estratégia(s) e Construção da Solução

Conforme descrito acima, a estratégia para responder se a afirmação feita por Oersted estava correta, era de reproduzir o experimento feito por ele. Diante disso, o professor explica:

P: *Pois bem, então. Para reproduzir o experimento vocês têm a disposição, aqui sobre a mesa, fios; uma base de madeira, para servir de suporte de fixação do fio; pilhas; suportes para pilhas; multímetro, caso seja necessário; entre outros aparatos. Podem fazer uso disso e também tomem como referência o livro texto de vocês.*

Nesta fala, o professor explica aos estudantes qual seria o material experimental que teriam a disposição e deixa que os grupos decidam quais os materiais que irão utilizar e como farão a montagem. No entanto, como o experimento de Oersted já havia sido explicado, ainda que brevemente, na introdução histórica feita pelo professor, os estudantes já tinham ideia sobre como poderiam reproduzi-lo. Além disso, eles já haviam feito algumas atividades anteriormente que envolviam a montagem de circuitos e o conhecimento adquirido lhes foi útil nesta atividade.

Os estudantes passaram a esquematizar a montagem do experimento e logo se deram conta de que precisariam de um artifício/equipamento para medir ou detectar o eventual campo magnético gerado pela corrente elétrica no fio, conforme ilustrado pelo diálogo a seguir:

E1: *Oh, professor! Como vamos saber se há ou não campo magnético em torno do fio?*

E2: *Se tivéssemos aquela garrafinha ou a limalha de ferro poderíamos utilizar; não é?* [O estudante se remete ao material utilizado na AD-08, que havia sido realizada há alguns dias].

P: *Bem, talvez desse certo... Mas não sei, pois, não sei qual a intensidade do campo magnético gerado aí... Mas, vocês não se deram conta de outro equipamento que indica e se orienta conforme o campo magnético?*

E1: *Claro! Podemos utilizar uma bússola. Tem uma aí professor?*

P: *Tenho. Estão aqui!*

E3: *Porque o professor não deu as bússolas para a gente antes?*

P: *Bem, vocês não pediram! Queria ver se vocês sentiriam falta ou necessidade delas para realizar a experiência...*

Neste diálogo fica evidente que o professor deixou os alunos chegarem à conclusão de que necessitariam de um equipamento para detectar a presença de campo magnético. Fato significativo foi a hipótese sugerida por um estudante (E2), levantando a possibilidade de utilizarem limalha de ferro ou a garrafinha contendo água e fragmentos de material ferromagnético para constatarem a presença do campo magnético em torno do fio. Como este material não estava à disposição no momento, os alunos não conseguiram utilizá-lo para fazer o teste, porém, pudesse ter sido interessante e possibilitado maiores reflexões. A bússola foi disponibilizada e proporcionou novas aprendizagens aos estudantes, pois, poucos já haviam manipulado uma bússola anteriormente. Este fato levou os estudantes a buscarem, inicialmente, uma compreensão sobre o seu funcionamento. Alguns grupos inclusive solicitavam a ajuda do professor para poderem sanar suas dúvidas sobre qual era a regra de orientação seguida por uma bússola.

A discussão realizada internamente em um dos grupos exemplifica que não eram todos os estudantes que conheciam ou sabiam utilizar uma bússola, conforme segue:

E1: *Olha como ela é bonitinha, né!* [referindo-se à bússola]

E2: *Olhem, ela sempre aponta para o norte.*

E1: *Deixa-me ver.*

E2: *Veja, se você girar aqui ela continua apontando para o norte.*

E1: *É mesmo! Que legal.* [a estudante começa a girar a bússola]

E3: *Gira devagar...*

E1: *Deixa eu ver onde estou!*

E3: *Não é onde você está!* [risos] *Ela se orienta de acordo com o campo magnético da Terra.*

E1: *Sei! Mas, não podemos nos localizar com uma bússola?*

E2: *Sim. O pólo norte magnético da bússola, esta ponta pintada de vermelho, aponta para o pólo sul magnético da Terra. O sul magnético da Terra é próximo ou igual ao norte geográfico da Terra.*

E3: *Assim podemos saber onde estamos.*

E1: *Então o norte é para cá?*

E4: *Sim. Aí você pode ver... Olha aqui é o norte, o sul, leste e oeste.* [baseado na orientação da bússola o estudante indica a direção dos pólos geográficos da Terra].

E1: *Que legal!*

Nesta discussão entre os estudantes se evidencia que é possível haver troca de conhecimentos entre eles, de forma natural e autônoma, sem a intervenção direta do professor. Essa maior segurança e confiança

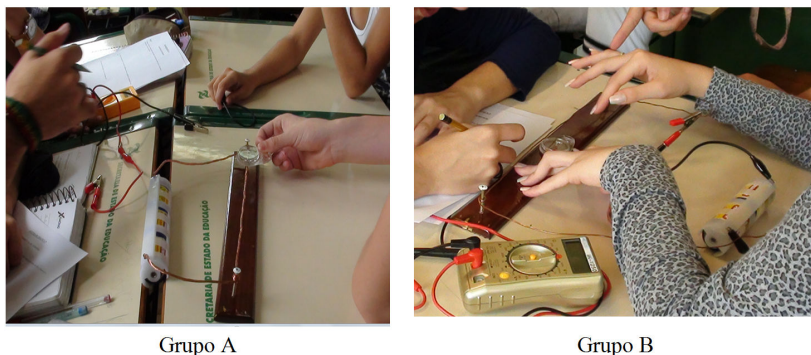
em si mesmos, tanto para superarem dúvidas dos colegas de grupo, quanto para defenderem suas estratégias e resoluções, ficou mais evidente ao longo do processo de implementação das atividades. Nas primeiras AD desenvolvidas, havia uma grande dependência dos estudantes em relação ao professor, o que já não se observou mais nestas últimas atividades.

Superadas as dúvidas sobre a utilização das bússolas, os grupos montaram o experimento e procuraram usá-la para detectar a presença de campo magnético em torno do fio. Nesta parte, alguns deles solicitavam a ajuda do professor, que procurou auxiliá-los e orientá-los a utilizar o aparato experimental para fazerem os testes e sanarem suas dúvidas, conforme segue:

- E1: *Qual é a estratégia aqui?*  
 E2: *Como é mesmo que precisamos fazer aqui para saber se haverá geração de campo magnético?*  
 P: *Vocês precisam verificar se haverá geração de um campo magnético neste fio aqui, quando vocês o ligarem às pilhas, não é? Essa é a ideia. Agora, como vocês vão poder afirmar se haverá ou não um campo magnético?*  
 E1: *Então, a bússola será o nosso sensor de campo magnético, certo?*  
 P: *Sim, ela será.*  
 E2: *Vamos colocá-la aonde? Aqui ou ali?* [referindo-se a posição acima ou abaixo do fio, respectivamente].  
 E3: *Isso tanto faz, não é?*  
 E2: *Mas, aí a bússola irá apontar, mexer o ponteiro quando eu fechar o circuito?*  
 P: *Deixem a bússola próxima do fio e façam com que haja uma corrente elétrica aí. Vejam o que acontecerá e depois analisem.*

A ajuda prestada pelo professor foi no sentido de orientar os alunos a fazerem o experimento e de não ficarem inseguros em efetuar testes. Portanto, ele indagou os alunos e os induziu a realizarem o experimento, observarem o que aconteceria, para que depois pudessem fazer as análises necessárias e entenderem o fato observado. Foi assim mesmo que este grupo agiu após a orientação dada pelo professor. O grupo conseguiu detectar a presença de campo magnético em torno do fio, quando percorrido por corrente elétrica. Da mesma forma, os demais grupos conseguiram reproduzir o experimento e detectaram a presença de campo magnético. Na Figura 6.6 pode-se observar a montagem e manipulação experimental realizada por dois grupos:

**Figura 6.6:** Reprodução do Experimento de Oersted (AD-09).



Estas imagens foram obtidas já em um momento em que os estudantes estavam trabalhando na resolução da segunda parte da atividade. Pode-se constatar que o Grupo A está segurando a bússola sobre o fio, enquanto que o Grupo B está com a bússola embaixo do fio. A primeira pergunta da parte 2 da atividade solicitava que os alunos colocassem a bússola em diferentes posições em torno do fio e que explicassem a razão pela qual ela mudava sua orientação. A partir deste questionamento e com a ajuda das explicações contidas no livro texto, os alunos conseguiram perceber que havia um campo magnético circular em torno do fio e que este possuía direção e sentido, caracterizando como uma grandeza vetorial. A segunda pergunta desta parte da atividade (Se o sentido da corrente elétrica no fio for invertido o que acontecerá com a agulha da bússola? Por quê?), complementou a análise dos estudantes e foi importante para a compreensão deles sobre a configuração e geração do campo magnético em um fio retilíneo percorrido por corrente elétrica contínua.

Outra solicitação feita aos estudantes era para que determinassem a intensidade do campo magnético a uma distância de 5 cm e 10 cm do fio. Esta etapa proporcionou a eles a formação de uma maior clareza quanto à variação da intensidade do campo magnético na medida em que se afastavam do fio. Para realizarem o cálculo, os grupos mediram a corrente elétrica no fio (com o multímetro) e utilizaram a equação apresentada no livro texto. Seguem dois extratos da produção escrita dos estudantes para elucidar o trabalho de determinação da intensidade do campo magnético nas duas posições diferentes em relação ao fio:

**Figura 6.7:** Cálculo da intensidade do campo magnético (AD-09).

**Grupo A**

Qual é a intensidade do campo magnético a 5 cm e a 10 cm deste fio?

$i = 1,5 \text{ A}$

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2\pi \cdot d}$$

$$B = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1,5}{2\pi \cdot 5 \cdot 10^{-2}}$$

$$B = \frac{2 \cdot 10^{-7} \cdot 1,5}{5 \cdot 10^{-2}}$$

$$B = 2 \cdot 10^{-5} \cdot 0,3$$

$$B = 0,6 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$B = 6 \cdot 10^{-6} \text{ T}$$

**Grupo B**

Qual é a intensidade do campo magnético a 5 cm e a 10 cm deste fio?

$i = 1,87 \text{ A}$

$d = 5 \text{ e } 10 \text{ cm}$

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{2\pi \cdot d}$$

$$B = \frac{4\pi \cdot 10^{-7} \cdot 1,87}{2\pi \cdot 5 \cdot 10^{-2}}$$

$$B = 0,748 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

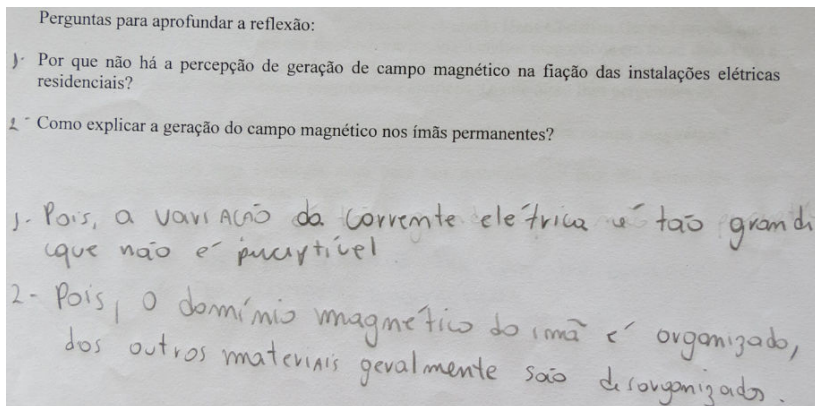
Estes extratos da produção dos alunos evidenciam que eles conseguiram calcular a intensidade do campo magnético nas posições indicadas pelo enunciado da situação-problema. Para fazerem o cálculo, os grupos tiveram que medir, inicialmente, a corrente elétrica no fio. Durante o processo de medida da corrente elétrica, os estudantes se deram conta que ela variava à medida que passava o tempo e havia um maior aquecimento do fio. Isso gerou dúvidas nos grupos e o professor sugeriu que lessem um valor da corrente elétrica em um instante pouco depois que haviam fechado o circuito. Além disso, frisou que na discussão final da atividade fariam uma análise sobre o porquê do aquecimento do fio e a conseqüente mudança da intensidade de corrente elétrica.

A terceira parte da atividade (Parte C), pautada em duas questões, visando um aprofundamento na reflexão sobre a geração de campo magnético, despertou bastante a curiosidade dos grupos. No entanto, as



explicações que conseguiram apresentar não podem ser consideradas completas, conforme extrato da produção de um dos grupos retratado na Figura 6.8:

**Figura 6.8:** Produção de um Grupo – Parte C (AD-09).



Em relação ao questionamento sobre a não percepção de um campo magnético em torno da fiação das instalações elétricas residenciais, os estudantes conseguiram perceber que ali havia uma diferença no tipo de corrente elétrica, ou seja, se tratava de uma corrente elétrica alternada, enquanto que a gerada no experimento era contínua. Além disso, sabiam que havia uma frequência de 60 Hz, que com a ajuda do professor, conseguiram relacionar com a mudança de sentido da corrente elétrica. Portanto, quando o grupo menciona uma grande variação da corrente elétrica (Figura 6.8), ele se refere a uma inversão no sentido da corrente elétrica de sessenta vezes por segundo (60 Hz). Como eles já haviam constatado na parte B da atividade, quando há uma inversão no sentido da corrente elétrica ocorre também uma inversão no sentido do campo magnético gerado. Conseqüentemente, na fiação residencial obtém-se um campo magnético resultante nulo, não perceptível conforme registrado pelo grupo.

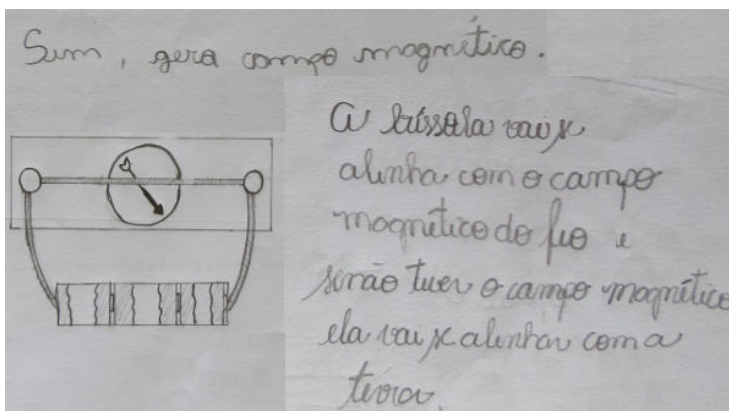
A pergunta sobre o campo magnético nos ímãs permanentes provocou mais dúvidas e o material em mãos (livro texto) pouco contribuía para conseguirem resolver o problema proposto. Porém, quando a AD-09 foi planejada já se pensou em deixar esta parte da atividade (Parte C) como sendo de aprofundamento e as questões seriam resolvidas conjuntamente com o professor, após os grupos terem se dedicado e refletido um pouco sobre elas. A ideia presente na resposta de um dos grupos, apresentada na Figura 6.8, foi interessante e permitiu

um bom encaminhamento da discussão proferida pelo professor, durante a explicação dada sobre esta questão, na parte final da atividade.

### Reflexão, Elaboração de Conclusões e Apresentação dos Resultados

Na parte final da aula, o professor conduziu uma discussão pautada nas três etapas da atividade. Cada grupo teve a oportunidade de apresentar suas resoluções e debatê-las com os colegas. Sobre a Parte A não havia mais dúvidas, sendo que todos os grupos concordavam que existia uma geração de campo magnético em torno do fio percorrido por uma corrente elétrica contínua, conforme Oersted tinha proposto a partir da realização de seu experimento. Na Figura 6.9 encontra-se a resposta apresentada por um dos grupos:

**Figura 6.9:** Produção de um Grupo – Parte A (AD-09).



Este grupo, assim como os demais, percebeu que a bússola, inicialmente orientada de acordo com o campo magnético terrestre, mudava sua orientação quando colocada próxima do fio percorrido por uma corrente elétrica. Esta deflexão indicava a presença de campo magnético em torno dele.

Em relação à Parte B da atividade, transcorreu um bom debate, no qual os estudantes procuraram sanar algumas dúvidas que restavam. Para alguns deles ainda não estava claro como era a configuração do campo magnético em torno do fio, embora tivessem testado e observado o que acontecia com a orientação da bússola quando ela era colocada em diferentes posições (acima, abaixo e dos lados) ao redor deste. Afora isso, havia sido feito o teste da inversão do sentido da corrente elétrica, consequentemente, ocasionando também uma inversão do sentido do

campo magnético gerado. Com algumas explicações feitas pelo professor, baseadas nos testes e análises experimentais realizadas, ele conseguiu satisfazer os anseios e dúvidas dos estudantes.

A maior discussão transcorrida foi aquela sobre as duas perguntas propostas na Parte C da atividade, conforme já adiantamos anteriormente. A curiosidade dos estudantes sobre porque não havia campo magnético em torno da fiação das instalações elétricas residenciais era grande. A maioria dos estudantes conseguiu compreender o porquê rapidamente, quando se deram conta de que ali havia uma corrente alternada de 60 Hz. Eles conseguiram relacionar este fato com o teste experimental que haviam feito, ou seja, a investigação sobre o que acontecia com o campo magnético quando invertiam o sentido da corrente elétrica que passava pelo fio. Para esclarecer as dúvidas dos estudantes sobre a geração do campo magnético nos ímãs permanentes, o professor necessitou de um pouco mais de tempo e lhe demandou uma explicação mais detalhada.

A atividade possibilitou uma reflexão frutífera sobre a geração de campo magnético por correntes elétricas. Afora isso, ela encaminhou os estudantes a realizarem análises teóricas e experimentais, para construir suas resoluções. Neste sentido, a atividade demandou uma triangulação de informações oferecidas em diferentes linguagens e contribuiu na formação de uma percepção mais clara dos estudantes sobre a importância das perguntas para a construção do conhecimento.

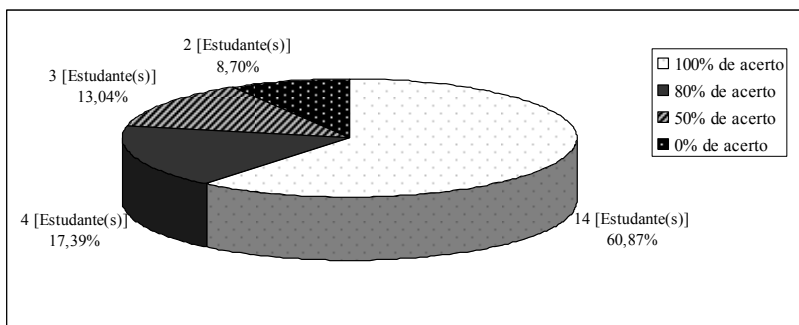
Quanto à compreensão conceitual dos estudantes, outra prova escrita realizada pelo professor abordou alguns assuntos relacionados à geração de campo magnético, foco da AD-08 e AD-09. Dois exercícios presentes nesta prova possuem estreita relação com o assunto focado nas atividades supracitadas, em especial com a AD-09. As questões foram as seguintes:

- 1) Com relação à intensidade do campo magnético gerado pela corrente elétrica em movimento num condutor retilíneo e longo, podemos afirmar que: a) é constante, qualquer que seja a distância em relação ao fio; b) aumenta conforme se afasta do fio; c) permanece constante nos pontos localizados num segmento de reta paralelo ao fio; d) permanece constante em pontos situados numa reta ortogonal ao fio; e) diminui à medida que se aproxima do fio.
- 2) Em um condutor retilíneo, longo e em posição horizontal, é percorrido uma corrente elétrica de intensidade igual a 0,5 A. Determine a intensidade do campo magnético num ponto que se situa a 20 cm do fio.

Neste caso, são duas questões de natureza distinta. A primeira é de múltipla escolha, em que o estudante poderá apenas acertar ou errar, pois é solicitado a fazer a escolha da resposta certa dentre as alternativas apresentadas. Já na segunda questão, em que se demanda a realização de um cálculo para determinar a intensidade do campo magnético, é possível que haja um acerto parcial, devido a algum erro de conversão de unidade de medida ou esquecimento da mesma na resposta, por exemplo. Por esta razão, apresentamos o desempenho dos alunos para cada uma das questões em separado.

No primeiro exercício, 18 estudantes (78,3%) obtiveram 100% de acerto e 5 (21,7%) deles erraram a escolha da resposta correta. No Gráfico 6.2 representamos o desempenho dos estudantes no segundo exercício:

**Gráfico 6.2:** Desempenho dos estudantes em uma questão de prova relativa ao assunto abordado na AD-09.



Em uma visão geral, o desempenho dos estudantes neste exercício foi muito bom, uma vez que, 18 deles atingiram um acerto igual ou superior a 80%. Os estudantes com 80% de acerto esqueceram-se apenas de alguma unidade de medida ou de realizarem a conversão de cm para m. Os 3 estudantes que atingiram 50% de acerto, cometeram erros de cálculo ou acumularam erros relacionados às unidades de medida (esquecimento e conversão). Os 2 estudantes com desempenho de 0% acumularam os erros mencionados anteriormente, ou seja, tiveram descuidos com as unidades de medida e cometeram erros de cálculo.

#### **6.1.4. Atividade Didática 11 (AD-11) – Geração de Energia Elétrica**

A AD-11 tinha como foco central a investigação sobre o processo de geração de energia elétrica em nosso país, mediante a análise e estudo das diferenças e semelhanças existentes entre alguns tipos de usinas. Para este estudo foram escolhidos os seguintes tipos de usinas: hidrelétricas, termoelétricas, nucleares, eólicas e solares. A turma formou cinco grupos e cada um deles se responsabilizou pelo estudo de um dos processos de geração de energia elétrica. Para orientar o trabalho dos grupos, lhes foram propostas algumas questões, por exemplo: qual o processo de geração de energia adotado nesta usina? Quais as vantagens e desvantagens inerentes a esta usina (impacto ambiental; custo de geração de energia; manutenção e vida útil da usina; representatividade no processo de geração de energia elétrica no país; adoção deste tipo de geração em outros países, entre outras)?

Com esta atividade objetivou-se: a) Levar os estudantes a compreenderem diferentes formas de geração de energia elétrica; b) Proporcionar uma discussão e comparação entre diferentes usinas geradoras de energia elétrica, instaladas e utilizadas no país; e c) Propiciar que os estudantes utilizassem conhecimentos escolares (disciplina de Física) para analisar e compreender algumas noções do processo de geração e transmissão de energia elétrica no Brasil.

#### **Apresentação e Apropriação da Situação-Problema**

A AD-11 se diferenciou das demais atividades, pois, ela se centrou fortemente em um trabalho de pesquisa e estudo realizado fora do tempo normal de aula. A atividade foi proposta no dia 16 de outubro de 2012 e os grupos tiveram que realizar uma apresentação, explicando e detalhando o processo de geração de energia elétrica adotado na usina escolhida para seu estudo, no dia 13 de novembro de 2012. Portanto, tiveram praticamente um mês para realizarem o trabalho e se prepararem para a apresentação.

Na proposição da atividade, o professor explicou quais eram os objetivos do estudo que estava sendo sugerido, deixando os alunos formarem os grupos de trabalho e escolherem o tipo de usina que cada um iria abordar. Definida esta parte, o professor explicou que eles poderiam, internamente nos grupos, se organizar para a realização do estudo e a apresentação. Além disso, frisou que os grupos teriam liberdade para definirem como procederiam para explicar/apresentar os

resultados de seu estudo para os colegas, dentro de um tempo aproximado de 15 minutos. Os estudantes gostaram da proposição desta atividade e demonstraram grande curiosidade e interesse para realizá-la.

### **Elaboração de Hipótese(s), Estratégia(s) e Construção da Solução**

Conforme relato do professor, em alguns momentos durante as aulas existentes entre os dias 16/10/2012 e 13/11/2012, os grupos procuravam sanar algumas dúvidas com ele. Segundo o professor, em geral, os questionamentos se relacionavam à parte tecnológica e conceitual envolvida no processo de geração de energia elétrica nas diferentes usinas. Ele relatou também que percebeu um bom empenho por parte dos grupos na busca de informações. Os grupos apresentavam a ele dados disponibilizados sob diferentes formas, tais como: reportagens jornalísticas escritas e em vídeo; artigos de revistas de divulgação científica; textos de sites da internet ou de livros didáticos; dados presentes em sites de órgãos controladores/gestores da produção e/ou consumo de energia elétrica nos diferentes estados do país, entre outros.

Durante a última sessão de entrevistas os estudantes, quando questionados especificamente sobre como haviam procedido para desenvolver esta atividade, declararam o seguinte:

Entrevistador: *Como vocês procederam, agiram internamente no grupo para construir as soluções? Em especial, na atividade sobre as usinas: vocês tiveram um trabalho a ser realizado fora do horário normal das aulas, para coletar e analisar informações e preparar uma apresentação. Então, como foi esse trabalho? Como vocês se organizaram?*

João: *Foi interessante, porque isso fez com que a gente pudesse aprofundar o estudo.*

Entrevistador: *E vocês utilizavam que recursos para fazer este aprofundamento?*

João: *Internet e algumas coisas a gente encontrava em livros aqui na biblioteca da escola. Tem bastante livro aqui.*

Tânia: *A gente usou bastante a internet mesmo. Encontramos vários vídeos explicando... E a gente se baseou nisso.*

No relato dos estudantes se confirma a percepção manifestada pelo professor, em relação ao trabalho de coleta e análise de informações. Os dois estudantes frisaram e citaram a internet como sendo uma importante fonte de informações para desenvolverem o trabalho. Sob este aspecto, vale ressaltar que isso foi um exercício

importante para os estudantes, uma vez que, na internet há uma imensidade de informações sobre os diferentes processos de geração de energia (usinas geradoras de energia elétrica). Portanto, os grupos certamente tiveram contato com uma vasta gama de informações, dentre as quais tiveram que fazer análises e escolhas para compor suas apresentações, de forma a responder a situação-problema proposta na atividade.

### **Reflexão, Elaboração de Conclusões e Apresentação dos Resultados**

Para a apresentação dos resultados foram dedicadas duas aulas. Os alunos sugeriram a utilização do auditório da escola para realizarem as suas apresentações, em função dos recursos audiovisuais disponíveis. O professor organizou este momento da seguinte forma:

*P: Para as apresentações vamos fazer como se fosse um evento científico, um congresso, em que vocês poderão apresentar os resultados de suas pesquisas, estudos.*

*E1: Como assim, professor?*

*P: Cada grupo terá seu tempo de apresentação, conforme havíamos combinado [15 min]. Durante as apresentações nós não abriremos para discussão, que deixaremos para o final das apresentações.*

*E2: Se tivermos alguma pergunta anotamos e fizemos ao final?*

*P: Sim. Faremos uma sessão de apresentação e ao final a discussão. Isso permitirá fazermos comparações entre os diferentes tipos de geração de energia, as diferentes usinas.*

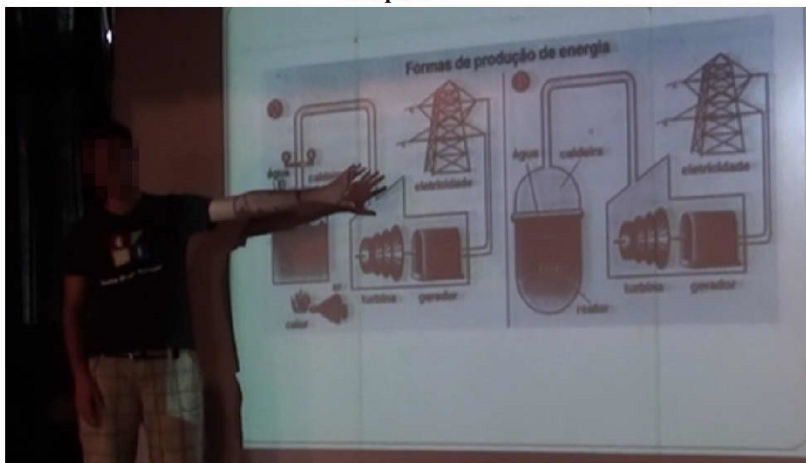
Os estudantes gostaram da proposta feita pelo professor e, imediatamente, foram definindo a ordem de sequência das apresentações. O tempo das falas dos grupos variou, ficando numa margem de 12 a 15 minutos. Embora possa parecer pouco tempo, os grupos conseguiram informar e explicar aos colegas as principais características do processo de geração de energia elétrica da usina estudada. Além disso, mostraram algumas das vantagens e desvantagens inerentes a cada uma das usinas, focando em dados sobre o impacto ambiental; os custos de geração; os fatores climáticos envolvidos; a contribuição de cada tipo de usina para a geração de energia elétrica no país, bem como, se este tipo de usina também é utilizado em outros países e em qual escala.

Todos os grupos optaram por utilizar a projeção de imagens, por meio do projetor multimídia. Este recurso foi bem explorado pelos grupos, pois, fizeram uso de esquemas ilustrativos e explicativos,

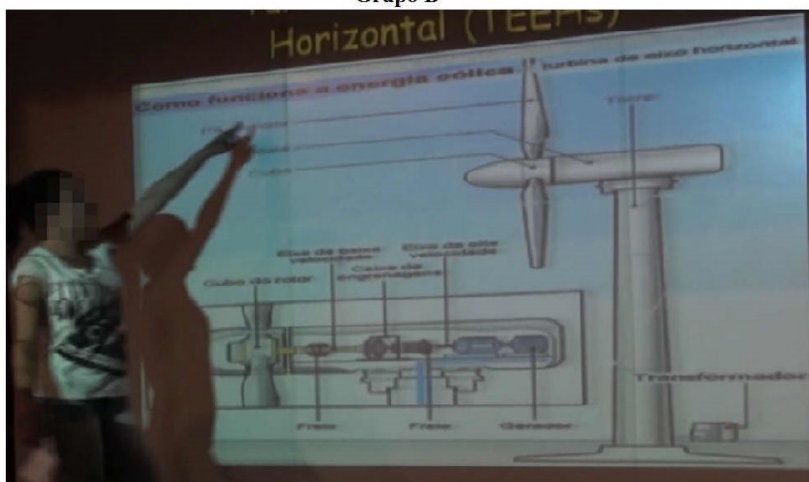
fotografias de usinas e de componentes específicos destas. Além disso, foram utilizadas pequenas simulações (dois grupos fizeram uso de simulações curtas, em torno de 3 min, em que se ilustravam algumas etapas do processo de geração de energia elétrica) e vídeos curtos (um grupo fez uso de um vídeo de cerca de 2 min, no qual se mostravam algumas partes das usinas Angra I e Angra II). Na Figura 6.10 ilustramos dois momentos da sessão de apresentações:

**Figura 6.10:** Imagens de momentos das apresentações dos grupos (AD-11).

#### Grupo A



#### Grupo B





As duas imagens da Figura 6.10, exemplificam o tipo de projeções utilizadas pelos estudantes. Ressaltamos que foram poucas projeções de texto, demonstrando que eles realmente haviam se preparado para as suas apresentações. Essa necessidade de preparação foi destacada pela estudante Tânia durante as entrevistas:

Entrevistador: *O que você acha da forma de apresentação dos resultados utilizada na AD-11? Nesta atividade não foi exigido algo por escrito, mas, teve uma apresentação e também um momento para discussão dos resultados em grande grupo.*

Tânia: *Eu acho melhor a apresentação do que a forma escrita. Por que aí você estuda o que vai falar e não é só uma coisa decorada. Muitas vezes tem gente que decora para falar e neste tipo de apresentação é preciso saber o que se está falando, precisa estudar. Além disso, acho que falar para a turma ajuda a gente a se preparar para o futuro, a faculdade.*

O relato de Tânia é importante, pois, reflete o que de fato esperávamos com a proposição desta atividade. O estudante Felipe, ao ser questionado sobre a forma de apresentação exigida nas atividades, respondeu o seguinte:

Entrevistador: *O que você acha da forma de apresentação dos resultados utilizada nas atividades? Vocês tiveram que apresentar registros escritos em praticamente todas elas e também tiveram momentos para discussão em grande grupo, exceto na AD-11 em que o registro escrito foi substituído por uma apresentação oral.*

Felipe: *Eu acho importante a socialização, para poder se enturmar com a sala... Mostrar os seus resultados para os colegas e eles mostrarem os deles. Isso dava um confronto de ideias e podíamos avaliar qual estava mais certa. Acho isso ótimo! Bom, principalmente na atividade que tivemos que fazer uma apresentação [AD-11], pois, todo mundo pode falar e os demais conseguiram entender as coisas através da fala dos outros. Coisa que se fosse feita só no caderno iria, eu acho, dificultar para que alguns entendessem... Outros até poderiam entender tudo, mas, não poderiam falar nada para ajudar os demais, explicar.*

Em sua fala, Felipe deixa transparecer uma valorização dos momentos de discussão dos resultados, mantida na parte final do desenvolvimento das atividades. Além disso, ele ressalta a importância da socialização e discussão de ideias para o entendimento do assunto abordado.

Após o término das apresentações, o professor conduziu uma discussão, fazendo algumas observações sobre as apresentações efetuadas pelos grupos, bem como, respondeu a alguns questionamentos feitos pelos estudantes. Algumas perguntas foram repassadas aos membros dos grupos responsáveis pelo estudo do tema ao qual o questionamento se referia e puderam ser respondidas por eles. Outras dúvidas, mais específicas sobre a parte conceitual (por exemplo: sobre a fissão nuclear, nas usinas nucleares; força de empuxo nas pás das turbinas das usinas eólicas; interação dos fótons nos painéis solares) foram respondidas pelo professor.

A AD-11 também foi citada por alguns estudantes nas entrevistas, como sendo uma das atividades que mais tem lhes interessado, conforme exemplificado a seguir:

Entrevistador: *De todas as atividades feitas, quais as que você mais gostou ou que foram mais interessantes para você? Por quê?*

João: *Bom, pro momento que a gente vive agora, eu acho que a atividade que abordou a geração de energia foi importante. Eu particularmente já sabia bastante coisa sobre as usinas, mas, é importante saber como funcionam e que tipos de energia usam para gerar energia elétrica. A gente descobriu que as usinas hidrelétricas também causam danos ambientais e não só as outras e, então, não é uma energia totalmente limpa. Então, achei importante essa parte.*

Marcos: *Acho que todas foram bem interessantes... Se for escolher, acho que esta das usinas foi bem interessante. Também teve uma que a gente fez e que era sobre o consumo... Acho que foi a primeira atividade até. Assim, estas foram as que se destacaram para mim.*

Entrevistador: *Por que estas? O que tinha de diferente nelas?*

Marcos: *É que são situações de nosso dia-a-dia e que eu não sabia...*

Nas declarações dos dois estudantes fica evidente que um fator importante para escolha desta atividade foi o fato dela abordar uma temática que extrapola os limites disciplinares da Física. No geral, todas as atividades que problematizavam assuntos que se aproximavam mais do cotidiano dos estudantes, foram consideradas por eles como mais importantes ou interessantes, embora houvesse um grande envolvimento dos alunos em todas as AD.

Em especial, a AD-11 proporcionou uma boa liberdade aos estudantes tanto em relação à forma de trabalho para solucionar o

desafio proposto, quanto para preparação das apresentações. Os resultados alcançados com o desenvolvimento da atividade mostram que a estratégia adotada foi frutífera, possibilitando uma significativa compreensão conceitual relativa aos processos de geração de energia elétrica bem como, um aprimoramento das habilidades de apresentação e comunicação de resultados. Expressar-se em público, assim como, discutir e defender ideias, são exemplos de saberes que se aprende ou se aprimora pela prática. Sob este aspecto, esta atividade teve um papel significativo. Afora isso, conforme se constata na fala de João citada acima, a atividade permitiu uma maior compreensão e conscientização sobre o processo de geração de energia elétrica no país.

Em relação a esta e algumas outras AD, não tiveram questões de prova especificamente relacionadas aos assuntos abordados, de forma que pudessem servir de indicador/medida quanto à compreensão conceitual dos estudantes. No entanto, o desempenho deles nas resoluções construídas evidenciou que as atividades contribuíram para a compreensão dos assuntos focados por elas. Afora isso, na entrevista realizada com o professor, questionamo-lo sobre a apropriação conceitual dos estudantes e ele declarou que acreditava em uma boa compreensão conceitual deles, promovida mediante a implementação das AD. Além disso, ele complementou dizendo: “[...] *Até em termos de rendimento eles [estudantes] foram muito melhores do que as duas turmas de terceira série da noite e tiveram mais conteúdo e com entendimento maior...*”.

Ainda em relação ao desempenho dos estudantes nas provas, é importante termos em mente que os exercícios propostos, embora apresentem uma similaridade com o contexto temático das situações-problema abordadas nas AD, configuram-se como problemas novos a serem resolvidos. Para a solução destes problemas/exercícios novos é necessário que haja transferência (REY, 2002) ou mobilização (PERRENOUD, 1999) de saberes, exigindo-se dos estudantes uma reconstrução do conhecimento. No centro desta discussão há, segundo Rey (2002, p. 16), um enigma da transferência, enunciado por ele na forma do seguinte questionamento: “Por que tantos alunos que têm êxito em situações nas quais aprendem, se mostram incapazes de transferir o seu modo de fazer em atividades ligeiramente diferentes, porém dependentes da mesma disciplina?”.

Este enigma enunciado por Rey se faz presente no pensamento e trabalho didático-pedagógico dos professores em diferentes disciplinas e níveis educacionais, não sendo descartável na reflexão sobre a

compreensão conceitual dos estudantes aqui efetuada. Rey, ao avançar em sua análise, afirma que “[...] há, todavia, uma possibilidade de transferência ou de transversalidade: ela surge quando o sujeito toma consciência das suas próprias abordagens e das semelhanças entre as situações” (p.170). Nós concordamos com a afirmação feita por Rey e julgamos que os diferentes tipos de análises proporcionadas pelas AD (devido à sua forma de proposição e desenvolvimento) ofereceram suportes para que os estudantes pudessem atuar de forma consciente na solução dos problemas/exercícios presentes nas provas. No geral, o desempenho dos estudantes nas provas foi bom, evidenciando um reconhecimento de semelhanças entre os contextos distintos e uma conscientização de suas capacidades para conduzir a mobilização de conhecimentos necessários para solucionar os novos problemas/exercícios.

A mobilização de conhecimentos, portanto, se apresenta como um aspecto importante na indicação de uma formação autônoma dos estudantes, em especial, da autonomia procedimental e cognitiva. Além disso, outra característica evidenciada ao longo das implementações das AD se refere à alegria que os estudantes demonstravam ao chegarem às resoluções. Esta satisfação é resultado de um processo de ensino-aprendizagem que viabilizou uma cooperação frutífera entre os alunos e o professor, favorecendo o protagonismo deles no processo de construção dos conhecimentos. Assim sendo, julgamos que este sentimento externado pelos estudantes, fruto da prática educativa realizada, reforça a sensação de que a satisfação deles com o saber construído possui relação com a sua autonomia. Análises e reflexões mais aprofundadas sobre a promoção da autonomia dos estudantes, mediante o desenvolvimento das AD, são necessárias e estas se encontram no próximo capítulo.

## CAPÍTULO 7:

### CAMINHOS E SUPORTES PARA CONSTRUÇÃO DA MOTIVAÇÃO AUTÔNOMA DOS ESTUDANTES

Neste capítulo apresentamos os resultados relativos a uma análise global, com vistas tanto ao estado motivacional dos estudantes, quanto aos suportes à autonomia proporcionados durante o desenvolvimento das AD. Na primeira seção trazemos os resultados obtidos por meio da aplicação da EMADF - dados sobre a intensidade e a qualidade motivacional dos estudantes no início e ao final do processo de implementação das AD. Na segunda seção encontra-se uma análise sobre os suportes à autonomia, com informações relativas à percepção dos estudantes (medidas pela EMISA) e análises qualitativas baseadas fundamentalmente na gravação das aulas e nas entrevistas feitas com os estudantes e com o professor. Na terceira seção expomos informações e análises complementares sobre a perspectiva de ensino por investigação, baseados no olhar do professor sobre sua experiência vivenciada com a implementação das AD.

#### **7.1. Medida do Estado Motivacional dos Estudantes**

Uma das maneiras de se obter informações sobre a motivação de estudantes é o uso de estratégias baseadas em autorrelatos, dentre as quais se enquadra o uso de escalas, como é o caso da EMADF. Conforme descrito no capítulo 5, a EMADF foi cuidadosamente elaborada e passou por um rigoroso processo de levantamento de evidências de validade para poder compor o conjunto de instrumentos de coleta de dados desta pesquisa. Com esta escala foi possível obter medidas de níveis qualitativamente diferenciados da motivação dos estudantes para realizarem as AD nas aulas de Física.

A EMADF foi aplicada em dois momentos distintos, antes do início da implementação das AD (última semana de abril de 2012) e, novamente, ao término deste trabalho (final de novembro de 2012). Com isso, obtivemos a medida da qualidade motivacional dos estudantes para realizarem as AD nestes dois momentos eleitos. Tais medidas nos ofereceram parâmetros sobre uma possível relação entre o ensino por investigação e a promoção da motivação autônoma. Não obstante inexistir intenção quanto à promoção de análises de causa-efeito com as medidas realizadas pelo uso da EMADF, com a aplicação

desta escala, no início e ao final do trabalho de implementação das AD, obtivemos medidas relevantes sobre a desmotivação; os tipos controlados de motivação (motivação extrínseca por regulação externa e introjetada) e os tipos autônomos (motivação extrínseca por regulação identificada, além da motivação intrínseca, tipo mais autodeterminado de motivação). Estes dados compuseram um conjunto de resultados viáveis para serem confrontados e relacionados com aqueles obtidos com os demais instrumentos e, no todo, compor uma reflexão aprofundada sobre o problema de pesquisa.

Da aplicação inicial obtivemos os seguintes resultados:

**Tabela 7.1:** Escores calculados a partir das médias gerais dos parâmetros medidos com a EMADF – Aplicação Inicial (n = 23).

	M	MD	Mín/ Máx	V	DP	CV (%)	Coeficientes	
							Assim etria	Curto se
Desmotivação	1,42	1,36	1,00 2,18	0,16	0,40	28,0	0,57	-0,94
Reg. Externa – RP	2,68	2,60	1,00 4,60	1,12	1,06	39,5	0,19	-1,00
Reg. Externa – RS	1,73	1,63	1,00 3,38	0,40	0,63	36,3	0,91	0,59
Reg. Introjetada	2,17	1,67	1,00 4,67	1,23	1,11	51,0	0,77	-0,31
Reg. Identificada	3,16	3,27	1,82 4,91	0,53	0,73	23,0	0,11	0,44
Motiv. Intrínseca	2,79	2,83	1,33 4,08	0,50	0,71	25,5	-0,11	-0,24

M = Média; MD = Mediana; V = Variância; DP = Desvio Padrão; CV = Coeficiente de Variância

A Tabela 7.1 retrata a medida do estado motivacional dos estudantes antes do início da implementação das AD de caráter investigativo. Portanto, os resultados mostram a qualidade e o nível de motivação dos estudantes para a realização das atividades até então desenvolvidas nas aulas de Física. De modo geral, os valores obtidos para as médias de cada uma das subescalas de motivação foram baixos. Constatou-se que apenas a motivação externa por regulação identificada atingiu um valor médio um pouco acima de 3; seguido da média 2,79, referente à motivação intrínseca. Estes dois estados motivacionais retratam tipos autônomos de motivação. Dos tipos controlados de motivação, a motivação extrínseca por regulação externa – RP obteve uma média 2,68, um pouco acima dos demais (próximo ao valor médio da motivação intrínseca). Ressaltamos que o nível de desmotivação para

realização das atividades tradicionalmente desenvolvidas nas aulas de Física foi baixo (1,42).

Na Tabela 7.2 apresentamos os escores correspondentes à aplicação final da EMADF.

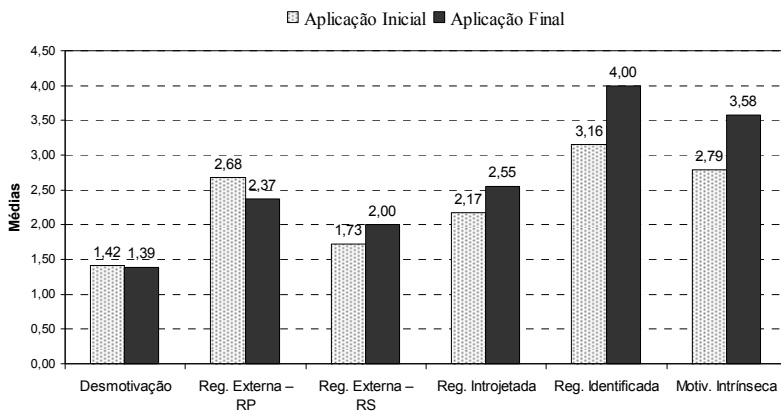
**Tabela 7.2:** Escores calculados a partir das médias gerais dos parâmetros medidos com a EMADF – Aplicação Final (n = 23).

	M	MD	Mín/ Máx	V	DP	CV (%)	Coeficientes	
							Assim etria	Curto se
Desmotivação	1,39	1,36	1,00 1,82	0,10	0,32	23,3	0,02	-0,94
Reg. Externa – RP	2,37	2,40	1,00 4,60	1,11	1,05	44,5	0,39	-0,65
Reg. Externa – RS	2,00	2,00	1,00 3,50	0,66	0,81	40,5	0,46	-0,92
Reg. Introjetada	2,55	2,67	1,00 5,00	1,43	1,20	46,9	0,21	-0,89
Reg. Identificada	4,00	4,18	2,27 5,00	0,44	0,67	16,6	-0,84	0,42
Motiv. Intrínseca	3,58	3,50	1,75 5,00	0,79	0,89	24,8	-0,33	-0,29

M = Média; MD = Mediana; V = Variância; DP = Desvio Padrão; CV = Coeficiente de Variância

Uma melhor visualização e comparação entre as médias relacionadas à medida da qualidade motivacional dos estudantes nas duas aplicações da EMADF é possível a partir da análise do Gráfico 7.1:

**Gráfico 7.1:** Comparativo entre as médias calculadas a partir da aplicação inicial e final da EMADF.



O perfil geral das médias nas duas aplicações foi similar, isto é, as médias da desmotivação e dos tipos de motivação controlados (motivação extrínseca por regulação externa e introjetada) são mais baixas que as médias dos tipos autônomos (motivação extrínseca por regulação identificada e motivação intrínseca). No entanto, esta diferença se acentuou na aplicação final, evidenciando um aumento significativo na motivação autodeterminada. Em uma comparação mais detalhada constata-se que: a desmotivação caiu levemente, em um percentual de 2,16%; na motivação extrínseca, com maior grau de regulação externa, obtivemos queda na regulação externa – RP (13,08%), aumento na regulação externa – RS (15,61%) e na regulação introjetada (17,51%); na motivação extrínseca com maior autodeterminação, constatamos um aumento importante na regulação identificada (26,58%) e, por último, a maior diferença percebida foi na motivação intrínseca, com 28,32% de aumento.

Para verificar se as diferenças apontadas acima possuem significância estatística, realizamos o *teste t para amostras dependentes (pareadas)*<sup>14</sup>. Com este teste avaliamos duas hipóteses: a primeira, chamada de hipótese nula ( $H_0: M_{AI} = M_{AF}$ ), em que se considera que não há diferença na qualidade motivacional dos estudantes medida antes e após a implementação das atividades didáticas e a segunda, uma hipótese alternativa ( $H_1: M_{AI} \neq M_{AF}$ ), supondo que há diferença na qualidade motivacional dos estudantes medida nestes dois momentos. Salientamos que a escolha pelo *teste t* foi feita em função das características dos dados de nossa amostra, isto é, eles se aproximam de uma distribuição normal, conforme pode ser constatado nas Tabelas 7.1 e 7.2 (médias e medianas possuem valores aproximados; os coeficientes de curtose e assimetria giram em torno de zero, ficando dentro de uma margem aceitável de -1 a 1).

Os resultados obtidos com o *teste t* constam na Tabela 7.3:

---

<sup>14</sup> Consideram-se amostras dependentes em estudos nos quais se realizam duas medidas com a mesma unidade amostral, ou seja, dados pareados, comparando-se variáveis e não unidades amostrais. Portanto, este tipo de análise é bastante utilizado quando se deseja apurar uma diferença entre medidas realizadas antes e após uma intervenção. Afora isso, as distribuições t são indicadas quando se trata de amostras pequenas ( $n < 30$ ) que possuem distribuições normais ou aproximadamente normais.



**Tabela 7.3:** Resultados do *teste t* para a comparação da qualidade motivacional dos estudantes, medida pela aplicação inicial e final da EMADF, (n = 23).

	Média		DP		Dif	DP Dif	t	df	p
	AI	AF	AI	AF					
Desmotivação	1,42	1,39	0,40	0,32	0,03	0,34	0,45	22	0,660
Reg. Externa – RP	2,68	2,37	1,06	1,05	0,31	0,72	2,10	22	0,048
Reg. Externa – RS	1,73	2,00	0,63	0,81	-0,27	0,66	-1,94	22	0,065
Reg. Introjetada	2,17	2,55	1,11	1,20	-0,38	1,28	-1,42	22	0,171
Reg. Identificada	3,16	4,00	0,73	0,67	-0,84	0,70	-5,72	22	0,000
Motiv. Intrínseca	2,79	3,58	0,71	0,89	-0,79	0,91	-4,17	22	0,000

Nível de significância (p) igual a 5%.

AI = Aplicação inicial; AF = Aplicação Final; DP = Desvio Padrão; Dif = Diferença entre as médias; DP Dif = desvio padrão das diferenças; t = valor calculado do t de Student; df = graus de liberdade; p = nível de significância.

Para que a hipótese nula ( $H_0$ ) possa ser negada é necessário que o módulo do valor de  $t_{\text{calculado}}$  seja igual ou superior a 1,72 (valor tabelado do  $t_{\text{crítico}}$  para  $df = 22$ ), bem como, que o valor de p seja menor que 0,05 (respeitando o nível de significância). Assim sendo, a hipótese  $H_0$  (não há diferença na qualidade motivacional dos estudantes medida antes e após a implementação das atividades didáticas) pode ser descartada para: a motivação extrínseca por regulação externa – RP; a motivação extrínseca por regulação identificada e a motivação intrínseca.

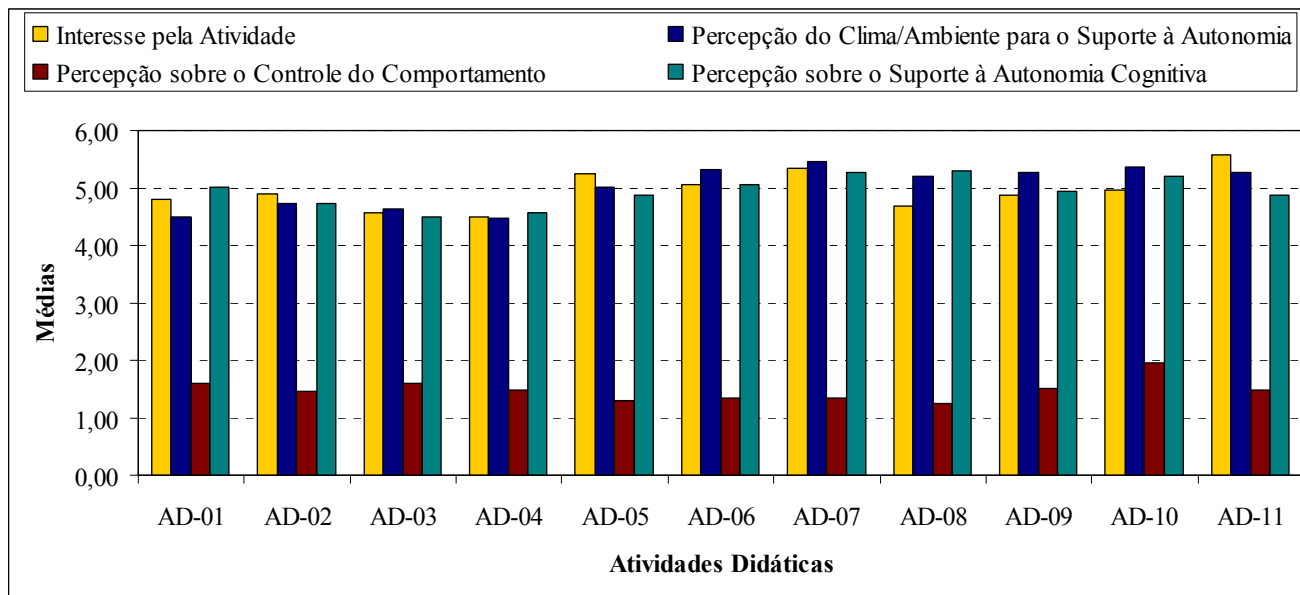
Portanto, com relação à motivação controlada há mudança significativa (redução) na regulação externa – RP, o que implica que a motivação dos estudantes para a realização das AD nas aulas de Física passou a ter menor controle externo devido à imposição de regras ou punições. Em contrapartida, nos tipos autônomos de motivação houve aumento significativo tanto na motivação extrínseca por regulação identificada quanto na motivação intrínseca (tipo mais autodeterminado de motivação). Esses dados evidenciaram que a qualidade motivacional dos estudantes para realizarem as atividades nas aulas Física passou a ser de um nível mais autodeterminado. Todavia, conforme já tínhamos alertado, não se pode afirmar que essa mudança se deve unicamente em função da intervenção didático-pedagógica. Porém, os resultados indicam e levam a acreditar na existência de uma relação positiva entre o ensino por investigação e a motivação autônoma dos estudantes. Para a obtenção de mais evidências e para permitir um aprofundamento no estudo desta possível relação apresentamos, na sequência, os resultados obtidos mediante as análises de outros dados coletados.

## 7.2. Suportes à Autonomia

Nesta seção encontram-se os resultados de uma reflexão e análise sobre os suportes à autonomia proporcionados aos estudantes durante o desenvolvimento das AD. Para isso foram utilizados os dados obtidos mediante a aplicação da EMISA, realização das entrevistas e gravações das aulas. Para maior clareza no desenvolvimento da análise feita, a dividimos em três frentes: a primeira, focada na avaliação da percepção dos estudantes em torno das estratégias associadas aos recursos de suporte à autonomia; a segunda, baseada em três categorias (suporte de autonomia organizacional, suporte de autonomia procedimental e suporte de autonomia cognitiva) propostas por Stefanou et al. (2004) e a terceira, centrada na observação e análise de outros elementos julgados importantes para a promoção da motivação autônoma dos estudantes.

### 7.2.1. Percepção dos Estudantes sobre as Estratégias Associadas aos Recursos de Suporte à Autonomia

A avaliação da percepção dos estudantes em torno das estratégias associadas aos recursos de suporte à autonomia foi feita a partir dos dados coletados pela EMISA, aplicada sempre ao término de cada uma das onze AD desenvolvidas. Com esta escala objetivou-se a medição da percepção de cada estudante sobre: *interesse pela atividade; clima/ambiente para promoção da autonomia; controle de comportamentos e suportes à autonomia cognitiva*. Para tal, conforme detalhado no capítulo 5, a EMISA foi organizada em formato de escala *Likert* de seis pontos (nada verdadeiro até totalmente verdadeiro) e possui um total de vinte itens, sendo cinco para cada uma das subescalas. O Gráfico 7.2, retrata as médias obtidas por meio de uma análise de estatística descritiva, feita a partir do valor da resposta atribuído pelos estudantes a cada um dos itens que compõem as subescalas da EMISA.

**Gráfico 7.2:** Médias nas subescalas da EMISA em cada uma das AD.

Os resultados apresentados no Gráfico 7.2 evidenciam que o interesse dos estudantes em cada uma das AD foi elevado, isto é, ficando acima de 4,5, em uma escala que variava de 1 a 6. Da mesma forma os estudantes perceberam que lhes foram atribuídos liberdade e responsabilidade para desenvolver as atividades, visando auxiliá-los na formação da autonomia cognitiva e procedimental. Isso fica retratado nas médias para as subescalas de *percepção do clima/ambiente para o suporte à autonomia* e *percepção sobre o suporte à autonomia cognitiva*. Além disso, visivelmente a menor média (1,61) está relacionada à percepção dos estudantes sobre o controle de seus comportamentos (elementos como: o professor ficava dizendo o tempo todo o que fazer e querendo que fizéssemos tudo do seu jeito).

Com o propósito de apresentar uma leitura geral relativa à estatística descritiva efetuada e retratada no Gráfico 7.2, apresentamos na Tabela 7.4 os resultados calculados a partir das médias obtidas em cada AD.

**Tabela 7.4:** Escores calculados a partir das médias obtidas para as subescalas da EMISA em cada AD.

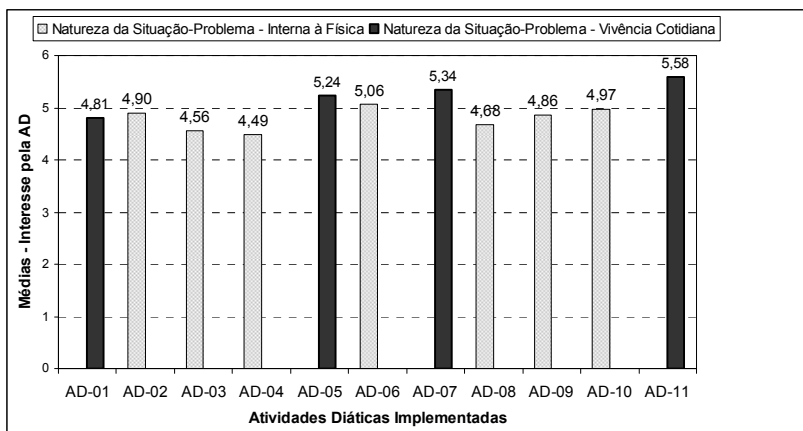
Subescalas da EMISA	M	MD	Mín-Máx	V	DP	CV (%)
Interesse pela AD	4,95	4,90	4,49-5,58	0,11	0,33	6,37
Perc. Clima/Amb. S. A.	5,02	5,02	4,46-5,47	0,14	0,37	7,41
Perc. C. Comportamento	1,48	1,48	1,25-1,95	0,04	0,19	12,95
Perc. S. A. Cognitiva	4,93	4,93	4,49-5,29	0,07	0,26	5,47

M = Média; MD = Mediana; V = Variância; DP = Desvio Padrão; CV = Coeficiente de Variância

Os resultados apontados mediante a análise dos dados coletados com a aplicação da EMISA são importantes para validar o trabalho de preparação e desenvolvimento das atividades. Estes resultados fortalecem a ideia de que as AD foram favorecedoras e promotoras da motivação autodeterminada dos estudantes. Tendo em vista as médias retratadas na Tabela 7.4, fica evidente tanto a relevância das AD para os estudantes, evidenciada por uma média alta (4,95) na subescala de *Interesse pela AD*, quanto a percepção positiva e significativa dos estudantes em relação às estratégias que visam oferecer suporte à autonomia. Ressaltamos que a média na subescala de *Percepção sobre o Controle de Comportamento* foi a menor média de todas as subescalas, com valor de 1,48. A média baixa nesta subescala indica que os estudantes perceberam que tiveram liberdade de escolha e autoria sobre suas resoluções, não foram, portanto, forçados a seguir estratégias ou caminhos, de alguma maneira, impostos pelo professor.

A relevância das tarefas escolares é tida como um elemento promotor de engajamento, de interesse e, conseqüentemente, da motivação intrínseca dos estudantes para desenvolvê-las (ASSOR; KAPLAN; ROHT, 2002). Tendo isso em vista, realizamos uma análise comparativa entre as AD implementadas, confrontando as médias da variável *Interesse pela AD* nas atividades em que a situação-problema era interna à Física com aquelas em que ela se voltava para a vivência cotidiana. O Gráfico 7.3 expõe os resultados desta análise comparativa:

**Gráfico 7.3:** Análise comparativa entre *Interesse pela AD* e *Natureza da Situação-Problema*.



As médias relativas à variável *Interesse pela AD* foram altas em todas as AD implementadas (ficando entre 4,49 e 5,58), tendo em vista que o valor poderia variar entre 1 e 6. No entanto, há uma diferença visível na magnitude das médias, quando se realiza uma análise comparativa entre *Interesse pela AD* e *Natureza da Situação-Problema*. De um lado, nas AD em que a situação-problema estava direcionada à vivência cotidiana, alcançou-se uma média geral para o *Interesse pela AD* igual a 5,24 e apenas a AD-01 apresentou média inferior a 5,0. Por outro lado, nas AD em que a situação-problema era interna à Física, apenas a AD-06 apresentou média levemente acima de 5,0 e a média geral para a variável *Interesse pela AD* é de 4,79, ou seja, 9,4% menor que a média geral das AD em que se contextualizou e problematizou situações cotidianas.

Ao longo deste capítulo, nas análises qualitativas baseadas na observação das aulas e nas entrevistas realizadas, voltaremos a discutir a relação entre relevância das AD, medida pelo nível de interesse e

engajamento, e a natureza das situações-problema abordadas nas AD implementadas. No entanto, os resultados ora apresentados indicam que contextualizar e problematizar situações-cotidianas pode favorecer um maior engajamento dos estudantes nas atividades, motivados pelo maior interesse despertado.

Além das análises apresentadas, foram levantadas as correlações de *Pearson* entre as subescalas da EMISA, tendo como base de dados as médias dos estudantes calculadas em cada AD.

**Tabela 7.5:** Correlação de *Pearson* entre os escores nas variáveis avaliadas pela EMISA (N = 25)<sup>15</sup>.

Subescalas da EMISA	1	2	3	4
1. Interesse pela AD	1,000 p= ---	0,710 p=0,000	-0,254 p=0,242	0,602 p=0,002
2. Perc. Clima/Amb. S. A.		1,000 p= ---	-0,321 p=0,135	0,776 p=0,000
3. Perc. C. Comportamento			1,000 p= ---	-0,133 p=0,545
4. Perc. S. A. Cognitiva				1,000 p= ---

Nível de significância (p) igual a 5% (  $p < 0,05$ ).

A partir da Tabela 7.5 constata-se que há correlações positivas e negativas entre as diferentes variáveis (subescalas da EMISA). Por um lado, há fortes e significativas correlações positivas entre as variáveis: *Interesse*, *Percepção do Clima/Ambiente para o Suporte à Autonomia* e *Percepção do Suporte à Autonomia Cognitiva*. Este fato indica que as estratégias de suportes à autonomia, desenvolvidas durante a implementação das atividades didáticas mantém relação com o interesse dos estudantes na participação nas atividades. Por outro lado, estas mesmas três subescalas estão negativamente correlacionadas com a variável *Percepção sobre o Controle de Comportamento*, porém, com menor significado estatístico, pois  $p > 0,05$ . Mesmo assim, é possível afirmar que, para este grupo de estudantes, a correlação negativa indica que estratégias como, por exemplo, o professor dizer ao estudante constantemente o que e como ele deverá fazer as atividades e oferecer

<sup>15</sup> Mesmo se tratando de uma amostra pequena (oscilando entre 20 a 25 estudantes presentes em cada AD), os dados que originaram as médias para cada uma das subescalas da EMISA, nas diferentes AD, se aproximavam de uma distribuição normal, evidenciando valores similares de média e mediana, bem como, valores dos coeficientes de assimetria e curtose entre -1 e 1, o que permite usar a correlação de *Pearson*.

pouco tempo para os estudantes pensarem e elaborarem respostas a questionamentos feitos não se relacionam com o desenvolvimento da autonomia dos estudantes. Ao contrário, a relação é inversa, quanto maior a percepção de controle tanto menor é o interesse e a autonomia. A este respeito vale ressaltar que a medida da *Percepção sobre o Controle de Comportamento* obtida com a EMISA apresenta a mais baixa média entre todas as variáveis, ficando em torno de 1,5 enquanto as demais são próximas a 5,0 (ver Tabela 7.4).

Estes resultados quantitativos indicam que a organização das AD e o seu desenvolvimento durante as aulas estão adequados e afinados com o propósito da intervenção didático-pedagógica, qual seja, fomentar a promoção da autonomia para aprendizagem dos estudantes por meio de atividades didáticas de ensino por investigação. No entanto, é importante que esta constatação seja contrastada com informações coletadas por meio de outros instrumentos e, assim, que se avance nessa avaliação. Na sequência, então, apresenta-se uma análise qualitativa sobre os recursos de suporte à autonomia, ampliando e aprofundando a reflexão.

### **7.2.2. Análise dos Recursos de Suporte à Autonomia**

Para fazer a análise dos diferentes recursos de suporte à autonomia adotaremos as três categorias propostas por Stefanou et al. (2004):

- *suporte de autonomia organizacional* – oportunizar que o estudante possa participar da gestão e organização do ambiente de aprendizagem.
- *suporte de autonomia procedimental* – propiciar aos estudantes escolhas para organizar, desenvolver e apresentar suas ideias/conhecimentos.
- *suporte de autonomia cognitiva* - proporcionar aos estudantes uma participação ativa nas aulas e permitir que possam avaliar o trabalho sob parâmetros de auto-referência, para que no todo figurem como autores do seu processo de aprendizagem.

Na sequência se passará à análise do conjunto de AD implementadas, procurando evidenciar como cada uma das diferentes estratégias de suporte à autonomia (exemplos explicitados no Quadro 2.1) foi desenvolvida ao longo das aulas e como estas foram sendo percebidas e valorizadas pelos estudantes. Adiantamos que o foco maior

estava voltado às estratégias associadas ao suporte de autonomia cognitiva, considerado em diferentes estudos como principal fonte de engajamento, êxito e autonomia dos estudantes (ASSOR et al., 2002; KOH; FRICK, 2010; STEFANOU et al., 2004).

As análises sobre os suportes à autonomia, apresentadas na sequência, foram realizadas majoritariamente com base nas informações coletadas a partir das gravações das aulas e das entrevistas feitas com os estudantes e o professor. Ressaltamos ainda que a reflexão pautada na separação de diferentes tipos de suportes à autonomia é apenas didática e tem propósito meta-analítico, uma vez que, no desenvolvimento das AD estes elementos foram trabalhados de forma conjunta e atemporal.

### 7.2.2.1. Suporte de Autonomia Organizacional

Para um efetivo desenvolvimento da autonomia organizacional é importante que se ofereçam diferentes oportunidades para os estudantes participarem da gestão e organização do ambiente de aprendizagem (ex: escolha dos membros do grupo de trabalho; organização da disposição das carteiras; responsabilidade com datas de entrega de tarefas; participação na elaboração e implementação de escolhas e regras de trabalho; escolha do processo de avaliação). Na intervenção didático-pedagógica realizada, dos três suportes à autonomia, o suporte de autonomia organizacional foi o menos priorizado. Tal escolha foi pautada na intenção de manter a programação e estrutura curricular adotada pela escola, de não modificar excessivamente o trabalho desenvolvido pelo professor e, por entendermos que neste nível de escolarização e faixa etária dos estudantes algumas ações que possibilitem um trabalho mais abrangente sobre a formação da autonomia organizacional se tornam difíceis. Mesmo assim, algumas estratégias foram oportunizadas aos estudantes, para que pudessem desenvolver ou aprimorar aspectos relacionados à autonomia organizacional.

Dentre as oportunidades oferecidas, destaca-se a *liberdade de escolha dos membros para formação dos grupos de trabalho*, presente em todas as atividades. Para fins de ilustração trazemos dois trechos extraídos dos momentos iniciais das aulas, em que se evidencia como era encaminhada a formação dos grupos de trabalho:

Na AD-01

E: *A gente vai trabalhar em quantos em cada grupo?*

P: *Em quatro. Mas, lembrem, não excluam os colegas que estão ausentes, porque a atividade seguirá na próxima aula.*



- E: *A gente vai fazer em cinco, pode ser? Vai ter que ter um grupo com cinco.*
- P: *Tá certo, vocês se organizam e decidam os membros de cada grupo e qual ficará com cinco.*

Na AD-08

- P: *Vocês se dividam em grupos! Podem formar os grupos de sempre ou como quiserem. Apenas não formem grupos com mais de quatro pessoas, caso não se faça necessário.*

Conforme se depreende da transcrição acima, o que o professor estabelecia era a quantidade de estudantes por grupo, mas a escolha dos membros de cada grupo ficava ao encargo dos próprios estudantes. Ao ser questionado a este respeito, durante a entrevista feita com ele, o professor declarou o seguinte:

Entrevistador: *No desenvolvimento das atividades os alunos tiveram liberdade para escolher os membros dos grupos. Como você avalia essa liberdade de escolha? Você acredita que isso foi importante para o desenvolvimento do trabalho e a aprendizagem dos alunos?*

P: *Para essa turma acho que os grupos funcionaram, mesmo sendo eles quem escolhiam os membros de cada grupo. Em relação a isso, eu fiz uma experiência com os primeiros anos. Eles geralmente faziam uma atividade de laboratório por mês e em grupo. Então, na primeira atividade eu defini os grupos e na segunda eu os deixei escolherem e a diferença de nota foi absurda! Assim, no grupo que eles escolheram foi bem menor. Depois eu não deixei mais que eles escolhessem e até mesmo eles concordaram comigo. Não funcionou. Mas, para essa turma funcionou e eles trabalhavam bem. Eles montavam os grupos por afinidade e faziam as coisas. Não deu problema.*

Da fala do professor se evidencia que uma livre escolha para formação dos grupos de trabalho pode desencadear desempenhos distintos para diferentes turmas. No entanto, é importante ressaltar que o parâmetro utilizado pelo professor (desempenho medido pela nota) para julgar o trabalho de grupo da primeira série é passível de questionamento. Aspectos como envolvimento e participação ativa na execução da tarefa deveriam ser considerados como critérios determinantes para se avaliar uma mudança na forma como os grupos de trabalho são formados. Ao se considerar apenas o desempenho dos estudantes, medido pela nota, pode-se incorrer em julgamentos errôneos, uma vez que em uma atividade em que a nota foi boa pode ter ocorrido uma participação apenas parcial dos membros do grupo, encobrendo

eventuais dúvidas e dificuldades de alguns estudantes. De toda forma, é preciso que se considere que *trabalhar em grupo* é algo a ser aprendido e, portanto, é recomendável que haja intervenção e orientação do professor para que essa habilidade seja formada ou aprimorada.

Quanto à turma em que ocorreu a implementação das AD, observou-se uma participação ativa dos estudantes no processo de desenvolvimento das mesmas. O professor julgou positivo o trabalho em grupo ao afirmar que “[...] *para essa turma funcionou e eles trabalhavam bem. Eles montavam os grupos por afinidade e faziam as coisas. Não deu problema*”. A liberdade de escolha para formação dos grupos de trabalho também foi bem aceita pelos estudantes, conforme se observava ao longo das aulas, bem como pelas declarações deles durante as entrevistas. Para exemplificar, seguem alguns trechos delas:

Entrevistador: *Em todas as atividades vocês trabalhavam em grupos. Em relação à formação destes grupos, vocês tiveram liberdade para escolher com quem queriam trabalhar?*

Clara: *Sim, sim. Tive liberdade do tipo ah, posso fazer com vocês ou vamos montar um grupo. Foi bem tranquilo.*

Entrevistador: *O que você acha disso, dessa liberdade de poder escolher o grupo? Ela foi importante para a sua aprendizagem?*

Clara: *Sim, sim, com certeza. Até porque a gente não vai se sentir tão reprimido né.... Ah, vou ter que fazer com eles, que chato! Podia escolher também.* [Primeira sessão de entrevistas]<sup>16</sup>.

Alice: *Tivemos.*

Entrevistador: *O que você acha disso?*

Alice: *Eu acho que é legal, porque a gente se dá bem com algumas pessoas, por ter a liberdade de até expor a opinião de não saber fazer e aprender, né. E não de ficar com alguém que você fica com medo de falar. Então, eu acho que isso foi legal.* [Primeira sessão de entrevistas].

Marcos: *Sim, sim. Eu acabava optando sempre mais para trabalhar com as pessoas com quem tenho mais afinidade. O professor proporcionou que a gente pudesse escolher os grupos e isso foi melhor para o trabalho, assim.*

Entrevistador: *Você acredita que foi melhor por quê?*

---

<sup>16</sup> Ao longo deste capítulo far-se-á a identificação da sessão de entrevista em que as falas dos estudantes foram obtidas. Isso permitirá que o leitor identifique a quantidade de AD que já haviam sido realizadas até o momento em que o relato foi coletado (ver Quadro 5.3).

Marcos: *Porque com o pessoal que tu tem mais afinidade se consegue conversar melhor e tal... Aí rende mais o trabalho. Por outro lado, posso dizer que as vezes pode atrapalhar um pouco, porque como se tem mais afinidade, acaba-se conversando também sobre outras coisas ao longo do trabalho, dispersando um pouco em algum momento.* [Terceira sessão de entrevistas].

Nas falas retratadas acima e nas dos demais estudantes entrevistados foi comum a valorização da possibilidade de poder trabalhar com os colegas com os quais possuíam maior afinidade. Depreende-se dessa verificação que a afinidade, que é um elemento afetivo, interfere no processo de aprendizagem na medida em que propicia maior troca de ideias e evita com que alguns estudantes deixem de expor suas dúvidas, por não se sentirem à vontade no grupo. No entanto, uma maior afinidade pode favorecer o aumento das conversas paralelas, como afirmou Marcos, mas isso não foi problema durante o desenvolvimento das AD. Ainda em relação à formação dos grupos, sempre teve que ocorrer uma negociação entre a turma para definirem quem trabalhava com quem, tarefa deixada ao encargo dos estudantes.

Sobretudo, merece destaque que a liberdade para formação dos grupos de trabalho e o próprio trabalho em grupo (a sensação de se sentir à vontade e integrado) contribuiu para a satisfação da necessidade de pertencimento e para o estabelecimento de vínculos. Isso fica mais claro na fala de Felipe, ao ser questionado sobre o que o motivou a participar da realização das AD:

Felipe: *No começo, eu vou admitir [risos]... Eu fazia para conseguir nota ou não ser prejudicado, porque em Física eu muitas vezes tive problema com isso. Mas, depois no decorrer do tempo... As vezes eu nem ficava interessado de começo, mas, daí no grupo os colegas começavam a perguntar: você tem alguma ideia para fazer isso? Daí eu pensava e via que eu era importante no meu grupo, eles queriam me ajudar e eu também sentia vontade em ajudá-los a chegar em uma solução. Aí a gente se unia e fazia tudo em conjunto. Então, embora passasse a ver que as atividades eram legais e importantes, o que me motivou bastante foi o trabalho em equipe. Me fizeram sentir que eu era importante! E da mesma forma eu considero que cada um deles foi importante para a minha aprendizagem.* [Terceira sessão de entrevistas].

Felipe deixou bem claro que um dos principais motivos, acima da percepção das atividades serem “legais e importantes”, foi o trabalho em

grupo. Ao perceber que fazia parte daquele grupo e que poderia contribuir no trabalho a ser feito, ele motivou-se para participar do processo de construção das resoluções, ajudando e sendo ajudado pelos colegas para que nesta troca pudessem ampliar suas aprendizagens. Em relação a isso, constata-se que o trabalho em grupo foi significativo para ele se sentir importante no grupo e capaz de auxiliar os colegas na construção das resoluções, o que reflete um fortalecimento de sua necessidade de competência. Fatos desta ordem atrelam importância aos elementos de natureza afetiva e de bem-estar no processo de ensino-aprendizagem, aos quais se tem dado pouca relevância no ensino de ciências.

A *disposição e organização das carteiras* para o desenvolvimento do trabalho foi de escolha de cada grupo e se desencadeou naturalmente. Da mesma maneira se procedeu em relação à forma como cada grupo iria solucionar as situações-problema propostas. Isso fez com que cada um deles pudesse elaborar sua própria estratégia, forma de ação, que sempre foi acompanhada e subsidiada pelo professor, quando solicitada ajuda.

Em relação às atividades propostas (*situações-problema, conteúdo a ser abordado, regras de avaliação*) é importante que se destaque que estas não foram construídas e definidas em conjunto com os estudantes. Elas foram elaboradas e, em seguida, discutidas e finalizadas juntamente com o professor, antes de serem implementadas em sala de aula. No desenvolvimento das AD, a aula sempre iniciava com a apresentação das situações-problema aos estudantes, problematizando-as de forma que eles viessem a tomá-las como problemas que merecessem tempo e empenho para serem solucionadas.

Esta forma de trabalho adotada está de acordo com o que argumentam alguns defensores do ensino por investigação, como por exemplo, García e García (2000) que, ao descreverem quem deve planejar o problema neste tipo de atividades, afirmam: “O fundamental é que o problema seja assumido como tal pelos alunos e, neste sentido, é realmente secundário o fato de que também o planejamento, ou a formulação, venha dos próprios alunos” (p. 32, tradução nossa). Portanto, para que os estudantes se apropriassem das situações-problema como tal, elas foram formuladas e problematizadas de forma a se apresentarem como desafios para eles.

Delizoicov (2001) descreve que a problematização pode ser utilizada com uma dupla intencionalidade. Por um lado ela se mostra útil e significativa para constatar e trabalhar as concepções prévias dos

estudantes. Por outro lado, ela pode assumir um papel importante para fazer com que os estudantes percebam que o problema ou a situação-problema tem significado para eles e, assim, possam se conscientizar de que sua solução exigirá um conhecimento que eles ainda não possuem, mas que pode e deve ser construído no processo de solução. Então, em síntese,

O ponto culminante da problematização é fazer com que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém, ou seja, procura-se configurar a situação em discussão como um problema que precisa ser enfrentado. (Delizoicov, 2001, p. 143).

É sob esta perspectiva que as situações-problema foram elaboradas e apresentadas em sala de aula. Os resultados obtidos com a aplicação da EMISA explicitaram que o interesse dos estudantes pelas atividades foi expressivo (conforme pode ser constatado pelos gráficos apresentados na subseção anterior), indicando que eles se apropriaram das situações-problema. Além do mais, nas entrevistas, quando questionados sobre a significância das situações-problema propostas, obteve-se, em geral, respostas como esta:

Entrevistador: *E, o que você acha, estas situações-problema representavam problemas para os quais valeu à pena dedicar um tempo para elaborar soluções? Por quê?*

Alex: *Com certeza valeu à pena! É um negócio diferente, que ajudou entender bem o assunto, como funciona. Sei lá, a gente em geral sabia a teoria e não sabia a prática. Por exemplo, eu nunca tinha visto um resistor, aquelas corzinhas e tudo mais... Isso ajudou a gente a entender e fixar melhor.*

Entrevistador: *E você considera as atividades importantes? Gostou de fazê-las? Por quê?*

Alex: *Elas são sim importantes, são interessantes e elas acabam envolvendo a gente nesta atividade. A gente acaba se envolvendo e interagindo com o pessoal e tudo mais e acaba entendendo. Por isso foi interessante. Tipo, não é uma coisa sem nexos assim, é coisa do dia-a-dia até... Tipo, em casa a gente pode calcular o que a gente calculou aqui no colégio e tudo mais.*

Entrevistador: *E, você se sentiu envolvido nas atividades? Sentiu que pôde participar?*

Alex: *Sim. Com certeza. [Primeira sessão de entrevistas].*

Na fala do Alex fica evidenciado que ele gostou das atividades, que elas permitiram um envolvimento, uma interação com os colegas e

propiciaram o entendimento do assunto abordado. Estes aspectos são significativos e retratam a visão da maioria dos estudantes participantes da pesquisa. Outros estudantes destacaram a importância de algumas AD em função da aprendizagem que elas oportunizaram, como exemplifica a fala abaixo:

Entrevistador: *Para você, as situações-problema presentes em cada uma das atividades representaram de fato problemas para os quais valeu à pena dedicar um tempo para elaborar soluções? Por quê?*

Marcos: *Valeu. Em alguns casos eu não tinha conhecimento e aí foi bom porque deu para agregar bastante conhecimento. Por exemplo, aquela que fizemos que foi a dos ímãs e linhas de campo. Esta atividade foi interessante para mim porque particularmente eu não sabia e aí foi bom porque consegui entender o assunto, a Física envolvida. Já tínhamos visto alguma coisa e eu não tinha entendido e com a atividade consegui entender.*

Entrevistador: *Você gostou de fazê-las? De participar?*

Marcos: *Sim. Com certeza. [Segunda sessão de entrevistas].*

O significativo interesse dos estudantes pelas atividades é um indicador de que as situações-problema propostas nas AD foram apropriadas por eles como problemas, despertando-lhes a curiosidade e o desafio para construir suas soluções. No entanto, na primeira sessão de entrevistas (realizada após a implementação da AD-04), uma estudante diante dos mesmos questionamentos (se valeu à pena dedicar tempo às AD ou e se elas foram interessantes) explicitou um estranhamento em relação à forma de trabalho, conforme segue:

Entrevistador: *Você acredita que valeu à pena dedicar um tempo para elaborar soluções para estes problemas?*

Sara: *Ah, foi uma forma diferente de a gente achar uma solução, né. Eu acredito que de certa forma foi bom. Foi diferente.*

Entrevistador: *Você só achou diferente ou você achou interessante e gostou de fazer as atividades?*

Sara: *Ah, no começo eu tive meio que uma dificuldade assim... Porque tinha que achar uma solução. Às vezes, em outras aulas o professor dava como era para fazer e aí a gente ia lá e fazia. Por isso, eu achei meio complicado no começo, mas depois eu fui me acostumando.*

Entrevistador: *Então, você sentiu uma dificuldade em função de vocês terem que procurar e construir uma solução, ou seja, com a forma com que as atividades foram conduzidas?*

Sara: *Isso, sim.*

Entrevistador: *Mas, você se sentiu envolvida nestas atividades, no processo de construção de soluções?*

Sara: *Sim, bastante.*

Este estranhamento inicial em relação à forma como as aulas foram desenvolvidas, ou seja, o estabelecimento de uma nova relação entre professor, aluno e saber é prevista e explicada pela teoria do Contrato Didático (BROUSSEAU, 1986). Brousseau (1986, p. 51) define Contrato Didático como:

uma relação que determina - explicitamente por uma pequena parte, mas sobretudo implicitamente - o que cada parceiro, professor e aluno, tem como responsabilidade ao gerir aquilo que, de uma maneira ou de outra, ele terá de prestar contas diante do outro. Esse sistema de obrigações recíprocas assemelha-se a um contrato. O que nos interessa é o contrato didático, ou seja, a parte deste contrato que trata especificamente do conteúdo. (Tradução nossa).

Portanto, em sala de aula há expectativas entre os sujeitos envolvidos e, na maioria das vezes, estas não são definidas explicitamente e, nem por isso, deixam de atuar como se fossem cláusulas previamente estabelecidas em um contrato. Sendo assim, o papel que o professor e o aluno desempenham está estreitamente relacionado com estas expectativas, influenciando de forma decisiva no processo ensino-aprendizagem (ARRUDA et al., 2003; RICARDO et al., 2003).

Tendo em vista a teoria do contrato didático, bem como, as modificações inevitáveis na dinâmica das aulas em virtude da implementação das atividades didáticas com perspectiva investigativa, havia sido feito um alerta ao professor de forma que a readaptação à nova sistemática de trabalho pudesse trazer pouco ou nenhum prejuízo à aprendizagem dos estudantes. Ao contrário, almejava-se sempre uma maior aprendizagem e uma formação mais autônoma para os estudantes. Na fala da Clara, retratada abaixo, também fica evidente a percepção de uma mudança na dinâmica das aulas e há, explicitamente, uma sinalização positiva para as AD desenvolvidas:

Entrevistador: *Você acredita que valeu à pena dedicar um tempo para elaborar soluções para estes problemas?*

Clara: *Valeu, valeu. Com certeza valeu, foi bem legal.*

Entrevistador: *Por quê? Ou o que fez com que fosse legal?*

Clara: *A aula foi diferenciada, que não foi sempre a mesma coisa. Tipo ah, abram na página tal e vamos fazer exercícios ou leva para casa e faz exercício em casa e traz pronto. Foi tipo meio que fazer o trabalho em grupo, tirar dúvidas e discutir sobre o tema também.*

Entrevistador: *E para você, estas atividades foram importantes? Gostou de fazê-las?*

Clara: *Sim, eu gostei de fazer, até porque eu melhorei bastante meu entendimento e minhas notas também.* [Primeira sessão de entrevistas].

Conforme já afirmamos, uma mudança na relação entre professor, aluno e saber já estava prevista, no entanto não poderíamos prever a reação dos alunos diante da implementação das AD. O professor, ao ser questionado sobre este aspecto durante a entrevista, declara:

Entrevistador: *Quais as diferenças que você percebeu entre as atividades investigativas e as atividades normalmente desenvolvidas em suas aulas?*

P: *A principal diferença que eu percebi, isso nas primeiras atividades, é que eles não sabiam exatamente o que precisavam fazer. Veio uma proposta diferente e tipo, por não ter uma pergunta que exigisse uma resposta direta, eles estavam meio perdidos. Depois, com o tempo e até fazendo um comparativo, tendo por base as provas, provas normais assim, sem fazer um monte de exercícios e sim estas atividades, eles obtiveram um bom desempenho...*

Entrevistador: *Quando você falou que no início eles meio que não sabiam o que fazer, como você procurou contornar essa situação?*

P: *Eu acho que eles não sabiam o que fazer, a resposta a ser dada, mas, eles tinham ideia que tinham que fazer alguma coisa. Então, eles começaram a buscar. Perguntavam se podiam utilizar o livro e em que página encontrariam algo sobre o assunto. Depois eles já iam atrás do conteúdo. Embora parecesse que eles não soubessem o que responder, eles sabiam que havia uma resposta a ser dada. Nesta turma, talvez não se valeria como regra geral para a primeira e segunda séries, mas eles já tinham mais ou menos uma noção de onde procurar; o que foi bom também!*

Destá fala se constata que a principal diferença percebida pelo professor, em relação ao comportamento dos estudantes diante das situações-problema, reflete uma percepção similar àquela manifestada por Sara. Havia um conjunto de atividades a serem feitas, diferentes daquelas que normalmente eram realizadas, e isso demandou uma



participação e atitude igualmente distinta por parte dos estudantes e do professor, na condução e gerenciamento. Este estranhamento inicial foi superado e os estudantes se dedicaram e participaram ativamente no desenvolvimento de todas as atividades.

Assim sendo, acredita-se, em função dos dados mostrados, que estas ações: a) escolha dos membros dos grupos de trabalho; b) liberdade para dispor e organizar as carteiras; e c) adequação a uma nova organização e desenvolvimento das aulas, se apresentaram como estratégias favoráveis à promoção de uma maior autonomia organizacional destes estudantes.

#### **7.2.2.2. Suporte de Autonomia Procedimental**

Para viabilizar a promoção da autonomia procedimental é importante que sejam oferecidas aos estudantes oportunidades de escolhas para organizar, desenvolver e apresentar suas ideias/conhecimentos. Sendo assim, as diferentes AD foram elaboradas e desenvolvidas para propiciar aos estudantes, por exemplo: a manipulação de materiais; a escolha e definição de como iriam organizar o trabalho nos grupos e a organização e apresentação de suas resoluções.

A *manipulação de materiais*, em especial, a construção de aparatos experimentais e a realização de medidas, esteve presente em boa parte das AD desenvolvidas (AD-02; AD-03; AD-06; AD-07; AD-08; AD-09 e AD-10). Nestas atividades, as situações-problema apresentadas aos estudantes culminaram em processos de resolução que necessariamente exigiam uma manipulação de materiais. As resoluções praticadas em outras AD também, em certa medida, envolveram uma manipulação de materiais, mas restringindo-se à coleta de informações contidas nas chapinhas/selos dos equipamentos elétricos (AD-01) e a leitura do código de cores em resistores (AD-04).

A constante exigência para que os estudantes tivessem contato com diferentes materiais e os utilizassem para construir soluções às situações-problema apresentadas, oportunizou-lhes aprendizagens como, por exemplo: a elaboração e execução de estratégias de montagens experimentais; a reprodução de fenômenos físicos; a realização de medidas, de diferentes grandezas físicas; o teste de hipóteses; o estabelecimento de relações entre grandezas físicas; a quantificação de grandezas físicas; a observação e identificação de parâmetros relevantes; a classificação, organização e sistematização de dados (construção de tabelas e gráficos; interpretação, análise e emissão de conclusões). No

conjunto, estes conhecimentos, que são essencialmente de natureza procedimental, puderam ser trabalhados durante as aulas e serem apreendidos pelos estudantes, tornando-se fundamentais para a promoção de uma maior autonomia procedimental.

Os estudantes, quando questionados a respeito da manipulação dos materiais, emitiram relatos a partir dos quais se evidencia tanto um contentamento e satisfação pela oportunidade de conhecer e utilizar materiais até então desconhecidos para eles, quanto de testar suas hipóteses teóricas. Os depoimentos de dois estudantes durante a primeira sessão de entrevistas demonstram o que acabamos de mencionar:

Entrevistador: *Nessas atividades vocês puderam manipular materiais, coletando dados ou efetuando medidas? Isso ajudou na sua aprendizagem? Ajudou você a compreender o assunto?*

André: *Ajudou né, porque se eu não tivesse esses equipamentos não tinha como eu ter uma ideia assim... Ah, de como isso pode ser feito? Só ia ficar pensando se eu pegasse aquilo ia ser mais ou menos assim. O que eu pensava podia estar errado daí e podia acontecer totalmente diferente de como eu pensava. Então, ajudou muito, sim!*

Entrevistador: *Você acha que essas atividades permitiram que vocês manipulassem materiais e fizessem análises? Eu queria que você falasse um pouco sobre isso.*

Paulo: *Isso, nós manipulamos vários materiais que sinceramente eu não conhecia e pude conhecer. Conheci materiais que eu sabia que tinham certas capacidades, como o fio, os resistores... Não sabia diferenciar um de outro. Assim foi interessante para todo mundo porque a gente acabou tendo conhecimento que a gente vai levar para a vida toda, em termos de eletricidade. Isso é uma coisa muito importante porque está em tudo. Então, a gente aprendeu bastante coisa com o manuseio do material. Foi bem interessante!*

Os relatos destes dois estudantes demonstram a importância da manipulação de materiais para a construção de suas aprendizagens. André afirmou que o fato de poder utilizar e manipular diferentes materiais lhes possibilitou uma maior visualização dos fenômenos estudados e Paulo destacou que isso proporcionou a eles um contato com materiais ou equipamentos que lhes eram desconhecidos. A mesma importância foi atribuída por outros estudantes durante as outras duas sessões de entrevistas, conforme exemplificam os recortes abaixo:

Entrevistador: *As atividades permitiram a manipulação de materiais e a realização de análises? Você pode falar um pouco sobre isso?*

Tânia: ***Sim, podíamos formar vários circuitos, várias formas de solucionar os problemas. Isso foi bacana porque nem todos os grupos chegaram a fazer da mesma forma, criando outras soluções. Acho que isso ajudou em nossa aprendizagem.*** [Segunda sessão de entrevistas].

Marcos: *Sim, sim. Em praticamente todos os casos. O que foi bem interessante. **Quando a gente tem contato com as coisas e pode ver, fazer e montar é bem melhor para aprender. A gente vê e entende melhor como funciona e tudo.*** [Terceira sessão de entrevistas].

Nas duas falas é evidente a manifestação de que a manipulação de materiais foi importante para o desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes. Além disso, Tânia ressalta o aspecto de que ocorreram montagens experimentais diferentes para compor as resoluções dos grupos, o que segundo ela foi “bacana” e ajudou na sua aprendizagem. De fato, este é um aspecto significativo, pois evidenciou que diferentes arranjos experimentais (em especial nas AD que envolveram a montagem de circuitos elétricos, como na AD-02 e AD-06) puderam conduzir e compor resoluções consistentes para uma mesma situação-problema, refletindo um amadurecimento das aprendizagens relativas à autonomia procedimental dos estudantes. Afora isso, conforme ressaltado por eles nas entrevistas, o conjunto de capacidades trabalhadas por meio da manipulação de materiais foi fundamental para a aprendizagem conceitual focada nas AD, fortalecendo suas necessidades de competência e de autonomia.

Da mesma forma, foi dada a oportunidade aos estudantes para *definirem e organizarem o trabalho de construção das resoluções nos grupos*. Mediante a observação das aulas, foi possível perceber que todos os membros dos grupos se envolviam no trabalho e por meio de consensos internos elaboravam as estratégias e soluções. As dúvidas que eram geradas durante o trabalho eram sanadas mediante a consulta ao livro didático e ao professor. Nos trechos das entrevistas abaixo, tem-se uma breve descrição de como os grupos se organizavam para o desenvolvimento das AD:

Entrevistador: *Como vocês trabalhavam no grupo para elaborar uma estratégia e chegar a uma solução?*

João: *Nós primeiro tentávamos entender bem a teoria e formulávamos várias maneiras de fazer, de chegar ao resultado. E aí a gente olhava qual era a mais fácil e produtiva e a gente chegava num consenso... E aí fazia essa.*

Entrevistador: *Então, cada um podia propor estratégias e em conjunto vocês decidiam qual seguir?*

João: *Sim, era assim.* [Primeira sessão de entrevistas].

Igor: *Nós sempre discutimos bastante e fomos tentando mesmo. Por exemplo, um falava uma coisa e aí a gente discutia e via se tinha alguma possibilidade de ser por aí e se sim, tentávamos fazer. Se não dava certo nós voltávamos para trás e refazíamos até conseguir.*

Entrevistador: *Nesse processo vocês se baseavam em alguma coisa?*

Igor: *Sim, sim. Utilizamos muitas vezes os materiais disponibilizados e também usamos o livro didático, que era útil, pois dava uma boa ajuda.* [Segunda sessão de entrevistas].

Tânia: *Nós primeiro pegávamos o livro e líamos um pouco sobre aquele assunto e depois tentávamos elaborar alguma coisa sobre aquilo. Em seguida a gente chamava o professor para conversar sobre isso e tirar as dúvidas.*

Entrevistador: *E aí o professor fazia o que? Ele dava a resposta?*

Tânia: *Não, ele dava dicas. A gente tinha que encontrar as respostas.* [Terceira sessão de entrevistas].

O que se constata da fala dos estudantes é uma boa descrição daquilo que observamos durante o desenvolvimento das AD, ou seja, eles procuravam se organizar internamente nos grupos para construir suas resoluções, buscando apoio nos materiais disponibilizados, no livro didático, com o professor e, especialmente, na discussão de ideias entre os colegas de grupo. Assim sendo, eles construíam as soluções conjuntamente, mediante a troca de ideias, negociações e estabelecimento de acordos. Portanto, neste trabalho, cada qual acabava assumindo um papel ativo e responsável para com a sua aprendizagem.

Outro suporte à autonomia procedimental trabalhado durante o desenvolvimento das AD se refere à liberdade dada aos estudantes para a *organização da apresentação de suas resoluções*. Com exceção da AD-11, em todas as demais os grupos elaboravam um registro escrito das soluções construídas em cada uma das atividades. Estes registros foram estruturados e organizados conforme decisões tomadas internamente nos grupos. Além disso, ocorriam momentos de

apresentação e discussão dos resultados em grande grupo. A este último aspecto foi dada maior importância após uma avaliação preliminar, tendo por base as primeiras quatro AD implementadas.

Quando questionados sobre a forma de apresentação dos resultados, os estudantes afirmaram:

Entrevistador: *Em relação a apresentação dos resultados: cada grupo ao final do trabalho entregava uma folha em que tinha o registro da solução construída pelo grupo. Você acha que essa forma de apresentação foi adequada e ela ajudou na aprendizagem de vocês? Por quê? Ou, você sugere outra forma de apresentação dos resultados?*

Clara: *Eu gostei desta forma da folha. **De ela vir para a gente e a gente poder fazer e ter um registro para mostrar o que a gente conseguiu aprender.** Acho que isso foi bem legal.*

Entrevistador: *E você acha que registrar ajuda em algum aspecto da aprendizagem?*

Clara: *Sim, porque depois a gente pode pegar para estudar, para relembrar o que a gente fez e ter uma base ah, eu lembro eu não consegui fazer isso e dá para fazer assim também.* [Primeira sessão de entrevistas].

Entrevistador: *Em relação à forma de apresentação dos resultados. Eles foram apresentados por vocês em material de texto, uma folha, na qual vocês registraram os resultados. O que você acha dessa forma de apresentação dos resultados?*

Júlia: ***Eu acho bom porque daí depois o professor pode ver se a gente aprendeu ou não.** Porque como eu já disse antes, ele dá uma liberdade para a gente fazer... Ele não fica em cima dizendo para fazer assim, assim... A gente pode escolher o jeito que a gente quer. Então com o registro final ele pode ver como cada grupo fez e verificar se está dando resultado ou não. **Eu acho bom e a maioria está conseguindo fazer, se dando bem.***

Entrevistador: *E você acredita que vocês também aprendem fazendo este registro?*

Júlia: *Com certeza. Porque se fosse só falar acho que não ia pegar, forçar tanto.* [Segunda sessão de entrevistas].

Entrevistador: *O que você achou da forma de apresentação dos resultados? Vocês tiveram que apresentar registros escritos, em outras realizaram uma apresentação final (AD-11) e também tiveram momentos para discussão em grande grupo.*

João: *Todas estas formas são importantes. Eu acho que se conseguir conciliar estas formas em cada atividade seria legal, por que... **Nós tínhamos que apresentar quase sempre a nossa***

***solução aos colegas ao final das atividades e isso força o aluno para saber o assunto... Porque ele vai lá na frente e precisa explicar. Então, ele vai ter que saber o assunto. Então, isso força o aluno a adquirir mais conhecimento e isso é legal.***  
[Terceira sessão de entrevistas].

O fato dos grupos registrarem suas resoluções possui distintas funções, dentre as quais, a de guardar memória do trabalho feito. Este é um dos aspectos importantes e positivos desta forma de apresentação das resoluções e ele é reconhecido pelos estudantes, conforme retratado na fala de Clara. Júlia também valoriza o registro escrito, como sendo uma estratégia positiva para sua aprendizagem e, além disso, ela destaca a liberdade que lhes foi dada para realizar esta tarefa. Já na fala de João há uma argumentação favorável às apresentações orais efetuadas pelos grupos, pois, segundo ele o fato deles explicarem aos colegas dos outros grupos sua resolução fez com que adquirissem mais conhecimentos.

O reconhecimento da importância de haver uma sintetização das resoluções praticadas, seja ela de forma escrita ou oral, foi unânime entre os estudantes entrevistados. Havia uma preocupação dos estudantes em cumprir bem esta parte da atividade, o que se justifica pelo fato dela conter a essência do trabalho desenvolvido, ou seja, a resolução (resposta) buscada. Além disso, no relato destes estudantes constata-se a valorização do registro escrito e das apresentações orais como sendo maneiras que eles tiveram para demonstrar que conseguiram chegar a uma solução e de poderem retratar parte da aprendizagem construída ao longo da AD. Percebe-se aí que há uma necessidade inerente aos estudantes para expressarem seu desempenho e, assim, sentirem-se capazes/competentes.

Ao longo do desenvolvimento das AD foi perceptível uma maior autonomia procedimental no que se refere ao trabalho de construção das resoluções buscadas. Com a sequência das atividades investigativas foi visível a mudança de atitude dos estudantes, por exemplo, diante *da definição de como iriam organizar o trabalho nos grupos; da organização e apresentação de suas resoluções e nas ações envolvendo alguma forma de manipulação de materiais;* se mostrando bastante independentes do aval do professor. Em relação à *manipulação de materiais* a presença do professor ainda era um pouco mais solicitada. Isso se deve sobretudo ao fato de que nas atividades sempre havia materiais e formas de montagem que eram desconhecidas pelos estudantes e, portanto, que demandavam a aprendizagem de novos conteúdos procedimentais, inerentes a esta ação.

### 7.2.2.3. Suporte de Autonomia Cognitiva

Para desenvolver a autonomia cognitiva dos estudantes é fundamental proporcionar a eles autoria no seu processo de aprendizagem e permitir que possam avaliar o seu trabalho. Por esta razão, o suporte a autonomia cognitiva é considerado por vários pesquisadores como o principal responsável para a formação autônoma dos estudantes (KATZ; ASSOR, 2007; KOH; FRICK, 2010; STEFANOEU et al., 2004). Haja vista este fato dedicamos especial atenção às estratégias associadas à promoção da autonomia cognitiva. A perspectiva de ensino por investigação se mostrou bastante favorável para fomentar o trabalho de desenvolvimento dos diferentes suportes para formação da autonomia cognitiva.

Sendo assim, ao longo da intervenção didático-pedagógica foram dadas oportunidades aos estudantes para: elaborar e discutir estratégias e soluções para as situações-problemas; debater ideias livremente; contar com ajuda apropriada do professor, de forma que pudessem fazer perguntas e ter menos tempo de professor falando (explicações expositivas) e mais tempo de professor ouvindo (ajuda aos estudantes nos grupos); trabalhar com tempo suficiente para tomada de decisões; justificar soluções e compartilhar conhecimentos; receber *feedback* e reavaliar erros.

As AD estavam centradas em situações-problema, o que fez com que durante o desenvolvimento do trabalho os estudantes tivessem que *elaborar e discutir estratégias de forma a construir as soluções*. Para isso, poder-se-ia adotar diferentes estratégias didático-pedagógicas, desde as mais diretivas e fechadas até as mais abertas, com total liberdade para os estudantes. Nas AD implementadas procurou-se criar um contexto adequado para que a participação dos estudantes fosse a mais ativa possível no processo de construção das soluções às situações-problema presentes em cada atividade. Sendo assim, os estudantes não tiveram liberdade para escolher as situações-problema, mas, estas foram propostas e problematizadas de forma que eles se sentissem à vontade para elaborar a estratégia de solução e executá-la.

Os estudantes ao serem questionados sobre esta liberdade que tiveram para elaborar suas estratégias e soluções falaram, por exemplo, o seguinte:

Entrevistador: *No desenvolvimento das atividades, você teve liberdade e poder de escolha para elaborar estratégias de solução?*

Pedro: *Sim.*

Entrevistador: *E estas estratégias de solução foram elaboradas pelo grupo ou elas foram impostas de alguma maneira pelo professor?*

Pedro: *Não. A gente sempre procurou a saída para o problema. O professor nunca impôs nada. **Ele sempre deixou aberto para o grupo escolher uma saída pro problema.***

Entrevistador: *E essa liberdade de vocês poderem construir estratégias e soluções, você acha que é importante e ajudou na sua aprendizagem?*

Pedro: *Com certeza, porque a gente deve aprender a achar uma saída e não só o professor chegar na sala e falar: ah, vocês aprenderam isso, isso e isso e eu vou dar um exercício tal para vocês irem resolvendo da maneira que eu expliquei para vocês. Assim, da forma como foi feito, a gente pegou o assunto mais fácil, tendo problemas para a gente achar a saída deles. **É muito mais fácil aprender assim, porque a gente se envolve mais com o assunto** e não é só matéria dada e exercícios. [Primeira sessão de entrevistas].*

Entrevistador: *No desenvolvimento das atividades você teve liberdade e poder de escolha para elaborar estratégias e construir soluções?*

Ana: *Sim, tivemos.*

Entrevistador: *Elas não foram apresentadas ou impostas pelo professor?*

Ana: *Não, não. **A gente teve possibilidade de fazer nossas escolhas.***

Entrevistador: *E para a sua aprendizagem, você acha que isso foi importante?*

Ana: *Sim, com certeza. Poder testar mais de uma opção. E também porque se posso escolher **eu me sinto bem com minha escolha e assim acho mais fácil aprender.***

Entrevistador: *E as escolhas feitas por vocês os conduziram a soluções adequadas?*

Ana: *Sim, com certeza. Nós também contávamos com o auxílio do professor. Então, isso nos ajudou bastante.*

Entrevistador: *E, como vocês procederam para chegar a uma estratégia e construir as soluções nas atividades? Você consegue descrever um pouco esse processo?*

Ana: *A gente sempre usou o livro e as ideias de cada um do grupo e assim procuramos criar as estratégias. Ai cada um*



*falava o que achava, na teoria. Depois, nós testamos, colocamos na prática e em algumas delas, fazíamos as contas e testamos para ver se estávamos certos. Cada um tinha a possibilidade de testar a sua maneira, que às vezes eram diferentes.* [Segunda sessão de entrevistas].

Nas falas destes dois estudantes, assim como nas dos outros entrevistados, se constatou tanto aspectos relacionados à possibilidade de realizarem escolhas e tomarem decisões para encaminharem suas resoluções, quanto elementos indicativos de satisfação pessoal e motivação intrínseca. Pedro ao declarar que “*é muito mais fácil aprender assim, porque a gente se envolve mais com o assunto*” manifesta maior engajamento e, conseqüentemente, sinaliza para uma maior motivação intrínseca dos estudantes relacionada ao processo de construção de sua aprendizagem. Da mesma forma, Ana ressalta fatores motivacionais ligados ao seu bem-estar, ao afirmar “*eu me sinto bem com minha escolha e assim acho mais fácil aprender*”.

Em relação à possibilidade de escolha abordada na entrevista com os estudantes, constata-se, mediante análise de suas falas, que eles concebem e reconhecem que as estratégias e resoluções construídas são de sua autoria, contando para isso apenas com alguma ajuda do professor. Portanto, a liberdade aqui expressa se refere a um trabalho que foi desenvolvido em conjunto entre os estudantes e o professor, sendo que este não procurou impor uma estratégia de solução previamente pensada e que devesse ser seguida por todos. A ação pedagógica do professor pode ser pensada como uma ajuda apropriada aos estudantes, fazendo com que as estratégias e soluções construídas pelos grupos fossem de fato de sua autoria.

Neste sentido, buscamos saber também a visão do professor, que declarou o seguinte durante entrevista:

Entrevistador: *Durante o desenvolvimento das atividades, os alunos conseguiram expor suas ideias e discuti-las entre eles e com você?*

P: *Eu acredito que sim. Como eu atendia a todos os grupos às vezes não conseguia alongar as discussões, mas, entre eles ali havia o debate. Muitas vezes eles tinham duas ideias diferentes e aí vinham me perguntar por onde deveriam seguir e tal.*

Entrevistador: *Então existia isso internamente nos grupos, ou seja, surgiam diferentes possibilidades de solução para a mesma situação-problema?*

P: *Tinha, tinha sim. Embora sempre caminhasse para uma só. Então, não eram ideias tão contraditórias assim. Acontecia assim de haver duas ou três ideias próximas.*

O professor, para poder atender a todos os grupos, alega não ter conseguido prolongar suas discussões com os grupos, mas salienta que elas ocorriam. Além disso, da declaração dele se constata que de fato havia debate entre os estudantes, dentro de cada grupo, e que existiam estratégias/ideias distintas para a construção das soluções à determinada situação-problema. Este último aspecto é importante, pois exigiu dos estudantes poder de análise e decisão para escolherem ou definirem a estratégia a ser adotada para o encaminhamento da resolução.

O trabalho realizado, em função da perspectiva investigava inerente ao desenvolvimento das AD, proporcionava momentos em que os estudantes, em seus grupos, discutiam e trocavam ideias livremente em torno do assunto foco das situações-problema. Para exemplificar melhor a existência desta possibilidade que cada estudante tinha para *expor e discutir suas ideias* segue-se depoimentos de dois estudantes, colhidos durante as entrevistas:

Entrevistador: *Durante as atividades você conseguiu expor as suas ideias e discuti-las com seus colegas ou com o professor, quando de seu interesse?*

Marcos: *Sim. Até mesmo após a realização dos trabalhos a gente tinha um momento de comparação com a dos outros grupos da sala. Isso eu acho muito interessante, como já tinha dito, pois, uns usam umas formas e outros fazem de outra maneira. Assim, podíamos comparar as respostas.*

Entrevistador: *E dentro do seu grupo, você conseguiu expor as suas ideias?*

Marcos: *Sim. Cada um podia falar e aí a gente buscava chegar em um consenso para seguir na ideia que parecia ser mais lógica. [Segunda sessão de entrevistas].*

João: *Com certeza, a gente tinha total liberdade. **Como estávamos em um grupo e tínhamos afinidade, nós discutíamos bastante sobre o assunto** e quando tínhamos dúvidas ou um não concordava com a ideia do colega, nós chamávamos o professor para nos ajudar e ver qual ideia estava certa. Então, nós discutíamos bastante o assunto.*

Entrevistador: *Você acredita que isso contribuiu para a sua aprendizagem?*

João: *Sim, com certeza, porque a discussão ela trás novas ideias. A partir destas novas ideias é possível compreender os conceitos focados.* [Terceira sessão de entrevistas].

A troca e discussão de ideias, estimulada pela busca de uma solução às situações-problema, envolvia também o professor sempre que alguma dúvida não fosse superada nos grupos (conforme já retratado no capítulo 6, na descrição de quatro AD). Afora isso, destaca-se da fala de João o aspecto da afinidade e trabalho coletivo, elementos afetivos que fortalecem e nutrem a necessidade de pertencimento. Além disso, segundo expresso no relato de João, a afinidade é relevante para a formação de um contexto favorável ao debate de ideias no grupo. Marcos chamou atenção para a discussão em grande grupo, proporcionada na parte final das atividades, momento que ele julgou interessante por permitir uma comparação entre as resoluções dos diferentes grupos. Em síntese, desta troca de conhecimentos, o que contribuiu significativamente para a formação da autonomia cognitiva dos estudantes foi a possibilidade e a liberdade que eles tiveram para expor, ouvir e discutir ideias entre os colegas e com o professor, bem como o estabelecimento de consensos, quando estes se mostraram possíveis.

A ajuda prestada pelo professor desempenha um papel fundamental para a promoção da autonomia cognitiva. Quando há um direcionamento fechado, que inviabiliza a reflexão e participação ativa dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem, a promoção da autonomia cognitiva não é favorecida. Por esta razão é importante que a ajuda prestada aos estudantes durante o desenvolvimento das AD seja analisada com detalhe e aprofundamento. Para tal, tomamos como ponto de partida as descrições feitas pelos estudantes quando questionados sobre isso, dentre elas, as seguintes:

Entrevistador: *No desenvolvimento das atividades vocês trabalhavam em grupos e o professor prestava ajuda quando solicitado por vocês.....*

Alex: *É ele ia orientando.*

Entrevistador: *E como era esta orientação/ajuda? Você consegue falar um pouco mais sobre isso?*

Alex: *É, na verdade, ele dificilmente dava a resposta direta, né. Ele estimulava que a gente buscasse e entendesse. Muitas vezes, ah... tinha um cálculo que estava errado, aí ele perguntava: por que isso aqui tá errado? Ele não chegava e falava, está aqui o erro. Ele estimulava para que a gente mesmo achasse o erro.*

Entrevistador: *E o que você acha disso?*

Alex: **É bom, porque estimula a gente a pensar e tudo mais.** [Primeira sessão de entrevistas].

Entrevistador: *Vocês solicitavam a ajuda do professor durante as atividades?*

Ana: *Sim, sempre.*

Entrevistador: *Você consegue descrever como foi essa ajuda?*

Ana: *Sim. A maioria delas era para obter mais ideias para seguir na nossa estratégia de solução. Era mais ou menos isso.*

Entrevistador: *Então, vamos supor que aparecia uma dúvida no grupo e vocês chamaram o professor e ele vinha e dava a resposta de que maneira? Como era a forma dele responder as dúvidas de vocês?*

Ana: *Ele encaminhava a gente a continuar em nossas estratégias. **Ele não dava respostas imediatas, prontas, sei lá... Ele dava dicas e fazia perguntas até a gente conseguir seguir.***

Entrevistador: *O que você acha dessa forma de agir do professor?*

Ana: *Eu achei ótimo assim. Porque assim aos poucos conseguíamos chegar nas soluções. **E essa forma também fez com que despertasse mais a nossa curiosidade.*** [Segunda sessão de entrevistas].

Entrevistador: *Você e seu grupo solicitavam a ajuda do professor durante as atividades?*

Felipe: *Sim, algumas vezes.*

Entrevistador: *Você consegue descrever como era essa ajuda prestada pelo professor?*

Felipe: *Ah, sim. Então, a gente tinha lá a situação-problema e acesso ao material. Como a gente não tinha o embasamento teórico, a gente tinha que geralmente pesquisar no livro o que a gente estava estudando. Na verdade, não era dito a página do livro, mas, ele estava à disposição para quem quisesse pegar e estudar. Então, no nosso grupo a gente pegava e buscava entender um pouco melhor a situação e depois pegávamos o livro para chegar em uma estratégia e solução. Se a gente não achava nenhuma informação no livro nós chamávamos o professor e **ele dava, digamos um norte assim. Não dava a resposta, mas, um norte para seguirmos. E assim, a gente ia tentando fazendo até resolver o problema.***

Entrevistador: *E o que você acha dessa forma de trabalho, ou seja, de o professor não oferecer a resposta pronta?*

Felipe: *Ah, é super importante. **Ele não pode dar a resposta, porque senão vai estragar né!** Então, acho que o importante é*

*você dar um rumo para o aluno... Assim como era feito pelo professor. [Terceira sessão de entrevistas].*

Estas falas evidenciam que a ajuda do professor foi solicitada constantemente e que ele fez com que os estudantes pensassem sobre suas dúvidas, conduzindo-os a superá-las mediante pequenas intervenções, dicas ou questionamentos. Os estudantes também destacaram alguns outros aspectos importantes e que mantêm estreita relação com a motivação intrínseca. Por exemplo: Alex mencionou que a forma como o professor prestou a ajuda a seu grupo foi boa porque os estimulou a pensar mais sobre o assunto; Ana afirmou que a maneira de agir do professor fez com que despertasse mais a curiosidade deles e Felipe ressaltou que se fossem oferecidas respostas prontas ao invés de dicas, orientações ou questionamentos, estragar-se-ia a atividade. Estes últimos aspectos destacados possuem estreita relação com a motivação intrínseca dos estudantes. Além disso, a forma de condução das AD incentivou e proporcionou aos estudantes o desenvolvimento da capacidade de formular suas dúvidas e apresentá-las em forma de perguntas ao professor. A consciência de sua dúvida e a capacidade de expressá-la, por parte dos estudantes, têm grande valia em um processo de construção do conhecimento.

Dos registros das aulas e da observação direta em sala, constata-se que o professor procurou auxiliar os estudantes fazendo perguntas ou fornecendo orientações tais como as seguintes: como vocês chegaram a essa conclusão?; o que significa isso?; por que vocês acreditam ser este o caminho?; por que afirmam isso?; vejam a explicação na página tal do livro; pensem um pouco mais sobre isso; comparem o que vocês fizeram com o que está escrito aqui no livro; avaliem e pensem em uma solução seguindo mais ou menos por este caminho; avaliem isso e registrem. Portanto, o professor em geral não fornecia respostas diretas, fazendo-o apenas nos casos em que julgava necessário para que os estudantes conseguissem avançar no processo de construção de suas resoluções.

Na entrevista realizada com o professor buscamos saber dele como agia quando sua ajuda era solicitada pelos grupos e ele relatou o seguinte:

Entrevistador: *Como você procurou agir quando os grupos chamavam por sua ajuda?*

**P: *Eu fui tentando, ao máximo não dar a resposta. Indicava o caminho e verificava se eles tinham pegado o “fio da meada”. Então, ia falando mais um pouco ali e aqui até que uma hora ia e eles faziam. Tinha alguns grupos um pouco mais rápidos e outros um pouco mais lentos.***

Entrevistador: *E você achou que esse gerenciamento é difícil para o professor? Foi difícil para você?*

P: *Não, não. Foi diferente, dá para dizer assim. Geralmente quando se vai explicar alguma coisa para a turma toda tu vai para o quadro e passa em linhas gerais e todo mundo vai pegando. **O complicado é justamente achar um meio termo entre indicar o caminho e não entregar o peixe.***

Entrevistador: *E para os alunos, você acredita que isso foi importante para a aprendizagem deles?*

P: *Foi, foi sim. Em algumas situações eles chegavam a estar em uma posição de não saberem para onde ir e aí ao dar algumas dicas eles iam seguindo até conseguirem chegar. **Aí também variava de grupo para grupo. Para alguns deles você dava uma meia palavra e eles já entendiam e para outros tinha que oferecer uma frase maior!** Também, como esta turma já estava comigo desde o primeiro ano eu também já sabia para quais alunos era necessário detalhar mais e para quais dava para deixar que eles buscassem chegar às soluções praticamente sozinhos. Então, teve essa diferença de tratamento de grupo para grupo. Acho que isso não é possível quando se explica para a sala toda.*

Entrevistador: *Essa sua fala mostra a importância do professor conhecer a turma, não é?*

P: *Ah, sim. **Para esta forma de trabalho acho importante conhecer os alunos, a turma.***

Constata-se coerência entre as falas dos estudantes, a declaração do professor e o que se observou durante as aulas. Afora isso, o professor levantou dois pontos importantes para que sua ajuda prestada aos grupos tenha sido da maneira que foi, isto é, tornando-se um suporte à promoção da autonomia cognitiva dos estudantes. O primeiro ponto é o controle necessário para encontrar um equilíbrio entre ajudar, explicar e não entregar a solução de pronto aos estudantes. Isso exigiu um policiamento por parte do professor ao longo das aulas. Além disso, este foi um aspecto que constantemente fez parte das discussões mantidas durante os momentos de preparação das AD. Vale ressaltar que nas primeiras AD implementadas o professor apresentava mais dificuldade para encontrar esse equilíbrio, mas, seu empenho fez com que ao longo do processo de implementação das AD poucas orientações dadas por ele nas aulas destoassem da perspectiva de ensino adotada.

O segundo ponto levantado pelo professor diz respeito à importância de conhecer a turma para que a ajuda pudesse ser mais efetiva, ou seja, permitindo que fossem respeitadas algumas das

diferenças e características individuais dos estudantes. Nesse sentido, o professor conseguia identificar e atuar de acordo com as necessidades dos estudantes, intervindo com maior ou menor ênfase dependendo do grupo ou das dúvidas manifestadas.

Sob este conjunto de circunstâncias entende-se que a ajuda pedagógica aos estudantes, a quem cabia a construção do conhecimento, era necessária e ela ocorreu sob a perspectiva de *ajuda ajustada* (ONRUBIA, 2009). Apoiado neste princípio da ajuda ajustada ressalta-se a possibilidade de incidência desta ajuda sobre a aprendizagem que está sendo construída pelo estudante, podendo ser direcionada quando isso se mostrar coerente. Além do mais, nas ajudas prestadas pelo professor ao longo das AD, constatou-se que ocorriam ali *interações adequadas* (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009), de forma a auxiliar os estudantes a se apropriarem tanto dos conceitos, modelos e teorias focadas, quanto da possibilidade de compreenderem contextos ou solucionar problemas que se estendiam para além dos limites disciplinares da física, possibilitando assim, em certa medida, aprendizagens de cunho processual. A dimensão processual da aprendizagem era fortalecida pela diversificação de estratégias de resolução utilizadas pelos grupos para solucionar uma mesma situação-problema. Portanto, é neste sentido que a ajuda pedagógica, durante o desenvolvimento das AD, assumiu relevância e significado para a formação de maior autonomia cognitiva dos estudantes.

Durante o desenvolvimento das AD *momentos em que o professor conduziu falas ou explicações expositivas praticamente inexisteram*, uma vez que, a ajuda foi prestada aos grupos, na medida em que era requisitada. Isso fez com que estas aulas se diferenciassem bastante de um trabalho típico de sala de aula, apresentando uma mudança na ação didático-pedagógica comumente conhecida e vivenciada pelos estudantes. Cientes disso, durante as entrevistas procurou-se saber dos estudantes se eles sentiam falta das explicações expositivas ou se a ajuda prestada pelo professor supriu as suas necessidades. Em geral, as respostas foram na seguinte linha:

*Clara: Não, não senti. Eu acho que essa ajuda supriu as nossas necessidades. Acho que não tem a necessidade do professor ir a toda hora aos grupos e explicar e falar, porque eu acho que a gente deve ter o desafio de tentar e conseguir fazer as atividades. A gente fez isso. Acho que a ajuda do professor serviu mais como base ou como a gente poderia fazer de um jeito diferente. Assim eu acho que é bem melhor do que ficar na lousa e ficar falando duas aulas diretas sobre um assunto e*

***a gente chegar ao final da aula e falar: ah essa aula não rendeu! E isso acontece bastante.*** [Primeira sessão de entrevistas].

Tânia: ***Eu acredito que é melhor esse trabalho em grupo, em que está todo mundo junto do que só ficar prestando atenção no professor e não poder pedir a opinião dos outros... Não poder expressar a sua e só ouvir a dele.*** [Segunda sessão de entrevistas].

Felipe: ***Eu acho que a dinâmica adotada ajudou bastante. O professor ajudava, mas, a dinâmica que adotava fazia com que utilizássemos o livro e assim chegássemos ao caminho a ser seguido.***

Entrevistador: ***Então, você chegou ou não a sentir falta das explicações expositivas?***

Felipe: ***Não, não cheguei a sentir falta.***

Entrevistador: ***Para você, em que tipo de dinâmica de aula você acredita que consegue aprender melhor ou aprender mais (dinâmica adotada ou aula tradicional)?***

Felipe: ***Eu acho que a dinâmica adotada ao longo das atividades proporcionou que entendêssemos melhor e com mais facilidade o assunto. Porque tu vai a fundo, manipula todos aqueles objetos, tu tenta conseguir informações e ainda fazíamos isso em grupo, o que ajudou muito mais.*** [Terceira sessão de entrevistas].

Há nas três declarações evidente aprovação da dinâmica adotada. Constata-se que os estudantes perceberam que esta forma de trabalho os conduziu, naturalmente, a maior utilização do livro didático, bem como, ao aprofundamento das reflexões sobre os assuntos estudados mediante a discussão mantida com os colegas e o professor. Apenas uma estudante, durante a primeira sessão de entrevistas, afirmou que sentiu falta das explicações expositivas, conforme segue:

Alice: ***Eu não senti dificuldade, eu senti falta, isso eu posso afirmar que sim... Aquela explicação que o professor vai para o quadro. Mas, não que eu tenha tido dificuldade pelo fato de não ter tido uma explicação expositiva, porque tinha o livro e o professor ficava tirando dúvidas. Então, não foi uma dificuldade, foi só uma falta mesmo.***

Entrevistador: ***Você acha que deveria ter essa explicação expositiva?***

Alice: ***Eu acho que poderia ter sim. Não seria uma obrigação ter. É legal ter, eu acho legal.***



A sensação de falta das explicações expositivas, tal como manifestada por Alice, também poderia ser explicada pela teoria do contrato didático, conforme análise feita anteriormente sobre o estranhamento inicial de Sara em relação à forma como as aulas foram desenvolvidas. Nos dois casos, não há um manifesto no sentido de que não gostaram ou de que deixaram de participar e aprender com as atividades, apenas, há uma declaração de falta e estranhamento em função da nova forma de desenvolvimento das aulas.

O professor foi questionado sobre isso, conforme segue:

Entrevistador: *No desenvolvimento das AD houve poucos momentos de explicações expositivas por sua parte (professor). Você acredita que elas fizeram falta ou acha que o trabalho em grupo e a possibilidade que os alunos tiveram de chamá-lo para fazer suas perguntas foi mais importante para a aprendizagem deles? Detalhe.*

**P: *As explicações detalhadas ou expositivas não fizeram falta! Como no intervalo entre uma atividade e outra seguiam as aulas de forma normal e às vezes eles já tinham visto parte do conteúdo focado pelas atividades, elas fluíam de forma tranqüila. Quando eles ainda não tinham tido nenhuma aula sobre o assunto focado pela atividade, eles também conseguiram fazer, mas, o trabalho seguia num ritmo menor.***

fala do professor se conclui o mesmo do que se percebeu no relato da grande maioria dos estudantes, a saber: a ausência de sessões de explicações expositivas não prejudicou o desenvolvimento das AD e, muito menos, a aprendizagem dos estudantes. Nas AD em que o assunto foco era totalmente novo, os estudantes levaram um tempo maior para chegarem às soluções, conforme destacado pelo professor. Isso se deve, evidentemente, à necessidade de buscar mais informações e conhecimento para a elaboração de suas resoluções. Porém, o que é significativo neste caso é o fato deles conseguirem se apropriar dos conhecimentos conceituais necessários para solucionar as situações-problema, sem que houvesse, anteriormente, uma explicação expositiva por parte do professor. Temos reforçada, neste exemplo, a ideia de que é possível e frutífero construir conhecimento em sala de aula a partir de problemas sem que estes precisem, necessariamente, serem tomados apenas ou majoritariamente como de aplicação do conhecimento, sendo propostos após a realização de explicações detalhadas e da resolução de exemplos.

Um trabalho como este demanda maior tempo de aula, pois é necessário que se respeite o ritmo dos estudantes para a construção das

soluções. Assim sendo, durante as entrevistas buscou-se saber deles se *o tempo que lhes foi fornecido havia sido suficiente*. Todos os estudantes declararam que sim, que conseguiram elaborar, discutir e propor as soluções às situações-problemas. Portanto, mais um dos suportes à autonomia cognitiva foi oferecido ao longo do desenvolvimento das AD.

Uma das atribuições dos estudantes durante o desenvolvimento das atividades era a *justificação de suas resoluções*. Conforme evidenciado no capítulo 6, cada grupo entregava ao final das AD, por escrito, a solução praticada e ainda, na maioria das atividades, ocorriam momentos de apresentação e discussão das resoluções em grande grupo. Estes momentos de discussão foram importantes para a defesa e justificação das resoluções construídas pelos estudantes. Assim, tanto os registros escritos quanto as discussões finais em grande grupo, se constituíram como estratégias de suporte para formação da autonomia cognitiva. O trecho da entrevista feita com Maria, apresentado abaixo, exemplifica qual o papel que os estudantes atribuíam para a estratégia do registro escrito:

Entrevistador: *O que você acha sobre a forma de apresentação dos resultados? Você acha que ela é válida e ajuda na aprendizagem? Por quê? Ou você teria outra sugestão?*

Maria: *Não. Ela é válida, porque de todo o trabalho, depois a gente pôde fazer a nossa própria conclusão do que a gente compreendeu. A gente não se baseou somente pelo livro. A gente se baseou principalmente pelo que a gente aprendeu nas atividades. Acho que isso foi mais fácil e também ajudou para nossa aprendizagem.* [Primeira sessão de entrevistas].

Fica claro na fala de Maria de que o registro escrito serviu para que eles pudessem apresentar e justificar a sua forma de pensar, analisar e solucionar as situações-problema. Não obstante o reconhecimento de que o registro final desempenhou a função de comunicar e justificar as soluções construídas pelos grupos é sempre importante buscar outras estratégias que possam propiciar um debate entre os grupos, um compartilhamento maior de conhecimentos. Isto se fez presente, de forma mais efetiva, nas duas primeiras atividades e, novamente, após a quinta AD implementada. Como já ressaltamos anteriormente (seção anterior e durante o capítulo 6), a possibilidade dos grupos poderem apresentar de forma oral seus resultados foi valorizada por eles e, para trazer mais um exemplo, podemos constatar isso também na fala de Tânia:

Entrevistador: *Em relação à forma de apresentação dos resultados. Eles foram apresentados por vocês em material de*

*texto, uma folha... O que você acha dessa forma de apresentação dos resultados?*

*Tânia: Eu acho legal, porque é bom ter por escrito o que é feito. Mas, é legal também ter uma apresentação das pessoas falando, porque daí conseguimos entender mais, eu acredito. Assim como aconteceu em várias atividades.*

*Entrevistador: Nas atividades em que tiveram apresentações orais dos resultados alcançados pelos grupos você gostou?*

*Tânia: Sim eu gostei... Mas, eu gostei de todas. [Segunda sessão de entrevistas].*

Os momentos de apresentação e discussão em grande grupo oportunizaram maior *compartilhamento dos conhecimentos* construídos pelos grupos, bem como, *a realização de um feedback e a reavaliação de erros* presentes nas resoluções propostas pelos grupos. Além disso, em todas as AD ocorriam discussões internas nos grupos, mediadas pelo professor, para que os estudantes pudessem justificar suas resoluções e reavaliar eventuais equívocos ou erros presentes nas mesmas. Os próprios estudantes reconheceram que o trabalho permitiu que eles errassem e pudessem superar seus erros e aprender com eles, conforme se constata na fala de Paulo:

*Entrevistador: No desenvolvimento das atividades vocês tiveram liberdade e poder de escolha para elaborar e construir estratégias de solução? Ou essas estratégias foram impostas pelo professor, por exemplo?*

*Paulo: Não, nós tivemos liberdade. **Inclusive erramos diversas vezes até acertar. E foi uma liberdade que nos ajudou a entender e solucionar os problemas.** [Primeira sessão de entrevistas].*

A *realização de feedback e a reavaliação de erros* presentes nas resoluções propostas pelos grupos é uma estratégia prevista teoricamente como favorecedora e promotora da autonomia cognitiva dos estudantes (STEFANOU ET AL., 2004). Cientes disso procurou-se trabalhar este suporte de forma a contribuir com a aprendizagem deles. Destacamos que, mesmo tendo sido oportunizados momentos de apresentação e discussão em grande grupo, acreditamos que o *feedback* entre o professor e os estudantes tenha ocorrido de forma mais intensa durante as discussões e trocas de ideias mantidas internamente aos próprios grupos, como exemplifica a fala de Tânia:

*Entrevistador: No desenvolvimento das atividades você teve liberdade ou poder de escolha para elaborar estratégias e*

*construir soluções ou elas foram de alguma maneira apresentadas ou impostas pelo professor?*

Tânia: *Não, não. Ele chegava para nós e falava... **Fazia-nos pensar para achar as soluções das situações-problema. Isso foi bem bacana. Eu gostava quando ele fazia isso.***

Entrevistador: *Como vocês procederam internamente no grupo para construir as soluções?*

Tânia: *Cada um ouvia a opinião de cada pessoa, depois a gente montava a situação e depois a gente perguntava para o professor se estava certo ou não.*

Entrevistador: *E aí o que o professo dizia?*

Tânia: *Quando estava errado ele dizia: não, acho que não! Aí a gente montava outra estratégia e ele ia instigando cada vez mais até a gente descobrir a solução.*

Entrevistador: *Ele não dizia a resposta para vocês?*

Tânia: *Não, ele dava ideias do caminho, mas não dizia a resposta.*

Entrevistador: *Você acha isso importante?*

Tânia: ***Sim, eu acho que assim é bem mais fácil para poder compreender o assunto e aprender.*** [Segunda sessão de entrevistas].

A constatação de que o *feedback* tenha ocorrido mais intensamente nos grupos, de uma forma mais individualizada, não minimiza sua importância. Dessa maneira, apenas se restringiu a participação de todos os estudantes em algumas das análises e reflexões feitas, sobre dúvidas e equívocos manifestados internamente nos grupos, mas cada grupo teve a oportunidade de debater suas dúvidas com o professor, caso assim o desejasse.

Por fim, é importante destacar que os resultados obtidos pela aplicação da EMISA, em especial, aqueles relativos à percepção dos estudantes sobre o clima/ambiente para o suporte à autonomia e a percepção deles sobre as estratégias diretamente associadas ao suporte à autonomia cognitiva, convergem com a análise qualitativa feita. Ambas, sinalizam favoravelmente às atividades didáticas com caráter investigativo, no que tange à promoção da autonomia cognitiva dos estudantes, ou seja, as AD proporcionaram aos estudantes o papel de autores no seu processo de aprendizagem e provocaram neles um olhar retrospectivo e avaliativo sobre o trabalho realizado. Neste sentido, acreditamos que em sua totalidade, as AD permitiram uma satisfação das necessidades psicológicas dos estudantes (autonomia, competência e relacionamento), indicando um caminho favorável para a promoção de sua autodeterminação.

### 7.2.3. Demais Suportes e Elementos Importantes para a Promoção da Motivação Autônoma dos Estudantes

Conforme descrevemos no primeiro capítulo, há pesquisadores (GUIMARÃES, 2009; LEPPER; HODELL, 1989; PARKER; LEPPER, 1992; PINTRICH; SCHUNK, 2002) que argumentam que a motivação intrínseca pode ser promovida com mais eficácia mediante a consideração, durante o desenvolvimento das atividades escolares, de aspectos como: *desafio, curiosidade, controle e fantasia/imaginação*. No trabalho de planejamento e implementação das AD procuramos, com o conjunto delas, contemplar também estes elementos. Com isso, a intervenção didático-pedagógica buscou maior fortalecimento e respaldo teórico para se transformar em uma importante fonte promotora de motivação autônoma dos estudantes no processo de aprendizagem da Física.

Para atender ao elemento *desafio* procuramos elaborar situações-problema que pudessem ser resolvidas pelos estudantes exigindo algum esforço. O nível de desafio inerente às AD foi pensado de forma que pudesse ser superado pelos estudantes, mediante a mobilização de seus conhecimentos e habilidades, bem como, além de promover novas aprendizagens. Na medida do possível buscou-se a proposição de desafios tidos como intermediários (GUIMARÃES, 2009), ou seja, que não gerassem ansiedade por se mostrarem insuperáveis, mas, que não provocassem desinteresse, tédio ou descaso, por serem de nível muito baixo.

Quando questionados acerca de se as situações-problema presentes nas AD foram desafiadoras, exigindo-lhes reflexão sobre o assunto abordado, os estudantes deram respostas como estas:

Beatriz: *Sim. Porque não eram problemas fáceis digamos assim... **Era obrigatório pensar para conseguir resolver alguma coisa.** Tínhamos que procurar métodos, fórmulas para poder fazer. Então, era necessário pensar.* [Segunda sessão de entrevistas].

Marcos: *Permitiram sim. Porque a gente teve a teoria e usando essa teoria a gente tinha que resolver os problemas. **Aí a gente usava o que sabíamos e íamos aprendendo mais.*** [Na parte final da entrevista o estudante volta a citar a importância do desafio inerente às AD].

Entrevistador: *Você procurou participar ativamente das atividades?*

Marcos: *Sim, participei.*

Entrevistador: *O que te motivou a participar das atividades?*

Marcos: *Acho que quando o professor dava um problema para a gente, tinha alguns casos que eu não conhecia quase nada, então era a vontade de buscar resolver este problema. Então, era como se fosse um desafio... Você quer porque quer resolver, achar uma saída!* [Terceira sessão de entrevistas].

Igor: *Com certeza. Porque o professor nos dava as atividades para fazermos e a gente tinha que pensar bastante, refletir e tentar até conseguir.* [Segunda sessão de entrevistas].

Nestes relatos, obtidos durante a segunda e terceira sessões de entrevistas, se evidencia que as AD se mostraram desafiadoras para os estudantes. A partir de todos os depoimentos, mas, mais claramente das falas de Marcos e de João, pode-se concluir que as situações-problema exigiam deles uma aprendizagem para além dos conhecimentos e habilidades já formadas. Este fato revela que o trabalho realizado contemplou ou cumpriu com a exigência teórica de desafios intermediários. No geral, observou-se que durante as aulas os estudantes se sentiam desafiados pelas situações-problema, o que fez com que se envolvessem e se esforçassem para obterem êxito na elaboração de suas resoluções.

A *curiosidade* era outro aspecto a ser contemplado com o desenvolvimento das AD. Segundo Guimarães (2009), atividades que criam desequilíbrio ou são surpreendentes podem gerar maior curiosidade, por apresentarem certa discrepância com as crenças e conhecimentos anteriores dos estudantes. Para a curiosidade, assim como fora para o desafio, sugere-se que as discrepâncias sejam moderadas, permitindo que haja motivação por parte dos estudantes em solucioná-las e incorporá-las à sua estrutura mental (GUIMARÃES, 2009; PINTRICH; SCHUNK, 2002). As situações-problema apresentadas nas AD conseguiram despertar a curiosidade dos estudantes, conforme constatado durante as entrevistas:

Entrevistador: *Para você, as situações-problema presentes em cada uma das atividades representaram de fato problemas para os quais valeu à pena dedicar um tempo para elaborar soluções? Por quê?*

Beatriz: *Sim. Porque despertou curiosidade em saber o resultado.* [Na parte final da entrevista a estudante reforça o aspecto da curiosidade que as AD lhe despertaram].

Entrevistador: *Você procurou participar ativamente das atividades?*

Beatriz: *Sim.*

Entrevistador: *O que te motivou a participar ativamente das atividades?*

Beatriz: ***A curiosidade. Eu sou muito curiosa para saber as coisas assim. E a forma como as atividades eram colocadas para a gente, foi interessante. Isso instigou a minha curiosidade em procurar saber qual era a solução.***

Entrevistador: *Quando você fala da forma de apresentação das atividades você se refere às situações-problema ou a o que?*

Beatriz: *Sim, às situações-problema.*

Entrevistador: *Se comparar estas situações-problema que estavam presentes nas atividades propostas e os exercícios presentes no livro didático, quais que te chamam mais atenção?*

Beatriz: *As situações-problema das atividades.*

Entrevistador: *Por quê?*

Beatriz: ***Eu acho que pelo modo como foram apresentadas mesmo. Porque no livro muitas vezes eu leio, mas eu não consigo entender, não consigo visualizar sei lá, imaginar como seria. Aí fica mais difícil para mim.*** [Segunda sessão de entrevistas].

Entrevistador: *As atividades permitiram que você pensasse/refletisse sobre o assunto abordado? Por quê?*

Tânia: *Sim, permitiram. Porque em várias delas a gente tinha muitas dúvidas daí o professor deu um tempo bem razoável para a gente poder pensar; pensar mesmo para fazer e não só estar ali.*

Entrevistador: *Você considera isso importante?*

Tânia: ***Sim, eu gosto quando as atividades instigam a nossa curiosidade.*** [Segunda sessão de entrevistas].

Nas falas de Beatriz e Tânia ficou evidente que as AD geraram curiosidade nos estudantes, motivando-os para buscar as soluções. Beatriz ainda ressalta que a forma como as AD foram apresentadas fizeram com que chamassem a sua atenção e instigassem a sua curiosidade. Além disso, o alto nível de interesse dos estudantes pelas AD, medido pela EMISA, reforça o teor dos depoimentos que ressaltaram explicitamente que as atividades lhes despertaram a curiosidade e o desafio para construir soluções às situações-problema. Com a EMISA coletamos informações de todos os estudantes, em todas as AD e imediatamente após a finalização das mesmas. Portanto, assim como a curiosidade e o desafio, o interesse é um elemento que se

relaciona positivamente com a promoção da motivação intrínseca dos estudantes e todos eles (curiosidade, desafio e interesse) estiveram presentes no trabalho realizado.

Quanto ao controle, prevê-se que estudantes promovem um senso de responsabilidade e se motivam intrinsecamente se eles são ouvidos ou podem fazer escolhas significativas no processo de aprendizagem (LEPPER; HODELL, 1989). Ao longo deste capítulo, bem como do capítulo 6, foram explicitados vários aspectos sobre as possibilidades de escolha ou a liberdade que os estudantes tiveram para construir as soluções nas AD. Reforça-se que as escolhas não estavam atreladas a optarem por uma atividade dentre várias propostas, mas sim, faziam parte do processo de resolução das situações-problema à medida que os grupos decidiam, por exemplo, qual estratégia adotar ou como procederiam para executá-la. Além disso, durante as AD os estudantes tiveram voz ativa, podendo expor suas ideias, dúvidas e debetê-las com os colegas e o professor. Sendo assim, não houve um controle que sufocasse a participação ativa dos estudantes e sua autoria diante das resoluções construídas.

Para exemplificar o reconhecimento por parte dos estudantes de que eles puderam fazer determinadas escolhas e debater suas ideias retratamos a seguir a resposta dada por Ana, ao ser questionada sobre se as AD a levaram a pensar sobre o assunto abordado e por que:

Ana: *Muito, muito. Porque tivemos possibilidade de escolhas e podíamos parar para pensar e analisar as ideias de cada um no grupo. Assim, podíamos olhar a minha proposta e depois a do colega e assim, víamos a situação por diferentes ângulos.*

Entrevistador: *E vocês chegavam a fazer acordos para decidir qual estratégia adotar e chegar a uma solução? Como procediam?*

Ana: *Seguíamos aquela que dava certo na prática ou nas contas. Com os testes conseguíamos ver. [Segunda sessão de entrevistas].*

Fica claro na fala de Ana que havia negociações e escolhas a serem feitas no trabalho de desenvolvimento das AD. Além disso, a subescala da EMISA “percepção sobre o controle de comportamentos”, evidenciou médias bastante baixas, ou seja, na percepção dos estudantes, as atividades contribuíram favoravelmente à promoção da motivação intrínseca, no que se refere ao aspecto controle.

O último dos quatro elementos apontados é a fantasia/imaginação. Segundo Parker e Lepper (1992), projetos de simulações, faz-de-conta e jogos que envolvem fantasia podem



aumentar a motivação intrínseca de estudantes no processo de ensino-aprendizagem. Algumas das AD desenvolvidas contemplavam, na proposição das situações-problema, certo teor de faz-de-conta e de simulação de contextos (situações fictícias). A criação de um contexto fictício (imaginário) esteve presente na: AD-04 (se gerou um problema a ser resolvido a partir de um procedimento adotado pelo vendedor de uma loja de componentes eletrônicos, na compra de resistores efetuada por um estudante); AD-06 (resolver um problema que teria feito parte de uma olimpíada de Física); AD-10 (situação-problema criada a partir de uma dúvida que um estudante teve após uma leitura que teria feito). Certo nível de faz-de-conta fez parte da AD-05 (os grupos foram solicitados a ajudar na elaboração de um parecer que pudesse orientar a população a realizar a melhor escolha na hora de comprar sua geladeira). Além disso, o questionamento “será que é porque dinheiro atrai dinheiro?”, na AD-08, também remete ao inesperado ou fantasioso.

Assim sendo, o desafio, a curiosidade, o controle e a fantasia/imaginação, que quando trabalhados adequadamente são tidos como aspectos potenciais para promoção da motivação intrínseca, puderam ser respeitados e trabalhados durante o desenvolvimento das AD. Cada um destes elementos poderia ser explorado mais profundamente na intervenção didático-pedagógica feita, mas, tendo em vista o propósito da investigação e o contexto escolar, da maneira como foram explorados, constataram-se fortes evidências no sentido deles terem contribuído para a promoção de uma maior motivação autônoma dos estudantes para a realização das atividades nas aulas de Física e, conseqüentemente, para sua aprendizagem.

Cordova e Lepper (1996) apontam que há efeitos benéficos sobre a motivação intrínseca de estudantes quando as atividades escolares proporcionam, por exemplo, uma *contextualização, personalização e provisão de escolhas*. Ao longo do trabalho realizado, estes aspectos também estiveram presentes. Em relação à *provisão de escolhas* não é necessário retomar a discussão, pois esta já foi foco de análise em momentos anteriores em que foi ressaltada sua presença.

A *personalização* das atividades escolares em termos de temas, objetos ou características, requer que se atenda aos interesses dos estudantes (CORDOVA; LEPPER, 1996). Sob este propósito o momento de *apresentação e apropriação das situações-problema* foi determinante. Neste momento inicial das atividades sempre se buscou uma problematização das situações-problema, de forma que os estudantes as tomassem como reais problemas a serem resolvidos, ou

seja, que se tornassem situações de seu interesse e para as quais valesse à pena dedicar esforço e tempo para buscar uma solução.

Quando questionados sobre este aspecto, os estudantes destacaram que as situações-problemas lhes foram interessantes e que valeu à pena dedicarem seu esforço e tempo para elaborarem as soluções (na seção Suporte de Autonomia Organizacional apresentamos dois extratos das entrevistas dos estudantes em que isso é destacado). Além disso, as medidas de Interesse realizadas pela EMISA revelaram médias altas, evidenciando a relevância das AD para os estudantes (ver Gráfico 7.2).

A *contextualização* era foco da problematização, muito embora, já na elaboração das AD, buscava-se contemplar este aspecto. Neste sentido, em algumas das atividades (AD-01, AD-05, AD-07 e AD-11), a natureza da situação-problema mantinha estreita relação com a vivência cotidiana dos estudantes, conforme ressaltaram os próprios alunos durante as entrevistas:

Entrevistador: *E você considera que as atividades foram interessantes para você? Por quê?*

Marcos: *Foram bastante interessantes. **Tem algumas atividades que abordavam situações do cotidiano e que, em geral, passam despercebidas para a gente, como aquela sobre o consumo de energia elétrica da escola. O consumo de energia é um exemplo muito bom, pois a gente gasta, gasta, gasta e às vezes a gente vai pelo impulso assim e não leva isso em conta. Como vimos na outra atividade que comparava duas geladeiras... A geladeira mais barata, que parece ser a melhor opção para o momento, mas, em longo prazo torna-se mais caro para a gente. Situações assim que valem bastante para gente.*** [Segunda sessão de entrevistas].

Entrevistador: *Para você, as situações-problema presentes em cada uma das atividades representaram de fato problemas para os quais valeu a pena dedicar um tempo para elaborar soluções? Por quê?*

Tânia: *Claro, valeu. **Porque isso a gente utiliza no nosso dia-a-dia e daí é bom a gente saber ou ter uma noção ao menos de como é.*** [Segunda sessão de entrevistas].

Nas AD em que a natureza da situação-problema era de vivência cotidiana, em geral, constataram-se por meio da EMISA as médias mais altas na subescala que media o interesse dos estudantes pela atividade (ver Gráfico 7.3). Neste sentido, em futuras intervenções este deverá ser um aspecto a ser considerado, atribuindo-lhe maior atenção e

procurando focar um maior número de atividades em contextos de vivência cotidiana dos estudantes. O professor, quando questionado sobre esse tema ressaltou o seguinte:

Entrevistador: *Você acredita que as Atividades Investigativas auxiliaram na capacitação dos alunos para a compreensão de situações e/ou para a abordagem e resolução de problemas cotidianos? Por quê?*

P: *Sim, no sentido de, **principalmente, estas atividades que já foram mais próximas da vivência cotidiana.** Mas, mesmo aquelas que foram mais relacionadas à Física foram importantes para eles conseguirem uma maior visualização e contextualização dos problemas em si.*

Da mesma forma que o professor, acreditamos que as AD proporcionaram aos estudantes uma aprendizagem sobre como enfrentar um problema para o qual não se tem uma saída ou resposta imediata. Isso certamente é importante, pois, os problemas que enfrentamos em nossa vida são assim; não vem com a solução!

Maior *confiança dos estudantes nas resoluções praticadas*, com o passar das AD, é um indicador de que elas proporcionaram a formação de uma maior autonomia. Na entrevista realizada com o professor buscamos obter uma avaliação dele sobre este ponto. Segue a resposta dada pelo professor:

Entrevistador: *Você acredita que as atividades investigativas proporcionaram o desenvolvimento de uma maior autonomia dos alunos para aprendizagem da Física? Por quê?*

P: *Sim, sim bastante! **Não só na Física, mas a autonomia deles em si.** Porque no começo eles não sabiam como procurar, como começar a construir uma solução e no decorrer das aulas já se percebia que eles sabiam buscar as informações e sabiam escolher um caminho para seguir e... **Percebia-se que tinham mais confiança em si para buscar uma resposta.***

Pelas análises das gravações das aulas foi possível detectar e confirmar a percepção do professor. Constatava-se claramente que os estudantes, nas primeiras AD, sempre queriam uma confirmação do professor para ver se estavam no caminho certo. Perguntavam constantemente: “*Estou certo professor? É isso daqui?*” E, com o passar do tempo, mais evidentemente nas últimas AD, parece que este tipo de questionamento não existiu mais ou se reduziu consideravelmente. Tal constatação indica que os estudantes já confiavam mais neles, demonstrando maior independência e autonomia para o desenvolvimento das AD.

Os resultados apontados evidenciam que houve um *investimento pessoal* (BZUNECK, 2009; MAEHR; MEYER, 1997) por parte dos estudantes para a realização das AD. O investimento pessoal, justificado pelo manifesto envolvimento dos estudantes e a disposição de seus recursos pessoais para execução das AD, indica que estas proporcionaram uma maior motivação intrínseca (motivação de maior autodeterminação). Portanto, vemos fortalecida a ideia de que o ensino por investigação é uma perspectiva didático-pedagógica importante para a promoção da motivação de maior grau de autodeterminação.

#### 7.2.4. Motivações dos Estudantes para Participação Ativa nas AD

Com base no acompanhamento da intervenção didático-pedagógica e do registro em áudio e vídeo, constatamos uma participação ativa dos estudantes no processo de desenvolvimento das AD. O engajamento dos estudantes nestas atividades mantém relação direta com o interesse deles pelas situações-problema propostas em cada uma das AD. Conforme já destacamos neste capítulo e no capítulo 6, os indicadores de interesse (EMISA e relatos dos estudantes) evidenciaram que o engajamento foi expressivo ao longo de todas as AD. Diante desta constatação, nas entrevistas com os estudantes, fizemos um questionamento direto para levantarmos os motivos pelos quais eles procuraram participar ativamente no desenvolvimento das AD. Algumas respostas relativas a esta pergunta já foram apresentadas anteriormente e evidenciaram aspectos importantes, tais como: curiosidade, desafio, relação com o dia-a-dia (contextualização) e envolvimento com o grupo (sensação de poder contribuir). Todos estes elementos são significativos para a promoção da motivação intrínseca dos alunos (GUIMARÃES, 2009; LEPPER; HODELL, 1989; PARKER; LEPPER, 1992; PINTRICH; SCHUNK, 2002).

Afora isso, a origem da motivação de alguns estudantes difere dos elementos mencionados acima, conforme retratam os trechos das entrevistas apresentados na sequência:

- Na primeira sessão de entrevistas:

Entrevistador: *o que te motiva ou motivou a participar das atividades? A fazer bem as atividades?*

Pedro: *Eu achei que esta forma de trabalho foi muito **mais interessante para aprender o assunto, porque a gente não fica só naquela coisa maçante de ah, vou passar matéria, passar matéria e passar matéria e vocês estudam só a matéria. Assim,***

*foi mais interessante porque a gente tinha uma maneira diferente para a gente estudar; uma maneira diferente de ver a matéria, o tema tratado nas aulas de Física - o que a gente estava estudando. Então, com estas atividades eu achei que foi muito mais interessante e muito mais fácil de aprender.*

Entrevistador: *Por que você achou que foi mais fácil?*

Pedro: *Porque é diferente. A gente nunca teve uma aula assim e a gente via que assim a gente se envolvia mais nas atividades, com os problemas... E se envolvendo mais a gente prestava mais atenção e não só fazia as coisas por fazer. A gente fazia porque a gente se interessou pelos temas.*

André: *Eu gosto muito de adquirir conhecimentos novos e às vezes falta oportunidade. Isso foi uma oportunidade de conhecer coisas novas. Eu achei interessante. Talvez esse apetite de querer conhecer que me levou a gostar das atividades.*

Nas falas destes estudantes constata-se razões distintas para explicar o engajamento deles nas AD. Todavia, cada um dos motivos apontados foi importante para nutrir suas motivações, bem como, reforçam a relevância do trabalho didático-pedagógico realizado para o processo de construção de seus conhecimentos.

- Na segunda sessão de entrevistas:

Entrevistador: *O que te motiva ou motivou a participar das atividades?*

Ana: *Bom, a empolgação dos meus colegas é óbvio que também me animou né! Também pelo que falei antes, mexer nas coisas, poder ver acontecer, encontrar mais formas para ver se dá certo na prática... Isso tudo me motivava.*

Júlia: *Principalmente porque eu via que conseguia aprender a matéria. Porque se eu só escuto o que o professor diz e não coloco em prática eu não consigo aprender. Mas, agora se eu falo, discuto minha ideia com os outros ou sozinha mesmo, tentando fazer no caderno, colocando em prática eu consigo aprender, tanto é que nas provas eu fui bem.*

No relato de Ana vemos dois motivos importantes, sendo um deles relativo à percepção do envolvimento de seus colegas, fazendo com que ela também se engajasse e outro referente à dinâmica de trabalho proporcionada pelas AD. O segundo aspecto ressaltado por Ana é da mesma natureza dos motivos apontados pela Júlia, isto é, eles se referem aos diferentes suportes de autonomia e à motivação autônoma proporcionados durante o desenvolvimento das atividades.

- Na terceira sessão de entrevistas:

Entrevistador: *O que te motivou a participar das atividades?*

João: *Primeiramente, **eu gosto de Física**, embora não seja uma coisa que eu queira seguir como carreira na minha vida. Mas, é uma matéria que oferece respostas para muitas coisas e quando se têm estas repostas é legal. Eu acho legal também toda pesquisa que te leva a algum resultado e eu, particularmente, **gosto de pesquisar as coisas**. Que nem ali, os assuntos, as teorias da Física que foram propostas há vários anos e ainda hoje são estudadas e a gente teve a possibilidade de discutilas... Eu acho legal isso aí! As atividades me proporcionaram isso e isso foi o que me motivou.*

Tânia: *Primeiro porque sempre quando tem algum problema, alguma situação eu sempre procuro resolver. Eu nunca sou aquela que deixo quieto. Eu sou muito curiosa em relação a isso e preciso achar uma resposta...*

Entrevistador: *Então, você se sentiu desafiada pelas situações-problema?*

Tânia: *Sim, muito!*

Entrevistador: *Mais algum aspecto de motivou?*

Tânia: *Sim, o **segundo ponto motivo é porque eu gosto de Física e eu pretendo cursar engenharia civil**. Acredito que tem bastante haver com Física.*

Nestes dois relatos evidencia-se um elemento motivador comum, que é o fato de os estudantes gostarem de Física. Além disso, João destacou que *gosta de pesquisar as coisas e discutir os assuntos/teorias da Física* e Tânia ressaltou que as situações-problema apresentadas instigaram sua curiosidade e a desafiaram. Estes elementos motivacionais se alinham com as características inerentes ao ensino por investigação. Ainda, a estudante Tânia aponta um elemento motivador típico de meta pessoal e vê nos conhecimentos da Física uma relação com seu propósito. Este último motivo relatado pela Tânia constitui-se em um exemplo de razões próprias da motivação identificada, em que há uma identificação entre os objetivos pessoais e as ações/comportamentos que possam auxiliar no alcance destes.

Todos os relatos correspondentes às motivações dos estudantes, os quais ajudam a compreender e a explicar suas participações ativas no desenvolvimento das AD, evidenciam e reforçam a relação entre o ensino por investigação e a promoção da motivação autônoma dos estudantes. Os relatos dos estudantes sobre o porquê de sua participação nas AD ajudam a ressaltar e a sustentar essa argumentação. Por

exemplo, sintetizando os motivos elencados pelos estudantes, temos que as AD: a) despertaram sua curiosidade; b) compreendiam desafios desejáveis de serem superados; c) ofereceram a realização de trabalho em grupo e com ele (discussão de ideias, ajudas, entusiasmo dos colegas) sentiram-se mais motivados; d) proporcionaram a relação entre assuntos da Física e situações do dia-a-dia (contextualização); e) foram interessantes e auxiliaram/facilitaram sua aprendizagem; f) tratavam de assuntos que traziam novidades; g) permitiram relação entre a teoria e a prática; h) viabilizavam atitudes de pesquisa; i) promoviam alegria, satisfação e bem-estar (manifestações comuns quando os grupos chegavam a uma estratégia frutífera e quando conseguiam compor a sua resolução).

### **7.2.5. Olhar do Professor Sobre a Perspectiva Investigativa Inerente às Atividades Didáticas**

Para o desenvolvimento de atividades didáticas de caráter investigativo é fundamental que haja uma preparação do professor, buscando compreender qual é o propósito desta perspectiva de ensino-aprendizagem e qual será o seu papel durante a implementação delas. No trabalho desenvolvido, o professor teve participação no processo de elaboração das AD e, principalmente, na implementação destas em sala de aula. Foram mantidas reuniões para discussão das AD, da perspectiva inerente ao ensino por investigação, bem como, sobre o propósito de fomentar a motivação autônoma dos estudantes mediante o desenvolvimento destas atividades.

Ao término do estudo, o professor foi questionado sobre a sua preparação para conduzir o trabalho pedagógico durante a implementação das AD:

Entrevistador: *Você acredita que a preparação e discussão que mantivemos antes da implementação de cada uma das atividades foi suficiente para que você se sentisse seguro e à vontade para desenvolver as AD?*

P: *Neste ponto não teve problema. Também porque as dúvidas, as dificuldades tu não consegue imaginar e prever antes, elas só aparecem ali na hora, na sala. Pode ter dez horas para planejar e sempre podem aparecer problemas na hora ali, do mesmo jeito.*

O aspecto de não ser possível antever todos os problemas que poderão surgir durante o desenvolvimento das AD é pertinente, ainda mais quando se trata de atividades de caráter investigativo. Por essa

razão, a preparação e segurança do professor para tomar decisões certas durante a condução das aulas devem ser ainda maiores. Para o desenvolvimento, em sala de aula, de uma AD numa perspectiva investigativa, o professor precisa assumir algumas posturas em sua prática pedagógica. Inicialmente, deve abster-se de fornecer explicações detalhadas de uma só vez sobre as situações-problema apresentadas. Estas devem ser reservadas, se for pertinente e necessário, apenas para a análise final de todo o processo de resolução. De modo geral, ele deverá mediar o processo de resolução, orientando os grupos e fornecendo dicas ou fazendo questionamentos que conduzam os estudantes a elaborarem suas estratégias e resoluções.

Com a participação ativa dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem pode parecer, à primeira vista, que o professor tenha diminuída a sua importância. Mas, ao contrário, na abordagem investigativa ele exerce uma função essencial, mediando e coordenando todo o processo de resolução. Tendo em vista a experiência vivenciada pelo professor, buscamos saber dele qual é o papel do professor no desenvolvimento das atividades investigativas e obtivemos a seguinte resposta:

*P: Eu diria que é mediar, orientar a investigação, justamente para não entregar o peixe para eles, mas também não deixar que se dispersem porque não conseguem seguir em suas resoluções. Então, deve dar certo direcionamento, porque é uma investigação em escola... Eu acho que eles não precisam descobrir tudo sozinho! Eles vão aprendendo como descobrir algumas coisas e o professor deve estar ali para ajudar, ou seja, onde encaixa dar um empurrãozinho.*

Da fala do professor se constata uma boa clareza sobre qual é o papel que deverá ser assumido durante o desenvolvimento de atividades didáticas de caráter investigativo. Isso é importante, tendo em conta que o professor não tinha conhecimento e experiência sobre essa perspectiva de ensino-aprendizagem quando resolveu firmar parceria para que o estudo fosse realizado. A preparação e, principalmente, seu empenho durante o desenvolvimento das aulas foi determinante para que fosse aprimorando seu trabalho ao longo do tempo. Após a implementação das primeiras quatro AD foi realizada uma avaliação preliminar e, em decorrência da qual, foram feitos alguns ajustes para a condução das aulas seguintes, tais como, a minimização das explicações e do fornecimento de respostas imediatas nos casos em que elas pudessem



ser buscadas pelos próprios alunos, evitando que se perdessem aspectos importantes do ensino por investigação.

Ressaltamos que, com o ensino por investigação, não se defende que os estudantes “descubram” tudo sozinhos, justamente por se tratar de um processo de ensino-aprendizagem em contexto escolar. O propósito escolar não é o mesmo da comunidade científica, embora ambos trabalhem na construção de conhecimento. Na escola há objetivos próprios, pertinentes à função e realidade das instituições escolares. Em síntese, pode haver um processo de ensino-aprendizagem que se fundamenta nas ações e formas de agir da comunidade científica, retirando daí perspectivas frutíferas para a construção dos conhecimentos escolares, mas, esta deve considerar e respeitar as particularidades inerentes ao contexto de sala de aula (por exemplo: o tempo escolar, os recursos disponíveis, os conhecimentos e habilidades dos estudantes).

Haja vista a complexidade atrelada ao trabalho do professor na condução do desenvolvimento das AD, perguntamos a ele quais as maiores dificuldades enfrentadas para desenvolver as atividades. O professor respondeu que *“O atendimento ali nos grupos dificultava um pouco, mas, no mais acho que não teve problemas e a atividade seguia bem. Foi tranquilo.”* De fato, como as AD foram desenvolvidas em grupos, havia a necessidade de o professor atender a todos e, em alguns momentos, mais de um grupo estava à espera de sua ajuda. Isso ocorria principalmente nos momentos de definição das estratégias a serem seguidas para solucionar as situações-problema.

As AD propostas possuíam diferenças tanto em relação à natureza das situações-problema (interna à Física ou de vivência cotidiana) quanto aos recursos necessários para construção das resoluções (trabalho experimental ou análises teórico-fenomenológicas). Nas atividades em que o trabalho experimental era necessário, os estudantes transitavam entre análises teóricas e práticas/experimentais. Perguntamos ao professor:

Entrevistador: *Você acredita que os estudantes conseguiram transitar bem entre a teoria e a prática, nas atividades em que a resolução envolvia a experimentação?*

P: *Conseguiam. Algumas atividades a parte prática ficava mais no campo da visualização e aí era apenas uma forma diferente de ver o fenômeno, ali na prática ou nas representações do livro. As que envolviam medidas, como por exemplo, aquela atividade envolvendo o cálculo do campo magnético em torno do fio, eles mediram, perceberam que tinha o campo e calcularam...*

*Fizeram os cálculos e a parte prática ali, e conseguiram compreender. Tinha também a atividade sobre a Lei de Ohm... Então, neste tipo de atividade eles conseguiram relacionar bem os conceitos descritos no livro com as montagens experimentais que faziam. Então, acho que eles conseguiram transitar bem.*

O relato do professor reforça as impressões formadas durante o acompanhamento das implementações das AD, isto é, embora os estudantes tivessem manifestado algumas dificuldades relativas à forma de utilização de determinados equipamentos ou montagens experimentais, eles conseguiram relacionar bem as descrições teóricas e as reproduções experimentais para a construção de suas resoluções. Com isso, conforme já ressaltado no capítulo 6 e nas seções anteriores deste capítulo, foi possível trabalhar diferentes tipos de conhecimentos (conceituais, procedimentais e atitudinais) de forma a auxiliar na formação de uma maior motivação autônoma dos estudantes para aprendizagem da Física.

A implementação das AD foi espaçada, ocorrendo durante três bimestres consecutivos. Elas foram incorporadas ao planejamento de aulas do professor e entre uma atividade e outra as aulas seguiam uma dinâmica tida como tradicional. Na entrevista feita com o professor perguntamos:

*Entrevistador: Entre uma atividade e outra sempre tinham algumas aulas e em que você fazia exposições, exercícios fechados... Você percebeu diferença de envolvimento dos alunos nestas aulas se comparado às aulas em eram aplicadas as atividades investigativas?*

*P: O que se percebe é que quando as atividades são mais fechadas a maioria deles ali é mais individualista. Eles fazem o exercício e aí vão conferir a resposta com o outro. Se tiver diferença eles entram em uma discussão, ou vão perguntar para mim, ou um vai procurar o erro na resolução do outro. Mas, faziam as coisas também.*

Constata-se que a turma participava das atividades tradicionais, resolvendo os exercícios, por exemplo. No entanto, como destacado pelo professor, estas atividades faziam com que houvesse um menor compartilhamento e discussão de ideias e conhecimentos, se comparado às atividades didáticas de caráter investigativo. Em qualquer processo de construção de conhecimento, a discussão e troca de ideias desempenha um papel importante. Ela auxilia tanto para aprimorar as ideias primeiras quanto para avaliar e fortalecer as conclusões a serem

formadas, ou seja, permitem um maior *feedback*. Sob esta perspectiva, o ensino por investigação também pode ser destacado e valorizado.

Na parte final da entrevista realizada com o professor buscamos saber a visão dele, baseada na experiência que acabara de vivenciar, sobre alguns aspectos gerais das atividades investigativas, conforme segue:

Entrevistador: *Para você, que características deve ter uma boa Atividade Investigativa?*

P: *O que ela tem que ter é aquele ponto assim de indicar o caminho, mas sem falar demais. Então, não se pode falar nem de menos e nem demais, o que acaba sendo difícil. Isso porque não dá para colocar uma regra geral para uma turma, porque isso é quase que particular de cada um, de cada aluno, o que ele precisa para seguir em frente. A ideia é de que ao longo prazo possa haver uma uniformidade maior, mas, sempre existirão as diferenças.*

Para o professor o que é fundamental para uma boa atividade didática de caráter investigativo é o equilíbrio nas orientações e ajudas fornecidas aos estudantes durante o desenvolvimento delas em sala de aula. Segundo ele, não é uma tarefa fácil conduzir este trabalho de fornecimento de ajuda e dicas de forma adequada, auxiliando mas não entregando prontamente o caminho ou a solução. Além disso, ele destaca a importância de se conhecer os alunos para que se possa fornecer uma ajuda à medida certa. No conjunto, o professor atrela a responsabilidade, para que uma atividade investigativa seja boa, à forma como ela é desenvolvida, ao papel do professor neste trabalho. Certamente, este é um dos aspectos determinantes para se obter êxito e para que a atividade seja considerada boa. Porém, há outros aspectos que devem ser levados em conta, por exemplo: a elaboração das situações-problema (níveis de dificuldade, escolha do assunto foco, natureza e contexto, grau de abertura, abrangência e profundidade); incorporação das atividades ao planejamento geral das aulas.

Outro questionamento feito foi o seguinte:

Entrevistador: *Você considera que as Atividades Investigativas são práticas educativas importantes para o ensino e aprendizagem da Física? Por quê?*

P: *São sim, principalmente pela abordagem diferenciada do conteúdo. Porque é o mesmo conteúdo que eles veriam, que está no livro deles, de uma forma diferenciada e às vezes vendo o mesmo problema de outra maneira, outro ângulo, acabam resolvendo. Talvez pudesse haver um trabalho paralelo, ou seja,*

*a mesma atividade sendo feita de forma investigativa e mais fechada. Para daí na turma conseguir englobar todo mundo. Porque têm alguns alunos se passar um problema de forma fechada eles vão entender e se passar outros eles vão fazendo e vão embora. E têm outros que se você propõe um tipo de exercícios ele só sabe resolver aquele, mudou um pouco não sabem mais. Então, o que mais ajuda é ter essa diferenciação. Então, vendo o assunto de diferentes maneiras consegue englobar um maior número de alunos.*

O professor considera que o ensino por investigação é uma perspectiva importante para a aprendizagem da Física. No entanto, defende que, para englobar todos os alunos, seria sempre importante haver uma diversificação de atividades, fundamentadas em perspectivas diferentes. Essa é uma avaliação que julgamos pertinente, uma vez que a diversificação de atividades, fundamentadas em perspectivas teóricas distintas, permitirá a vivência e formação de diferentes conhecimentos e habilidades. No entanto, não se pode abrir mão da importância das atividades envolverem ativamente os estudantes, pois, este é um aspecto fundamental para um efetivo processo de construção de conhecimento escolar. Sob este aspecto, ações de ensino puramente diretas perdem em efetividade. Ressaltamos também, que o ensino por investigação permite a elaboração de AD que poderão envolver diferentes estratégias e recursos didático-metodológicos durante o seu desenvolvimento. Assim sendo, será possível sob uma mesma perspectiva de ensino-aprendizagem, atender ao aspecto de diversificação das atividades escolares.

Uma reflexão sobre os resultados apresentados ao longo destes dois últimos capítulos será encaminhada no próximo e último capítulo.

## **CAPÍTULO 8:**

### **AUTONOMIA COMO BASE PARA APRENDIZAGENS SATISFATÓRIAS**

Neste capítulo final retomamos e aprofundamos a discussão sobre alguns dos aspectos relevantes para a compreensão da relação entre motivação autônoma dos estudantes e o ensino por investigação. Para isso, nos apoiamos nos resultados alcançados mediante a intervenção didático-pedagógica efetuada. Com o estudo empírico conseguimos evidências significativas de que é possível intervir pedagogicamente para que os estudantes atuem com maior protagonismo no processo de sua aprendizagem, guiados por sua maior qualidade motivacional. Descrevemos também algumas limitações percebidas e, com base nelas, indicamos perspectivas para estudos futuros. Para finalizar, apontamos aspectos que contribuem com a reflexão a respeito da construção do conhecimento escolar, em especial, sobre como é possível auxiliar os estudantes nesta tarefa.

#### **8.1. Discussão e Considerações**

No percurso metodológico adotado para realização deste estudo, a intervenção didático-pedagógica e as análises decorrentes desta formaram a base central da pesquisa. Diante disso, uma parte de nossos esforços foi dedicada à preparação das AD, de acordo com a perspectiva de ensino por investigação, eleita por razões teóricas que indicavam ser esta uma abordagem importante para gerar e nutrir a motivação autodeterminada dos estudantes para a aprendizagem da Física. Foram elaboradas 11 AD, focadas em situações-problema e no ensino de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (ver Quadro 5.1).

A implementação das AD ocorreu ao longo de três bimestres, em uma turma de terceira série do ensino médio, ocupando um total de 28 aulas (ver Tabela 6.1). As aulas foram conduzidas pelo professor de Física da escola/turma. Essa decisão de manter o professor durante a intervenção didático-pedagógica apresentou pontos positivos e dificuldades a serem superadas. Favoravelmente à escolha feita contava o aspecto de não haver uma modificação drástica na configuração professor-aluno-saber e o fato dele conhecer os estudantes, podendo intervir e ajudar de acordo com algumas necessidades particulares previamente conhecidas. Já com relação aos desafios, mostrou-se

indispensável a preparação do professor para o desenvolvimento das AD de acordo com os objetivos de pesquisa. Isso demandou a realização de reuniões periódicas para a elaboração e discussão conjunta das AD e para o estudo sobre o ensino por investigação (propósitos e características inerentes a esta perspectiva de ensino) e sobre a teoria da autodeterminação (foco na promoção da motivação autônoma).

Após a implementação das primeiras quatro AD realizamos uma avaliação preliminar, na qual constatamos a necessidade de superação de alguns aspectos relativos ao trabalho desenvolvido em sala de aula. Um destes pontos dizia respeito às orientações diretivas presentes ao longo do desenvolvimento destas atividades. O professor, pela razão de não ser um *expert* em ensino por investigação e na teoria da autodeterminação e por vivenciar sua primeira experiência com este tipo de trabalho, oferecia algumas explicações e orientações que, em certa medida, direcionaram o trabalho de construção de estratégias e soluções. Este fato foi debatido com o professor, durante a avaliação conjunta e nas reuniões para discussão das novas AD. Constatou-se que o professor, mediante sua dedicação e esforço, conseguiu superar este aspecto durante as implementações seguintes.

Um segundo ponto que foi melhorado está associado à justificação das soluções construídas pelos estudantes, que nas primeiras implementações se concentrou demasiadamente nas discussões internas nos grupos, mediadas pelo professor, e nos registros entregues ao final das atividades. Dentre as quatro primeiras AD, foco da avaliação preliminar, nas duas primeiras houve um momento mais efetivo, na parte final das mesmas, para que os estudantes pudessem compartilhar conhecimentos entre os grupos. Este momento foi importante e decisivo para que pudesse ocorrer uma melhor justificação das soluções praticadas, assim como, para propiciar uma reavaliação mais efetiva dos eventuais equívocos ou erros presentes nas soluções propostas. Cientes deste fato e de sua importância para a aprendizagem dos estudantes e, conseqüentemente, para a sua autonomia cognitiva, nas implementações seguintes este momento de socialização e de avaliação final das soluções praticadas foi proporcionado. Afora isso, na avaliação preliminar foram destacados também os pontos positivos relacionados ao papel do professor no desenvolvimento do trabalho, mediante a utilização de uma série de suportes direcionada à formação de maior autonomia dos estudantes.

Em um olhar mais abrangente, o razoável desconhecimento dos professores em relação às diferentes perspectivas didático-pedagógicas

apresentadas e defendidas pela produção científica das áreas de educação e educação em ciências revela uma lacuna a ser superada. Para isso é importante que no campo da formação de professores, inicial e continuada, sejam discutidas temáticas e resultados de pesquisa atuais, colocando-os como suportes teóricos e/ou práticos para as ações pedagógicas. Nessa perspectiva há iniciativas sendo encaminhadas pela Diretoria de Formação de Professores da Educação Básica/DEB da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior); apoiando e fomentando diversos projetos voltados para a valorização do magistério na educação básica. Além disso, ressaltamos a relevância das pesquisas que mantém aproximação com a sala de aula, que de forma direta estreitam a relação entre a pesquisa e a prática.

Em relação à formação dos professores é fundamental destacar que um adequado preparo para atuação em sala de aula além do estilo motivacional destes reflete diretamente sobre a motivação dos alunos. Sobre este aspecto há resultados de pesquisas que indicam uma relação direta entre a motivação dos professores e a motivação dos estudantes (GOYA; BZUNECK; GUIMARÃES, 2008; ROTH et al., 2007; TSAI et al., 2008). Tendo isso em conta, durante a preparação e avaliação das AD implementadas, buscamos sempre manter um diálogo com o professor de forma a proporcionar um ambiente escolar apropriado para a promoção da motivação autônoma dos estudantes. A respeito disso, os resultados alcançados neste estudo (subescala da EMISA - *Clima/Ambiente para o Suporte à Autonomia*; os relatos dos estudantes e os registros das aulas) indicam que, no geral, a atuação do professor foi importante e apropriada.

A pesquisa com intervenção didático-pedagógica, por sua natureza, é trabalhosa exigindo, para além do trabalho de pesquisa, a preparação das ações de ensino-aprendizagem a serem desenvolvidas. Afora isso, é fundamental a elaboração e/ou adequação de instrumentos para coleta de informações no contexto escolar, junto com os sujeitos de pesquisa. Neste estudo, como nosso objetivo se concentrava na promoção da motivação autônoma mediante ações de ensino por investigação, buscamos a elaboração de instrumentos/formas de coleta de dados com focos distintos (auto-relatos; observação e videogração; produção textual) que pudessem conjuntamente nos fornecer dados consistentes sobre a qualidade motivacional dos estudantes.

Diante disso, fizemos a escolha por obter informações diretamente com os estudantes (auto-relatos) por meio do uso de escalas e entrevistas. Foram utilizadas duas escalas: EMISA e EMADF. A

EMISA consiste em uma escala para obtenção de dados sobre cada uma das AD, com efeito, foi aplicada sempre após o término destas atividades. Esta escala foi elaborada a partir de itens já validados e utilizados em outras pesquisas (ASSOR; KAPLAN; ROTH, 2002; BLACK; DECI, 2000; TSAI et al., 2008; WILLIAMS et al., 1997; WILLIAMS; DECI, 1996), dispensando novo processo de validação. Já a EMADF, utilizada para obter dados sobre a qualidade motivacional em dois momentos importantes, antes do início da intervenção e ao término dela, passou por um processo de elaboração e validação. Isso se fez necessário, pois não encontramos na literatura uma escala que pudesse atender aos nossos propósitos.

A elaboração de instrumentos brasileiros para medida da motivação, baseados na teoria da autodeterminação, ainda são escassos, principalmente voltados para uma área específica do conhecimento. Assim sendo, a EMADF se apresenta como uma alternativa importante para o estudo da motivação no contexto escolar, em especial, para a aprendizagem da Física. Uma compreensão mais clara e precisa sobre os aspectos motivacionais, quiçá sua relação com a aprendizagem da Física, poderão certamente contribuir para fomentar a reflexão e constituição de alternativas para superar alguns dos problemas enfrentados pelos professores em suas aulas.

Conforme ressaltado por Bzuneck (2009), avaliar a motivação de estudantes no contexto escolar é uma tarefa complexa. Por esta razão, a validação de instrumentos elaborados sob respaldo teórico consistente tem um papel importante para o avanço dos estudos nesta temática. Com instrumentos de coleta de informações, como é o caso da EMADF, torna-se possível conhecer e compreender características importantes sobre os diferentes níveis de regulação do comportamento dos estudantes para efetuarem as atividades nas aulas. Dessa forma, consideramos pertinente e significativo o uso da EMADF como instrumento em pesquisas sobre o estudo da motivação para aprendizagem da Física, aliado a outras formas de coleta de dados (observações, videogravações, entrevistas, por exemplo). Isso permitirá uma triangulação de informações, fortalecendo ou refutando resultados coletados via forma autodeclarativa inerente às escalas.

Reforçamos aqui que, de maneira geral, os resultados do processo de validação obtidos indicaram que a EMADF é uma escala confiável para ser utilizada em estudos que visam precisamente avaliar a motivação de estudantes em aulas de Física, ou seja, que queiram saber com qual grau de regulação autônoma eles fazem as atividades didáticas



nas aulas. Neste sentido, a EMADF por si só, se constitui em um importante resultado deste trabalho, deixando à disposição dos professores de física, bem como, dos pesquisadores da área de ensino de física, um importante instrumento para coleta de informações sobre a qualidade motivacional dos estudantes.

Além disso, a aplicação da EMADF a um número abrangente de estudantes pode oferecer dados para análises que buscam evidenciar relações entre a qualidade motivacional e variáveis como, por exemplo: gênero, idade, séries e localidade. Estudos que exploram relações entre a qualidade motivacional dos estudantes e as características pessoais (gênero, idade) e as contextuais (séries, localidade) já são mais expressivos no campo da educação (abordagens gerais), mas merecem ser melhor analisados nas áreas específicas do saber. Com vistas a isso, em uma reflexão paralela a esta pesquisa, fizemos um estudo com o objetivo de avaliar a qualidade motivacional dos 708 estudantes do ensino médio participantes do processo de validação da EMADF, realizando análises comparativas entre os tipos de motivação e as variáveis: gênero, séries e localidade. Os resultados deste estudo encontram-se em Clement, Custódio e Alves Filho (Prelo).

Tendo em vista a validade da EMADF, evidenciada com o processo de validação, sentimo-nos seguros em utilizá-la como um dos instrumentos para coleta de dados durante a pesquisa. Os resultados alcançados com a aplicação da EMADF, antes e após a intervenção didático-pedagógica, indicaram resultados importantes quanto aos tipos mais autônomos da motivação (motivação extrínseca por regulação identificada e motivação intrínseca), apresentando aumentos importantes (26,58% e 28,32%, respectivamente) e quanto à motivação controlada, em particular na regulação externa – RP, em que houve uma redução de 13,08%. A análise destes resultados indica que a motivação dos estudantes para a realização das AD nas aulas de Física passou a ter menor controle externo devido à imposição de regras ou punições, alcançando um status mais autodeterminado.

Todavia, conforme adiantado no capítulo 7, não podemos assumir os resultados alcançados com a aplicação da EMADF como conclusivos e unicamente relacionados às AD implementadas. Porém, eles sinalizam favoravelmente para a existência de uma relação significativa entre o ensino por investigação e a motivação autônoma dos estudantes. Com vistas a aprofundar a reflexão e contrastar estes resultados, outras análises foram realizadas, baseadas nos dados coletados pelos demais instrumentos utilizados.

Em uma leitura geral, constatou-se que as AD implementadas mantiveram o propósito de oferecer aos estudantes uma situação-problema a ser resolvida, buscando sempre desafiá-los e envolvê-los no processo de desenvolvimento das mesmas. Cada uma das atividades procurava desenvolver, aliados à compreensão conceitual, conhecimentos de natureza procedimental e atitudinal, para no todo oferecer suportes para a promoção da autodeterminação dos estudantes. Quanto aos procedimentos ofereceu-se, por exemplo, possibilidades de manipulação de materiais, realização de medidas, organização e tabulação de informações, elaboração de hipóteses e estratégias de ação, construção de gráficos e tabelas, realização de análises, utilização de informações apresentadas sob diferentes formas, registro das resoluções, entre outros. Em relação às atitudes presentes no trabalho de desenvolvimento das atividades ressaltamos três grupos, quais sejam: atitudes relativas ao trabalho em grupo (ex: troca de ideias, negociação e acordos, confiança e autonomia diante de seu trabalho); atitudes em relação à Ciência/Física (ex: problemas podem ser solucionados sob diferentes formas; construção de conhecimento mediante solução de problemas) e atitudes relacionadas aos seus comportamentos (ex: respeito com os colegas, sabendo ouvir e discutir opiniões divergentes; conduta e convívio em sala de aula; conscientização diante dos novos conhecimentos). Neste sentido, conforme já prevíamos durante a elaboração das AD, confirmamos que ações de ensino por investigação favorecem o trabalho e a aprendizagem de conteúdos de diferentes naturezas (conceitual, procedimental e atitudinal).

O fato das atividades didáticas estarem organizadas em torno de situações-problema e o seu desenvolvimento se dar mediante uma perspectiva investigativa fez com que os estudantes se sentissem desafiados e curiosos pela busca de uma solução. Dentre outros, estes aspectos foram relatados pelos estudantes, durante as entrevistas, como elementos motivadores de sua participação nas AD. Em todo o processo de desenvolvimento das AD notava-se que havia interesse, envolvimento e engajamento dos alunos no trabalho de construção das soluções. Com a EMISA conseguimos resultados significativos e específicos sobre o interesse dos estudantes pelas AD, obtendo médias altas na subescala *Interesse pela Atividade* (média geral de 4,95 e médias acima de 4,50 em todas as AD), constituída por itens relacionados às componentes de emoção e de valor. Dessa forma, as AD se mostraram interessantes e significativas para os estudantes, atendendo

aos seus interesses, valores e, em certa medida, aos seus objetivos pessoais.

Níveis elevados de interesse pelas atividades escolares são, conforme Assor, Kaplan e Roth (2002), indicativos do reconhecimento de sua relevância, por parte dos estudantes. A percepção de relevância das AD gera um maior engajamento dos estudantes no trabalho de desenvolvimento das mesmas e, conseqüentemente, favorece a motivação autônoma deles. De forma particular, destacamos que houve por parte dos alunos uma sinalização clara de maior interesse e relevância para as AD que mantiveram uma relação mais direta com a sua vivência cotidiana (ver Gráfico 7.3). Este fato indica que há aí uma possibilidade didático-pedagógica frutífera para suscitar o interesse dos alunos pelas atividades escolares, motivando-os a participarem de forma ativa das aulas e do processo de construção do conhecimento.

Em relação às demais variáveis medidas pela EMISA, destaca-se que as percepções dos estudantes quanto ao *Clima/Ambiente para o Suporte à Autonomia* bem como quanto ao *Suporte à Autonomia Cognitiva* revelaram-se favoráveis à intervenção didático-pedagógica feita, ou seja, em ambas as variáveis foram alcançadas médias gerais elevadas (5,02 e 4,95, respectivamente). Aliado a isso, as médias na variável *Percepção sobre o Controle de Comportamentos* foram baixas em todas as AD (média geral igual a 1,48), fortalecendo o conjunto de resultados indicativo da possibilidade de se promover motivações autodeterminadas mediante ações de ensino por investigação.

A análise de correlação feita entre as subescalas da EMISA mostrou que o *Interesse pela Atividade* mantém uma correlação positiva e significativa com as subescalas *Percepção do Clima/Ambiente para o Suporte à Autonomia* e *Percepção sobre o Suporte a Autonomia Cognitiva*. Este resultado indica que o interesse dos estudantes, marcado pelo reconhecimento de aspectos relacionados à relevância da atividade, é uma variável importante para avaliar se o trabalho em sala de aula proporciona um ambiente e estabelece estratégias favoráveis à promoção da autonomia. Além disso, o *Interesse pela Atividade*, assim como, a *Percepção do Clima/Ambiente para o Suporte à Autonomia* e a *Percepção sobre o Suporte a Autonomia Cognitiva* evidenciaram uma correlação negativa com a subescala *Percepção sobre o Controle de Comportamentos*. Este é um indicativo de que ações pedagógicas altamente controladoras e diretivas atuam na contramão da formação de uma maior autonomia dos estudantes.

Na dialética pessoa-ambiente, descrita no primeiro capítulo, destaca-se a interação mútua, isto é, assim como o indivíduo compromete-se e age no ambiente, expressando as necessidades, interesses e valores do seu *self*, também o ambiente atua satisfazendo ou frustrando os recursos internos do indivíduo. Haja vista a dialética pessoa-ambiente e os resultados obtidos pelo estudo de correlação entre as variáveis medidas pela EMISA, constatamos que as AD elaboradas e desenvolvidas sob a perspectiva do ensino por investigação proporcionaram um ambiente que envolveu e auxiliou na satisfação dos recursos internos dos estudantes.

Os resultados alcançados com a utilização da EMISA são importantes porque refletem a visão de todos os estudantes e sobre todas as AD, avaliadas individualmente e imediatamente após seu término. As médias alcançadas nas quatro variáveis, para cada uma das AD (ver Gráfico 7.2), indicam que uma série de estratégias e suportes à promoção da motivação autônoma trabalhados ao longo das atividades foram percebidos pelos estudantes e, em certa medida, internalizados. Isso corrobora os resultados apontados por Tsai et al. (2008), ao destacarem que obtiveram resultados que indicam que o contexto escolar, mediante suas variáveis situacionais (controle de comportamentos, clima/ambiente para suportes à autonomia e suportes à autonomia cognitiva), apresenta relação com a motivação autônoma dos estudantes e que isso se dá por meio da internalização de suportes externos.

Acreditamos que os resultados decorrentes deste estudo se alinham coerentemente com outras pesquisas e alertam para evidências comuns sobre a possibilidade de melhoria da qualidade motivacional de estudantes do ensino médio e sobre a promoção do interesse por ciências (OSBORNE; COLLINS, 2001; CUSTÓDIO; PIETROCOLA; DE SOUZA CRUZ, 2013, entre outros). Woolnough (1994), por exemplo, mostrou que a qualidade do ensino, na opinião de estudantes de ciências, é determinada pela qualificação e entusiasmo do grupo de professores. O bom ensino foi caracterizado por professores entusiasmados em suas disciplinas, inserindo-as em contextos da vida dos alunos e desenvolvendo aulas estimulantes e bem preparadas. Similarmente, Raved e Assaraf (2011) mostraram que os fatores mais importantes, capazes de influenciar a motivação dos estudantes do ensino médio em sala de aula, são a relação interpessoal entre aluno e professor, a relevância e autenticidade dos tópicos sendo tratados e a diversificação dos métodos de ensino. Na mesma linha estão os trabalhos relativos aos

estilos motivacionais dos professores, conforme destacamos anteriormente.

Todos os elementos apontados pelos diferentes pesquisadores são relativos ao contexto escolar e, portanto, externos ao aluno, mas, que influenciam a sua motivação. Dessa forma, somos levados a considerar que o avanço nos graus de motivação de maior autodeterminação na disciplina de física está conectado aos aspectos situacionais e, assim, à melhoria da instrução oferecida neste nível de escolarização. Nesta ótica, julgamos haver uma contribuição significativa das AD de caráter investigativo para a promoção da motivação autônoma dos estudantes.

Reconhecendo a importância do ambiente de sala de aula para fortalecer e promover a motivação autônoma dos estudantes, várias estratégias e suportes foram trabalhados ao longo das AD. Conforme a análise feita no capítulo 7, os suportes oferecidos podem ser classificados como: *de autonomia organizacional*; *de autonomia procedimental* e *de autonomia cognitiva* (STEFANOU et al., 2004). Ao longo das 11 AD, foram oferecidos aos estudantes os seguintes suportes:

- *suporte de autonomia organizacional*: escolha dos membros dos grupos de trabalho; liberdade para dispor e organizar as carteiras; e adequação a uma nova organização e desenvolvimento das aulas.
- *suporte de autonomia procedimental*: manipulação de materiais; escolha e definição de como iriam organizar o trabalho nos grupos; e a organização e apresentação de suas resoluções.
- *suporte de autonomia cognitiva*: elaborar e discutir estratégias e soluções para as situações-problemas; debater ideias livremente; contar com ajuda apropriada do professor, de forma que pudessem fazer perguntas e ter menos tempo de professor falando (explicações expositivas) e mais tempo de professor ouvindo (ajuda aos estudantes nos grupos); trabalhar com tempo suficiente para tomada de decisões; justificar soluções e compartilhar conhecimentos; receber *feedback* e reavaliar erros.

Cada um dos suportes citados acima teve sua relevância para que, no conjunto, eles pudessem contribuir com a formação da autonomia dos estudantes, diante de seu processo de aprendizagem da Física. No entanto, no contexto escolar específico e pela forma como as AD foram desenvolvidas, julgamos que os suportes à autonomia procedimental e

cognitiva tiveram maior importância. Indicativas teóricas apontam que os principais responsáveis pela formação autônoma dos estudantes são os suportes de autonomia cognitiva (KATZ; ASSOR, 2007; KOH; FRICK, 2010; STEFANOY et al., 2004). De fato estes suportes podem ser considerados como os mais relevantes, justamente por conduzirem o estudante à apropriação dos conhecimentos desejáveis e por permitirem que ele seja o protagonista deste processo. No entanto, acreditamos que os suportes de autonomia cognitiva podem ser trabalhados mais profundamente quando se dá ênfase também aos suportes de autonomia procedimental, os quais são significativos para que os estudantes adquiram sabedoria e responsabilidade diante das escolhas de organização, desenvolvimento e apresentação de suas ideias/conhecimentos.

Alguns suportes à autonomia merecem uma discussão completar, justamente por seu significado para a configuração de comportamentos mais autônomos por parte dos estudantes. Dentre estas está a *ajuda apropriada por parte do professor*, tão fundamental e, ao mesmo tempo, tão tênue, podendo deslocar ou tirar a autoria das resoluções construídas. Neste aspecto, o aporte teórico construtivista foi importante tanto no que diz respeito à ideia de *ajuda ajustada* (ONRUBIA, 2009) quanto à proposta de *interações adequadas* (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009). Estas ideias relativas à ajuda aos estudantes no processo de construção de suas aprendizagens, também expressadas em Custódio, et al., (2013), fizeram parte das conversas mantidas com o professor durante a discussão e planejamento das AD. Além disso, este suporte foi constantemente melhorado pelo professor, que estava aprimorando e/ou construindo novos conhecimentos didático-pedagógicos.

Outro fator importante foi o trabalho em grupo, permitindo aos estudantes a discussão, o confronto e o compartilhamento de ideias, bem como, propiciando a realização de escolhas e a tomada de decisões para construir as soluções às situações-problema apresentadas. Sob o aspecto da formação autônoma pode parecer estranho ou mesmo inconsistente o reconhecimento da ajuda apropriada do professor e do trabalho em grupo como elementos significativos no processo de formação da autonomia uma vez que se assume que “ninguém é sujeito da autonomia de ninguém” (FREIRE, 1996; na capa de seu livro *Pedagogia da Autonomia*). A autonomia, por ser uma das necessidades psicológicas inerentes a cada indivíduo, é uma característica própria de

cada pessoa e, neste sentido, ninguém poderá exercer ou ser autônomo pelo outro!

No entanto, temos que ressaltar um ponto central da argumentação de Freire (1996) sobre a autonomia, considerando-a como um processo, um vir a ser. Sob este aspecto o autor resalta que uma pedagogia da autonomia deve proporcionar “experiências estimuladoras da decisão e da responsabilidade” (p. 107), destacando ainda que, enquanto processo, a autonomia é construída pelas experiências que os estudantes vivenciam e pelas escolhas e decisões tomadas. Cientes deste entendimento é que os diferentes suportes à autonomia foram sendo trabalhados durante o desenvolvimento das AD, proporcionando a cada estudante vivências favoráveis ao desenvolvimento de sua própria autonomia. Isto é, com um conjunto de AD propícias e por meio do esforço do professor, coletivamente com os estudantes, que estes últimos se prepararam para o desenvolvimento de sua autonomia, culminando numa maior participação e protagonismo no processo de construção de sua aprendizagem.

Afora isso, a argumentação da formação autônoma, mediante a interação social, ganha respaldo na dialética pessoa-ambiente e na possibilidade dos estudantes reconhecerem e internalizarem elementos externos, fomentadores de sua autonomia. Portanto, foi na constituição de um contexto educacional adequado para a formação autônoma dos estudantes que a relevância dos suportes à autonomia (organizacional, procedimental e cognitiva) se confirmou. Ao longo das 11 AD, foi perceptível a maior independência e confiança dos estudantes durante a construção das resoluções e também para a apresentação e defesa de suas ideias. Da mesma forma, os estudantes se mostravam cada vez mais críticos em relação às estratégias e soluções construídas. A criticidade deles não se restringia mais somente à identificação de eventuais erros, como acontecia nas primeiras AD, mas, contemplava questionamentos que pudessem levá-los à configuração de outras possibilidades para o encaminhamento de suas resoluções. Estes aspectos corroboram a argumentação apresentada por Ricardo (2003), ao apresentar uma reflexão sobre a formação do pensamento crítico do aluno e associá-la com a *identidade autônoma* defendida nas DCNEM.

Ao se identificar esta evolução na confiança e no poder de análise e de crítica dos estudantes no processo de construção de suas aprendizagens, fortalece-se nossa concordância com a ideia de Freire (1996) sobre autonomia como processo. Isto é, para ele a autonomia vai sendo construída pela sucessiva vivência de atividades promotoras de

oportunidades frutíferas para o seu exercício e desenvolvimento. Ao mesmo tempo, estas atitudes de maior iniciativa e vontade, que mantêm relação direta com o aumento da motivação autodeterminada e do bem-estar, reforçam a dimensão da autonomia como necessidade psicológica organísmica. Assim, salientamos que os estudantes conscientes de que, cada vez mais, eram autores das resoluções construídas, deixavam transparecer uma satisfação com os resultados e as aprendizagens alcançadas.

A análise qualitativa realizada permite afirmar que as necessidades de pertencimento e de competência também puderam ser satisfeitas. Neste caso, diferentemente das considerações apresentadas sobre a autonomia, não há medidas quantitativas para evidenciar e sustentar nossas observações e constatações. No entanto, a dinâmica de desenvolvimento das AD, pautada no trabalho em grupo, com a liberdade de escolha dos membros participantes em cada um deles e a interação mantida com o professor e demais colegas, formou um ambiente favorável para a satisfação da necessidade de pertencimento.

A necessidade de pertencimento é satisfeita na medida em que são estabelecidos elos e vínculos emocionais duradouros e significativos com outras pessoas, isto é, nós temos uma vontade de interagir socialmente, de pertencer, de sermos aceitos e valorizados (DECI; RYAN, 2000; REEVE, 2006). Portanto, o estudante em sala de aula deve conseguir estabelecer uma interação saudável como os colegas e o professor de forma a atender a esta necessidade psicológica. Durante o desenvolvimento das atividades constatou-se que o trabalho em grupo favoreceu, por exemplo: a troca de ideias; a cooperação e ajuda entre colegas; o debate de opiniões diversas e divergentes; defesas de pontos de vista e busca de consensos. Tudo isso, associado a um clima de respeito, de organização e de responsabilidade para atingir o objetivo buscado, proporcionou a eles uma participação ativa e valorizada no contexto social particular formado por esta turma e seu professor. Os relatos obtidos durante as entrevistas, retratados nos capítulos anteriores, evidenciaram que os estudantes se sentiram envolvidos e puderam participar de forma ativa durante o desenvolvimento das AD, corroborando nosso entendimento de que a necessidade de pertencimento tenha sido nutrida e satisfeita.

A necessidade de competência se refere ao desejo humano de desenvolver habilidades e conhecimentos que lhe permitam ampliar suas capacidades, talentos e seu potencial (DECI; RYAN, 2000; REEVE, 2006). Sob este aspecto destaca-se que no desenvolvimento das AD



foram trabalhados conteúdos de diferentes naturezas (conceitual, procedimental e atitudinal), que no conjunto, auxiliaram na satisfação da necessidade de competência dos estudantes. Afora isso, durante a intervenção didático-pedagógica procurou-se o desenvolvimento de algumas AD em torno de situações-problemas com grau de dificuldade maior. Tivemos esta preocupação, pois é sempre importante que as situações-problema possam desafiar os estudantes de forma a trazer a tona sua curiosidade e vontade pela busca de uma solução. O enfrentamento de situações-problema com crescente poder desafiador também é significativo para o aprimoramento da competência dos estudantes, exigindo a mobilização de maior número de habilidades e conhecimentos. Neste sentido, a ajuda para apropriação do conhecimento, da forma com foi encaminhada pelo professor, foi decisiva, oferecendo *feedback* positivo/informacional (DECI; RYAN, 2000).

De maneira geral os resultados alcançados neste estudo indicam que ações didáticas orientadas pelo ensino por investigação podem atender e satisfazer as necessidades psicológicas de autonomia, competência e pertencimento. Isso fortalece nossa proposição teórica apresentada no capítulo 4, sintetizada pelo diagrama das características essenciais do ensino por investigação em busca da motivação autônoma (Figura 4.1). Esta perspectiva didático-pedagógica de caráter investigativo se mostrou propícia para a oferta de suportes à autonomia (organizacional, procedimental e cognitiva) para estudantes na disciplina de física no ensino médio. Relativamente a este último ponto, considerando que o foco central das AD de caráter investigativo está na situação-problema vale o esforço de se considerar alguns aspectos importantes no processo de elaboração de situações-problema, como<sup>17</sup>: característica do problema; elementos motivacionais; natureza das situações-problema; diversificação das situações-problema; natureza dos conteúdos focados.

Nossos resultados mostraram que o desenvolvimento de AD investigativas contribui consideravelmente para a formação autônoma dos estudantes, importante para seguirem sua contínua busca e construção de conhecimentos. Diante disso, é inevitável pensar na extensão da perspectiva investigativa presente nas AD para todas as ações de ensino, ou mesmo, encaminhar uma reestruturação curricular em torno da investigação, como propõem alguns autores (CAÑAL,

---

17 Estes aspectos estão descritos no capítulo 3, na seção 3.2.3.

1997, CAÑAL, et al. 1997). No entanto, pensamos não ser este o caminho, pois, por um lado, nem todos os conteúdos são possíveis ou se adéquam a um processo de ensino-aprendizagem investigativo (MUNFORD; LIMA, 2007) e, por outro, uma diversificação no tipo e dinâmica das ações de ensino também é importante para a motivação dos estudantes (RAVED; ASSARAF, 2011), e a qualidade motivacional tem influência direta na aprendizagem (RYAN; DECI, 2000b).

A incorporação periódica de AD com caráter investigativo nos planejamentos escolares constitui-se numa possibilidade a ser considerada no contexto educacional, tendo em vista sua aplicabilidade imediata e a importância dos resultados alcançados por meio dela. Ações didáticas como as utilizadas nesta intervenção, podem suscitar e conduzir a modificações maiores. Neste sentido, parece importante que se avalie a possibilidade de utilização de *sequências de ensino investigativo/SEI* (CARVALHO, 2013) para o ensino de Física, atentando para a motivação autônoma dos estudantes neste caso. Em qualquer um dos casos, AD específicas ou SEI, haverá a necessidade de preparação dos professores, mediante ações de formação continuada (professores em serviço) e formação inicial, conforme já sinalizamos anteriormente. Esta necessidade formativa se configura em uma limitação a ser superada, mas que pode ser atingida, havendo interesse por parte das escolas (professores em serviço) e universidades (formadores de professores) e, mais amplamente, se houverem políticas de incentivo e fomento para trabalhos de formação continuada.

Salientamos ainda que, no desenvolvimento das AD preparadas e desenvolvidas de acordo com o ensino por investigação, constatamos uma ativa e significativa participação dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem. Isso tudo foi fortalecido pelo fato das AD centrarem-se em situações-problema, as quais, desafiavam e despertavam o interesse e a curiosidade dos estudantes para construir soluções. Afora isso, a dinâmica adotada para o desenvolvimento das AD, focada nas três etapas propostas por García e García (2000), foi decisiva para viabilizar o oferecimento dos diferentes suportes à autonomia e criar um ambiente adequado para gerar e aprimorar a qualidade motivacional dos estudantes.

Destacamos que o trabalho didático-pedagógico conduzido se diferencia do processo de ensino tradicional e diretivo, mesmo mantendo a intenção e o compromisso com o ensino de conteúdos conceituais específicos da Física. Assim, em relação à compreensão conceitual dos estudantes sobre os assuntos abordados nas AD, embora

isso não tenha sido o foco nesta pesquisa, coletamos indicativos que atestam que ela tenha ocorrido de forma significativa. As evidências sobre a apropriação dos conceitos trabalhados constam nos registros escritos das resoluções construídas pelos grupos, nos relatos feitos pelos estudantes ao longo das entrevistas, bem como, no desempenho deles em questões de prova que mantinham relação com a abordagem conceitual conduzida nas atividades. Consta-se então, que uma proposta pedagógica baseada no ensino por investigação promove a aprendizagem de maneira cooperativa entre estudantes e o professor em torno de situações-problema e não de forma diretiva. Além disso, favorece a aprendizagem de conteúdos distintos (conceitos, procedimentos e atitudes) e contribui para uma efetiva formação da autonomia dos estudantes no seu processo de aprendizagem.

## **8.2. Limitações e Perspectivas para Pesquisas Futuras**

Uma das limitações metodológicas que enfrentamos se refere à coleta de informações relativas às falas/diálogos entre os estudantes. Com a utilização de filmadora e de gravadores de voz (um sempre junto ao professor e outro sobre a mesa de um dos grupos de trabalho) conseguimos vários registros de diálogos, mas em maior parte, aqueles em que havia a presença do professor. Estamos cientes de que perdemos alguns diálogos mantidos entre os estudantes, internamente em seus grupos, que poderiam fomentar e ampliar as reflexões ora apresentadas. Julgamos que em futuras pesquisas de intervenção didático-pedagógica será válido um aprimoramento neste sentido. Porém, não se deve esquecer que à medida que se aumenta o número de registros (horas de gravação), amplia-se também o trabalho/tempo de transcrição e filtragem de informações, importantes para a reflexão sobre a problemática de pesquisa focada.

Sobre a compreensão conceitual dos estudantes mediante o desenvolvimento das AD pode-se alegar que tenhamos falhado por não aprofundarmos este ponto em nosso estudo. Isso de fato configura uma limitação, uma vez que tal abordagem poderia trazer contribuições significativas e complementares aos resultados alcançados. No entanto, esta foi uma escolha consciente, pois consideramos que apurar como se dá a apropriação conceitual em AD de ensino por investigação se constitui por si só em um problema de pesquisa a ser enfrentado, demandando a preparação e utilização de recursos metodológicos próprios para este fim. Assim, tendo em vista a necessária delimitação

do estudo, não teríamos condições (nem mesmo tempo, fôlego) para abordar de forma abrangente mais este foco, mas, fica evidenciada uma frente de estudo a ser explorada.

A partir dos resultados alcançados, especificamente, sobre a relação detectada entre a natureza das situações-problema (vivência cotidiana) e o interesse, apresenta-se um foco de estudo importante a ser melhor investigado. Na intervenção didático-pedagógica feita, apenas quatro AD estavam voltadas para a vivência cotidiana e, pela EMISA, constamos um interesse maior dos estudantes por estas atividades. Sendo assim, poder-se-ia estudar a relação entre o interesse dos estudantes e a natureza das situações-problemas, variando a abrangência contextual destas. Aliado a isso seria possível focar também na possibilidade de mobilização ou transferência de conhecimentos (Perrenoud, 1999; Rey, 2002), isto é, procurar uma compreensão melhor em torno da possibilidade dos estudantes utilizarem os conhecimentos em contextos distintos daqueles nos quais estes foram gerados.

Em relação a isso, Perrenoud (1999) afirma que a compreensão sobre a natureza de mobilização de saberes não está clara e não é uma tarefa fácil. Este autor ainda manifesta sua preferência pelo termo mobilização ao termo transferência, pois segundo ele, a metáfora da transferência de saberes poderá ser entendida como o simples deslocamento de um objeto não contemplando, portanto, a reconstrução constante do conhecimento. A mobilização, por sua vez, contemplaria a ideia de reconstrução e de dinamicidade ao se buscar soluções para situações novas e complexas. Embora se saiba que há um campo de estudo aberto em torno da mobilização de saberes, mediante os resultados atingidos nesta investigação, acreditamos que uma maior autonomia procedimental e cognitiva permitirá também uma maior consciência para reconhecer semelhanças entre contextos, bem como, para gerir os próprios conhecimentos construídos outrora, conforme já ressaltamos no capítulo 6, durante a reflexão sobre a compreensão conceitual dos estudantes. No entanto, é válido buscar uma compreensão maior sobre a própria autonomia, isto é, será que é possível se pensar em mobilização da autonomia? Em caso positivo, como a autonomia promovida em um determinado contexto poderá ser importante ou mobilizada para o enfrentamento de situações novas?

Aprofundamentos na pesquisa efetuada podem centrar-se na busca de informações mais precisas, via instrumentos de auto-relatos (escalas e entrevistas) sobre as necessidades psicológicas básicas de competência e pertencimento. Dessa maneira, viabilizar-se-ia uma

avaliação mais precisa a respeito de como o conjunto das necessidades psicológicas descritas pela teoria da autodeterminação poderia ser nutrido por ações de ensino por investigação. Além do mais, caberia uma análise sobre como a qualidade motivacional para a aprendizagem da Física mediante o ensino por investigação se relaciona com variáveis de auto-eficácia e da metacognição.

Acreditamos que os resultados ora apresentados explicitam uma importante leitura sobre a relação entre o ensino por investigação e a promoção da motivação autônoma de estudantes em aulas de Física do ensino médio. Para isso, alinhavamos inicialmente (capítulo 4) um caminho teórico sobre como se poderia alcançar motivações autodeterminadas mediante ações de ensino por investigação, para na sequência delinear esta relação, ampliando a compreensão em torno dela, mediante um trabalho empírico (de intervenção). Os resultados deste trabalho dão lugar à ampliação do debate sobre a importância do ensino para que se construa conhecimento em sala de aula. Na seção seguinte lançamos mão de uma abordagem a este respeito, com destaque para a ideia de *ajuda ajustada*, apontando a pertinência da conexão desta ideia com a promoção da motivação autônoma.

### 8.3. Como Ensinar o Que Deve Ser Construído?

César Coll (2004) no texto “*Construtivismo e Intervenção Educativa: como ensinar o que deverá ser construído?*” discute o problema sobre a construção do conhecimento em sala de aula. O autor adentra em uma importante reflexão, estabelecendo que a convergência em torno dos princípios construtivistas permite traçar um caminho que viabiliza a abordagem das relações entre conhecimento psicológico e as teorias e as práticas educacionais. Com este propósito Coll questiona:

Se se aceita que a aprendizagem escolar consiste, como postula a concepção construtivista, em um processo de construção de significados e da atribuição de sentidos cuja responsabilidade principal corresponde ao aluno; e se se aceita, como se faz habitualmente nessa perspectiva teórica, que ninguém pode substituir o aluno em tal tarefa; se se aceitam ambas as premissas, então, como se deverá entender a influência educativa que o professor exerce quando ensina aos seus alunos? (p. 30).

Na forma como o autor formula seu questionamento já se evidencia que para ele deverá haver uma influência educativa para que o aluno possa construir significados e atribuir sentidos aos conhecimentos escolares. No entanto, essa concepção não é unânime na tradição construtivista. Por exemplo, nas linhas mais radicais, que historicamente se pautam no individualismo, há indicativos de que não se poderia ensinar o que o aluno inevitavelmente deveria construir (Coll, 2004). Neste contexto a problematização apresentada por Coll ganha importância e o autor encaminha sua argumentação de forma contrária a visão radical do construtivismo.

Para Coll, há um princípio psicológico, compartilhado amplamente em distintas tradições da psicologia, que possui fundamental relevância na visão construtivista, qual seja: “[...] a importância da atividade mental construtiva do aluno na realização das aprendizagens escolares” (p. 18). Pautado neste princípio, o autor defende que a aprendizagem escolar deve ser entendida como um processo de construção do conhecimento; que o ensino deverá se constituir como uma ajuda nesse processo de construção. Portanto, para Coll, a influência educativa deverá ser pensada em termos da *ajuda* e *ajustes da ajuda* de acordo com as necessidades do processo de construção que o aluno realiza.

Coll ainda destaca um duplo sentido para o conceito da ajuda pedagógica. Ele afirma que, por um lado, a ajuda pode ser vista como só uma ajuda, uma vez que a construção de significados no processo de aprendizagem cabe o aluno e, portanto, o professor poderia ajudá-lo nesta tarefa. Por outro lado, a ajuda é considerada indispensável pois, sem a cooperação entre aluno e professor, seria altamente improvável que se produzisse aproximações desejáveis entre os significados construídos pelo aluno e aqueles inerentes aos conteúdos escolares. Sendo assim, o autor acredita que não exista uma metodologia didática construtivista e argumenta que há “[...] uma estratégia didática geral de natureza construtivista que é regida pelo princípio de *ajuste da ajuda pedagógica* e que pode ser concretizada em múltiplas metodologias didáticas particulares de acordo com o caso” (p. 31).

Esta leitura sobre a concepção construtivista e o papel da ajuda pedagógica é compartilhada por outros autores (CUSTÓDIO et al., 2013; ONRUBIA, 2009; SOLÉ, 1991, entre outros) e também por nós neste estudo. Por esta razão, refizemos o questionamento feito por Solé (1991) e Coll (2004) – *como ensinar o que deve ser construído?* – e

consideramos que a pesquisa realizada traz contribuições significativas para esta reflexão.

Neste sentido, entendemos que abastecer a relação didática com ações de ensino por investigação implica em ressaltar a responsabilidade do aluno no processo de sua aprendizagem. Assim, requer-se a adesão voluntária do aluno a tal projeto de construção do conhecimento. Entretanto, não há garantias que isso vá acontecer realmente. Quer dizer, o aluno pode ter disponíveis todos os recursos cognitivos para lidar com a situação e, mesmo assim, se recusar. Isto pode ocorrer porque a relação que o aluno mantém com os saberes não acontece apenas na dimensão cognitiva; aliado ao “poder” aprender é necessário o “querer” aprender, ou seja, ter a disposição, a intenção e a motivação suficientes. Deste ponto de vista, o problema relativo à construção do conhecimento escolar carece da decomposição no plano afetivo/motivacional das variáveis envolvidas na relação didática. A questão que se apresenta então ao debate é: como manter o aluno seduzido pelo processo da apropriação do saber?

Há vários parâmetros no processo de ensino-aprendizagem que são significativos para que se gere e mantenha o interesse e o engajamento dos alunos para a construção do conhecimento. Dentre eles está a motivação, que reflete a regulação comportamental dos estudantes diante das atividades escolares. Assim, conforme sinalizam os resultados deste estudo, cada vez mais é preciso que se reconheça e se considere a importância e o papel da motivação no contexto educacional para que ela possa ser nutrida e seguir energizando e direcionando os interesses e esforços dos estudantes em prol da sua aprendizagem. Em relação a isso, porém de forma mais abrangente, Meirieu (2002) afirma que é preciso deslocar o “interesse imediato dos alunos” (p. 151) para formas superiores de satisfação. Para tal, o autor defende um esforço por parte dos professores para conduzirem os estudantes à conscientização e valorização cultural e, conseqüentemente, a se satisfazerem com o saber.

Na educação científica e tecnológica, cada vez mais se reconhece e se valoriza a influência dos aspectos afetivos/motivacionais no processo de aprendizagem, bem como, seu papel para a compreensão relativa à satisfação dos estudantes com os significados e sentidos por eles construídos (ALSOP, 2005; CUSTÓDIO, 2007; CUSTÓDIO; PIETROCOLA; DE SOUZA CRUZ, 2013; CUSTÓDIO; DE SOUZA CRUZ; PIETROCOLA, 2011; PIETROCOLA; 2001; VILLANI; CABRAL, 1997; entre outros). Os resultados das pesquisas nesta linha apontam para a necessária busca da ampliação e do aprofundamento da

apreciação adequada das conexões entre componentes afetivos/motivacionais e cognitivos no processo de construção dos conhecimentos, no contexto de sala de aula (CUSTÓDIO; PIETROCOLA; DE SOUZA CRUZ, 2013). Neste sentido, a leitura e o encaminhamento que foi dado durante este estudo à motivação, em particular, ao que se refere à promoção da motivação autodeterminada dos estudantes mediante ações de ensino por investigação, contribui para a ampliação da compreensão destas dimensões (cognitiva e afetiva/motivacional) no processo de ensino-aprendizagem da Física.

As AD possibilitaram uma importante cooperação entre professor e alunos, fortalecendo o processo de valorização e construção de conhecimento por parte deles. Conforme enfocamos ao longo deste trabalho, a satisfação dos estudantes com o saber construído carece do sentimento de autonomia. Esta carência foi significativamente suprida por meio do desenvolvimento das AD, fundamentadas no ensino por investigação e numa dinâmica de sala de aula apoiada na ideia de *ajuda para apropriação do conhecimento*. Julgamos, portanto, que ensinar o que deve ser construído passa também pela satisfação da autonomia dos estudantes.

Por fim, o conjunto de resultados e análises apontadas ao longo do texto permite sustentar que o ensino por investigação, da forma como foi concebido e utilizado para orientar a preparação e o desenvolvimento das AD, se apresenta como uma perspectiva didático-pedagógica apropriada para construção do conhecimento escolar nas aulas de física, bem como, para a promoção da motivação autônoma dos estudantes para aprender Física. Mas também, apontam para esclarecimentos e aprofundamentos necessários. Com isso, esperamos que este trabalho, para além dos produtos (AD, EMADF, EMISA e Roteiros das Entrevistas) e resultados deixados, possa incentivar e fomentar a proposição de novos estudos que venham dialogar com e complementar as considerações decorrentes desta pesquisa.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABD-EL-KHALICK, F. et al. Inquiry in Science Education: international perspectives. **Science Education**, v. 88, n. 3, p. 397-419, 2004.
- ADORNO, T. W. **Educação e Emancipação**. Trad. Wolfgang Leo Maar. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1995. 190 p.
- AGUIAR Jr., O. O papel do construtivismo na pesquisa em ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 3, n. 2, p. 107-120, 1998.
- AINLEY, M.; HIDI, S.; BERNDORFF, D. Interest, learning, and the psychological processes that mediate their relationship. **Journal of Educational Psychology**, v. 94, p. 545-561, 2002.
- ALSOP, S. (Ed.). **Beyond cartesian dualism: encountering affect in the teaching and learning of science**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2005. 199 p.
- ALVES FILHO, J. P. **Atividades experimentais: do método a prática construtiva**. Florianópolis: UFSC, 2000. (Tese de Doutorado).
- ALVES-MAZZOTTI, A. J.; GEWANDSZNAJDER, F. **O Método Nas Ciências Naturais e Sociais: Pesquisa Quantitativa e Qualitativa**. São Paulo: Pioneira, 1998.
- ANDRADE, G. T. B. Percursos Históricos de Ensinar Ciências Através de Atividades Investigativas. **Revista Ensaio**, v. 13, n. 01, p. 121-138, 2011.
- ANGOTTI, J. A. P.; AUTH, M. A. Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.15-27, 2001.
- ARANHA, M. L. A.; MARTINS, M. H. P. **Filosofando: introdução à Filosofia**. São Paulo: Moderna, 2003.
- ARRUDA, P.; et al. (Re)Afirmando, (re)negociando e (re)criando relações no ambiente escolar: a influência do contrato didático no ensino de matemática. In: **Rev. PEC**, Curitiba, v. 3, n. 1, p. 19-30, 2003.
- ASSOR, A.; KAPLAN, H.; ROHT, G. Choice is Good, but Relevance is Excellent: autonomy-enhancing and suppressing teacher behaviours predicting students' engagement in schoolwork. **British Journal of Education Psychology**, v. 72, p. 261-278, 2002.

AULER, D. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no Contexto da Formação de Professores de Ciência**. Florianópolis: CED/UFSC, 2002. (Tese de Doutorado).

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por Investigação: problematizando as atividades em sala de Aula. In: CARVALHO, A. M. P. de (org.). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. 2ª reimp. (1ª ed. 2004), São Paulo: Cengage Learning, 2009. p. 19-33.

BACHELARD, G. **A Formação do Espírito Científico**. 1ª ed. (7ª imp.), Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BALLENILLA, F. **Enseñar Investigando: cómo formar profesores desde la práctica?** 3ª. ed. Sevilla: Díada, 1999. (Serie Practica, n.12. Coleção Investigación y Enseñanza).

BANET, E.; NÚÑEZ, F. Teaching and learning about human nutrition: A constructivist approach. **International Journal of Science Education**, v. 19, p. 1169–1194, 1997.

BAPTISTA, M. N.; CAMPOS, D. C. (Orgs.). **Metodologias de pesquisa em ciências: análises quantitativa e qualitativa**. Reimpressão. Rio de Janeiro: LTC, 2010. 299 p.

BAPTISTA, M. N.; MORAIS, P. R. Delineamento Experimental. In: BAPTISTA, M. N.; CAMPOS, D. C. (Org.). **Metodologias de pesquisa em ciências: análises quantitativa e qualitativa**. Reimpressão. Rio de Janeiro: LTC, 2010. p. 122-138.

BARAM-TSABARI, A.; YARDEN, A. Characterizing children's spontaneous interests in science and technology. **International Journal of Science Education**, v. 27, n. 7, p. 803-826, 2005.

BARROW, L. H. A Brief History of Inquiry: From Dewey to Standards. **Journal of Science Teacher Education**, v. 17, n. 3, p. 265-278, 2006.

BASTOS, F. Construtivismo e Ensino de Ciências. In: NARDI, R. (Org.). **Questões atuais no ensino de ciências**. São Paulo: Escrituras, 2002.

BAUMEISTER, R. F.; LEARY, M. R. The need to belong: desire for interpersonal attachments as a fundamental human motivation. **Psychological Bulletin**, v. 117, n. 3, p. 497-529, 1995.

BAVISKAR, S. N.; HARTLE, R. T.; WHITNEY, T. Essential criteria to characterize constructivist teaching: derived from a review of the literature and applied to five constructivist-teaching method articles.

**International Journal of Science Education**, v. 31, n. 4, p. 541-550, 2009.

BLACK, A. E.; DECI, E. L. The effects of instructors' autonomy support and students' autonomous motivation on learning organic chemistry: A self-determination theory perspective. **Science Education**, v. 84, p. 740-756, 2000.

BLANK, L. M. A metacognitive learning cycle: a better warranty for student understanding? **Science Education**, v. 84, p. 486-506, 2000.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994. (n. 12 - Coleção Ciências da Educação).

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

BORUCHOVITCH E.; BZUNECK, J. A. Motivação para Aprender no Brasil: estado da arte e caminhos futuros. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A.; GUIMARÃES, S. E. R. (Orgs.). **Motivação para Aprender: aplicações no contexto educativo**. Petrópolis-RJ: Vozes, 2010. p. 231-354.

BORUCHOVITCH, E. Dificuldades de aprendizagem, problemas motivacionais e estratégias de aprendizagem. In: SISTO, F. F et al. (Orgs.). **Dificuldades de aprendizagem no contexto psicopedagógico**. 5ª ed. Petrópolis/RJ: Vozes, 2007. p. 40-59.

BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A.; GUIMARÃES, S. E. R. (Orgs.). **Motivação para Aprender: aplicações no contexto educativo**. Petrópolis/RJ: Vozes, 2010. 254 p.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2000.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: Ministério da Educação, 2006. (Orientações curriculares para o ensino médio, volume 2).

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

\_\_\_\_\_. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**, Lei nº 9.394, de 20/12/1996.

BROC, M. A. Motivación y rendimiento académico en alumnos de educación secundaria obligatoria y bachillerato LOGSE. **Revista de Educación**, v. 340, p. 379-414, 2006.

BROC, M. A.; GIL, C. Predicción del rendimiento académico en alumnos de ESO y Bachillerato mediante el Inventario Clínico para Adolescentes de Millon (escala MACI). **Anales de Psicología**, v. 24, n. 1, p. 158-167, 2008.

BROPHY, J. Synthesis of Research on Strategies for Motivating Students to Learn. **Educational Leadership**, v. 44 (outubro), p. 40-48, 1987.

BROUSSEAU, G. Fondement et Méthodes de la Didactique des Mathématiques. **Recherches en Didactique des Mathématiques**. Éditions: La Pensée Sauvage, v. 7, n. 2, p. 33-115, 1986.

BZUNECK, J. A. A motivação do aluno: aspectos introdutórios. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. (Orgs.). **A Motivação do Aluno**: contribuições da psicologia contemporânea. 4a. Ed., Petrópolis/RJ: Vozes, 2009. p. 9-36.

BZUNECK, J. A.; GUIMARÃES, S. E. R.. A promoção da autonomia como estratégia motivacional na escola: uma análise teórica e empírica. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A.; GUIMARÃES, S. E. R. (Orgs.). **Motivação para Aprender**: aplicações no contexto educativo. Petrópolis/RJ: Vozes, 2010. p. 43-70.

CAÑAL, P. et al. **Investigar en La Escuela**: elementos para una enseñanza alternativa. 1ª. ed. Sevilla/ES: DÍADA, 1997. 342 p. (Série Fundamentos, n. 7. Colección Investigación y Enseñanza).

CAÑAL, P. Un marco curricular en el modelo de investigación en la escuela. In: CAÑAL, P. et al. **Investigar en La Escuela**: elementos para una enseñanza alternativa. 1ª. ed. Sevilla/ES: DÍADA, 1997. p. 13-38. (Série Fundamentos, n. 7. Colección Investigación y Enseñanza).

CARVALHO, A. M. P. As Práticas Experimentais no Ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P. et al. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. p. 53-78. (Coleção Idéias em Ação).

\_\_\_\_\_. O Ensino de ciências e a proposição de seqüências de ensino investigativas. CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.

\_\_\_\_\_. **O ensino de Física na Grande São Paulo: Estudo Sobre um Processo de Transformação.** São Paulo: USP, 1972. (Tese de Doutorado).

CHALMERS, A. F. **¿Qué Es Esa Cosa Llamada Ciencia?** 3ª ed. (14ª reimp., revisada e ampliada), Madri/ES: Siglo, 2000.

CHINN, C. A.; MALHOTRA, B. A. Epistemologically authentic inquiry schools: a theoretical framework for evaluating inquiry tasks. **Science Education**, v. 86, n. 2, p. 175-218, 2002.

CLARK, M. S.; MILLS, J.; POWELL, M. C. Keeping track of needs in communal relationships. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 37, p. 12-24, 1986.

CLEMENT, L. et al. Motivação Autônoma de Estudantes de Física: Evidências de Validade de uma Escala. **Psicologia Escolar e Educacional** (No Prelo).

CLEMENT, L. **Resolução de Problemas e o Ensino de Procedimentos e Atitudes em Aulas de Física.** Santa Maria/RS: UFSM, 2004. (Dissertação de Mestrado).

CLEMENT, L.; CUSTÓDIO, J. F.; ALVES FILHO, J. P. A Qualidade da Motivação em Estudantes de Física do Ensino Médio. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias** (No Prelo).

CLEMENT, L.; PERINI, L. Exercícios/Problemas em Livros Didáticos de Física do Ensino Médio: forma de apresentação e proposição. In: VI Encontro Nacional de Educação em Ciências. **Anais do VI ENPEC**, Florianópolis: ABRAPEC, 2007.

CLEMENT, L.; TERRAZZAN, E. A. Atividades Didáticas de Resolução de Problemas e o Ensino de Conteúdos Procedimentais. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, v. 6, n. 1, p. 87-101, 2011.

\_\_\_\_\_. Resolução de Problemas de Lápis e Papel numa Abordagem Investigativa. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 7, n. 2, p. 98-116, 2012.

COLL et al. (Orgs.). **O Construtivismo na sala de aula.** 6ª ed., São Paulo: Ática, 2009. p. 221.

COLL, C. Construtivismo e Intervenção Educativa: como ensinar o que deverá ser construído? In: BARBERÀ, E. et al. (Orgs.). **O Construtivismo na Prática.** Porto Alegre: Artmed, 2004.

COLL, C.; VALLS, E. A aprendizagem e o ensino de procedimentos. In: COLL, C. et al. **Os conteúdos na Reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000. p. 73-118.

CORDOVA, D. I.; LEPPER, M. R. Intrinsic Motivation and the Process of Learning: Beneficial Effects of Contextualization, Personalization, and Choice. **Journal of Educational Psychology**, v.88, n. 4, p. 715-730, 1996.

CUPANI, A. Compreendendo Melhor a Racionalidade da Ciência. In: PIETROCOLA, M.; FREIRE Jr., O. (Orgs.). **Filosofia, Ciência e História: uma homenagem aos 40 anos de colaboração de Michel Paty com o Brasil**. São Paulo: Discurso Editorial, 2005. p. 65-85.

CUSTÓDIO, J. F. et al. Práticas didáticas construtivistas: critérios de análise e caracterização. **Tecné, Episteme y Didaxis – TED**, v. 33, n.1, p. 11-35, 2013.

CUSTÓDIO, J. F. **Explicando explicações na educação científica: domínio cognitivo, status afetivo e sentimento de entendimento**. Florianópolis/SC: UFSC, 2007. (Tese de Doutorado).

CUSTÓDIO, J. F.; DE SOUZA CRUZ, F.; PIETROCOLA, M. Explicações Científicas, Explicações Escolares e Entendimento. **Alexandria**, v. 4, n. 2, p. 179-204, 2011.

CUSTÓDIO, J. F.; PIETROCOLA, M.; DE SOUZA CRUZ, F. Experiências emocionais de estudantes de graduação como motivação para se tornarem professores de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, p. 25-57, 2013.

DE CHARMS, R. **Personal causation**. New York: Academic, 1968.

DEBOER, G. E. Historical Perspectives on Inquiry Teaching in Schools. In: FLICK, L.B.; LEDERMAN, N. G. (Editores). **Scientific Inquiry and Nature of Science: implications for teaching, learning and teacher education**. Norwell: Kluwer Academic Publishen, 2006. p. 17-35.

DECI, E. L, et al. Effects of performance standards on teaching styles: Behavior of Controlling Teachers. **Journal of Educational Psychology**, v. 74, p. 852-859, 1982.

DECI, E. L. Effects of externally mediated rewards on intrinsic motivation. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 18, p. 105-115, 1971.

DECI, E. L., et al. An instrument to assess adults' orientation toward control versus autonomy with children: Reflections on intrinsic motivation and perceived competence. **Journal of Educational Psychology**, v. 73, p. 642-650, 1981.

DECI, E. L., et al. Motivation in education: the self-determination perspective. **Educational Psychologist**, v. 26, n. 3/4, p. 325-346, 1991.

DECI, E. L.; RYAN, R. M. **Intrinsic motivation and self-determination in human behavior**. New York. Plenum Press, 1985.

DECI, E. L.; VANSTEENKISTE, M. Self-determination theory and basic need satisfaction: Understanding human development in positive psychology. **Ricerche di Psicologia**, v. 27, p. 17-34, 2004.

DECI, E. L.; RYAN, R. M. A Motivational Approach to Self: Integration in Personality. In: DIENSTBIER, R. (ed.). **Nebraska Symposium on Motivation: Perspectives on Motivation**. Lincoln: university of Nebraska Press, v. 38, p. 237-288, 1990.

\_\_\_\_\_. The “What” and “Why” of Goal Pursuits: human needs and the Self-Determination of Behavior. **Psychological Inquiry**, v. 11, n. 4, p. 227-268, 2000.

DELIZOICOV, D. Problemas e Problematizações. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: fundamentos e métodos**. Colaboração de Antônio Fernando Gouvêa da Silva, 3ª. Ed., São Paulo: Cortez, 2009.

DRIVER, D.; EASLEY, J. Pupils and paradigms: a review of literature related to concept development in adolescent science students. **Studies in Science Education**, v.5, n. 1, p. 61-84, 1978.

DRIVER, R. Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p. 109-120, 1988.

DRIVER, R.; OLDHAM, V. A constructivist approach to curriculum development in science. **Studies in Science Education**, v. 13, p. 105–122, 1986.

DUSCHL, R. The high school laboratory experience: reconsidering the role of evidence, explanation and language of Science. **Paper commissioned by the National Research Council on the Role of the Laboratory in High School Science**, 2005.

<[http://www7.nationalacademies.org/bose/RDuschl\\_comissioned\\_paper\\_71204\\_HSLabs\\_Mtg.pdf](http://www7.nationalacademies.org/bose/RDuschl_comissioned_paper_71204_HSLabs_Mtg.pdf)>. (Acesso em julho de 2012).

ECCLES, J. S.; WIGFIELD, R. M. Motivational beliefs, values, and goals: learning and performance in educational settings. **Annual Review of Psychology**, v. 53, p. 109-132, 2002.

FERNANDES, F.; LUFT, C. P.; MARQUES GUIMARÃES, F. **Dicionário Brasileiro Globo**, 43<sup>a</sup> ed., São Paulo: Globo, 1996.

FERREIRA, G. K.; CLEMENT, L.; PERINI, L. Exercícios/problemas em Manuais Didáticos: uma análise quanto à natureza das situações abordadas. In: XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física. **Anais do XVIII SNEF**, Vitória/ES: SBF, 2009.

FLINK, C.; BOGGIANO, A. K.; BARRETT, M. Controlling Teaching Strategies: Undermining Children's Self-Determination and Performance. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 59, n. 5, p. 916-924, 1990.

FLOR, J. I. **Recursos para la investigación en el aula**. 2<sup>a</sup> ed., Sevilla/ES: DÍADA, 1996. 82 p. (Série Practica, n. 8. Colección Investigación y Enseñanza).

FOSNOT, C. T. **Construtivismo**: teorias, perspectivas e prática pedagógica. Porto Alegre: Artmed, 1998.

FOUREZ, G. A **Construção das Ciências**: introdução à filosofia e ética das ciências. Tradução de Luiz Paulo Rouanet, São Paulo: Editora UNESP, 1995.

\_\_\_\_\_. **Alfabetización Científica y Tecnológica: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias**. Tradução de Elsa Gómez de Sarría. Buenos Aires/ARG: Ediciones Colihue, 1994.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996. (Impresso no Brasil, 2010 - 41<sup>a</sup>. Reimpressão, Coleção Leitura).

FUKE, L. F.; YAMAMOTO, K. **Física para Ensino Médio**. Vol. 3, Eletricidade e Física Moderna. São Paulo: Saraiva, 2010.

GALIAZZI, M. C. Algumas faces do construtivismo, algumas críticas. In: MORAES, R. (Org.). **Construtivismo e ensino de ciências**: reflexões epistemológicas e metodológicas. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000.



- GARCÍA, E. J. **Hacia una teoría alternativa sobre los contenidos escolares**. 1ª. ed. Sevilla/ES: DÍADA, 1998. 221 p. (Série Fundamentos, n. 8. Colección Investigación y Enseñanza).
- GARCÍA, E. J.; GARCÍA, F. F. **Aprender investigando: una propuesta metodológica basada en la investigación**. 7ª. ed. Sevilla/ES: DÍADA, 2000. 93 p. (Série Practica, n. 2. Colección Investigación y Enseñanza).
- GARRET, R. M. Resolver problemas en la enseñanza de las ciencias. **Alambique**, Barcelona: Graó, n. 5, p. 6-15, 1995.
- GARRISON, J. W. Toward a Pragmatic Social Constructivism. In: LAROCHELLE, M.; BEDNARZ, N.; GARRISON, J. (Orgs.). **Constructivism and Education**. Cambridge, USA: Cambridge University Press, 1998. p. 43-60.
- GASPAR, A. **Física: eletromagnetismo e física moderna**. v. 3, São Paulo: Editora Ática, 2000.
- GEHLEN, S. T. **A função do problema no processo ensino-aprendizagem de ciências : contribuições de Freire e Vygotsky**. Florianópolis: PPGECT/UFSC, 2009. (Tese de Doutorado).
- GEHLEN, S. T.; DELIZOICOV, D. A Dimensão Epistemológica da Noção de Problema na Obra de Vygotsky: implicações no ensino de ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 1, p. 59-79, 2012.
- \_\_\_\_\_. A função do problema na Educação em Ciências: estudos baseados na perspectiva vygotskyana. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 3, p. 123-144, 2011.
- GIL PÉREZ, D. et al. Defending constructivism in science education. **Science & Education**, v. 11, p. 557-571, 2002.
- GIL PÉREZ, D. et al. Questionando a didática de resolução de problemas: elaboração de um modelo alternativo. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis: UFSC, v. 9, n. 1, p. 07-19, 1992.
- GIL PÉREZ, D.; MARTÍNEZ TORREGROSA, J. **La Resolución de Problemas de Física: una didáctica alternativa**. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia: ed. Vicens-vives, 1987.
- GILBERT, J. K.; WATTS, M. Concepts, misconceptions and alternative conceptions: changing perspectives in science education. **Studies in Science Education**, v.10, n. 1, p. 61-98, 1983.

GLASERFELD, E. V. Constructivism in Education. In: Husen, T.; Postlethwaite, T. N. (Orgs.), **The International Encyclopedia of Education**, Supplement 1. Oxford, New York: Pergamon Press, 1989. p. 162-163.

GLASSON, G. E.; LALIK, R. V. Reinterpreting the learning cycle from a social constructivist perspective: a qualitative study of teachers' beliefs and practices. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 30, p. 187-207, 1993.

GOTTFRIED, A. E.; FLEMING, J. M.; GOTTFRIED, A. W. Continuity of academic intrinsic motivation from childhood through late adolescence: a longitudinal study. **Journal of Educational Psychology**, v. 93 n. 1, p. 3-13, 2001.

GOYA, A.; BZUNECK, J. A.; GUIMARÃES, S. E. R. Crenças de Eficácia de Professores e Motivação de Adolescentes para Aprender Física. **Psicologia Escolar e Educacional**, v. 12, n. 2, p. 51-67, 2008.

GUILLÉN, G. V. **Tratado de Epistemologia**: fenomenología de la ciência, la tecnologia e la investigación social. Bogotá/COL: Sociedad de San Pablo, 2006.

GUIMARÃES, S. E. R. Motivação intrínseca, extrínseca e o uso de recompensas em sala de aula. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. (Orgs.). **A Motivação do Aluno**: contribuições da psicologia contemporânea. 4ª Ed., Petrópolis/RJ: Vozes, 2009. p. 37-57.

GUIMARÃES, S. E. R.; BORUCHOVITCH, E. O Estilo Motivacional do Professor e a Motivação Intrínseca dos Estudantes: uma perspectiva da teoria da autodeterminação. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 17, n. 2, p.143-150, 2004.

GUIMARÃES, S. E. R.; BZUNECK, J. A. Propriedades psicométricas de um instrumento para avaliação da motivação de universitários. **Ciências & Cognição**, v. 13, n. 1, p. 101-113, 2008.

GUIMARÃES, S. E. R.; BZUNECK, J.; BORUCHOVITCH, E. Instrumentos brasileiros de avaliação da motivação no contexto escolar: uma análise teórica e empírica. In: BORUCHOVITCH, E.; BZUNECK, J. A. (Orgs.). **A Motivação do Aluno**: contribuições da psicologia contemporânea. 4ª Ed., Petrópolis/RJ: Vozes, 2009. p. 71-96.

HARDY, M. D.; TAYLOR, P. C. Von Glasersfeld's radical constructivism: a critical review. **Science & Education**, v. 6, n. 1/2, p. 135-150, 1997.

- HARTER, S. A new self-report scale of intrinsic versus extrinsic orientation in the classroom: Motivational and informational components. **Developmental Psychology**, v. 17 n. 3, p. 300-312, 1981.
- HEIDER, F. **The psychology of interpersonal relations**. New York: Wiley, 1958.
- HIDI, S. Interest and its contribution as a mental resource for learning. **Review of Educational Research**, v. 60, p. 549–571, 1990.
- IZARD, C. E. Four systems for emotion activation: cognitive and noncognitive development. **Psychological Review**, v. 99, p. 561-565.
- KATZ, I.; ASSOR, A. When Choice Motivates and When It Does Not. **Educational Psychology Review**. v.19, p.429–442, 2007.
- KLINE, P. **An Easy Guide to Factor Analysis**. New York: Routledge, 1994.
- KNELLER, G. F. **A Ciência como Atividade Humana**. Tradução de Antonio José de Souza. Rio de Janeiro: Zahar, São Paulo: EDUSP, 1980.
- KOH, J. H. L.; FRICK, T. W. Implementing Autonomy Support: Insights from a Montessori Classroom. **International Journal of Education**, v. 2, n. 2, p. 1-15, 2010.
- KRAPP, A. Basic needs and the development of interest and intrinsic motivational orientations. **Learning and Instruction**, v. 15, p. 381-395, 2005.
- KRAPP, A.; PRENZEL, M. Research on interest in science: theories, methods, and findings. **International Journal of Science Education**, v. 33, n. 1, p. 27-50, 2011.
- KUHN, T. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 9ª ed., São Paulo: Perspectiva, 2009.
- LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. M. Reflexões críticas sobre as estratégias instrucionais construtivistas na educação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 4, p. 477-488, 2002.
- LABURÚ, C. E.; CARVALHO, M.; BATISTA, I. L. Controvérsias Construtivistas. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 18, n. 2, p. 152-181, 2001.
- LABURÚ, C. E.; et al. Analisando uma situação de aula de termodinâmica com o auxílio de vídeo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22 n. 1, p.100-105, 2000.

LAROCHELLE, M.; BEDNARZ, M.; GARRISON, J. (Orgs.). **Constructivism and Education**. New York: Cambridge University Press, 1998.

LAUDAN, L. **O Progresso e seus Problemas: rumo a uma teoria do crescimento científico**. 1ª ed., Tradução de Roberto Leal Ferreira. São Paulo: Editora UNESP, 2011. 352 p.

LEMKE, J. L. Articulating communities: sociocultural perspectives on science education. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 38, p. 296–316, 2001.

LEPPER, M. R., CORPUS, J. H.; IYENGAR, S. Intrinsic and extrinsic motivation in the classroom: Age differences and academic correlates. **Journal of Educational Psychology**, v. 97, n. 2, p. 184-196, 2005.

LEPPER, M. R.; HODELL, M. Intrinsic motivation in the classroom. **Research on motivation in education**, v. 3, p. 73-105, 1989.

LEVESQUE, C. et al. Autonomy and Competence in German and American University Students: A Comparative Study Based on Self-Determination Theory. **Journal of Educational Psychology**, v. 96, n. 1, p. 68–84, 2004.

MACHADO et al. Estilos Motivacionais de Professores: preferência por controle ou por autonomia. **Psicologia: Ciência e Profissão**, v. 32, n. 1, p. 188-201, 2012.

MAEHR, M. L.; MEYER, H. A. Understanding Motivation and Schooling: where we've been, where we are, and where we need to go. **Educational Psychology Review**, v. 9, n. 4, p. 371-409, 1997.

MALDANER, O. A. Situações de Estudo no Ensino Médio: nova compreensão de educação básica. In: Nardi, R. (org.). **Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: alguns recortes**. São Paulo: Escrituras, 2007. p. 237-253.

MARÍN, N.; BENARROCH, A.; JIMÉNEZ GÓMEZ, E. What is the relationship between social constructivism and Piagetian constructivism? An analysis of the characteristics of the ideas within both theories. **International Journal of Science Education**, v. 22, p. 225–238, 2000.

MARTINELLI, S. C.; BARTHOLOMEU, D. Escala de Motivação Acadêmica: uma medida de motivação extrínseca e intrínseca. **Avaliação Psicológica**, v. 6, n. 1, p. 21-31, 2007.

- MATTHEWS, M. Construtivismo e o ensino de ciências: uma avaliação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 17, n. 3, p. 270-294, 2000.
- \_\_\_\_\_. Problems with piagetian constructivism. **Science & Education**, v. 6, n. 1/2, p. 105-119, 1997.
- MEIRIEU, P. **Aprender... Sim, mas como?** Porto Alegre: Artmed, 1997.
- \_\_\_\_\_. A Pedagogia entre o Dizer e o Fazer: a coragem de começar. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- MENEGAT, T. M. C.; CLEMENT, L.; TERRAZZAN, E. A. Textos de divulgação científica em aulas de física: uma abordagem investigativa. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. **Anais do VI ENPEC**, Florianópolis: ABRAPEC, 2007.
- MILLS, J.; CLARK, M. S. Communal and exchange relationships. **Review of Personality and Social Psychology**, v. 3, p. 121-144, 1982.
- MOREIRA, M. A. E NOVAK, J. D. Investigación en la enseñanza de las ciencias en la Universidad de Cornell: esquemas teóricos, cuestiones centrales y abordes metodológicos. **Enseñanza de las ciencias**, v. 6, n. 1, p. 3-18, 1988.
- MOREIRA, M. A.; MASSONI, N. T. **Epistemologias do Século XX**: Popper, Kuhn, Lakatos, Laudan, Bachelard, Toulmin, Feyerabend, Maturana, Bohm, Bunge, Prigogine, Mayr. São Paulo: E.P.U., 2011.
- MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.
- MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo?. **Revista Ensaio**, v. 9, n. 1, 2007.
- MURPHY, P. K.; ALEXANDER, P. A. A Motivated Exploration of Motivation Terminology, **Contemporary Educational Psychology**, v. 25, p. 3-53, 2000.
- NASCIMENTO, T. B.; CLEMENT, L.; TERRAZZAN, E. A. Uma Análise dos Exercícios/Questões/Problemas Presentes em Livros Didáticos de Física do Ensino Médio. In: Salão de Iniciação Científica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **Atas do XV Salão de Iniciação Científica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul** (CD-ROM), Porto Alegre: UFRGS, 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Inquiry and the National Science Education Standards: a guide for teaching and learning**. 10<sup>th</sup> Printing, Washington, DC: National Academy Press, 2008. 202 p.

\_\_\_\_\_. **National Science Education Standards**. Washington, DC: National Academy Press, 1996.

NEVES, E. R. C.; BORUCHOVITCH, E. Escala de Avaliação para Aprender de Alunos do Ensino Fundamental (EMA). **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v. 20, n. 3, p. 406-413, 2006.

NIAZ, M. et al. Constructivism: defense or a continual critical appraisal? A response to Gil-Pérez et al. **Science & Education**, v. 12, p. 787-797, 2003.

NIEMIEC, C. P.; RYAN, R. M. Autonomy, competence, and relatedness in the classroom: applying self-determination theory to educational practice. **Theory and Research in Education**, v. 7 n. 2, p. 133-144, 2009.

NOT, L. **Ensinando a aprender: elementos de psicodidática geral**. Tradução de Carmem Sylvia Guedes e Cláudia Signorini. São Paulo: Summus, 1993.

NOVAK, J. D. Constructivismo humano: un consenso emergente. **Enseñanza de las ciencias**, v. 6, n. 3, p. 213-223, 1988.

NUSSBAUM, J.; NOVICK, S. Alternative frameworks, conceptual conflict and accommodation: toward a principled teaching strategy. **Instructional Science**, v. 11, p. 183-200, 1982.

OGBORN, J. Constructivism metaphors of learning science. **Science & Education**, v.6, n. 1/2, p. 121-133, 1997.

OLIVEIRA, M. K. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento – um processo sócio-histórico**. São Paulo: Scipione, 1997. (Série: Pensamento e Ação no magistério).

ONRUBIA, J. Ensinar: criar zonas de desenvolvimento proximal e nelas intervir. In C. Coll et al. (Orgs.). **O Construtivismo na sala de aula**. 6<sup>a</sup> ed., São Paulo: Ática, 2009. p. 123-152.

OSBORNE, J.; COLLINS, S. Pupils' view of the role and value of the science curriculum: a focus-group study. **International Journal of Science Education**, v. 23, n. 5, p. 441-467, 2001.

- OSTERMAN, K. F. Students' need for belonging in the school community. **Review of Educational Research**, v. 70, n. 3, p. 323-367, 2000.
- PALMER, D. A Motivational View of Constructivist-informed Teaching. **International Journal of Science Education**, v. 27, n. 15, p. 1853-1881, 2005.
- PARELLADA, I. L. **O Uso do Computador Como Estratégia Educacional: relações com a motivação e aprendizado de alunos do ensino fundamental**. Londrina/PR: UEL, 2009. (Dissertação de Mestrado).
- PARK, H.; KHAN, S.; PETRINA, S. ICT in science education: a quasiexperimental study of achievement, attitudes toward science, and career aspirations of Korean middle school students. **International Journal of Science Education**, v. 31, n. 8, p. 993-1012, 2009.
- PARKER, L. E.; LEPPER, M. R. Effects of fantasy contexts on children's learning and motivation: making learning more fun. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 62, p. 625-633, 1992.
- PASQUALI, L. **Psicometria: Teoria e Aplicações**. Brasília: Ed. da Universidade de Brasília, 1997.
- PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a resolução de problemas no ensino da física. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis: UFSC, v. 14 n. 3, p. 229-253, 1997.
- PERINI, L.; FERREIRA, G. K.; CLEMENT, L. Projeto de Ensino PSSC: uma análise dos exercícios/problemas. In: XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física. **Anais do XVIII SNEF**, Vitória/ES: SBF, 2009.
- PERRENOUD, P. **Transférer ou Mobiliser ses Connaissances? D'une métaphore l'autre**: implications sociologiques et pédagogiques. Faculté de Psychologie et des Sciences de l'Éducation. Genève, 1999. Disponível em: <[http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php\\_main/Textes\\_1999.html](http://www.unige.ch/fapse/SSE/teachers/perrenoud/php_main/Textes_1999.html)>. (Acessado em agosto de 2009).
- PESA, M. A.; OSTERMANN, F. La ciencia como actividad de resolución de problemas: la epistemología de Larry Laudan y algunos aportes para las investigaciones educativas en ciencias. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 1, p. 84-99, 2002.
- PHILLIPS, D. C. The good, the bad, and the ugly: the many faces of constructivism. **Educational Researcher**, v. 24, p. 5-12, 1995.

PIETROCOLA, M. Construção e realidade: o papel do conhecimento físico no entendimento do mundo. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa abordagem integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001, p. 9-32.

\_\_\_\_\_. Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 3, p. 213-227, 1999.

PIMENTA, S. G.; GHEDIN, E.; FRANCO, M. A. S. **Pesquisa em Educação**: alternativas investigativas com objetos complexos. São Paulo: Edições Loyola, 2006.

PINTRICH, P. R. A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts. **Journal of Educational Psychology**, n. 95, p. 667-686, 2003.

PINTRICH, P. R.; SCHUNK, D. H. **Motivation in education**: theory, research, and applications. 2a. ed. Upper Saddle River, NJ: Merrill, 2002. 460 p.

POPPER, K. **Conjecturas e Refutações**. Coimbra: Almedina, 2003.

\_\_\_\_\_. **Lógica das Ciências Sociais**. Tradução de Estevão de Rezende Martins. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 3ª. ed., 2004. <<http://www.scribd.com/doc/6982498/Karl-Popper-A-Logica-Das-Ciencias-Sociais>> (Acessado em Setembro de 2010).

PÓRLAN, R. **Constructivismo y Escuela**: hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en la investigación. 7ª. ed. Sevilla: Díada, 2004. (Serie Fundamentos, n. 4. Coleção Investigación y Enseñanza).

PÓRLAN, R.; GARCÍA, J. E.; CAÑAL, P. (Orgs.). **Constructivismo y Enseñanza de las Ciencias**. 6ª. ed. Sevilla: Díada, 2000. (Serie Fundamentos, n. 2. Coleção Investigación y Enseñanza).

POSNER, G. Accomodation of a conception: toward a theory of conceptual change. **Science Education**, Warwick, v. 66, n. 2, p. 211-227, 1982.

POZO, J. I. (Org.). **A solução de Problemas**: Aprender a resolver, resolver para aprender. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

\_\_\_\_\_. A aprendizagem e o ensino de fatos e conceitos. In: COLL, C. et al. **Os conteúdos na reforma**: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000. p. 17-72.



- POZO, J. I.; ANGÓN, Y. P. A solução de problemas como conteúdo procedimental da educação básica. In: POZO, J. I. (Org.). **A solução de Problemas: aprender a resolver, resolver para aprender**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998. p. 139-165.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **Aprender y Enseñar Ciencia**. Madri/ES: Editora Morata, 1998.
- POZO, J. I.; POSTIGO, Y.; CRESPO, M. Á. G. Aprendizaje de estrategias para la solución de problemas en ciencias. **Alambique**, Barcelona: Graó, n. 5, p. 16-26, 1995.
- PRO BUENO, A. Cómo pueden secuenciarse contenidos procedimentales? In: **Alambique**, n. 14, p. 49-59, 1997.
- \_\_\_\_\_. Reflexiones para la selección de contenidos procedimentales en ciencias. In: **Alambique**, n. 6, p. 77-87, 1995.
- \_\_\_\_\_. Se pueden enseñar contenidos procedimentales en las clases de ciencias? In: **Enseñanza de las Ciencias**, v. 16 n. 1, p. 21-41, 1998.
- RAVED, L.; ASSARAF, O. B. Z. Attitudes towards Science Learning among 10th-Grade Students: A qualitative look. **International Journal of Science Education**, v. 33, n. 9, p. 1219-1243, 2011.
- REEVE, J. Autonomy Support as an Interpersonal Motivating Style: Is It Teachable? **Contemporary Educational Psychology**, v. 23, p. 312–330, 1998.
- \_\_\_\_\_. **Motivação e Emoção**. Tradução de Luís Antônio Fajardo Pontes e Stella Machado. 4 ed., Rio de Janeiro: LTC, 2006. 256 p.
- REEVE, J. et al. Enchancing Students' Engagement by Increasing Teachers' Autonomy Support. **Motivation and Emotion**, n. 28, p. 147-169, 2004.
- REEVE, J. NIX, G.; HAMM, D. Testing Models of the Experience of Self-Determination in Intrinsic. **Journal of Educational Psychology**, v. 95, n. 2, p. 375–392, 2003.
- REEVE, J.; BOLT, E.; Cai, Y. Autonomy-Supportive Teachers: How They Teach and Motivate Students. **Journal of Educational Psychology**, v. 91, n. 3, p. 537-548, 1999.
- REEVE, J.; JANG, H. What teachers say and do to support students' autonomy during a learning activity. **Journal of educational Psychology**, n. 98, p. 209-218, 2006.
- REEVE, J.; SICKENIUS, B. Development and validation of a brief measure of three psychological needs underlying intrinsic motivation:

the AFS scales. **Educational & Psychological Measurement**, v. 54, n. 2, p. 506-516, 1994.

REGO, T. C. **Vygotsky: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. Petrópolis: Vozes, 1995.

REIS, H. T. et al. Daily well-being: the role of autonomy, competence, and relatedness. **Personality and Social Psychology Bulletin**, v. 26, p. 419-435, 2000.

REY, B. **As Competências Transversais em Questão**. Tradução e revisão de Álvaro Manuel Marfan Lewis. Porto Alegre: Artmed, 2002. 232 p.

RICARDO, E. C. **Competências, interdisciplinaridade e contextualização: dos parâmetros curriculares nacionais a uma compreensão para o ensino das ciências**. Florianópolis: UFSC, PPGECT, 2005. (Tese de Doutorado).

\_\_\_\_\_. O Professor como Intelectual e a Formação do Pensamento Crítico no Aluno. **Educacao Unisinos (Online)**, v. 7, n.13, p. 01-13, 2003.

\_\_\_\_\_. Problematização e Contextualização no Ensino de Física. In: CARVALHO, A. M. P., et al. **Ensino de Física**. São Paulo: Cengage Learning, 2010. p. 29-51. (Coleção Idéias em Ação).

RICARDO, E. C.; et al. A perturbação do contrato didático e o gerenciamento dos paradoxos. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 2, 2003.

RODRIGUES, B. A.; BORGES, A. T. O ensino de ciências por investigação: reconstrução histórica. In: Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, XI, 2008, Curitiba. **Atas do XI EPEF**, Curitiba: SBF, 2008.

ROTH, G. et al. Assessing the experience of autonomy in new cultures and contexts. **Motivation and Emotion**, v. 30, p. 365-376, 2006.

ROTH, G. et al. Autonomous Motivation for Teaching: How Self-Determined Teaching May Lead to Self-Determined Learning. **Journal of education Psychology**, v. 99, n. 4, p. 761-774, 2007.

RUFINI, S. E.; BZUNECK, J. A.; OLIVEIRA, K. L. A Qualidade da Motivação em Estudantes do Ensino Fundamental. **Paidéia**, v. 22, n. 51, p. 53-62, 2012.

\_\_\_\_\_. Estudo de validação de uma medida de avaliação da motivação para alunos do ensino fundamental. **Psico-USF**, v. 16, n. 1, p. 1-9, 2011.

RYAN, R. M. Psychological needs and the facilitation of integrative processes. **Journal of Personality**, v. 63, p. 397-427, 1995.

RYAN, R. M.; CONNELL, J. P. Perceived locus of causality and internalization: Examining reasons for acting in two domains. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 57, p. 749-761, 1989.

RYAN, R. M.; DECI, E. L. Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions. **Contemporary Educational Psychology**, v. 25 n. 1, p.54-67, 2000a.

\_\_\_\_\_. Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. **American Psychologist**, v. 55 n. 1, p. 68-78, 2000b.

\_\_\_\_\_. Self-Regulation and the Problem of Human Autonomy: does psychology need choice, self-determination, and will? **Journal of Personality**, v. 74, n. 6, p. 1558-1586, 2006.

\_\_\_\_\_. The Darker and Brighter Sides of Human Existence: basic psychological needs as a unifying concept. **Psychological Inquiry**, v. 11, n. 4, p. 319-338, 2000c.

RYAN, R. M.; POWELSON, C. L. Autonomy and relatedness as fundamental to motivation and education. **Journal of Experimental Education**, v. 60, p. 49-66, 1991.

RYAN, R. M.; STILLER, J. The social contexts of internalization: parent and teacher influences on autonomy, motivation and learning. In: PINTRICH, P. R.; MAEHR, M. L. (Eds.). **Advances in motivation and achievement**, v. 7 (goals and self-regulatory processes), Greenwich, CT: JAI Press, 1991. p. 115-149.

RYAN, R. M.; STILLER, J.; LYNCH, J. H. Representations of relationships to teachers, parents, and friends as predictors of academic motivation and self-esteem. **Journal of Early Adolescence**, v. 14, p. 226-249, 1994.

SÁ, E. F. et al. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso especialização em ensino de ciências. In: VI Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. **Anais do VI ENPEC**, Florianópolis: ABRAPEC, 2007.

SANTOS, A. A. A. Delineamento quase-experimental. In: BAPTISTA, M. N.; CAMPOS, D. C. (Org.). **Metodologias de pesquisa em ciências: análises quantitativa e qualitativa**. Reimpressão. Rio de Janeiro: LTC, 2010. p. 139-146.

SANTOS, W. L. P. Educação científica humanista em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria**, v. 1, n.1, p. 109-131, 2008.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n 1, 2001, p. 95-112.

SARABIA, B. A aprendizagem e o ensino de atitudes. In: COLL, C. et al. **Os conteúdos na reforma: ensino e aprendizagem de conceitos, procedimentos e atitudes**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2000. p. 119-176.

SCHRAW, G.; CRIPPEN, K. J.; HARTLEY, K. Promoting Self-Regulation in Science Education: Metacognition as Part of a Broader Perspective on Learning. **Research in Science Education**, v. 36, p. 111-139, 2006.

SEGURA, D. de J.; MOLINA, A. & PEDREROS, R. I. **Actividades de investigación en la clase de ciencias**. 2ª. ed. Sevilla: Díada, 1997. (Serie Practica, n.14. Coleção Investigación y Enseñanza).

SHE, H. C. Fostering radical conceptual change through dual-situated learning model. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 41, p. 142-164, 2004.

SILVA, D. G.; PORTO, L. E. S.; TERRAZZAN, E. A. Caracterização de “Questões” de Física em Livros Didáticos de Ensino Médio. XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física. **Anais do XVII SNEF**, São Luís/MA: SBF, 2007.

SIQUEIRA, L. G. G. **Motivação para aprendizagem escolar: construção e validação de instrumento**. Campinas: PUC-Campinas, 2005. (Tese de Doutorado).

SIQUEIRA, L. G. G.; WECHSLER, S. M. Motivação para aprendizagem escolar: possibilidade de medida. **Avaliação Psicológica**, v. 5, n. 1, p. 21-31, 2006.

SOLÉ, I. Se puede enseñar lo que se há de construir?. **Cuadernos de Pedagogía**, n. 1888, p. 33-35, 1991.

SOLOMON, J. Learning about energy: how pupils think in two domains. **European Journal of Science Education**, v. 5, n. 1, p. 49-59, 1983.

- STEFANOU, C. R., et al. Supporting autonomy in the classroom: ways teachers encourage student decision making and ownership. **Educational Psychologist**, n. 39, p. 97-110, 2004.
- TAMIR, P. Work in school: an analysis of current pratic. In: WOOLBOUGH, B. (ed). **Practical Science**. Milton Keynes: Open University Press, 1991.
- TAPIA, J. A.; FITA, E. C. **A motivação em sala de aula**: o que é, como se faz. Tradução de Sandra Garcia. São Paulo: Edições Loyola, 9ª Ed., 2010. 148 p.
- TERRAZZAN, E. A. Grupo de Trabalho de Professores de Física: articulando a produção de atividades didáticas, a formação de professores e a pesquisa em educação. In: Vianna, D. M.; Peduzzi, L. O. Q.; Borges, O. N.; Nardi, R. (Orgs.). VIII EPEF. **Atas do Evento**. São Paulo: SBF, 2002.
- TERRAZZAN, E. A.; SILVA, A. A.; ZAMBON; L. B. Ensino de Física centrado na Resolução de Problemas: uma proposta baseada no uso de recursos diversos. XI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, **Anais do XI EPEF**, Curitiba: UFPR/SBF, 2008.
- TSAI, Y. et al. What Makes Lessons Interesting? The Role of Situational and Individual Factors in Three School Subjects. **Journal of Educational Psychology**, v. 100, n. 2, p. 460-472, 2008.
- VALLERAND, R. J., et al. Construction and validation of the echelle de motivation en Education (EME). **Canadian Journal of Behavioral Sciences**, n. 21, p. 323-349, 1989.
- VANSTEENKISTE, M. et al. Does extrinsic goal framing enhance extrinsic goal-oriented individuals' learning and performance? An experimental test of the match perspective versus self-determination theory. **Journal of Educational Psychology**, v. 100, n. 2, p. 387-397, 2008.
- VIENNOT, L. Spontaneous reasoning in elementary dynamics. **European Journal of Science Education**, v. 1, n. 2, p. 205-221, 1979.
- VILLANI, A; CABRAL, T. C. B. Mudança conceitual, subjetividade e psicanálise. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 1, p. 43-62, 1997.
- VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente**. São Paulo: Martins fontes, 1984.

WEINER, B. History of Motivational Research in Education. **Journal of Educational Psychology**, v. 82, n. 4, p. 616-622, 1990.

WHITE, R. W. Motivation reconsidered: the concept of competence. **Psychological Review**, v. 66, p. 297-333, 1959.

\_\_\_\_\_. Motivation reconsidered: the concept of competence. In: MUSSEM, P. H.; CONGER, J. J.; KAGAN, J. (Orgs.). **Basic and contemporary issues in developmental psychology**. New York: Harper & Row, 1975. p. 230-266.

WILLIAMS, G. C., et al. Motivation underlying career choice for internal medicine and surgery. **Social Science and Medicine**, v. 45, p. 1705-1713, 1997.

WILLIAMS, G. C.; DECI, E. L. Internalization of biopsychosocial values by medical students: A test of self-determination theory. **Journal of Personality and Social Psychology**, v. 70, p. 767-779, 1996.

WOOLNOUGH, B. **Effective science teaching**. Buckingham: Open University Press, 1994.

## APÊNDICE A

### ATIVIDADES DIDÁTICAS ELABORADAS E IMPLEMENTADAS EM SALA DE AULA

#### ATIVIDADE DIDÁTICA 1 (AD-01)

##### **Consumo de Energia Elétrica: como determinar ou prever?**

Parte a: Você já parou para pensar sobre o consumo de energia elétrica na sua casa, na escola em que estuda ou em outros locais que você frequenta? Como é feito o cálculo para se saber o valor a ser pago pela energia elétrica consumida em cada estabelecimento? Os valores a serem pagos são iguais independentemente da quantidade de energia “consumida”?

Para auxiliar na reflexão sobre estes questionamentos lhe propomos o seguinte desafio:

*Fazer uma estimativa detalhada e justificada acerca de qual o consumo mensal de energia elétrica em sua escola.*

Alguns questionamentos para orientar o trabalho:

- Para chegar ao valor do consumo mensal de energia elétrica em sua escola, quais os dados que você precisará saber?
- O valor obtido é alto ou baixo? Quais os parâmetros utilizados para afirmar que o consumo é alto ou baixo?
- Comparado ao consumo em sua casa, o valor é maior ou menor? O que você esperava? Por quê?
- Compare o valor encontrado com o valor consumido pela escola - obtenha o valor consumido na conta de energia elétrica da escola.

Parte b: a) Quais medidas poderão ser adotadas em sua escola e em sua casa para diminuir o consumo de energia elétrica sem trazer prejuízos às tarefas normalmente realizadas?

b) Compare as medidas sugeridas por seu grupo e aquelas feitas por seus colegas com as dicas fornecidas pelo Governo Federal no Manual para o Consumo Sustentável (p. 107-108, 2005). Qual a avaliação que você faz destas dicas?

## O que o consumidor pode fazer

No seu dia-a-dia, o consumidor doméstico pode adotar uma série de medidas simples, mas que no final do mês podem se converter numa boa economia de energia. Veja a seguir algumas dicas para baixar o consumo:

### Chuveiro

- O chuveiro elétrico é um dos aparelhos que mais consomem energia. O ideal é evitar seu uso em horários de maior consumo (entre 18 h e 20 h; no horário de verão, entre 19 h e 20h30).
- Quando o tempo não estiver frio, procure usar o chuveiro com a chave na posição verão (morno). O consumo é 30% menor do que na posição inverno.
- Tente limitar seus banhos em aproximadamente cinco minutos. Feche o chuveiro enquanto se ensaboa.

### Máquinas de lavar e ferro elétrico

- Se usar máquinas de lavar louças e roupas, ligue-as somente com toda a sua capacidade preenchida.
- Habitue-se a juntar a maior quantidade possível de roupas para passá-las de uma só vez.
- Se o ferro for automático, regule sua temperatura. Passe primeiro as roupas delicadas, que precisam de menos calor. No final, depois de desligá-lo, você ainda pode aproveitar o calor para passar algumas roupas leves.

### Geladeira e freezer

- De forma geral, esses equipamentos são responsáveis por cerca de 30% do consumo de uma residência. Na hora de comprar, leve em conta a eficiência energética certificada pelo selo Procel (Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica) e dê preferência aos que utilizam gases inofensivos à camada de ozônio (livres de CFCs).
- Evite a proximidade com o fogão, aquecedores ou áreas expostas ao sol; No caso de instalação entre armários e paredes, deixe um espaço mínimo de 15 cm dos lados, acima e no fundo do aparelho.
- Evite abrir a porta da geladeira em demasia ou por tempo prolongado.
- Deixe espaço entre os alimentos e guarde-os de forma que você possa encontrá-los rápida e facilmente.
- Não guarde alimentos e/ou líquidos quentes, nem recipientes sem tampa na geladeira.
- Não fresse as prateleiras com vidros ou plásticos, pois isso dificulta a circulação interna de ar.
- Faça o descongelamento do freezer periodicamente, conforme as instruções do manual, para evitar que se forme uma camada com mais de meio centímetro de espessura.
- No inverno, a temperatura interna do refrigerador não precisa ser tão baixa como no verão. Regule o termostato.
- Conserve limpas as serpentinas (as grades) que se encontram na parte de trás do aparelho e não as utilize para secar panos, roupas etc..
- Quando você se ausentar de casa por tempo prolongado, esvazie o freezer e a geladeira e deixe-os desligados.

### Lâmpadas

- Na hora de comprar, dê preferência a lâmpadas fluorescentes, compactas ou circulares, para a cozinha, área de serviço, garagem e qualquer outro lugar da casa que fique com as luzes acesas por mais de quatro horas por dia. Além de consumir menos energia, essas lâmpadas duram mais que as comuns. Não se esqueça, porém, de que essas lâmpadas contêm substâncias químicas que podem ser prejudiciais à saúde se não forem descartadas adequadamente. O melhor é entregar nos locais de venda, quando possível.



- Evite acender lâmpadas durante o dia. Aproveite melhor a iluminação natural abrindo bem as janelas, cortinas e persianas. Apague as lâmpadas dos ambientes que estiverem desocupados.
- Uma boa dica para quem vai pintar a casa é usar cores claras nos tetos e paredes – elas refletem melhor a luz, reduzindo a necessidade de luz artificial.
- Periodicamente, faça a manutenção das instalações elétricas. Fios mal encapados, desencapados e mal isolados causam fuga de corrente.

### Televisão

- Quando ninguém estiver assistindo, desligue o aparelho.
- Não durma com a televisão ligada. Mas se você se acostumou com isso, uma opção é recorrer ao timer (temporizador) para que o aparelho desligue automaticamente.

### Ar-condicionado

- Na hora da compra, escolha um modelo adequado ao tamanho do ambiente em que será utilizado. Prefira os aparelhos com controle automático de temperatura e dê preferência às marcas de maior eficiência (selo Procel).
- Na instalação, procure proteger a parte externa da incidência do sol (mas sem bloquear as grades de ventilação).
- Quando o aparelho estiver funcionando, mantenha as janelas e as portas fechadas.
- Desligue-o quando o ambiente estiver desocupado.
- Evite o frio excessivo, regulando o termostato.
- Mantenha limpos os filtros do aparelho, para não prejudicar a circulação e a qualidade do ar.

### Aquecedor (boiler)

- Na hora da compra, escolha um modelo com capacidade adequada às suas necessidades e leve em conta a possibilidade de uso da energia solar.
- Dê preferência a aparelhos com bom isolamento do tanque e com dispositivo de controle de temperatura.
- Ao instalar, coloque o aquecedor o mais próximo possível dos pontos de consumo.
- Isole com cuidado as canalizações de água quente.
- Ao utilizar, ajuste o termostato de acordo com a temperatura ambiente.
- Ligue o aquecedor apenas durante o tempo necessário; se possível, coloque um timer para que essa função se torne automática.

#### Veja quanta energia você pode economizar se usar:

Lâmpadas fluorescentes compactas	80%
Lava-roupas a frio	80 a 92%
Lava-roupas de baixo consumo	45 a 80%
Varal em vez de secadora	100%
Lava-louças a frio	75%
Papel reciclado	50%
Alumínio reciclado	90%
Compartilhar carro com quatro pessoas	75%
Usar ônibus em vez de automóvel	80%
Andar a pé ou de bicicleta em vez de automóvel	100%
Carro de baixo consumo	16 a 25%
Dirigir a 90 em vez de 110 km/h	25%
Carro pequeno em vez de grande	44%
Tampar painéis e ajustar o tamanho da chama	20%
Manter ventilado o radiador da geladeira	15%
Subir em 1 grau o termostato da geladeira	5%
Tostador de pão em vez de forno	65 a 75%
Aquecedor de água a gás em vez de elétrico	60%
Aquecedor de água solar com apoio elétrico	70%
Aquecedor de água solar com apoio a gás	85%
Ventilador de teto em vez de ar-condicionado	98%
Ar-condicionado evaporativo em vez de refrigerativo	90%
Pneus calibrados	10%

Obs.: os valores indicam porcentagens de energia economizada em relação ao aparelho ou serviço antes da mudança.

## **ATIVIDADE DIDÁTICA 2 (AD-02)**

### **Testando Circuitos!**

Nesta atividade temos como objetivo aprender como podemos montar um circuito elétrico. Para isso lhe perguntamos:

#### Parte a:

Quantas montagens diferentes de circuito você consegue fazer de forma a acender uma lâmpada? Faça a representação de cada uma das montagens.

#### Parte b:

a) Compare os circuitos criados por seu grupo com as representações de circuitos apresentadas em seu livro didático (pág. 108). Teste os circuitos representados e explique porque alguns deles não permitem que a lâmpada acenda.

b) Quais são os elementos e requisitos mínimos necessários para a montagem de um circuito?

## **ATIVIDADE DIDÁTICA 3 (AD-03)**

### **Condutores: Ôhmicos ou Não-Ôhmicos.**

Cada grupo recebeu um pedaço de fio metálico (um condutor). No momento não sabemos de que metal este fio é constituído, ou seja, não podemos saber mediante análise de uma tabela se é ou não um condutor ôhmico e qual é o valor de sua resistência. No entanto, necessitamos tirar esta dúvida e lhe colocamos o seguinte questionamento:

*O fio metálico que seu grupo recebeu é ou não é um condutor ôhmico?*

#### Algumas orientações para os grupos

##### Etapa 1:

- Com base no seu livro elaborem uma estratégia para determinar se o condutor é ou não é ôhmico.
- Após ter elaborado a sua estratégia discuta-a com seu professor e com os demais colegas.

Etapa 2:

- Execute a estratégia elaborada e aprovada em conjunto com o professor e demais colegas.
- Caso seu condutor seja ôhmico, determine o valor de sua resistência.
- Caso mais grupos tenham recebido fios que sejam condutores ôhmicos, faça uma comparação entre os valores da resistência. Há diferenças entre os valores? Por que isso pode ocorrer? Do que depende a resistência de um condutor ôhmico?

#### **ATIVIDADE DIDÁTICA 4 (AD-04)**

##### **Resistores: Qual o Valor da Resistência?**

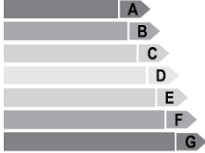

Um estudante foi comprar um conjunto de resistores para montar um circuito que havia visto em seu livro de física. Na loja de eletrônica, o estudante solicitou um conjunto de 10 resistores com diferentes valores de resistência. O vendedor colocou todos os resistores em um único papelote. Ao retornar para sua casa o estudante abre o papelote e percebe que os resistores estão misturados. Assim sendo, ele tinha um problema para resolver: elaborar uma estratégia para saber a resistência de cada resistor e separá-los de acordo com os valores da resistência.

*Seu grupo recebeu um conjunto de resistores idênticos ao que o estudante havia comprado e vocês terão que solucionar o mesmo problema, ou seja, desenvolver uma estratégia para definir a resistência de cada resistor e separá-los de acordo com o valor da resistência.*

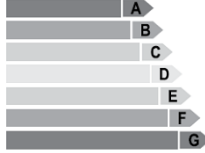

## ATIVIDADE DIDÁTICA 5 (AD-05)

### Qual a Melhor Compra?

As figuras abaixo são exemplos de Selos Procel de duas geladeiras similares, produzidas por diferentes fabricantes. O preço das geladeiras é: Geladeira 1 R\$1700,00 e Geladeira 2 R\$1500,00.

<b>Energia</b> (Elétrica)	REFRIGERADOR Qui-Frio Geladinha
Fabricante Marca	ABC/Automático IPQR/220
Tipo de degelo Modelo/tensão(V)	ABC/Automático IPQR/220
Mais eficiente	<b>A</b>
	
Menos eficiente	
CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mês)	<b>55</b>
Volume do compartimento refrigerado	403
Volume do compartimento congelador	89
Temperatura do congelador (°C)	❄️❄️❄️ -18
<small>Regulamento Específico Para Uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia AES/001-REF</small>	
<small>Instruções de instalação e recomendações de uso, leia o Manual do aparelho.</small>	
<b>PROCEL</b> PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	<b>INMETRO</b>
<b>IMPORTANTE: A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA ANTES DA VENDA ESTÁ EM DESACORDO COM O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR</b>	

GELADEIRA 1

<b>Energia</b> (Elétrica)	REFRIGERADOR Polo Norte Geladona
Fabricante Marca	ABC/Automático IPQR/220
Tipo de degelo Modelo/tensão(V)	ABC/Automático IPQR/220
Mais eficiente	<b>C</b>
	
Menos eficiente	
CONSUMO DE ENERGIA (kWh/mês)	<b>70</b>
Volume do compartimento refrigerado	400
Volume do compartimento congelador	85
Temperatura do congelador (°C)	❄️❄️❄️ -18
<small>Regulamento Específico Para Uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia AES/001-REF</small>	
<small>Instruções de instalação e recomendações de uso, leia o Manual do aparelho.</small>	
<b>PROCEL</b> PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA	<b>INMETRO</b>
<b>IMPORTANTE: A REMOÇÃO DESTA ETIQUETA ANTES DA VENDA ESTÁ EM DESACORDO COM O CÓDIGO DE DEFESA DO CONSUMIDOR</b>	

GELADEIRA 2

Com base nas informações fornecidas, solicitamos sua ajuda para a elaboração de um parecer que possa orientar a população a realizar a melhor escolha na hora de comprar sua geladeira, ou seja, qual destas duas geladeiras será a melhor escolha/compra? Por quê?

OBS: As figuras dos Selos Procel foram retiradas do Caderno de Questões: Simulação ENEM. E-guia do estudante 2010: Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, da editora Abril e da Universidade Anhembi Morumbi.

## **ATIVIDADE DIDÁTICA 6 (AD-06)**

### **Associação de Resistores: faça a sua!**

Em uma olimpíada de Física foi solicitada a construção de um circuito elétrico com resistores de cores, que quando alimentado com três pilhas mantivesse uma intensidade de corrente elétrica na associação entre 35 mA e 40 mA.

#### **Parte a:**

Agora vocês estão recebendo este mesmo desafio, ou seja, deverão fazer um projeto de um destes circuitos, utilizando alguns dos resistores do conjunto que lhes foi fornecido.

#### **Parte b:**

Para testar seu circuito, monte-o em uma placa protoboard e meça a corrente elétrica que passa pela associação.

## ATIVIDADE DIDÁTICA 7 (AD-07)

### **Gerador de Energia Elétrica: máximo proveito!**



A fotografia ao lado retrata a montagem de um gerador de energia elétrica. Coloquem este gerador em funcionamento e procurem apresentar soluções para a seguinte situação-problema:

*Quais as estratégias que poderão ser adotadas para aumentar a geração de energia elétrica neste gerador?*

Orientação: Em grupo, procurem elaborar algumas estratégias que possam aumentar a energia elétrica gerada. Registrem as estratégias em papel e justifiquem porque cada uma delas poderá aumentar a geração de energia elétrica.

## ATIVIDADE DIDÁTICA 8 (AD-08)

### **Dinheiro Atrai Dinheiro?**

As duas fotografias abaixo ilustram uma situação em que inicialmente (Figura A) duas moedas são apoiadas sobre um ímã (maior sobre a menor) e, em seguida (conforme ilustra a Figura B) ao se puxar a moeda maior observou-se que a moeda menor ficou grudada na maior e não no ímã.

**Como podemos explicar tal fato? Será que é porque “dinheiro atrai dinheiro”?**



Figura A



Figura B

Em grupos, reproduzam este experimento e procurem explicar porque isso ocorre, ou seja, porque a moeda menor não fica presa no ímã e sim na moeda maior, conforme ilustrado na Figura B?

Orientação: Para fins de orientar a explicação de vocês, procurem fazer inicialmente um estudo sobre a configuração das linhas de campo magnético em diferentes ímãs e em situações em que o ímã se encontra próximo de materiais ferromagnéticos. Para isso utilizem o material que lhes foi fornecido (ímãs, limalha de ferro, pregos, parafusos, garrafinhas contendo material ferromagnético imerso na água – permite uma visualização tridimensional do campo magnético).

---

OBS: Atividade elaborada com base em um experimento proposto em: GASPAR, Alberto. Física: eletromagnetismo e física moderna. São Paulo, Editora Ática, 2000.

## ATIVIDADE DIDÁTICA 9 (AD-09)

### **Experiência de Oersted: que conclusões tirar?**

#### Parte a:

Por volta de 1820, um físico e químico dinamarquês chamado Hans Christian Oersted propôs que a passagem de corrente elétrica em um fio condutor produzia efeitos magnéticos em torno dele. Para a época esta era uma constatação importante, ou seja, suscitou especulações consideráveis sobre possíveis conexões entre fenômenos magnéticos e elétricos. Diante disso lhes perguntamos:

*Um fio condutor retilíneo percorrido por corrente elétrica gera campo magnético, ou seja, Oersted estava certo em sua afirmação?*

Orientação: Elaborem uma estratégia, com base nos materiais que lhes são fornecidos, para chegarem a uma resposta à situação-problema apresentada.

#### Parte b:

Coloque a bússola em diferentes posições (acima, abaixo e dos lados) em torno do fio e observem o que acontece. Como se explica tal fato?

Se o sentido da corrente elétrica no fio for invertido o acontecerá com a agulha da bússola? Por quê?

Qual é a intensidade do campo magnético a 5 cm e a 10 cm deste fio?

#### Parte c:

Perguntas para aprofundar a reflexão:

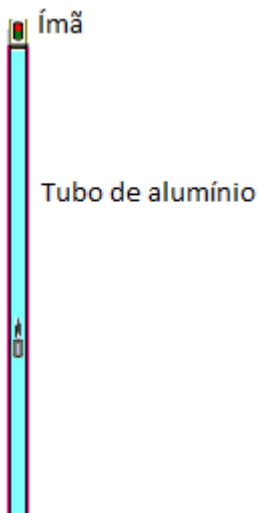
Por que não há a percepção de geração de campo magnético na fiação das instalações elétricas residenciais?

Como explicar a geração do campo magnético nos ímãs permanentes?



## ATIVIDADE DIDÁTICA 10 (AD-10)

### Queda em Câmera Lenta!



Um estudante de Física leu em um livro que ao se deixar cair um ímã no interior de um tubo de alumínio ou de cobre a sua queda é lenta. Isso despertou a curiosidade no estudante e o motivou a realizar um experimento para constatar e analisar a informação lida. Neste experimento o estudante deixou cair um ímã e um pedaço de metal (de tamanho e massa similar a do ímã) no interior de um tubo de alumínio, conforme ilustrado pela figura ao lado. O estudante observou que de fato o ímã caía lentamente, obtendo um tempo de queda bem maior que a do pedaço de metal. Diante da observação feita o estudante ficou novamente curioso, querendo saber por que isso ocorre.

Cada grupo poderá reproduzir a mesma experiência feita pelo estudante e terá o seguinte desafio:

*Como se explica o fenômeno observado? Ou seja, por que o ímã demora mais para cair?*

## **ATIVIDADE DIDÁTICA 11 (AD-11)**

### **Geração de Energia Elétrica**

Em nosso país a geração de energia elétrica ainda está fortemente centrada nas Usinas Hidroelétricas. No entanto, mesmo em menor escala temos a geração de energia elétrica também por usinas nucleares, termoelétricas, eólicas e painéis solares.

*Qual a diferença no processo de geração de energia elétrica nestas usinas?*

*Quais as vantagens e desvantagens inerentes a cada uma das usinas (impacto ambiental; custo de geração de energia; manutenção e vida útil da usina, entre outros)?*

Orientação: A turma se organizará em cinco grupos e cada qual ficará responsável pela coleta de informações e o estudo do processo de geração de energia de uma das seguintes formas:

Grupo 1: Usinas Hidrelétricas

Grupo 2: Usinas Termelétricas

Grupo 3: Usinas Nucleares

Grupo 4: Usinas Eólicas

Grupo 5: Painéis Solares

Feito o levantamento e a análise, cada grupo preparará uma apresentação para explicar aos colegas as principais informações relacionadas ao processo de geração de energia elétrica analisado.

## APÊNDICE B

## ESCALA DE MOTIVAÇÃO: ATIVIDADES DIDÁTICAS DE FÍSICA – EMADF



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA



Nome: \_\_\_\_\_; Idade: \_\_\_\_\_

Série: \_\_\_\_\_; Sexo: ( ) Masculino ( ) Feminino;

A seguir apresentamos um questionamento para você e lhe ofereceremos uma série de razões que dizem respeito a *fazer* ou *não fazer* as atividades na disciplina de Física. Diferentes pessoas tem diferentes razões para participar ativamente e fazer as atividades em uma disciplina, e nós queremos saber *quanto verdadeira* cada uma das razões é para você.

Por favor, para cada uma das razões apresentadas, assinale a opção que melhor traduz o quanto verdadeira cada uma delas é para você, em uma escala de 1 à 5, em que 1 representa “Nada Verdadeiro” e 5 representa “Totalmente Verdadeiro”.

<b>POR QUE EU FAÇO AS ATIVIDADES NAS AULAS DE FÍSICA?</b>
---

1. Procuo fazer as atividades porque elas me ajudam a detectar e superar minhas dúvidas.

Nada Verdadeiro (1) (2) (3) (4) (5) Totalmente Verdadeiro

2. Acabo fazendo as atividades para não reprovar.

Nada Verdadeiro (1) (2) (3) (4) (5) Totalmente Verdadeiro

3. Eu me divirto fazendo as atividades.

Nada Verdadeiro (1) (2) (3) (4) (5) Totalmente Verdadeiro

4. Não gosto das atividades de Física, por isso não as faço.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

5. Faço as atividades porque sinto que é uma boa maneira de melhorar minha compreensão dos assuntos abordados nesta disciplina.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

6. Só faço as atividades porque meus colegas fazem.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

7. Acho as atividades interessantes, por isso as faço.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

8. Não tenho interesse por Física, o que me leva a não fazer quase nada nas aulas.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

9. Faço as atividades porque eu quero entender o assunto.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

10. Faço as atividades porque me sinto angustiado se eu não fizer.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

11. Faço as atividades para receber os elogios do professor.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

12. Faço as atividades porque é prazeroso aprender com elas.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

13. Não sei, acho que não tem nada para fazer nas aulas de Física.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

14. Faço as atividades para constatar se estou certo ou errado.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

15. Se não fosse regra, eu não faria as atividades.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

16. Eu me envolvo nas atividades, por isso sempre procuro fazê-las.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

17. As atividades de Física não são importantes para mim, por isso não as faço.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

18. Para o meu futuro será fundamental que eu faça as atividades.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

19. Eu me envergonharei de mim mesmo se eu não fizer as atividades.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

20. Quero que o professor pense que eu sou um bom estudante, por isso faço as atividades.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

21. Faço as atividades pois o esforço exigido me gera satisfação.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

22. Sinceramente, não tenho nenhuma vontade de fazer as atividades de Física.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

23. Faço as atividades porque eu quero aprender coisas novas.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

24. Faço porque quero que meus colegas pensem que sou inteligente.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

25. Faço as atividades porque acho legal aprender com elas.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

26. Não faço as atividades de Física porque não vejo utilidade neste conhecimento.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

27. Faço as atividades porque assim aprendo cada vez mais.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

28. Faço porque eu vou me sentir mal comigo mesmo se eu não fizer.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

29. Sou recompensado por meus pais, por isso faço as atividades.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

30. Faço as atividades porque assim tenho a oportunidade de satisfazer a minha própria curiosidade.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

31. Vou nas aulas de Física para responder a chamada, mas não faço nada.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

32. As atividades me ajudarão a trilhar o caminho para ser alguém na vida, por isso as faço.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

33. Para impressionar meus colegas eu acabo fazendo as atividades.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

34. Faço porque eu aprecio as atividades de Física.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

35. Acho uma perda de tempo fazer as atividades nas aulas de Física.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

36. Faço as atividades porque elas me darão uma boa compreensão da Física.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

37. Faço porque assim evito problemas ou punições na escola.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

38. Por ser agradável parar para pensar ao fazer as atividades é que as faço.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

39. Meus pais sempre dizem para eu fazer as atividades e aí acabo fazendo.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

40. De verdade, não vejo se fará diferença para mim se eu fizer ou não as atividades.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

41. Faço as atividades porque isso me deixa feliz.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

42. Para não ficar com uma nota baixa, acabo fazendo as atividades.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

43. As atividades me ajudam a compreender coisas que são importantes para mim, por isso procuro fazê-las.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

44. Tenho preguiça de fazer as atividades de Física, por isso não as faço.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

45. Faço as atividades para meus colegas não me chamarem de burro.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

46. Faço porque eu gosto de fazer bem as atividades.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

47. Faço as atividades para não ser mandado para a direção ou orientação pedagógica.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

48. Acredito que somente fazendo as atividades é que se aprende, por isso sempre as faço.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

49. Não sei porque vou nas aulas de Física, eu acho tudo muito chato.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*

50. Porque me sinto bem fazendo as atividades é que as faço.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) *Totalmente Verdadeiro*



## APÊNDICE C

### ESCALA DE MEDIDA DE INTERESSE E SUPORTES À AUTONOMIA - EMISA



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA



Nome: \_\_\_\_\_

#### ESCALA DE MEDIDA ESPECÍFICA DE CADA ATIVIDADE

A seguir apresentamos um conjunto de itens que estão relacionados com a atividade didática realizada. Gostaríamos de saber mais sobre suas percepções acerca de si mesmo ao desenvolver a atividade e acerca da própria atividade.

Por favor, para cada um dos itens apresentados, assinale a opção que melhor traduz o quanto verdadeiro cada um deles é para você, em uma escala de 1 à 6, em que 1 representa “Nada Verdadeiro” e 6 representa “Totalmente Verdadeiro”.

1. Eu gostei do assunto abordado nesta atividade.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) (6) *Totalmente Verdadeiro*

2. Eu senti que meu professor me proporcionou escolhas/opções.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) (6) *Totalmente Verdadeiro*

3. O professor espera pouco tempo para obter respostas aos questionamentos feitos durante a atividade.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) (6) *Totalmente Verdadeiro*

4. Nesta atividade trabalhamos na solução de uma situação-problema que nos ajudou a compreender o assunto.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) (6) *Totalmente Verdadeiro*

5. O professor tentou entender como eu vejo as coisas antes de sugerir uma nova abordagem.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) (6) *Totalmente Verdadeiro*

6. Nesta atividade foi possível comparar e contrastar nossas ideias com as de nossos colegas.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) (6) *Totalmente Verdadeiro*

7. Eu vejo que o assunto abordado nesta atividade poderá ser útil na vida real.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) (6) *Totalmente Verdadeiro*

8. O professor foi rígido e queria que fizéssemos tudo à sua maneira.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) (6) *Totalmente Verdadeiro*

9. A atividade foi interessante para mim.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) (6) *Totalmente Verdadeiro*

10. Eu me senti compreendido por meu professor.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) (6) *Totalmente Verdadeiro*

11. As instruções do professor foram muito vagas e ninguém sabia o que fazer nesta atividade.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) (6) *Totalmente Verdadeiro*

12. Mais de um estudante apresentou sua solução para a mesma tarefa.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) (6) *Totalmente Verdadeiro*

13. O professor transmitiu confiança em minha capacidade de fazer bem a atividade.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) (6) *Totalmente Verdadeiro*

14. O assunto abordado pela atividade foi significativo para mim.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) (6) *Totalmente Verdadeiro*

15. A atividade desenvolvida exigiu tempo para reflexão sobre o assunto abordado.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) (6) *Totalmente Verdadeiro*

16. Nesta atividade o professor abordou muita matéria, fazendo com que tivéssemos dificuldade para acompanhá-la.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) (6) *Totalmente Verdadeiro*

17. A atividade foi importante para mim, pois, por meio dela entendi bem o assunto abordado.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) (6) *Totalmente Verdadeiro*

18. O professor me encorajou a fazer perguntas.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) (6) *Totalmente Verdadeiro*

19. O professor não permitiu que eu trabalhasse no meu próprio ritmo.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) (6) *Totalmente Verdadeiro*

20. O professor enfatizou as relações entre os assuntos discutidos nesta atividade.

*Nada Verdadeiro* (1) (2) (3) (4) (5) (6) *Totalmente Verdadeiro*



## APÊNDICE D

### ROTEIRO PARA AS ENTREVISTAS COM OS ESTUDANTES



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA



#### Para relembrar as Atividades Didáticas (AD)

1. Nas AD desenvolvidas você consegue identificar qual era o problema ou situação-problema a ser solucionada?

#### Sobre as Atividades Didáticas (AD) - Interesse:

2. Para você, estas situações-problema representavam problemas para os quais valeu à pena dedicar tempo para elaborar soluções? Por quê?
3. As AD foram interessantes para você? Por quê?
  - a. Você gostou de realizar as atividades?
4. Você se sentiu envolvido no processo de desenvolvimento das AD?

#### Sobre o Ambiente/Clima e Organização e Suporte à Autonomia:

5. Para a formação dos grupos de trabalho em cada uma das AD você pôde escolher o seu grupo? O que você acha disso?
6. No desenvolvimento das AD você teve liberdade ou poder de escolha para elaborar estratégias para construção das soluções? (Ou a estratégia de solução foi de alguma maneira apresentada ou imposta pelo professor?).
  - a. Como vocês procederam para elaborar a estratégia de solução a ser seguida pelo grupo?
  - b. No desenvolvimento das AD vocês tiveram tempo suficiente para elaborar e discutir as estratégias de solução?
7. As AD permitiram que vocês manipulassem materiais, fizessem análises? Fale um pouco sobre isso.

8. O que você acha sobre a forma de apresentação dos resultados? (registros escritos; discussões em grande grupo; apresentações).
9. As AD permitiram que você pensasse (refletisse) sobre o assunto abordado? Por quê?
10. Durante as AD você conseguiu expor suas ideias e discuti-las com seus colegas e com o professor, quando de seu interesse? O que você acha disso? Ajudou na sua aprendizagem?
11. Você sentiu falta de exposições feitas pelo professor ou acha que o trabalho em grupo e a possibilidade de chamá-lo para fazer suas perguntas é mais interessante para sua aprendizagem? Detalhe.
12. Você considera que ter liberdade e poder de escolha para elaborar estratégias e soluções é importante para sua aprendizagem? Por quê?
13. Você e seu grupo solicitaram ajuda do professor durante o desenvolvimento das AD? Descreva como foi a ajuda prestada por seu professor (se sentiu à vontade para fazer perguntas a ele; ele dava a resposta de forma imediata ou fazia questionamentos de forma a levar o grupo a chegar a solução, ele escutava e debatia as ideias do grupo, como foi *feedback*?).
  - a. Fale um pouco sobre o trabalho no grupo: alguém do grupo monopolizou as ações; tiveram a possibilidade de discutir livremente?
14. Entre os diferentes suportes à autonomia (liberdade de escolha do grupo de trabalho; manipular materiais; elaborar suas estratégias e poder discuti-las com os colegas e professor – ter tempo para reflexão e debate de ideias), qual você julga ter sido mais importante para sua aprendizagem?
15. Você conseguiu compreender o assunto abordado em cada uma das AD? E os seus colegas de grupo, acredita que também compreenderam?

Percepção quanto ao tipo de motivação:

16. Você procurou participar ativamente das AD? O que te motiva ou motivou?

## APÊNDICE E

### ROTEIRO PARA A ENTREVISTA COM O PROFESSOR



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA



1. Quais as diferenças que você percebeu entre as Atividades Investigativas e as Atividades normalmente desenvolvidas em suas aulas?
  2. Você acredita que a preparação e discussão que mantivemos antes da implementação de cada uma das AD foi suficiente para que você se sentisse seguro e à vontade para desenvolver as atividades?
  3. Quais as maiores dificuldades enfrentadas por você para desenvolver as AD?
  4. Quais as maiores dificuldades demonstradas pelos seus alunos durante o desenvolvimento das AD?
- 
5. Você acredita que as Atividades Investigativas despertaram, nos alunos, o interesse e o gosto por aprender Física? Por quê?
  6. O que você acredita que foi determinante para o interesse dos alunos nas AD? (A liberdade de fazerem escolhas para elaboração de estratégias e soluções ou a relevância das situações-problema apresentadas).
  7. No desenvolvimento das AD os alunos tiveram liberdade para escolher os grupos e também para elaborar suas estratégias e soluções. Como você procurou agir para que isso fosse possível? E, você acredita que isso foi importante para a aprendizagem dos alunos?
  8. Durante o desenvolvimento das AD os alunos conseguiram expor suas ideias e discuti-las entre eles e com você? Fale um pouco sobre isso.

9. Como você procurou proceder quando os alunos solicitavam sua ajuda para solucionar suas dúvidas durante o desenvolvimento das AD?
  10. Você procurou fazer com que os alunos refletissem sobre as situações-problema abordadas nas AD? Como você procurou fazê-lo?
  11. No desenvolvimento das AD houve poucos momentos de explicações expositivas por sua parte (professor). Você acredita que elas fizeram falta ou acha que o trabalho em grupo e a possibilidade que os alunos tiveram de chamá-lo para fazer suas perguntas foi mais interessante para a aprendizagem deles? Detalhe.
  12. Como você avalia o trabalho em grupo desenvolvido pelos alunos ao longo das AD? Explique.
  13. Você acredita que as AD proporcionaram o desenvolvimento de uma maior autonomia dos alunos para aprendizagem da Física? Por quê?
  14. Você considera que os alunos conseguiram compreender o assunto abordado em cada uma das AD?
  15. Você acredita que as AD auxiliaram na capacitação dos alunos para a compreensão de situações e/ou para a abordagem e resolução de problemas cotidianos? Por quê?
  16. Em uma visão geral, como você avalia o trabalho realizado ao longo destes três bimestres? Detalhe.
- 
17. Você ministra aulas para outras terceiras séries? Comparando o trabalho desenvolvido nesta turma com aquele desenvolvido nas outras séries, há diferenças? Quais? Você percebeu diferenças no envolvimento dos alunos nas aulas, na motivação e na aprendizagem deles?
  18. Para você, que características deve ter uma boa Atividade Investigativa?
  19. Você considera que as Atividades Investigativas são práticas educativas importantes para o ensino e aprendizagem da Física? Por quê?
  20. Você gostaria de fazer mais alguma observação, crítica ou sugestão?



## ANEXO A

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO  
DECLARAÇÃO DA ESCOLA/PROFESSOR**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA



**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Você está sendo convidado(a) a participar de uma pesquisa como voluntário(a). Após receber os esclarecimentos e as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento (duas páginas), que está em duas vias. Uma delas é sua, e a outra dos pesquisadores. Em caso de recusa, você não será penalizado(a) de forma alguma. Em caso de dúvida, você poderá esclarecê-las com os pesquisadores relacionados abaixo.

**INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA**

**Título do Projeto:** Autodeterminação e ensino por investigação: construindo elementos para promoção da autonomia em aulas de física  
**Pesquisador Responsável:** Prof. Dr. José Francisco Custódio Filho – Departamento de Física/UFSC. Contato: [custodio@fsc.ufsc.br](mailto:custodio@fsc.ufsc.br)  
**Pesquisado participante:** Luiz Clement – Doutorado do Programa de Pós-Graduação Educação Científica e Tecnológica/PPGECT – UFSC. Contato: [lclementfi@yahoo.com.br](mailto:lclementfi@yahoo.com.br)

**Descrição da pesquisa (conforme Res. CNS n.o 196/96)**

Com essa pesquisa, temos como objetivo geral investigar como a motivação autônoma de alunos de Física do Ensino Médio pode ser incrementada com ações de ensino por investigação. Objetivo que se desdobra nas seguintes partes específicas: (a) relacionar teoricamente aspectos do Ensino por Investigação e da Teoria da Autodeterminação

(Motivação Autônoma); (b) preparar e implementar, em sala de aula, um conjunto de atividades didáticas de caráter investigativo visando a aprendizagem conceitual, procedimental e atitudinal; (c) analisar o processo de desenvolvimento do constructo motivacional de alunos em aulas de Física do ensino médio, nas quais ocorrerão intervenções didáticas baseadas no ensino por investigação. Todas as etapas da pesquisa acontecerão em dias letivos, não sendo necessários deslocamentos para a escola em horários extraclasse. Os alunos participarão da pesquisa da seguinte forma:

1. Respondendo a um Questionário de Escala de Motivação Acadêmica – que é um instrumento empregado para medir o grau de motivação escolar de estudantes, no caso, especificamente para aprender Física. Este questionário será aplicado em dois momentos: no início da pesquisa e ao término da mesma.
2. Participando do desenvolvimento de atividades didáticas preparadas de acordo com a perspectiva do ensino por investigação. Estas atividades serão desenvolvidas pelo professor responsável pela disciplina e serão acompanhadas pelo pesquisador participante (Luiz Clement). Portanto, serão feitas observações diretas e videogravação de aulas: as observações diretas e videogravações das aulas serão aproveitados como registros importantes sobre a dinâmica de sala de aula; interesse, curiosidade e envolvimento dos alunos nas atividades; questionamentos e discussões dos alunos; dificuldades apresentadas por eles; além de informações gerais sobre o desenvolvimento da aula. Após cada atividade será repassado um questionário, em formato de escala *likert*, para avaliar a percepção dos alunos sobre interesse e suportes à autonomia, trabalhados ao longo das atividades.
3. Entrevistas individuais que ocorrerão no ambiente escolar sendo coordenadas pelo pesquisador participante. As entrevistas abordarão aspectos gerais sobre o ensino por investigação, motivação para aprender Física e, principalmente, esclarecerão dúvidas em relação às informações obtidas com os demais instrumentos de coleta.

O professor da disciplina de Física participará da pesquisa coordenando todas as sessões de implementação das atividades didáticas que serão acompanhadas e analisadas.

**IMPORTANTE:** Em nenhum momento serão divulgados os nomes dos participantes e todo o material coletado será utilizado apenas

com o propósito da pesquisa. Portanto, nenhuma imagem ou voz que permitirá a identificação dos estudantes será divulgada. Apenas os pesquisadores terão acesso ao material coletado. No caso dos alunos que tem idade inferior a 18 anos, os pais ou responsáveis deverão consentir com a participação do estudante assinando este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Caso haja participantes com idade igual ou superior a 18 anos, ele próprio poderá assinar este termo. Nenhum dos participantes terá gastos financeiros com a pesquisa.

Essa pesquisa não oferece nenhum risco de ordem física aos participantes, entretanto, pelo fato de envolver gravações em áudio e vídeo, podem gerar desconfortos associados a esses meios. Por esse motivo, será garantida a liberdade do participante, seja professor, aluno ou seu responsável, de se recusar a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa sem penalização ou prejuízo algum. Após análise, a essência do material constituirá a parte empírica da tese de doutorado do pesquisador Luiz Clement, que se compromete trazer nesse trabalho contribuições concretas em relação ao ensino e a aprendizagem da Física, em especial para a educação básica, podendo em certa medida se estender para o ensino superior. O encerramento da pesquisa se dará após avaliação final do material coletado que será arquivado para possíveis análises futuras.

Caso necessitem de maiores explicações, os pesquisadores estarão à disposição para esclarecer as dúvidas, pelo correio eletrônico ou pessoalmente.

---

Prof. Dr. José Francisco Custódio Filho  
Pesquisador Responsável

---

Luiz Clement  
Pesquisador Participante

**CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO**  
**(assinado pelo(a) estudante)**

Eu, \_\_\_\_\_, RG/ CPF \_\_\_\_\_, abaixo assinado, concordo em participar da pesquisa Autodeterminação e ensino por investigação: construindo elementos para promoção da autonomia em aulas de física. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pela pesquisador Luiz Clement e por meio desse termo sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto me leve a qualquer penalidade ou prejuízo.

Florianópolis, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2012.

\_\_\_\_\_  
Assinatura

**CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO**  
**(assinado pelo(a) responsável)**

Eu, \_\_\_\_\_, RG/ CPF \_\_\_\_\_, abaixo assinado, responsável pelo aluno(a) \_\_\_\_\_, autorizo sua participação na pesquisa Autodeterminação e ensino por investigação: construindo elementos para promoção da autonomia em aulas de física. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) por meio desse termo sobre a pesquisa, sobre os procedimentos nela envolvidos, assim como sobre os possíveis riscos e benefícios decorrentes da sua participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou prejuízo a mim ou ao menor.

Florianópolis, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2012.

\_\_\_\_\_  
Assinatura

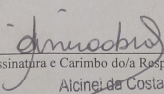


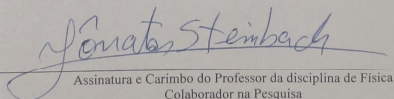
ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA  
JANDIRA D'ÁVILA

DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins e efeitos legais que, objetivando atender as exigências para a obtenção de parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, e como representante legal da Instituição, tomei conhecimento do projeto de pesquisa: AUTODETERMINAÇÃO E ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: CONSTRUINDO ELEMENTOS PARA PROMOÇÃO DA AUTONOMIA EM AULAS DE FÍSICA, desenvolvido junto ao Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC, pelo doutorando Luiz Clement. A parte empírica desta pesquisa será desenvolvida nas dependências desta Escola, sempre acompanhado pelo professor da disciplina de Física. Declaro ainda que cumprirei os termos da Resolução CNS 196/96 e suas complementares, e como esta instituição tem condição para atender o desenvolvimento da pesquisa, autorizo a sua execução nos termos propostos.

Florianópolis, 05 de fevereiro de 2012.

  
Assinatura e Carimbo do/a Responsável  
Alcinei de Costa Cabral  
Diretor de Escola  
Portaria 1763/12

  
Assinatura e Carimbo do Professor da disciplina de Física  
Colaborador na Pesquisa

Jônatas Steinbach  
Professor  
Matrícula 328 606-1-03



**ANEXO B****TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO  
DECLARAÇÕES DE AUTORIZAÇÃO DAS ESCOLAS**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA**



**Escola/Colégio:** \_\_\_\_\_

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Você está sendo convidado(a) a responder um questionário que faz parte de uma pesquisa desenvolvida junto ao PPGECT/UFSC. Ao ser convidado para responder o questionário, você receberá todos os esclarecimentos e as informações a respeito do questionário, bem como sobre a pesquisa da qual faz parte. Ao aceitar colaborar, de forma voluntária, por favor, assine ao termo que consta neste documento. Caso for de seu interesse, será lhe fornecido uma cópia deste documento, sendo que a original ficará com os pesquisadores. Em caso de recusa, você não será penalizado(a) de forma alguma. Em caso de dúvida, você poderá esclarecê-las com os pesquisadores relacionados abaixo.

**INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA**

**Título do Projeto:** Autodeterminação e ensino por investigação: construindo elementos para promoção da autonomia em aulas de física  
**Pesquisador Responsável:** Prof. Dr. José Francisco Custódio Filho – Departamento de Física/UFSC

**Contato:** custodio@fsc.ufsc.br

**Pesquisadores participantes:** Luiz Clement – Doutorando do Programa de Pós-Graduação Educação Científica e Tecnológica/PPGECT - UFSC

**Contato:** lclementfi@yahoo.com.br

**Descrição da pesquisa (conforme Res. CNS n.º 196/96)**

O objetivo geral da pesquisa é investigar como a motivação autônoma de alunos de Física do Ensino Médio pode ser incrementada com ações de ensino por investigação. Para isso necessitamos, inicialmente, validar uma Escala de Medida de Motivação. Esta Escala será validada mediante a análise dos dados coletados com um questionário aplicado para um grande grupo de alunos de escolas do Ensino Médio. Uma vez validada, a Escala será utilizada como instrumento de coleta de dados para atender ao objetivo principal de nossa pesquisa. Neste momento estamos convidando você apenas para responder ao questionário que será aplicado em sua escola, durante o horário e período normal de aulas, não sendo necessários deslocamentos para a escola em horários extraclasse. Ao aluno participante (respondente do questionário) garantiremos sigilo dos dados coletados, pois os utilizaremos apenas com o objetivo de validar a Escala de Motivação, ou seja, apenas os pesquisadores terão acesso ao material. Poderão ser publicadas as análises decorrentes do processo de validação, mas, sempre garantindo o anonimato dos respondentes. Além do mais, o questionário será aplicado na presença de um professor da escola. Ressaltamos ainda que, alunos com idade inferior a 18 anos, os pais ou responsáveis deverão consentir com a participação do estudante assinando este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. Caso haja participantes com idade igual ou superior a 18 anos, ele próprio poderá assinar este termo. Nenhum dos participantes terá gastos financeiros com a participação na pesquisa. Por fim, afirmamos que a participação na pesquisa não oferecerá nenhum risco e é voluntária, sendo que o seu consentimento poderá ser retirado a qualquer momento.

Caso necessitem de maiores explicações, os pesquisadores estarão à disposição para esclarecer as dúvidas, pelo correio eletrônico ou pessoalmente.

---

Prof. Dr. José Francisco Custódio Filho  
Pesquisador Responsável

---

Luiz Clement  
Pesquisador Participante



**CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO**  
**(assinado pelo(a) estudante)**

Eu, \_\_\_\_\_, RG/CPF \_\_\_\_\_, abaixo assinado, concordo em participar da pesquisa *Autodeterminação e ensino por investigação: construindo elementos para promoção da autonomia em aulas de física*, respondendo ao questionário. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo pesquisador/aplicador do questionário e por meio desse termo sobre a pesquisa, o questionário, os procedimentos envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me explicado e garantido a participação voluntária e o sigilo das informações coletadas.

Florianópolis, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2011.

\_\_\_\_\_  
Assinatura

**CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO**  
**(assinado pelo(a) responsável)**

Eu, \_\_\_\_\_, RG/CPF \_\_\_\_\_, abaixo assinado, responsável pelo aluno(a) \_\_\_\_\_, autorizo sua participação na pesquisa *Autodeterminação e ensino por investigação: construindo elementos para promoção da autonomia em aulas de física*, como respondente de um questionário. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) por meio desse termo sobre a pesquisa, o questionário e os procedimentos nela envolvidos, assim como sobre os possíveis riscos e benefícios decorrentes da sua participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou prejuízo a mim ou ao menor, além de que a participação deste é voluntária.

Florianópolis, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2011.

\_\_\_\_\_  
Assinatura



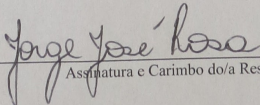
ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA  
GERTRUDES BENTA COSTA

DECLARAÇÃO



Declaro para os devidos fins e efeitos legais que, objetivando atender as exigências para a obtenção de parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, e como representante legal da Instituição, tomei conhecimento da Aplicação de um questionário para alunos do Ensino Médio, com o propósito de validar uma Escala de Medida de Motivação a ser utilizada no desenvolvimento do projeto de pesquisa intitulado: AUTODETERMINAÇÃO E ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: CONSTRUINDO ELEMENTOS PARA PROMOÇÃO DA AUTONOMIA EM AULAS DE FÍSICA, desenvolvido junto ao Programa de Pós-Praduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC, pelo doutorando Luiz Clement. O questionário será aplicado sempre nas dependências da Escola/Colégio, sempre acompanhado por um professor da instituição. Declaro ainda que cumprirei os termos da Resolução CNS 196/96 e suas complementares, e como esta instituição tem condição para atender a aplicação deste questionário, autorizo a sua execução nos termos propostos.

Florianópolis, 30 de novembro de 2011.

  
Assinatura e Carimbo do/a Responsável

Sueli de Fatima Biondo  
350683-5-02  
Assistente Técnico Pedagógico



ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA  
JANDIRA D'ÁVILA

DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins e efeitos legais que, objetivando atender as exigências para a obtenção de parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, e como representante legal da Instituição, tomei conhecimento da Aplicação de um questionário para alunos do Ensino Médio, com o propósito de validar uma Escala de Medida de Motivação a ser utilizada no desenvolvimento do projeto de pesquisa intitulado: AUTODETERMINAÇÃO E ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: CONSTRUINDO ELEMENTOS PARA PROMOÇÃO DA AUTONOMIA EM AULAS DE FÍSICA, desenvolvido junto ao Programa de Pós-Praduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC, pelo doutorando Luiz Clement. O questionário será aplicado sempre nas dependências da Escola/Colégio, sempre acompanhado por um professor da instituição. Declaro ainda que cumprirei os termos da Resolução CNS 196/96 e suas complementares, e como esta instituição tem condição para atender a aplicação deste questionário, autorizo a sua execução nos termos propostos.

Florianópolis, 30 de novembro de 2011.

Assinatura e Carimbo do/a Responsável

Jônatas Steinbach  
Professor  
Matricula 328 606-1-03



**ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA  
Dr. PAULO MEDEIROS**

**DECLARAÇÃO**

Declaro para os devidos fins e efeitos legais que, objetivando atender as exigências para a obtenção de parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, e como representante legal da Instituição, tomei conhecimento da Aplicação de um questionário para alunos do Ensino Médio, com o propósito de validar uma Escala de Medida de Motivação a ser utilizada no desenvolvimento do projeto de pesquisa intitulado: AUTODETERMINAÇÃO E ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: CONSTRUINDO ELEMENTOS PARA PROMOÇÃO DA AUTONOMIA EM AULAS DE FÍSICA, desenvolvido junto ao Programa de Pós-Praduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC, pelo doutorando Luiz Clement. O questionário será aplicado sempre nas dependências da Escola/Colégio, sempre acompanhado por um professor da instituição. Declaro ainda que cumprirei os termos da Resolução CNS 196/96 e suas complementares, e como esta instituição tem condição para atender a aplicação deste questionário, autorizo a sua execução nos termos propostos.

Florianópolis, 30 de novembro de 2011.

Assinatura e Carimbo do/a Responsável

**Cleide M. O. Furtado**  
Diretora  
Matrícula 271409-4-02



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM  
EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA



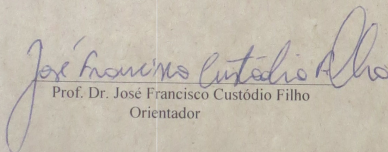
Ao Coordenador de Pesquisa e Extensão do Colégio de Aplicação da UFSC

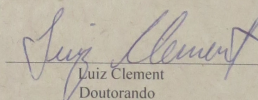
### SOLICITAÇÃO

Por meio desta, solicitamos autorização para a aplicação de um questionário para os alunos do Ensino Médio, com o propósito de validar uma Escala de Medida de Motivação a ser utilizada no desenvolvimento do projeto de pesquisa intitulado: *Autodeterminação e Ensino por Investigação: Construindo Elementos para Promoção da Autonomia em Aulas de Física*, desenvolvido junto ao Programa de Pós-Praduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC, pelo doutorando Luiz Clement, sob orientação do Prof. Dr. José Francisco Custódio Filho. O objetivo geral da pesquisa de doutorado é investigar como a motivação autônoma de alunos de Física do Ensino Médio pode ser incrementada com ações de ensino por investigação. Para isso necessitamos, inicialmente, validar uma Escala de Medida de Motivação. Esta Escala será validada mediante a análise dos dados coletados com um questionário aplicado para um grande grupo de alunos de escolas do Ensino Médio. Uma vez validada, a Escala será utilizada como instrumento de coleta de dados para atender ao objetivo principal de nossa pesquisa.

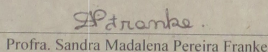
O questionário será aplicado nas dependências do Colégio, durante o horário e período normal de aulas, não sendo necessários deslocamentos para a escola em horários extraclasse. Ao aluno participante (respondente do questionário) garantiremos sigilo dos dados coletados, pois os utilizaremos apenas com o objetivo de validar a Escala de Motivação, ou seja, apenas os pesquisadores terão acesso ao material. O questionário será aplicado pelos professores da disciplina de Física: Reginaldo Manoel Teixeira, Sandra Madalena Pereira Franke e Alfredo Mullen da Paz.

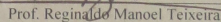
Florianópolis, 28 de novembro de 2011.

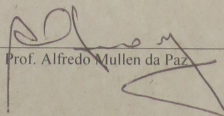
  
Prof. Dr. José Francisco Custódio Filho  
Orientador

  
Luiz Clement  
Doutorando

#### Concordância dos professores da disciplina de Física:

  
Profra. Sandra Madalena Pereira Franke

  
Prof. Reginaldo Manoel Teixeira

  
Prof. Alfredo Mullen da Paz



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO  
COLÉGIO DE APLICAÇÃO



## DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins e efeitos legais que, objetivando atender as exigências para a obtenção de parecer do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, e como representante legal da Instituição, tomei conhecimento da Aplicação de um questionário para alunos do Ensino Médio, com o propósito de validar uma Escala de Medida de Motivação a ser utilizada no desenvolvimento do projeto de pesquisa intitulado: AUTODETERMINAÇÃO E ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: CONSTRUINDO ELEMENTOS PARA PROMOÇÃO DA AUTONOMIA EM AULAS DE FÍSICA, desenvolvido junto ao Programa de Pós-Praduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC, pelo doutorando Luiz Clement. O questionário será aplicado sempre nas dependências da Escola/Colégio, sempre acompanhado por um professor da instituição. Declaro ainda que cumprirei os termos da Resolução CNS 196/96 e suas complementares, e como esta instituição tem condição para atender a aplicação deste questionário, autorizo a sua execução nos termos propostos.

Florianópolis, 30 de novembro de 2011.

Assinatura e Carimbo do/a Responsável

**Manoel Pereira R. Teixeira dos Santos**  
Coordenador de Pesquisa e  
Extensão C.A.  
Port. nº 1064/2011/GR