



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

ROBERTO GONÇALVES BARBOSA

**EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA PARA A  
PARTICIPAÇÃO:  
PAULO FREIRE E A CRIATIVIDADE**

---

Londrina  
2014

ROBERTO GONÇALVES BARBOSA

**EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA PARA A  
PARTICIPAÇÃO:  
PAULO FREIRE E A CRIATIVIDADE**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Londrina.

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Irinéa de Lourdes Batista

Londrina  
2014

Catálogo elaborado pela bibliotecária  
Neide Maria Jardinette Zaninelli, CRB-9/884.

### Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

B238e Barbosa, Roberto Gonçalves  
Educação científica e tecnológica para a participação: Paulo Freire e a criatividade / Roberto Gonçalves Barbosa. – Londrina, 2014.  
161 f. : il.

Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Irinéa de Lourdes Batista.  
Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, 2014.  
Inclui bibliografia.

1. Ensino de Física – Teses. 2. Participação – Teses. 3. Abordagem CTS - Teses. 4. Paulo Freire – Teses. I. Batista, Irinéa de Lourdes. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. III. Título.

CDU 530.07

ROBERTO GONÇALVES BARBOSA

**EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA PARA A  
PARTICIPAÇÃO: PAULO FREIRE E A CRIATIVIDADE**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Londrina.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora: Profa. Dra. Irinéa de Lourdes  
Batista  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Prof. Dr. José André Peres Angotti  
Universidade Federal de Santa Catarina –  
UFSC

---

Profa. Dra. Eliane Maria de Oliveira Araman  
Universidade Federal Tecnológica do Paraná –  
UTFPR

---

Profa. Dra. Angela Marta P. das Dores Savioli  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

---

Profa. Dra. Rosana Salvi  
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 23 de Janeiro de 2015.

Este trabalho é dedicado...

Aos meus pais, Sr. Olegário e a Sra. Geny, por sempre terem acreditado que eu podia ir mais longe e por terem me apoiado em todos os meus projetos de vida.

À minha esposa Luciana, por sua dedicação incondicional, escuta e paciência nos momentos mais difíceis desse projeto.

Ao meu filho Otávio que é a alegria da minha vida.

As minhas irmãs, Marciana, Marcela e Patrícia, por me ensinarem que para ir mais longe basta sonho e coragem.

Aos professores e funcionários do Colégio Estadual Olavo Bilac pelo carinho, respeito e amizade.

As técnicas(os) de enfermagem, as enfermeiras(os) e médicas (os) da uti cardiológica do Hospital infantil pequeno príncipe pela cuidado e carinho dispensado ao meu filho durante 6 meses de internamento.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a minha orientadora a professora Irinéa, por ter me escolhido como orientando e por me propiciar a liberdade necessária para eu criar e expressar as minhas ideias e convicções nesse trabalho sem deixar de lado o rigor e a honestidade acadêmica. Além disso, agradeço os momentos fundamentais da minha formação acadêmica no grupo de pesquisa IFHIECEM que ela coordena.

Agradeço também...

Aos colegas do grupo de pesquisa IFHIECEM pelos momentos de mútuo aprendizado e também pela paciente leitura e crítica dessa tese, com especial destaque a Maria Lúcia, a Marlize, a Katia, a Betina e a Ligia.

A Maria Lúcia, amiga e companheira de todas as horas.

Aos professores do programa de pós-graduação que contribuíram imensamente para a minha formação intelectual.

A professora emérita da UNB Eunice Soriano de Alencar que me presenteou com um livro de sua autoria e que me forneceu sugestões para elaboração do meu pré-projeto no que tange o tema criatividade e ao professor Paulo Caruso Ronca por me auxiliar na elaboração do meu pré-projeto.

Aos professores da banca que aceitaram o convite para participar da arguição dessa tese e pela imensa contribuição ao desenvolvimento, qualidade e organização da mesma.

A professora da universidade de Massachusetts, Florence Sullivan, co-orientadora do meu estágio sanduíche que teve uma participação especial na elaboração dessa tese.

Ao Professor brasileiro da universidade do Texas, Flávio de Azevedo, pelos ensinamentos, pela boa comida e pelo reencontro com as ideias de Paulo Freire.

A amiga e professora Rita Vieira do Colégio Estadual Olavo Bilac que durante os quatros anos de doutorado revisou incansavelmente meus artigos e essa tese.

A Professora Marta Bellini que me orientou no mestrado e que sempre está disposta a me ajudar.

A minha esposa Luciana Rubio pelo compartilhamento de ideias e pelas palavras de incentivo.

A minha mãe pelo incentivo incansável e ao meu pai pelo apoio incondicional.

A Capes pelo apoio financeiro.

A Neide J. Zaninelli pela revisão das normas da ABNT.

BARBOSA, Roberto Gonçalves. **Educação científica e tecnológica para a participação**: Paulo Freire e a criatividade. 2014. 161 f. Tese (Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

## RESUMO

Esta tese alia o pensamento de Paulo Freire, estudos no campo da criatividade e a abordagem de ensino de ciências CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade), para investigar o problema da participação consciente ou intencional dos estudantes durante as aulas de Física em uma escola pública. Pesquisas realizadas no âmbito CTS e com enfoque de Freire reforçam a necessidade de uma educação voltada para a cidadania e que promova a participação dos sujeitos nos processos de tomada de decisões. Ao mesmo tempo a criatividade tem sido concebida como um potencial humano que deve ser cultivado e desenvolvido. Diante disso, nos propomos investigar por meio da construção de uma sequência didática, baseada em um abordagem CTS-Freire e na criatividade, a participação intencional dos estudantes via aprendizagem. Aprendizagem que foi avaliada e discutida à luz da teoria sociocultural de Vygotsky. De acordo com as ferramentas analíticas apresentadas por Bardin foi classificado e analisado os dados que levaram às inferências que apresentamos a seguir: a) a aprendizagem de conceitos pelos estudantes leva-os a uma progressiva tomada de consciência dos seus próprios processos mentais, b) somente a aprendizagem de conceitos não leva à participação consciente ou intencional dos estudantes, c) é necessário pensar a prática pedagógica juntamente com os estudantes e dar-lhes alternativas para que esses possam escolher e participar d) os alunos estão condicionados a reproduzir conhecimento e seguir prescrições, o que dificulta a sua participação e inibe a sua expressão criativa.

**Palavras-chave:** Ensino de física. Participação. Criatividade. Abordagem CTS. Paulo Freire.

BARBOSA, Roberto Gonçalves. **Scientific and technological education for participation: Paulo Freire and creativity.** 2014. 161 p. Thesis (Graduate Program in Teaching of Science and Mathematics Education) - State University of Londrina, Londrina, 2015.

## ABSTRACT

This thesis combine the Paulo Freire's thought, studies in the field of creativity and of the Science teaching STS (Science Technology and Society) approach to investigate the problem of conscious or intentional participation of students at the physics classes at the public school. Researches conducted under STS's and Freire reinforce the need for an education focused on citizenship and to promotion the participation of individuals at the decisions-making process. At the same time creativity has been conceived as a human potential that need be cultivated and developed. Therefore, we propose to investigate through the application of a didactic sequence, based on an STS-Freire approach and creativity, the intentional participation of students via learning. Learning that was evaluated and discussed in light of Vygotsky's sociocultural theory. According to the analytical tools presented by Bardin it was classified and analyzed the data that led to the inferences that we present below: a) The concepts learning by the students leads them to a progressive awareness of their own thought processes, b) Only the learning of concepts does not lead to conscious or intentional participation of students, c) is necessary to think the pedagogical practice with students, give them alternatives to choose and participate d) the students are conditioning to reproducing knowledge and follow prescriptions which hinder your participation and inhibits them to be creative.

**Keywords:** Physics teaching. Participation. Creativity. STS approach. Paulo Freire.

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Síntese dos referenciais teóricos estudados .....	98
<b>Quadro 2</b> – Conteúdos para o ensino.....	101
<b>Quadro 3</b> – Unidade Temática – Noção à respeito da representação gráfica e/ou simbólica do movimento de um objeto.....	114
<b>Quadro 4</b> – Unidade Temática – Explicação para o movimento dos objetos .....	117
<b>Quadro 5</b> – Unidade temática – Noções à respeito das leis de Newton .....	119
<b>Quadro 6</b> – Unidade Temática – Noção à respeito da representação gráfica e/ou simbólica do movimento .....	122
<b>Quadro 7</b> – Unidade Temática – Explicação para o movimento dos objetos .....	124
<b>Quadro 8</b> – Unidade temática – Noções à respeito das leis de Newton .....	125

## SUMÁRIO

<b>PRIMEIRAS PALAVRAS</b> .....	11
<b>INTRODUÇÃO</b> .....	15
<b>CAPÍTULO 1</b> .....	19
<b>1 PAULO FREIRE: UM BRASILEIRO COM IDEIAS UNIVERSAIS PARA A EDUCAÇÃO</b> .....	19
1.1 PEDAGOGIA DO OPRIMIDO .....	20
1.2 FILOSOFIA DA PEDAGOGIA FREIRIANA .....	21
1.2.1 Consciência e existência .....	24
1.3 AÇÃO ANTIDIALÓGICA: INVASÃO CULTURAL .....	27
1.3.1 Invasão cultural: o papel das escolas e universidades .....	29
1.4 O CARÁTER ECONÔMICO DA EDUCAÇÃO .....	32
1.5 EDUCAÇÃO LIBERTADORA: A ESCUTA DA VOZ DOS ESTUDANTES .....	34
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	38
<b>2 CRIATIVIDADE</b> .....	38
2.1 O CONCEITO DE CRIATIVIDADE .....	39
2.2 ESTUDOS EM CRIATIVIDADE .....	41
2.2.1 Criatividade: abordagens teóricas .....	43
2.2.2 Criatividade no âmbito educacional .....	45
2.3 CRIATIVIDADE E A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA .....	48
2.3.1 Ensino criativo .....	50
2.3.2 Ensino para a criatividade .....	53
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	55
<b>3 PAULO FREIRE E O ENSINO DE CIÊNCIAS/FÍSICA NO BRASIL</b> .....	55
3.1 A ABORDAGEM TEMÁTICA E PROBLEMATIZADORA DE ANGOTTI E DELIZOICOV PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS .....	56
3.2 PAULO FREIRE E A RELAÇÃO DUAL CONTEÚDO-OBJETIVO NO ENSINO DA FÍSICA .....	59
3.2.1 O ensino e a aprendizagem da Física .....	60

3.2.2	O que se Aprende com a Física.....	64
3.2.3	A ideia de concepção alternativa no contexto escolar .....	65
3.3	ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE CIÊNCIAS .....	67
3.3.1	Educação científica: Freire e o enfoque CTS.....	69
3.3.2	A origem sociocultural do conceito de participação freiriana .....	72
3.3.3	O conceito de participação para Paulo Freire .....	74
3.3.4	CTS e Freire: educação científica para a participação .....	75
	<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>77</b>
<b>4</b>	<b>VYGOTSKY – ABORDAGEM SOCIOCULTURAL .....</b>	<b>77</b>
4.1	ANÁLISE DA APRENDIZAGEM – ABORDAGEM SOCIOCULTURAL .....	77
4.2	VYGOTSKY E O ENSINO DE FÍSICA .....	77
4.3	FORMAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS .....	82
4.4	RELAÇÃO ENTRE APRENDIZAGEM E DESENVOLVIMENTO .....	82
4.5	A ZONA DE DESENVOLVIMENTO PROXIMAL .....	83
4.6	A CRIATIVIDADE .....	84
4.7	A CONSCIÊNCIA .....	85
	<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>87</b>
<b>5</b>	<b>DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA.....</b>	<b>87</b>
5.1	CONTEXTO E PARTICIPANTES .....	87
5.2	ABORDAGEM DE PESQUISA .....	88
5.2.1	Análise de conteúdo .....	88
5.2.2	Conteúdo de análise e as unidades de registro .....	89
5.3.	COMO AVALIAR A PARTICIPAÇÃO DOS ESTUDANTES? .....	92
5.3.1	Crítérios para avaliação da participação .....	93
5.4	DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS DE ANÁLISE .....	96
	<b>CAPÍTULO 6.....</b>	<b>97</b>
<b>6</b>	<b>UNIDADE DIDÁTICA .....</b>	<b>97</b>
6.1	FASE 1: PLANEJAMENTO .....	97
6.1.1	Síntese dos Referenciais Teóricos .....	98
6.1.2	A Função Social do Ensino .....	99
6.1.3	Os conteúdos de ensino e a aprendizagem.....	99

6.1.4	O que Aprender? .....	100
6.1.5	Como Ensinar? .....	101
6.1.6	A sequência didática .....	102
6.2	FASE 2: APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	106
6.3	FASE 3: AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	106
	<b>CAPÍTULO 7</b> .....	108
<b>7</b>	<b>APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS</b> .....	108
7.1	O CONTEXTO DE APLICAÇÃO DA PESQUISA .....	108
7.1.1	Avaliação da sequência didática - Parte 1 .....	111
7.2	OS DADOS DA PESQUISA.....	113
7.2.1	Quadros para a turma A .....	113
7.2.2	Quadros para a turma B .....	122
7.3.	A PARTICIPAÇÃO DOS ESTUDANTES VIA APRENDIZAGEM.....	126
7.4	AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA - PARTE 2.....	135
	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	139
	<b>A PARTICIPAÇÃO CONSCIENTE DOS ESTUDANTES NO</b> <b>PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA FÍSICA</b> .....	139
	À GUIA DE CONCLUSÃO .....	141
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	144
	<b>APÊNDICES</b> .....	154

## PRIMEIRAS PALAVRAS

[...] Em outras palavras, você continua fazendo o que sempre fez. Eu não topo. Estou aqui queimando a pestana exatamente porque acho que o que estávamos fazendo não ajuda os alunos a aprender, além de que eu não estou muito certo de que servia para alguma coisa, a não ser para passar em uma prova no final do ano. (PERNAMBUCO, 1993, p.80)<sup>1</sup>.

A vida não se separa em Ciência, atividade política, atividade filosófica: a vida é uma coisa só, naturalmente marcada pela personalidade da pessoa, que se manifesta em tudo o que faz (SCHENBERG, 1984)<sup>2</sup>.

O projeto de doutorado Educação Científica e Tecnológica para a Participação foi, primeiramente, proposto em agosto de 2010, ao programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, pela Universidade Estadual de Londrina, sob o título Criatividade no Ensino de Física.

Essa ideia surgiu da curiosidade, associada às circunstâncias vividas pelo autor em uma escola pública, localizada em uma cidade com baixo Índice de Desenvolvimento Humano - IDH, ao norte do estado do Paraná. Durante o período de doutorado pela Universidade Estadual de Londrina, fez parte do grupo de pesquisa IFHIECEM - INVESTIGAÇÕES EM FILOSOFIA E HISTÓRIA DA CIÊNCIA, EDUCAÇÃO CIENTÍFICA E MATEMÁTICA coordenado pela Profa. Dra. Irinéa de Loudes Batista onde, entre outras atividades acadêmicas, participou em colaboração com outros estudantes, de cursos de extensão oferecidos para docentes da área de Ciências. Além disso, com a participação da orientadora, por tratar do caráter social, histórico e coletivo das construções humanas, este estudo se voltou para a criatividade colaborativa.

Para aprofundar a abordagem do tema, efetivaram-se estudos nas áreas de psicologia, sociologia e da Ciência em torno da criatividade, os quais resultaram em artigos publicados nas atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e na revista de *Formación e Innovación Educativa Universitaria*. Nesse ínterim, surgiu, em 2012, a oportunidade de realizar um estágio nos Estados Unidos da América (EUA) pelo PROGRAMA DE

<sup>1</sup> Fragmento de uma fala de um professor da rede pública de São Paulo, durante a realização de um círculo de investigação temática, transcrito pela professora Marta Pernambuco (1993, p.80).

<sup>2</sup> Entrevista de Amélia Império Hamburger (Instituto de Física, USP) publicada em julho/agosto de 1984.

DOCTORADO SANDUÍCHE NO EXTERIOR (PDSE) sob o fomento da COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL SUPERIOR (CAPES), com uma professora que investigava o tema, uma vez que o Brasil é carente de pesquisadores que se ocupam desse assunto, principalmente no campo do ensino de Ciências (BARBOSA; BATISTA, 2011).

Por conseguinte, estabeleceu-se contato com Florence Sullivan, integrante do corpo docente da Universidade de Massachusetts, nos EUA, a qual aceitou a participação deste autor em um estágio com foco na criatividade colaborativa na área educacional. O objetivo do estágio foi realizar uma revisão de literatura de pesquisas empíricas focadas na criatividade colaborativa na educação básica, publicadas em periódicos internacionais.

Uma vez nos EUA, este pesquisador cursou inúmeras disciplinas na universidade, dentre as quais, uma, intitulada Ensino para a Justiça Social em Matemática, Ciência, Tecnologia e Aprendizagem, ministrada pelo professor brasileiro Flávio de Azevedo. Por meio dessa disciplina, este professor entrou novamente em contato com as ideias do educador brasileiro Paulo Freire.

Durante o período de estágio, as discussões travadas na disciplina, bem como as atividades realizadas com o apoio da professora orientadora da UEL e da co-orientadora na Universidade de Massachusetts, conduziram a uma nova composição da tese de doutorado, agora integrando o pensamento de Paulo Freire, alicerçada, sobretudo na afirmação “o conceito não é senão um meio, nunca um fim” (FREIRE; FAUNDEZ; 1985, p.33). Essa frase conduziu à reflexão acerca do papel das disciplinas científico-escolares na educação das crianças, antes mesmo de pensar em como se desenvolver a criatividade por meio dessas disciplinas.

Ora, não significa que o processo de ensino e aprendizagem prescindia da criatividade, mas tal assertiva lembra que é indispensável considerar a realidade vivencial e existencial (situação sociocultural) dos estudantes, quando se deseja promover uma educação humanizadora, respeitadora, menos técnica e passiva, e mais conscientizadora e ativa.

Freire afirma que não se pode tomar a apreensão de conteúdos de ensino como finalidade educacional, prática que caracteriza uma educação bancária, na qual os alunos são vistos como recipientes de depósito de informações, conhecimentos e valores supostamente universais, o que lhes inibe a capacidade criadora.

De acordo com a visão de Freire, a educação libertadora ou problematizadora “se funda na criatividade e estimula a reflexão e a ação verdadeiras de homens e mulheres sobre a realidade, responde a sua vocação, como seres que não podem autenticar-se fora da busca e da transformação criadora.” (FREIRE, 1988, p.72). Nesse sentido, a pedagogia preconizada por Paulo Freire ensina que, para transcender a formação acumuladora de conhecimento, é necessário substituir o objetivo da aprendizagem, que hoje se reduz a apreender conteúdo, pelo desenvolvimento de capacidades humanas – sociais, manuais e intelectuais dos/as alunos/as – e, ainda, levá-los/as a compreender a realidade circundante.

Um dos fatores problemáticos é que, na escola, as práticas avaliativas determinam o que é importante aprender e, na maioria das vezes, é o saber conceitual que é exigido, o que leva à secundarização do desenvolvimento de capacidades, como ser criativo ou crítico. Essa afirmação é corroborada pelo educador americano Elliot Eisner (2000), ao afirmar que, embora nas escolas estadunidenses o objetivo educacional seja contribuir para o pensamento criativo dos estudantes, auxiliando-os adquirir hábitos de iniciativa, aprender a cooperar e ser amigáveis uns com os outros, os pesquisadores mostram que há um abismo praticamente intransponível entre as ambições e as práticas de avaliação (EISNER, 2000). Essa situação, por sua vez, não difere do que ocorre no cenário brasileiro, em que as escolas atuam para a reprodução das terminologias, ideias e conceitos ensinados, em detrimento da construção do pensamento original (ALENCAR, 2004). A consequência dessa pedagogia é o desinteresse, a apatia manifestada por um número considerável de alunos e, infelizmente, uma diminuição da vontade de agir e partilhar o mundo.

Levando em consideração esse quadro, o problema que é pertinente investigar se concentra na busca de instrumentos e práticas que diminuam a não participação, o não envolvimento dos alunos e alunas no próprio processo de aprendizagem, o automatismo das ações escolares cotidianas, que desmotiva os estudantes pelo trabalho intelectual (SHOR; FREIRE, 1987, p.12), principalmente daqueles provenientes de regiões pobres e que estudam em escolas públicas. Uma vez que pedagogia bancária não humaniza a sociedade, as escolas ficam à mercê da injustiça social.

Entretanto, não se pode admitir que jovens e crianças sejam reféns dos conhecimentos escolares, menos ainda, oferecer-lhes uma educação desprovida de sentido, ao contrário, há que se priorizar o desenvolvimento de suas potencialidades, como a criatividade. Não se pode, ainda, insistir em oferecer um tipo de educação que prescindia do mínimo de 'vontade' ou da consciência por parte dos estudantes, pois, como afirmou o filósofo brasileiro Álvaro Vieira Pinto (1979, p. 362):

Se os pedagogos querem desenvolver uma ação eficaz não podem limitar-se à tarefa mecânica de introduzir conhecimentos no espírito do aluno, como se enchesse um saco, de fazê-los receber o dado conhecido pronto e acabado, para que dele se apoderem e o coloquem no espírito como o colocariam no bolso. Devem proceder pelo caminho inverso, pela modificação da consciência de si do homem que existe sempre em determinada condição objetiva enquanto trabalhador, criança ou adolescente, e tornar o aprendizado de qualquer dado do saber o resultado de um movimento que tem origem na consciência que se dirige ao mundo para apreendê-lo.

Em resumo, a educação, assim como o próprio viver, consiste em uma prática dialética que se efetiva entre o sujeito e o mundo, em que a consciência de si e do mundo se constitui. Esse é um processo em que não admite passividade, pois a consciência é sempre intencional, do sujeito para o mundo. É a esse processo que Freire denomina o ato de conhecer.

## INTRODUÇÃO

Esta tese alia o pensamento de Paulo Freire, estudos no campo da criatividade e a abordagem de ensino de ciências CTS (Ciência Tecnologia e Sociedade), para investigar o problema da participação consciente e/ou intencional dos estudantes durante as aulas de física na escola pública.

Pesquisas realizadas no âmbito CTS e Freire (ANGOTTI; AUTH, 2001; AULER; DELIZOICOV, 2001; SANTOS; MORTIMER, 2001, 2002) reforçam a necessidade de uma educação voltada para a cidadania e que promova a participação dos sujeitos nos processos de tomada de decisões. Tais autores defendem uma educação científica crítica, que promova o debate e a reflexão de temas que envolvam a ciência, a tecnologia e suas interações com a sociedade, naquilo que diz respeito aos aspectos políticos, econômicos, ambientais, éticos e morais (VIANNA, 2009). Essa educação se efetiva, sobretudo, por meio de uma prática educativa que se caracteriza como participativa e ativa por parte dos estudantes, na qual, mais que manejar informações, articulam-se conhecimentos, argumentos e contra-argumentos, baseados em problemas compartilhados (BAZZO et al., 2003).

Esses argumentos se opõem a uma educação passiva, acrítica e que, conseqüentemente, não fomenta a ação ativa e intencional dos estudantes, ou ainda, que não desperta nos alunos a sua curiosidade epistemológica<sup>3</sup>, uma vez que, de modo geral, o objetivo dos alunos, principalmente daqueles oriundos da classe média, é passar no vestibular, o que os leva a serem “profissionais de sala de aula” (PIETROCOLA; PINHEIRO, 2000). Em outras palavras, eles estudam primariamente para avançar até a série seguinte e, uma vez que seu objetivo foi alcançado, o conhecimento adquirido pode ser esquecido, descartado. Porém, quando se levam em consideração os estudantes provenientes de famílias com menor poder aquisitivo e que frequentam a escola pública, nem sequer profissionais de sala de aula eles almejam ser. Isso ocorre porque eles não veem sentido nessa prática<sup>4</sup>. Ademais, as

<sup>3</sup> A curiosidade como inquietação indagadora, como inclinação ao desvelamento de algo, como pergunta verbalizada ou não, como procura de esclarecimento, como sinal de atenção que sugere alerta, é parte do fenômeno vital (FREIRE, 2005, p.32).

<sup>4</sup> Para os estudantes com menor recurso financeiro, as práticas escolares não fazem parte do seu meio cultural imediato, que está diretamente ligado ao mundo do trabalho manual. A ausência de referência familiar com histórico de formação superior também distancia os/as alunos/as de atividades ditas intelectuais (KUENZER, 2000).

condições materiais e o meio em que vivem tais alunos acabam por condicionar a sua trajetória pessoal, conduzindo-os em direção ao trabalho manual, em detrimento do trabalho intelectual. Ora, as carências sociais e econômicas fazem com que busquem um emprego, que é uma resposta a uma necessidade imediata, ao contrário de uma carreira acadêmica, que exige investimento de tempo e dinheiro (KUENZER, 2000).

E esses são alguns fatores sociais, econômicos e culturais que contribuem para que muitas crianças e jovens nem cheguem ao final do ensino fundamental ou médio. Para corroborar essa afirmação, basta observar as altas taxas de evasão, reprovação, ou ainda, a qualidade questionável do nível de aprendizagem de alunos de escolas públicas, se comparada àquela que é apresentada pelos alunos que frequentam as instituições privadas.

Essa realidade demanda a construção de uma educação que seja, simultaneamente, inclusiva e exclusiva aos alunos de escolas públicas, em que a qualidade do processo educacional esteja vinculada às ações e/ou práticas dos estudantes, quer dizer, à sua participação e ao seu envolvimento na própria formação. Há que ser uma educação cuja prática ou intervenção didático-pedagógica seja pautada, em, no mínimo, dois aspectos, a consciência dos sujeitos e a sua expressão criativa. Segundo Freire (1987), a consciência é o *locus* privilegiado para a intervenção pedagógica, isso porque ele considera que toda aprendizagem e ação se iniciam na consciência dos sujeitos, ou seja, todo ato de conhecimento parte do sujeito (mundo da consciência) para o objeto de conhecimento e leva à consciência do mundo. E ter consciência do mundo é condição necessária para que os sujeitos possam agir sobre ele, transformá-lo, (re)criá-lo.

A transformação e a (re)criação se efetivam por intermédio do autoconhecimento, ou autoconsciência da capacidade criativa ou criadora dos sujeitos. No entretanto, estudos apontam que, no Brasil, poucas oportunidades são dadas à expressão criativa dos estudantes, principalmente daqueles que provêm das camadas de baixa renda (ALENCAR, 2004). Essa realidade reforça o sentimento de impotência ou de incapacidade historicamente construída, que, além de inibir e bloquear a capacidade criativa dos aprendizes, também os leva à imobilidade e à frustração.

Diante dessas considerações, a questão que se almeja responder nesta tese é: Com um enfoque CTS-FREIRE e um ensino voltado para aprender a fazer e a criar (criatividade) promove a participação consciente e/ou intencional dos alunos de escolas públicas durante as aulas de física?

A questão parte de uma leitura da realidade em que se considera que há um automatismo nas práticas escolares dos estudantes, o que os impede de conhecer dialética ou criticamente a realidade, sobretudo em um ensino em que o conteúdo é um fim, o último e principal objetivo educacional, quando deveria, por sua vez, ser apenas um meio para compreender a realidade (FREIRE, FAUNDEZ, 1985). Essa prática escolar, ao invés de prover uma educação criadora ou criativa, promove uma educação que reproduz valores e ideias. E esse quadro tende a se perpetuar, a não ser que os professores consigam romper com as práticas que estimulam a passividade dos alunos no processo educacional.

Assim, a concepção de consciência elaborada por Paulo Freire, somada à criatividade e à abordagem CTS no ensino e aprendizagem de Física se apresentam como uma alternativa de mudança. A opção pela Física se deve a formação do autor e do reconhecimento deste do fato de que comumente essa é uma disciplina pouco atrativa para os alunos, devido ao fato de ser de difícil compreensão e que, por isso, tem um papel preponderante na exclusão de estudantes oriundos das classes de menor poder econômico, exclusão esta que se expressa nos consideráveis índices de evasão e reprovação escolar.

### **Estrutura geral da tese**

No primeiro capítulo deste estudo, discute-se o pensamento de Freire e sua filosofia, com ênfase na compreensão das ideias de consciência, existência e invasão cultural. No segundo capítulo, trata-se do tema criatividade, estudos teóricos a partir da psicologia, com foco no campo educacional e na educação científica. No terceiro capítulo, analisa-se criticamente o ensino de física, em seguida, faz-se uma leitura de pesquisas no ensino de Ciências/Física que adotam Freire como um referencial teórico-metodológico e da abordagem CTS e CTS-Freire. No quarto capítulo, abordamos o pensamento de Vygotsky que nos subsidiará na análise da aprendizagem dos estudantes. No quinto, por sua vez, destacam-se os procedimentos metodológicos. E no sexto a unidade didática que contempla a sequência didática que foi aplicada na escola. No sétimo apresentamos

os dados e a sua análise com base nos referenciais adotados e, por fim, faz-se as considerações finais.

## CAPÍTULO 1

### PAULO FREIRE: UM BRASILEIRO COM IDEIAS UNIVERSAIS PARA A EDUCAÇÃO

O educador nordestino Paulo Freire nasceu na região mais pobre do Brasil, onde, em 1962, em uma população de 25 milhões de pessoas, 15 milhões de analfabetas.

Em Jaboatão perdi meu pai. Em Jaboatão experimentei o que é a fome e compreendi a fome dos demais. Em Jaboatão, criança ainda, converti-me em homem graças à dor e ao sofrimento que não me submergiam nas sombras da desesperação. Em Jaboatão joguei bola com os meninos do povo. Nadei no rio e tive “minha primeira iluminação”: um dia contemplei uma moça despida. Ela me olhou e se pôs a rir... Em Jaboatão, quando tinha dez anos, comecei a pensar que no mundo muitas coisas não andavam bem. Embora fosse criança comecei a perguntar-me o que poderia fazer para ajudar aos homens (FREIRE, 1979, p. 9).

E foi o que Paulo Freire fez. Abandonou a carreira de advogado e se dedicou à alfabetização de adultos, em áreas carentes do nordeste, lugar onde elaborou seu método. Como resultado, alfabetizou, no Rio Grande do Norte, 300 trabalhadores em um período de 45 dias, fato que impressionou sobremaneira a opinião pública.

Decidiu-se a aplicar o método em todo o território nacional, mas dessa vez, com o apoio do Governo Federal. E foi assim que, entre junho de 1963 e março de 1964, foram realizados cursos de formação de coordenadores na maior parte das Capitais dos Estados brasileiros (no Estado da Guanabara se inscreveram mais de 6.000 pessoas; igualmente, criaram-se cursos nos Estados do Rio Grande do Norte, São Paulo, Bahia, Sergipe e Rio Grande do Sul, que agrupavam vários milhares de pessoas). Em 1964, o plano de ação previa a instalação de 20.000 círculos de cultura, capazes de formar, durante esse mesmo ano, por volta de 2 milhões de alunos (cada círculo educava, em dois meses, 30 alunos). Mas, no mundo racional, a irracionalidade predominou e comprometeu indelevelmente todo um país e um povo. E então veio a ditadura,

[...] um golpe de Estado (1964) que não só deteve todo este esforço que fizemos no campo da educação de adultos e da cultura popular, mas também levou-me à prisão por cerca de cerca de 70 dias (com muitos outros, comprometidos no mesmo esforço). Fui submetido durante quatro dias a interrogatórios, que continuaram depois no IPM do Rio. Livrei-me, refugiando-me na Embaixada da Bolívia em setembro de 1964. Na maior parte dos interrogatórios a que fui submetido, o que se queria provar, além de minha “ignorância absoluta” (como se houvesse uma ignorância ou sabedoria absolutas; esta não existe senão em Deus), o que se queria provar, repito, era o perigo que eu representava. Fui considerado como um “subversivo internacional”, um “traidor de Cristo e do povo brasileiro”, “Nega o senhor – perguntava um dos juizes – que seu método é semelhante ao de Stalin, Hitler, Perón e Mussolini? Nega o senhor que com seu pretendido método o que quer é tornar bolchevique o país?...” (FREIRE, 1979, p. 10).

Depois desse episódio, Paulo Freire foi expulso<sup>5</sup> do Brasil e viveu exilado, ensinando os seus métodos em inúmeros países, como, Chile, Nicarágua, Guiné Bissau, São Tomé e Príncipe, EUA e Suíça, onde também lecionou. Só voltou ao Brasil 16 anos depois, em 1980.

### 1.1 PEDAGOGIA DO OPRIMIDO

Enquanto houver pessoas que maltratam pessoas, que não respeitam as crianças, que exploram o trabalhador, que fazem com que outros indivíduos morram de sede e de fome, falar-se-á em oprimido. Na França, na China, nos EUA, na Indonésia, no Brasil, em todos esses países se encontram opressores e oprimidos. Portanto, Paulo Freire continua atual e, talvez, ainda mais imprescindível do que antes, pois a existência destes dois sujeitos, opressor e oprimido, tem sido historicamente negada, em benefício da construção e da manutenção de estado de coisas fundado em um discurso idealizado e ideológico a respeito da realidade.

Um exemplo desse estado de coisas se encontram nos discursos presentes nos livros de história, que narram a história do Brasil, insistindo nas

<sup>5</sup> É difícil conceber que o fato de ensinar analfabetos a ler e escrever possa levar à deportação, contudo, foi exatamente isso o que aconteceu a Paulo Freire, durante os anos sessenta no Brasil. Freire entendia que o analfabetismo e a pobreza conduziam à depreciação pessoal. Ensinar as pessoas a ler era sinônimo de ensiná-las a valorizarem a si próprias. Onde quer que fosse posto em prática, o método que Paulo Freire desenvolveu para alfabetizar aumentava a consciência e estimulava a formação de grupos organizados e politizados. A ditadura brasileira ressentiu-se desse fato (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 263).

palavras “descoberta” e “civilização” como algo positivo, mas, se ao invés disso, optassem por termos, como, invasão, genocídio e roubo, logo se identificariam os europeus (franceses, ingleses e portugueses) como os opressores e os povos indígenas e os africanos como oprimidos, o que contribuiria para a desmitificação da realidade. Na prática escolar, essas concepções de história encobrem e negam a luta dos povos.

Nesse tipo de ensino, o que ocorre é (também) uma perpetuação ideológica de preconceitos e valores que são histórica e culturalmente construídos, os quais transmitem uma visão parcial e particular da realidade que a nega e a legitima, ao mesmo tempo em que corrompe o pensar, o agir e o criar do aluno. Ademais, a escola, sob esta perspectiva, cumpre outro papel, o de expulsar os alunos (ao invés de eles próprios evadirem), principalmente aqueles que são provenientes das camadas mais exploradas da população.

Nesse contexto se insere a pedagogia do oprimido, que é política, assim como o é qualquer outra pedagogia, mas é a única que se assume como tal, que não se exime da responsabilidade de discutir a realidade concreta da escola e dos seus participantes, considerando suas condições objetivas e subjetivas de existência. A pedagogia do oprimido é crítica porque transcende e considera as dimensões social e histórica e tem como um dos principais objetivos levar os estudantes a uma tomada de consciência acerca do mundo e do seu estar nele. Essa é uma pedagogia pensada a partir da periferia e das margens da sociedade e visa não somente à formação intelectual, mas, primeiramente, à formação humana dos indivíduos, pautada no respeito e na colaboração.

## 1.2 FILOSOFIA DA PEDAGOGIA FREIRIANA

Delimitar teoricamente o pensamento de Freire não é uma tarefa fácil, tampouco é pretensão deste trabalho. Por outro lado, visando a compreender melhor as suas ideias, procura-se identificar algumas confluências filosóficas que fundamentam a sua obra. O sociólogo argentino Carlos Alberto Torres (1997), por exemplo, identifica quatro vertentes filosóficas<sup>6</sup> que pertencem ao quadro teórico-prático da pedagogia libertadora de Paulo Freire.

<sup>6</sup> Destacamos também que o pensamento freiriano tem influência Cristã. Influência que não é menos importante do as que vamos destacar aqui, porém não trataremos dessa dimensão nesse trabalho.

[...] o pensamento existencial (o homem como ser em construção), o pensamento da fenomenologia (o homem constrói sua consciência como intencionalidade), o pensamento marxista (o homem vive no dramatismo do condicionamento econômico da infraestrutura e no condicionamento ideológico da superestrutura) e da filosofia hegeliana (o homem, como autoconsciência, parte da experiência comum para elevar-se em direção à ciência, pela dialética, aquilo que é “em si”, passa a ser “em si e para si”) (TORRES, 1997, p.175).

Tais tendências levam a uma leitura mais rigorosa de suas ideias. Baseando-se em Marx, e dotado de uma postura crítica, Freire questionou as pedagogias tradicionais, chamando-as de promotoras de uma educação bancária, cujos objetivos e práticas estavam condicionados histórica e culturalmente por determinado sistema social, no caso da América Latina e da educação brasileira, pelo sistema capitalista. A referência ao oprimido mostra claramente a sua posição política (de não neutralidade) ao lado do trabalhador manual, que é o sujeito explorado e expropriado no sistema capitalista. Isso posto, nada mais plausível do que tomar a dialética marxista como filosofia para pensar uma pedagogia voltada aos interesses da classe trabalhadora. Segundo Fromm<sup>7</sup> (1962, p. 27),

O sistema de produção da vida material condiciona o processo da vida social, política e intelectual em geral. Não é a consciência dos homens que determina o seu ser social (sua existência), mas pelo contrário é seu ser social que determina a consciência. [...] É exatamente a cegueira do pensamento consciente do homem que lhe impede tomar conhecimento de suas verdadeiras necessidades humanas e de ideais nele arraigados.

Freire parte da realidade objetiva dos oprimidos, sujeitos desumanizados e coisificados nas relações, não só do trabalho, mas em todo relacionamento social e que, por isso, exige uma pedagogia que leve à transformação dessa realidade, pois, para ele,

[...] a realidade social, objetiva, que não existe por acaso, mas como produto da ação dos homens, também não se transforma por acaso. Se os homens são os produtores desta realidade e se esta, na “inversão da práxis”, se volta sobre eles e os condiciona transformar a realidade opressora é tarefa histórica, é tarefa dos homens (FREIRE, 1987, p.37).

<sup>7</sup> Este autor assim como os outros que vem a seguir foram propositadamente escolhidos a partir da leitura das obras de Paulo Freire. Embora sejam obras antigas, optamos por elas para nos auxiliar na compreensão das ideias de Paulo Freire.

Essa é uma tarefa histórica, porque é resultado da ação de homens e mulheres, sujeitos capazes de transformar a realidade, por meio de sua ação e pensamento (reflexão). A realidade aqui referida não se trata da realidade metafísica, que decreta a razão como a fonte da verdade absoluta e universal, ou da idealista, que a nega, mas sim, da realidade experimentada, vivida, que se integra ao pensamento do sujeito e sobre a qual ele age. Desse modo, tanto na prática quanto no âmbito do conhecimento humano, o homem abstrato, isolado da realidade, deixa de existir, pois é na práxis que a realidade e o seu pensamento são produzidos e transformados. Segundo Kosik (1967, p. 136),

*La realidad no es (auténtica) realidad sin el hombre, de la misma manera que tampoco es (únicamente) la realidad del hombre. Es la realidad de la naturaleza como totalidad absoluta, independiente no sólo de la conciencia del hombre sino también de su existencia, y es la realidad del hombre que en la naturaleza, y como parte de ella, crea la realidad humano-social, que trasciende a la naturaleza, y define en la historia su propio lugar en el universo. El hombre no vive en do, esferas distintas; no habita con una parte de su ser en la historia y con la otra en la naturaleza. Como hombre esta siempre, y a la vez, en la naturaleza y en la historia. Como ser histórico, y por tanto como ser social, humaniza la naturaleza, pero también la conoce y reconoce como totalidad absoluta, como causa sui que se basta a sí misma, como condición y supuesto de la humanización.*

Tal perspectiva é, sobretudo, uma crítica à dicotomia objetividade *versus* subjetividade, adotada por correntes filosóficas que separam o pensar do próprio sujeito de pensamento, ao mesmo tempo em que negam a influência da realidade que o encerra. Para Freire (1987, p. 37),

[...] confundir subjetividade com subjetivismo, com psicologismo, é negar-lhe a importância que tem o processo de transformação do mundo, da história, é cair num simplismo ingênuo. É admitir o impossível: um mundo sem homens, tal qual outra ingenuidade, a do subjetivismo, que implica homem sem mundo.

Nesse sentido, é um equívoco separar objetividade de subjetividade, pois mesmo que se excluam os estados emocionais ou perceptuais extremos, a configuração do objeto de pensamento (objetivação) por parte do indivíduo pensante será sempre de uma realidade parcialmente mesclada de participação subjetiva (PRADO JUNIOR, 1963). Uma vez que a condição se deve ao caráter dialético da construção do conhecimento pela humanidade, deve-se sempre pensá-la por

intermédio do viés da relação dialética entre teoria-prática, ação-reflexão, homem-mundo, objetividade-subjetividade.

### 1.2.1 Consciência e Existência

A consciência e a existência talvez sejam as duas dimensões mais importantes entre aquelas que estão presentes na pedagogia do oprimido. Primeiramente, porque o adjetivo oprimido remete à consciência de mundo, divisão de classes, riqueza x pobreza, explorador x explorado, opressor x oprimido, ao mesmo tempo em que se refere a uma falsa consciência, uma consciência invadida, alienada, dominada, dual, não livre, levada ao reconhecimento de uma falsa realidade, de uma realidade determinada e abstrata. Em segundo lugar, há que se considerar que é por intermédio das condições objetivas de existência que o ser humano encontra e descobre a si mesmo e ao seu mundo, ao mesmo tempo em que configura e é configurado por ele. De acordo com essa acepção, o mundo é também o mundo da consciência, que implica, necessariamente, a consciência do mundo, e, conforme Sartre, significa dizer que “consciência e mundo se dão ao mesmo tempo.” (FREIRE, 1987, p.70). A principal conclusão que se depreende dessa afirmação é que não se pode falar de um mundo separado da consciência, tampouco de uma consciência isolada do mundo. Em outras palavras: as condições existenciais objetivas nas quais vivem os sujeitos condicionam o mundo da consciência, uma consciência coletiva que se constitui em uma estreita interação com a realidade social objetiva. Diante disso e considerando a herança histórica e cultural do passado colonial, Freire parte das relações entre senhor e escravo, propostas pela dialética hegeliana, que vê na consciência duas possibilidades, do ser de si ou de outro, para propor uma pedagogia libertadora de consciências, uma vez que na relação entre o senhor e o escravo, o oprimido carrega a consciência do senhor, uma consciência alheia. Desse modo, Freire (1987, p. 32) considera que,

O grande problema está em como poderão os oprimidos, que “hospedam” o opressor em si, participar da elaboração como seres duplos inautênticos, da pedagogia de sua libertação. Somente na medida em que se descubram “hospedeiros” do opressor poderão contribuir para o partejamento de sua pedagogia libertadora. Enquanto vivam a dualidade na qual ser é parecer e parecer é parecer o opressor, é impossível fazê-lo. A pedagogia do oprimido, que não pode ser elaborada pelos opressores, é um dos instrumentos para esta descoberta crítica – a dos oprimidos por si mesmos e a dos opressores pelos oprimidos, como manifestação de desumanização.

Exemplo patente dessa mente opressora, herança do passado colonial, é o racismo. Os europeus que invadiram estas terras eram racistas e os brasileiros se tornaram racistas, ao mesmo tempo que negam sê-lo<sup>8</sup>. Por isso, segundo a perspectiva freiriana, emerge a necessidade de uma pedagogia libertadora de consciências, que deve advir de uma reflexão crítica do mundo vivido, ou seja, ela deve ser forjada por meio da capacidade humana de se distanciar das coisas, para fazê-las presentes (FIORI, 1987), de modo a conhecê-las, problematizá-las, objetivá-las. Nesse sentido, a consciência ganha um significado de reconhecimento, percepção do sujeito-mundo e, como o mundo e os sujeitos se intercomunicam e se transformam, a autoconsciência se torna um processo.

Segundo Torres (1997), Freire incorpora os elementos da fenomenologia, ao afirmar que a consciência se constitui como totalidade intencionada que simboliza-significa o mundo, temporalmente. Por isso, é um fenômeno que vai além da consciência psicológica, da própria consciência individual, e bate de frente com a consciência histórica e coletiva, ou seja, o terreno da chamada intersubjetividade. A intersubjetividade, por sua vez, marca o diálogo como o recurso fundamental na construção da consciência humana, ou seja, antes mesmo de expressar verbalmente, as consciências se comunicam. Contudo, será no diálogo, então verbalizado, que os sujeitos tomarão consciência da própria consciência, porque é no diálogo, por meio da expressão da sua palavra, que os sujeitos solidarizam o refletir e o agir sobre o mundo, ou seja, realizam a práxis, que

<sup>8</sup> Muito cedo os indivíduos aprendem algumas regras sociais e valores que, embora possam questionar, aparecem muito fortemente nas suas reações mais imediatas. Por exemplo, quantas vezes, apesar de negar a discriminação racial, eles se descobrem imaginando que uma pessoa, por ter cor de pele diferente da sua, certamente terá condição social diferente ou forma de sentir ou atuar também diferente, mesmo que tenha a mesma origem cultural que as demais. Quantas vezes o diferente é, na verdade, um juízo de valor, como errado ou inferior [...] (PERNAMBUCO, 1993, p.76).

é a reflexão e a ação dos homens sobre o mundo para transformá-lo (FREIRE, 1987).

Em uma educação dialógica, os sujeitos se encontram para nomear o mundo em um ato social coletivo, em um processo em que cada sujeito compreende o mundo por si mesmo, ou melhor, constrói o próprio entendimento. Para Au (2007), se os sujeitos estão em diálogo, não é conveniente que um deles “deposite” suas ideias na outra pessoa. Tal atitude equivaleria a tratá-lo como objeto, determinado e manipulável (AU, 2007, p.185), condição que se enquadra na prática educativa ‘bancária’, na qual se instala a antidialogicidade, uma vez que o professor fala e o aluno se cala. Para Martin Buber (1982, p. 150), essa prática unidirecional se insere no campo da propaganda:

O propagandista que tenho em mente, que se impõe, não se interessa em absoluto pela pessoa que ele quer influenciar, enquanto pessoa; quaisquer características individuais são para ele significativas somente na medida em que se pode tirar proveito delas e conseguir adesão do outro para os seus objetivos. [...] Ele se interessa simplesmente pelo ‘mais’ – mais membros, mais adeptos. O meio político onde ele governa na sua forma extrema, significa como neste caso: apoderar-se do outro despersonalizando-o. Este gênero de propaganda associa-se de formas diversas à coação, ela a completa ou substitui, de acordo com a necessidade e as perspectivas, mas em última instância nada mais é do que a coação exaltada tornada imperceptível.

Transpondo essa realidade para a escola, equivale a dizer que o sujeito, o aluno é sempre tratado como se fosse objeto manipulável, ao mesmo tempo em que suas vontades e opiniões são desconsideradas. Os programas televisivos como os telejornais, novelas e as propagandas, por exemplo, ilustram significativamente essa situação. Por meio delas, os indivíduos são comunicados e induzidos a comprar esse ou aquele produto, a agir dessa ou daquela maneira. Elas caracterizam uma prática que não estabelece um diálogo real, que alia interesses econômicos à posição de poder estruturalmente estabelecida, o que possibilita a imposição de vontades e de ideias sobre o outro. No âmbito educacional, a posição de poder é assumida pelos professores e pelos conhecimentos por eles difundidos, conhecimentos esses que, mais do que desenvolver capacidades, visam a conquistar adeptos. Essa ação diferencia a prática libertadora da educação bancária.

### 1.3 AÇÃO ANTIDIALÓGICA: INVASÃO CULTURAL

A práxis do conhecimento freiriana é pautada, primeiramente, na diferença de classes. Conforme evidencia o título de sua principal obra “Pedagogia do Oprimido”, ele parte da parcela da sociedade que é excluída cultural, geográfica, social e economicamente, e esses aspectos são tomados como consequência do processo de colonização ocidental que foi implantado principalmente no continente africano e na América Latina. Aqui, faz-se referência ao período pós-colonial ou pós-colonialista, ao invés do moderno ou pós-moderno (BAUMAN, 1998), porque a terminologia “colonial”, ou “colonização”, apesar de parecer “antiquada” ou estar em desuso, assume um caráter histórico e político mais explícito e convergente com os propósitos deste estudo. Ademais, caso não se leve em consideração essa dimensão em Paulo Freire, não se alcançará uma compreensão profícua de suas ideias. Ele denomina o processo educacional de ação cultural, pois somente por intermédio de um processo de (re)enculturação do colonizado é que será possível livrá-lo do colonizador.

A ideia de colonização, portanto, remete à ideia de invasão cultural, que se refere não apenas ao domínio econômico, geográfico e do corpo do outro, mas abrange também o campo cultural (linguístico, estético, de valores, crenças e psicológico) e ideológico (ou das ideias) que, talvez, hoje alcance a sua maior expressão no domínio da produção e difusão de informação, tecnologias e de conhecimento por parte das metrópoles (EUA, França, Inglaterra, entre outros países). Às ‘colônias’ (Brasil, África do Sul, etc.) cabe fornecer *comodities*<sup>9</sup>, mão de obra barata e consumir o que a metrópole produz: filmes, programas de televisão e produtos tecnológicos de toda ordem. Para Paulo Freire (1987), a invasão cultural é a penetração que os invasores fazem no contexto cultural dos invadidos, impondo a eles sua visão do mundo, enquanto lhes freiam a criatividade, ao inibir sua expansão.

A condição básica para o êxito da invasão cultural é o reconhecimento, por parte dos invadidos, de sua inferioridade intrínseca. E essa talvez seja a sua consequência mais nociva, pois a exaltação do opressor legitima a sua "superioridade", ao mesmo tempo em que o invadido se inferioriza e,

<sup>9</sup> Produtos ou mercadorias na forma bruta ou natural, ou seja, que não foram submetidos a um processo industrial.

consequentemente, passa a negar a si mesmo e aos seus pares, em outras palavras: o pobre se sente menos importante do que o rico, o negro se vê com menos valor que o branco, a mulher se considera inferior ao homem. Em suma, o sujeito invadido absorve a forma de ser e de pensar do invasor, por isso quer ser como ele, andar como ele, vestir à sua maneira e falar a seu modo, características que são desenvolvidas e estimuladas desde a infância, nos lares, escolas, igrejas e pelos programas de televisão. Tal domínio, porém, não é completo, assim, quando os oprimidos se pronunciam, os opressores agem por meio da violência e/ou sutilmente recorrem a falsas considerações a respeito da realidade, quer dizer, mitificam o mundo, reapresentam um falso mundo, com o objetivo de silenciar o oprimido. Paulo Freire apresenta alguns exemplos de mitos que até hoje ainda são muito comuns.

O mito de que esta “ordem” respeita os direitos da pessoa humana e que, portanto, é digna de todo apreço. O mito de que todos, bastando não ser preguiçosos, podem chegar a ser empresários. [...] O mito da igualdade de classe. O mito do heroísmo das classes opressoras, como mantenedora da ordem que encarna a “civilização ocidental e cristã”, que elas defendem da “barbárie materialista”. O mito de sua caridade, de sua generosidade, quando o que fazem, enquanto classe, é o assistencialismo, que se desdobra no mito da falsa ajuda. [...] O mito de que as elites dominadoras, “no reconhecimento de seus deveres”, são promotoras do povo, devendo este, num gesto de gratidão, aceitar a sua palavra e conformar-se com ela. O mito da operosidade dos opressores e o da preguiça e desonestidade dos oprimidos. O mito da inferioridade “ontológica” destes e o da superioridade daqueles (FREIRE, 1987, p.136).

A principal função desses mitos é manter o estado de coisas, manipular os indivíduos e impedir que pensem ou ajam. Geralmente, tais mitos são difundidos e reforçados pelos meios de comunicação de massa, como a televisão, que é controlada pela elite opressora (GADOTTI, 1983).

É nesse contexto que se deve entender a teoria da ação dialógica proposta por Paulo Freire, sua práxis, que transcende a escola. Ela se caracteriza como uma pedagogia que contraria o egoísmo, a falsa generosidade e o humanitarismo do opressor. Não se pode, portanto, falar em educação humanista se as condições sociais e de vida que predominam nos lugares onde os sujeitos vivem são desumanas e desumanizantes, e a escola, nesse contexto, serve apenas como

mais um instrumento de domínio e exclusão, problema sobre o qual se tratará a seguir.

### 1.3.1 Invasão Cultural: o papel das escolas e universidades

As escolas e universidades brasileiras são herança europeia, quer dizer, nossas instituições foram fundadas a partir dos conhecimentos, valores, preconceitos e práticas desse povos; portugueses, franceses e ingleses. Povos que escravizaram e traficaram povos indígenas e do continente africano, e a respeito dos quais se construíram visões negativas com relação a sua humanidade e intelecto. Concepções que serviram para legitimar a submissão e a violência contra esses povos. Contexto que influenciou sobremaneira a construção do pensamento e do conhecimento científico europeu. Segundo Smith (1999);

O desenvolvimento do pensamento científico, a exploração e “descoberta” pelos europeus de outros mundos, a expansão do comércio, o estabelecimento de colônias, e a sistemática colonização dos povos indígenas nos séculos dezoito e dezenove são facetas do projeto modernista (SMITH, 1999, p.59).

Projeto que incluía também a coleção dos conhecimentos produzidos pelos povos invadidos. A acumulação desses saberes supostamente "descobertos" se transformaria em disciplinas, tais como, antropologia, geografia, geologia e botânica, que serviram para formar mais conquistadores e dominadores. Por isso, tais conhecimentos eram difundidos apenas à burguesia. O Brasil, uma colônia europeia, seguiu o mesmo padrão, oferecendo educação para suas elites, primeiramente portuguesas, depois, brasileiras. Um exemplo desse fato é apresentado por Lopes et. al. (2006, p. 122), ao afirmar que:

O acesso ao ensino médio foi possível apenas à elite brasileira, assim, desde sua criação, seus conceitos e suas finalidades foram sendo reformulados para atender a demandas políticas e econômicas. Somente na década de 80, teve início a democratização do acesso a esse nível de ensino. Desde então, foi o nível educacional que mais cresceu em todo o país, abrigando, contudo, a maioria absoluta dos alunos, advindos de grupos populares e trabalhadores, nas escolas públicas e no período noturno, o que representa maiores dificuldades, piores condições e o mais baixo rendimento escolar, expresso em altas taxas de evasão e repetência. Permanecia, assim, a distinção entre classes, uma vez que médias e altas mantinham seus filhos em escolas particulares em quase sua totalidade.

Pode-se, por conseguinte, afirmar que o tipo educação que hoje é praticada no Brasil é ainda uma educação elitista, porque desconsidera as carências e as diferenças sociais, econômicas e culturais de quem a receberá, quer dizer, não se adapta às formas de ver e de pensar dos alunos. Há que se considerar também a questão de classe social, por exemplo, o fato de que o grau de instrução dos pais influencia sobremaneira na escolaridade e no futuro dos filhos. A pesquisa de Ferreira e Veloso (2003) indica que, no Brasil, o nível de escolaridade dos indivíduos apresenta um grau elevado de persistência entre as gerações, isto é, indivíduos com pais mais escolarizados têm um nível médio de escolaridade bem superior ao dos trabalhadores cujos pais detinham uma baixa escolaridade, indicando uma limitada mobilidade educacional.

Enquanto a probabilidade de um filho negro de um pai sem escolaridade permanecer na mesma categoria de educação do pai é cerca de 42%, a probabilidade análoga para brancos é pouco acima de 24%. Por outro lado, a persistência de alta escolaridade é mais elevada entre indivíduos de cor branca. Em particular, a probabilidade de o filho de um pai com ensino superior completo também completar seus estudos universitários é cerca de 40%, se o indivíduo reportado ser negro ou pardo, e aproximadamente 62% para brancos (FERREIRA; VELOSO, 2003, p. 482).

Por certo, esse é um resultado que advém das diferenças sociais e econômicas existentes no Brasil, realidade que vai ao encontro do que diz o sociólogo Maurício Tragtenberg, ao afirmar que a escola, ao 'selecionar' os chamados 'melhores', apenas ratifica uma seleção social preexistente, a saber, escolhe os escolhidos, confere poder simbólico (o diploma) aos indivíduos que detêm poder real – é a função do ensino universitário e pós-graduado

(TRAGTENBERG, 2004, p.110). Ora, o que ele diz é que não é propriamente o vestibular que seleciona os 'melhores' alunos, mas são as condições socioeconômicas que levam à repetência e à expulsão (e não evasão) dos estudantes durante a educação básica e o ensino médio. Em razão dessas condições, muitos deles nem sequer chegam a concluir o ensino médio, conforme mostra a pesquisa realizada por Andrade (2012, p. 27), segundo a qual, no Brasil,

A parcela da população que ainda não tem acesso ao ensino superior é de 80% dos jovens com idade de 18 a 24 anos. Neste grupo de idade, a metade dos jovens (48%) não possuem os requisitos formais para concorrer a vagas no ensino superior, pois 21% dos jovens nessa idade não concluíram o ensino fundamental e 27% não concluíram o ensino médio. Ou seja, apenas cerca de 33% dos jovens na faixa de idade de 18 a 24 anos concluíram o ensino médio, como mais alto nível de escolaridade e, dessa forma, possuem os requisitos escolares formais para terem acesso ao ensino superior.

Esses aspectos macrossociais levam ao forte caráter social e econômico implícito no microcosmo da sala de aula, diga-se, no sucesso ou no fracasso do aluno, que acredita ser o único e exclusivo responsável por seu insucesso, fenômeno que Paulo Freire e Faundez (1985) chamaram de manipulação, já o biólogo francês Michel Schiff (1993) o denominou de trapaça social. Tal fenômeno consiste, basicamente, no escamoteamento dos aspectos sociais e econômicos que permeiam os resultados escolares, ao mesmo tempo em que reforça o caráter da meritocracia acadêmica. A bem da verdade, são fatores que dependem principalmente da renda familiar, das condições de vida, que têm melhorado graças às políticas do governo federal<sup>10</sup>, tais como, o Bolsa Família e o Programa Jovem Aprendiz, que exigem a permanência do aluno na escola, mas que ainda precisam avançar, e muito, principalmente no que se refere ao compromisso dos estados e dos municípios com a educação, pois em uma sociedade em que o fator de maior motivação é o ter, a escola (inclui-se aí também a academia), com sua estrutura cega e surda aos problemas sociais dos alunos, contribui para a expulsão desses indivíduos dos bancos escolares.

<sup>10</sup> Estes são os programas governamentais que contribuem para ingresso de alunos na universidade: o SISU (Sistema de Seleção Unificada) e o ProUni (Programa Universidade para Todos). Pode-se falar ainda em políticas afirmativas como o sistema de cotas para afrodescentes e povos indígenas.

Na contramão, estão aqueles sujeitos que recebem um conhecimento parcial e insuficiente, tanto para compreender a realidade, quanto para agir e pensar de forma lúcida (coerente, desalienada), crítica (reflexiva), consciente (autoconsciente) e, principalmente, de uma forma mais humana e menos egoísta. Na prática, ao se considerar a escola pública e sua reduzida quantidade de aulas, se comparada àquelas que são ministradas nas escolas privadas, perceber-se-á que a quantidade de conhecimentos apreendidos ou acumulados será insuficiente para garantir que os estudantes sejam aprovados no vestibular, e essa é mais uma marca do ainda desigual sistema escolar brasileiro.

#### 1.4 O CARÁTER ECONÔMICO DA EDUCAÇÃO

Conforme foi salientado, primeiramente surgem as instituições de ensino europeias e, a partir dessas, as brasileiras. No entanto, sem interligar tais aspectos, tal momento histórico geralmente é caracterizado como um projeto modernista e/ou iluminista que proveu estímulo para a Revolução Industrial, a filosofia do liberalismo, o desenvolvimento de disciplinas nas ciências e o desenvolvimento da educação pública (SMITH, 1999).

Esse caráter econômico hoje é claramente percebido nos argumentos de pais, professores e da sociedade de modo geral, quando, visando a convencer crianças e adolescentes a permanecerem na escola, adotam uma justificativa baseada em uma lógica capitalista (“estudar para ser alguém na vida”, “ter um carro”, entre outras frases feitas), individualista (ter autonomia, independência financeira), competitiva (o indivíduo tem de ser o melhor, o mais preparado para vencer os concorrentes), acumulativa (quanto mais, melhor). No entanto, essa estratégia funciona de maneira mais efetiva quando direcionada a alunos das classes de maior remuneração. Ademais, impregnada desses valores, a escola, de um lado, reforça o padrão, ao prover uma quantidade exacerbada de informações e, de outro, ao adotar um sistema de seleção por meio da avaliação em que o aluno deve acumular pontos para ascender aos níveis superiores.

Paulo Freire, ciente desses pressupostos, denominou tal tipo de educação de educação bancária, porque: depositam-se conhecimentos nas mentes dos estudantes; o professor-narrador conduz os educandos à memorização mecânica do conteúdo narrado; o conteúdo é composto por retalhos da realidade,

geralmente desconectados da totalidade; as palavras são vazias ou ocas, porém cheias de verbosidade alienada e alienante; aquela em que avaliar é medir a capacidade que o aluno tem de repetir o conteúdo nele depositado. Enfim,

Na concepção “bancária” que estamos criticando, para a qual a educação é um ato de depositar, de transferir, de transmitir valores e conhecimentos, não se verifica nem pode verificar-se esta superação (educador-educando). Pelo contrário, refletindo a sociedade opressora, sendo dimensão da “cultura do silêncio” a “educação” “bancária” mantém e estimula a contradição (FREIRE, 1987, p.59).

A cultura do silêncio a que Freire se refere possivelmente é aquela que esteve presente durante o período de ditadura militar, pelo qual passou não apenas o Brasil, mas a América Latina, cujos resquícios ainda permanecem nos dias de hoje, pois o tipo de educação que o Brasil e muitas outras nações, como os EUA, oferecem a sua população tem um caráter tecnicista e acrítico. Exemplo desse fato são as universidades que se apoiam no discurso da neutralidade de suas práticas e atuação social. Para Tragterberg (2004, p. 17),

A não-preocupação com as finalidades sociais do conhecimento produzido se constitui em fator de “delinquência acadêmica” ou “traição intelectual”. Estritamente, o mundo da realidade concreta é sempre muito generoso com o acadêmico, pois o título acadêmico torna-se o passaporte que permite o ingresso nos escalões superiores da sociedade: a grande empresa, o grupo militar e a burocracia estatal. O problema da responsabilidade social é escamoteado, a ideologia do acadêmico é não ter ideologia, faz fé de apolítico, isto é, serve à política do poder.

Nessa direção, o historiador americano Howard Zinn (1997) destaca que na sociedade existem o poder político e a riqueza corporativa estabelecida, cujo interesse é que as universidades produzam pessoas que, mais do que tentar mudar a estrutura social, encaixar-se-ão nos nichos da estrutura social (ZINN, 1997, p. 503). Em outras palavras, significa que, como parte de um sistema social e econômico mais amplo, a universidade, de modo geral, serve ao poder, tanto para reproduzir e reforçar a sua estrutura, quanto para manter a estabilidade social. Do mesmo modo, os professores da educação básica que são formados nessas instituições serão também difusores de valores e ideias que não visam à

transformação social, mas sim, à adaptações e ajustamentos previstos em uma racionalidade técnica<sup>11</sup>.

### 1.5 EDUCAÇÃO LIBERTADORA: A ESCUTA DA VOZ DOS ESTUDANTES

O termo “libertadora” certamente remete à ideia de se libertar de algo ou de alguém. Esse algo pode ser o sistema capitalista, o descaso social, o dogmatismo dos livros, os mitos sociais, o autoritarismo, o silenciamento, a alienação, a falsa educação, entre tantos outros aspectos sociais e culturais que contribuem para o não pensar, para o não dizer, para o não questionar, para o não criar e para o não mudar. Mas não é só, significa também libertar-se de alguém, no caso, o opressor, aquele sujeito que invade, manipula, engana, rouba e domina. Ora, ocorre que o opressor, além de estar fora, ou seja, é outro sujeito em posição oposta ao oprimido, também está na consciência do oprimido, transformando-o em um sujeito dual. Fundamentado na concepção formulada pelo psiquiatra Franz Fanon (1968)<sup>12</sup> e no escritor Albert Memmi (1967), Paulo Freire (1987) destaca a dualidade existencial dos oprimidos que, “hospedando” o opressor, cuja “sombra” eles “introjetam”, são eles próprios e, ao mesmo tempo, o outro. Nesse caso, Freire se refere a uma consciência colonizada, alienada, que repele o opressor e, contraditoriamente, quer, a todo custo, parecer-se com ele, imitá-lo, segui-lo. Tal paroxismo se verifica, sobretudo, na realidade vivenciada pelos oprimidos de “classe média”, cujo anseio é serem iguais ao “homem ilustre” da chamada classe “superior” (FREIRE, 1987, p.49). Outra característica dos oprimidos, citada no início desse trabalho, é a sua auto-desvalia. Segundo Freire (1987), de tanto ouvirem de que são incapazes, que nada sabem, que não podem saber, que são preguiçosos, que não progridem em virtude de tudo isso, esses indivíduos acabam por se convencer de sua “incapacidade”. Na escola, tal situação também ocorre, pois o professor é um sujeito social e reproduz valores e preconceitos sociais, ademais, a sua formação acadêmica não é suficiente para alterar tais valores e é muito provável que ainda os reforce. Desse modo, quando o professor vai ensinar os alunos em uma escola

<sup>11</sup> Gostaríamos de salientar que não se está culpabilizando os professores pelos problemas educacionais, mas apenas reafirmando que estes estão inseridos em uma estrutura social, política e acadêmica que os condiciona a agir e pensar de uma certa maneira independentemente se eles estão ou não conscientes disso.

<sup>12</sup> Entramos em contato somente com a obra de Frantz Fanon e não com a de Albert Memmi, mas no livro Pedagogia do Oprimido Paulo Freire se refere aos dois autores.

pública de periferia, ele, mais inconsciente que conscientemente, carrega uma visão negativa do aluno pobre e de sua capacidade intelectual, então, este, mais uma vez é convencido de que “não foi feito para os estudos.” (SCHIFF, 1993). Esse processo se efetiva por meio das práticas e do conteúdo que o professor difunde.

Basicamente, as práticas são concebidas sob a lógica da educação bancária, na qual o professor é dono do saber e da verdade (do conteúdo, da ciência), enquanto que o aluno pouco ou nada sabe, por isso, deve ser um ouvinte atento. Nessa concepção, se quiser alcançar o sucesso social, ele tem de se submeter. O sucesso, por sua vez, aumenta de acordo com o poder financeiro disponível, quer dizer, um filho de engenheiro ou médico, em comparação com um filho de um vendedor de loja ou de uma empregada doméstica, terá uma enorme possibilidade de se tornar um engenheiro ou médico por meio da educação, pois o indivíduo que tem dinheiro pode pagar pelas melhores possibilidades sociais, ou, como afirmou o sociólogo Maurício Tragtenberg (2004), tem maior poder de barganha. E ter consciência dessa situação é condição básica para se construir uma educação libertadora, pois equivale a dizer que a educação é política e está subordinada a determinados interesses sociais. Por isso,

Somente quando os oprimidos descobrem, nitidamente, o opressor, e se engajam na luta organizada por sua libertação, começam a crer em si mesmos, superando, assim sua “convivência” com o regime opressor. Se esta descoberta não pode ser feita em nível puramente intelectual, mas da ação, o que nos parece fundamental é que esta não se cinja a mero ativismo, mas esteja associada a sério empenho de reflexão, para que seja práxis (FREIRE, 1987, p.52).

Paulo freire enfatiza um tipo de educação que não advém de instituições de ensino tradicionalmente estabelecidas ou oficiais, mas que ocorre principalmente em organizações coletivas, como os movimentos sociais e associações de bairro, que têm um papel fundamental na luta pela igualdade de direitos em uma nação. Aí, promove-se uma educação conscientizadora e problematizadora que, infelizmente, não se faz presente nas escolas e universidades brasileiras, onde, não raramente, predomina a educação bancária.

A bancária, por óbvios motivos, insiste em manter ocultas certas razões que explicam a maneira como estão sendo os homens no mundo e, para isto, mistifica a realidade. A problematizadora, comprometida com a libertação, se empenha na desmistificação. Por isto, a primeira nega o diálogo, enquanto a segunda tem nele o selo do ato cognoscente, desvelador da realidade. A primeira “assistencializa”; a segunda criticiza. A primeira na medida em que, servindo à dominação, inibe a criatividade e, ainda que não podendo matar a intencionalidade da consciência como um desprender-se ao mundo, a “doméstica”, nega os homens na sua vocação ontológica e histórica de humanizar-se. A segunda, na medida em que servindo a libertação, se funda na criatividade e estimula a reflexão e a ação verdadeira dos homens sobre a realidade, responde à sua vocação, como seres que não podem autenticar-se fora da busca e da transformação criadora (FREIRE, 1987, p.72).

De outro modo, a educação libertadora é aquela que não separa teoria e prática e que usa o conteúdo como um meio e nunca como um fim. Funda-se na criatividade e na expressividade de seus sujeitos por meio do diálogo. Esse dialogismo permeia todo o ato pedagógico, inclusive durante a fase de seleção dos conteúdos de ensino. Sua prática, ou melhor, sua práxis é crítica, denunciadora de mitos, por isso é investigadora e curiosa, visa a buscar o máximo possível de clareza ou objetividade da realidade à qual se refere. Ademais, ele toma a consciência como elemento indispensável do ato de conhecer, aspecto singular e fundamental de sua filosofia e pedagogia.

Para Freire (2000), a tomada de consciência é parte de um processo coletivo de ação e reflexão (práxis) denominado conscientização que, por sua vez, pode levar à consciência crítica, isto é, a uma profunda consciência (ou percepção) da realidade que condiciona a vida das pessoas, bem como da capacidade que essas pessoas têm para transformar essa realidade. Esse último aspecto ou fator é o elemento fundamental para ação criadora ou criativa dos sujeitos sobre a realidade, pois é por meio (a partir) dessa capacidade (e da consciência que dela eles possuem) que os sujeitos atuam, nomeiam, representam e constroem novos significados de si mesmos e do mundo, momento que marca o início do seu processo de libertação. Nessa perspectiva, pode-se dizer que, segundo a visão de Freire, a expressão criativa dos sujeitos advém do nível de consciência e conhecimento a respeito da realidade que os envolvem. E a expressão criativa significa, portanto, uma expressão da liberdade, emocional e intelectual, mesmo que estejam vivendo sob o condicionamento da realidade material.

Em suma, a criatividade, na perspectiva freiriana, resulta da reflexão crítica (coletiva) a respeito do mundo, da consciência de si mesmo e do mundo e de um conhecimento da realidade que permita transcendê-la. Porém essa criatividade será libertadora somente se a dimensão da reflexão se converter (ou se subverter) em ação transformadora ou, ainda, em transformação criadora.

Diante disso, e embora seja possível extrair da obra de Freire algumas ideias a respeito da criatividade, ele não elaborou uma teorização dos processos psicológicos ou comportamentais da ação criativa ou criadora dos sujeitos. Exige-se, portanto, que estudiosos que almejem tratar do tema avancem para além de sua obra. A fim de fundamentar essa dimensão do presente trabalho, no capítulo seguinte, são apresentados estudos constantes na literatura, os quais lidam especificamente com o tema criatividade.

## CAPÍTULO 2

### CRIATIVIDADE

A criatividade é um vocábulo comumente utilizado, tanto para qualificar as criações humanas, quanto para nomear um tipo de capacidade ou habilidade. Fruto de um contexto histórico e cultural, ela emerge como mais uma forma de classificar<sup>13</sup> os humanos e as suas atividades.

A literatura (KNELLER, 1978; SIMONTON, 2002; OSBORN, 1978; MIEL, 1972; BEVERIDGE, 1957), quando se refere à criatividade cita pessoas (geralmente homens) ligadas a áreas da ciência<sup>14</sup> e/ou das artes, por exemplo, Darwin, Galileu, Newton, Da Vinci, Picasso.

Entretanto, para além dessa visão, novas posições políticas e ideológicas levaram à formulação de outra concepção de criatividade, mais democrática, segundo a qual ela é reconhecida como uma capacidade potencial que é inerente a todo o ser humano (RUNCO, 2004; ALENCAR; FLEITH, 2003; TORRANCE, 1976). Nas palavras de Alencar (1996, p. 29),

Finalmente, podemos destacar que a criatividade não se manifesta apenas nas produções artísticas e trabalhos de inventores e cientistas. Ela assume as mais diversas formas e permeia, em maior ou menor extensão, as distintas atividades, podendo se manifestar em diferentes níveis e contextos. [...] Todos esses mitos estão profundamente enraizados em nossa consciência e presentes em nosso meio. Eles necessitam ser derrubados e desfeitos, de tal forma que os vastos recursos criativos inerentes a cada pessoa possam ser reconhecidos e utilizados em prol do indivíduo e da sociedade.

Mediante essa perspectiva, a criatividade se torna um tema de pesquisa, iniciada, segundo Sternberg (2006), nos EUA, durante a década de 1950, principalmente na área da psicologia, tendo como uma das figuras mais destacadas o psicólogo J. P. Guilford, que investigou os traços intelectuais e os estilos cognitivos presentes em indivíduos considerados altamente criativos.

<sup>13</sup> Os criativos e os não-criativos.

<sup>14</sup> Vale observar que, no rol de cientistas e pintores supracitados, não se destacam mulheres, muito menos pessoas de outras nacionalidades (africanas, chinesas, etc.) que não sejam de origem europeia.

A abordagem de Guilford para a criatividade denominada de psicométrica avalia (ou mede) o desempenho dos sujeitos em tarefas que envolvem aspectos específicos da criatividade (STERNBERG, 2010, p. 422), tais como as habilidades produtivas do pensamento divergente, como, a fluência, a flexibilidade e a originalidade que se referem respectivamente à capacidade que os sujeitos têm de gerar muitas ideias, produzir diferentes tipos de respostas a um problema e de produzir respostas raras e incomuns.

Adicionalmente a esses traços psicológicos da criatividade, Guilford (1965) destaca a capacidade para redefinir e/ou rearranjar elementos para produzir novas interpretações, bem como de enxergar problemas e/ou defeitos onde aparentemente eles não existem. A partir desses estudos, desenvolveram-se técnicas para se inventar e/ou criar objetos inovadores.

Uma abordagem considerada a partir dos produtos criativos, possivelmente porque no contexto sociocultural americano da época havia uma necessidade de desenvolvimento econômico e bélico, uma vez que as forças armadas, a indústria e os cursos universitários vislumbravam na criatividade um elemento indispensável ao desenvolvimento humano e tecnológico. Essa aceção está presente no livro “O poder criador da mente”, de autoria do publicitário americano, Alex F. Osborn (1978), criador do método de produção de ideias, denominado *brainstorm*.

## 2.1 O CONCEITO DE CRIATIVIDADE

O conceito ou ideia de criatividade não tem ainda uma significação consensual e universalmente estabelecida, no entanto, a pesquisadora brasileira Eunice Soriano de Alencar (2003) afirma que uma das principais dimensões presentes nas mais diversas definições de criatividade é a emergência ou a criação de um produto novo, seja uma ideia ou uma invenção original, seja a reelaboração e o aperfeiçoamento de produtos ou ideias já existentes (ALENCAR, 2003, p.14). Essa é uma conceituação que advém da consideração dos produtos de criação, e não dos processos ou da pessoa que cria.

Segundo Lubart (2007, p. 16),

A criatividade é a capacidade de realizar uma produção que seja ao mesmo tempo nova e adaptada ao contexto na qual ela se manifesta (Amabile, 1996; Barron, 1988; Lubart, 1994; MacKinnon, 1962; Ochse, 1990; Sternberg e Lubart, 1995). Essa produção pode ser, por exemplo, uma ideia, uma composição musical, uma história ou ainda uma mensagem publicitária.

Além da novidade, um produto criativo pode ser assim denominado quando difere daquele que o antecede, quando é apropriado a determinado objetivo, quando é correto, tem valor ou é significativo (AMABILE, 1996, p. 1), noção que está baseada no cenário organizacional. Já no âmbito da Ciência, o físico norte americano David Bohm realizou uma análise profunda<sup>15</sup> a respeito da criatividade na Ciência, que o levou a afirmar que,

[...] algo novo e realmente criativo advém da percepção de uma nova ordem básica potencialmente significativa em uma área mais ampla e rica. Essa nova ordem leva, no final, à criação de novas estruturas que tenham as características de harmonia e totalidade e, portanto a sensação da beleza (BOHM, 2011, p. 7).

Nessa perspectiva, o novo, a originalidade não estaria propriamente no critério de inovação ou de criatividade na Ciência, mas na precisão, adequação e coerência da integração das partes que leva à sensação de 'beleza' do todo, característica que aproxima a Ciência da Arte (HEISENBERG, 2009; BOHM, 1996). Portanto, pode-se afirmar que as teorias científicas se enquadram nessa noção de criatividade, pois expressam também o rico encadeamento lógico de ideias a partir de novas percepções-interpretações<sup>16</sup> (que antes não se tinha) da realidade pelo sujeito. Nessa perspectiva, a novidade é dependente da harmonia, da concatenação de ideias e objetos mentais com os quais os sujeitos representam a realidade. É a essa ordenação ou reordenação que ele denomina criativa.

<sup>15</sup> Escreveu dois livros a respeito desse tema, o primeiro intitulado "Ciência, Ordem e Criatividade - BOHM D.; David Peats, F. Lisboa, Gradiva, 1989." e o segundo "Sobre criatividade".

<sup>16</sup> A Física newtoniana e a einsteiniana são exemplos significativos dessa mudança dialética na percepção-interpretação do mundo.

## 2.2 ESTUDOS EM CRIATIVIDADE

A criatividade, quando tomada como objeto de estudo de modo geral, é considerada na perspectiva da pessoa que cria, da influência do ambiente social, dos processos de criação e dos produtos criativos<sup>17</sup>.

No âmbito da pessoa criativa, os estudos se dedicam a compreender ou identificar as características pessoais, tal como a personalidade, dos sujeitos reconhecidos como criativos. Por exemplo, a autonomia, o vasto interesse, a atração a complexidade, a independência de julgamento, o alto valor à estética, a autoconfiança e a intuição são apontados como característicos da pessoa criativa (RUNCO, 2004; ALENCAR; FLEITH, 2003).

Além dos aspectos pessoais, a criatividade é compreendida a partir dos fatores sócios ambientais que podem fomentar ou inibir a expressão criativa dos sujeitos. Para Alencar e Fleith (2003), a magnitude do impacto das forças sociais na expressão da criatividade foi salientada por autores, como, Arieti em, em 1976; Schwartz, em 1992; e Montuori e Purser, em 1995, segundo os quais, a criatividade não ocorre ao acaso, mas é profundamente influenciada por fatores ambientais. Tais pesquisadores consideram que os momentos de criação são resultantes de complexas circunstâncias sociais. As pressões sociais com relação aos sujeitos que divergem da norma, a atitude negativa com relação ao comportamento de correr riscos, a não aceitação pelo grupo, as expectativas com relação ao papel sexual, os padrões socioculturais (organizacional, escolar e familiar) rígidos tendem a inibir a expressão criativa dos sujeitos. Segundo Runco (2004, p. 662)

Amabile & Grysiewicz (1989) e mais tarde Witt & Beorkrem (1989) identificaram as seguintes "influências situacionais à respeito da criatividade": a liberdade, a autonomia, bons modelos e recursos (incluindo o tempo), incentivo especificamente para a originalidade, a liberdade de crítica, e "normas em que a inovação é valorizada e o fracasso é tolerado" (Witt & Beorkrem, p. 31-32). Algumas influências também podem inibir a criatividade. Estas incluem a falta de respeito (especificamente para a originalidade), a burocracia, o constrangimento, a falta de autonomia e de recursos, normas inadequadas, gerenciamento de projetos, feed-back, a pressão do tempo, a concorrência e as expectativas irrealistas.

<sup>17</sup> Categorização apresentada no texto "Analizys of Creativity", de Mel Rothes, Phy Delta Kappan, abril de 1961, citado por Kneller (1978, p. 15) e Runco (2004, p. 661).

Os processos que envolvem a expressão criativa também têm sido objeto de descrição e explicação da criatividade.

O processo mais popular foi apresentado por Graham Wallas em seu trabalho “Arte do pensamento”, publicado em 1926. Nele, Wallas descreve 4 estágios para se chegar à ideia criativa: a preparação, a incubação, a iluminação e a verificação (MOLES, 1971). A preparação envolve sobretudo a fase de pesquisa, acumulação de dados e informações para o problema a ser investigado. A incubação é o período em que o sujeito inconsciente matura a ideia, ao mesmo tempo em que pensa ou executa outras tarefas. Já a iluminação é descrita como um clarão no pensamento, a solução do problema. Um exemplo desse momento foi descrito por Poincaré (apud MOLES, 1971, p. 164), ao afirmar:

Foi no instante em que coloquei o pé no estribo do ônibus de Coutances que me veio a idéia de que as transformações que eu havia utilizado para definir as funções fuchsianas eram idênticas às da geometria não euclidiana e eu a senti com uma certeza perfeita

A iluminação também é identificada como o momento do *insight* ou do “A-ha”. E, por último, o teste, a avaliação da ideia. Nessa fase, além de desenvolver uma atividade lógico-racional, o criador deve também exercer o seu pensamento crítico, o que o leva, algumas vezes, a reformular suas ideias e, inclusive, a abandoná-las. Processos suplementares ou complementares ao modelo citado foram propostos ao longo dos anos e atualmente os pesquisadores reconhecem que o processo criativo deve ser entendido como resultado da interação de fatores individuais e ambientais que envolvem aspectos cognitivos, afetivos, sociais, culturais e históricos (ALENCAR; FLEITH, 2003).

Por fim, a criatividade pode ser entendida em termos de seus produtos, como, teorias, invenções, pinturas, esculturas e poemas. Os produtos criativos se referem àquelas coisas que determinada cultura valoriza e intitula como tal<sup>18</sup>.

<sup>18</sup> No ponto de vista de Csikszentmihalyi (1988), a criatividade não é um atributo que um indivíduo possui, mas é um julgamento de valor atribuído a certo tipo de trabalho, feito pelos especialistas da área. Dessa maneira, uma pintura, uma descoberta científica ou uma obra literária só podem ser consideradas criativas quando são comparadas com o que já existe naquele domínio. Inclusive muitos artistas são considerados criativos após a sua morte, pois suas obras passam a ser comparadas com outras, realizadas naquele momento histórico. Um exemplo disso foi Rembrandt, cujas obras não eram julgadas criativas pelos contemporâneos. Apenas mais tarde, após a sua morte, elas foram avaliadas pelos historiadores da arte e caracterizadas como detentoras de grande originalidade para a sua época (WECHSLER, 1998, p.46).

A cultura ocidental, por exemplo, reconhece a Ciência e as artes como produtos da criatividade humana, e esses produtos serão criativos à medida em que sejam novos ou originais.

### 2.2.1 Criatividade: Abordagens Teóricas

As principais teorizações a respeito da criatividade advêm do campo da psicologia e da psicologia social. Segundo Alencar e Fleith (2003), a criatividade já era objeto de análise de psicólogos como Freud, no início do século 20, seguido de Carl Rogers, na década de 1950, com a psicologia humanista e por teóricos da Gestalt, como Wertheimer. Entretanto, pesquisas de caráter empírico somente ocorreram de maneira mais significativa entre as décadas de 1970 e 1980. Influenciados pela psicologia cognitiva, tais estudos visavam investigar os processos cognitivos do ato criativo, bem como as variáveis do contexto social que interferiam nesse processo.

Pesquisas mais abrangentes, também denominadas de sistêmicas, com foco nos âmbitos psicossocial e sociocultural, surgiram na década de 1980. Essas abordagens defendiam que a criatividade não resultava apenas da ação individual, mas emergia da interação entre o indivíduo e o ambiente sócio-histórico e cultural.

Conforme explica Csikszentmihalyi (1996, p. 23) a criatividade não ocorre dentro dos indivíduos, mas é resultado da interação entre os pensamentos do indivíduo e o contexto sociocultural. Criatividade deve ser compreendida não como um fenômeno individual, mas como um processo sistêmico (ALENCAR; FLEITH, 2003, p. 63).

Sob esta perspectiva, destacam-se os trabalhos de pesquisadores americanos, como, Tereza Amabile (1990) e Sternberg e Lubart (1991), que pensaram a criatividade na esfera organizacional. No modelo componencial da criatividade, Tereza Amabile (1990) aponta três aspectos essenciais para a produção criativa:

- a) o domínio de habilidades (conhecimento, talentos e habilidades técnicas);
- b) habilidades criativas (estilo cognitivo, estilo de trabalho e criatividade heurística);

c) motivação intrínseca.

De acordo com esse modelo, a motivação para a execução de uma tarefa se constitui como o componente mais afetado pelo ambiente social, pois se um indivíduo realiza uma tarefa sob extrínsecas restrições, provavelmente sua motivação será basicamente extrínseca. No entanto, se o ambiente não oferecer fortes restrições, a motivação será intrínseca, então o indivíduo terá uma autopercepção de engajamento na atividade, que passa a ser, para ele, interessante, agradável e pessoalmente desafiadora.

Segundo Amabile (1990, p. 9): “[...] as pessoas serão mais criativas quando estiverem motivadas principalmente pelo interesse, prazer, satisfação e pelo desafio do trabalho em si – e não por pressões externas.”

Na mesma perspectiva está a teoria do investimento, da autoria de Sternberg e Lubart (1991), que se baseia no mercado financeiro. De acordo com esse referencial, o indivíduo criativo é “aquele que compra baixo e vende alto”.

Para essa teoria, a criatividade requer seis recursos: habilidades intelectuais, conhecimento, estilos de pensamento, personalidade, motivação e ambiente adequado. Embora o nível desses recursos seja diferente para cada indivíduo, muitas vezes a decisão de usar ou não determinado recurso se torna um fator preponderante. Portanto, se um investidor tem boas ideias, mas não participa do “mercado de ações”, este não será criativo (WECHSLER, 1998). Para Sternberg (2006), a criatividade, de acordo com a teoria do investimento, é, em grande parte, a capacidade de tomar decisão, o que sugere que pode ser desenvolvida. Assim, solicitar que os estudantes sejam criativos pode ser mais eficaz se eles acreditarem que a decisão de ser criativo poderá ser recompensada (STERNBERG, 2006, p. 90).

Além do âmbito empresarial, existem teorizações como a de Csikszentmihalyi que foca suas pesquisas nos aspectos da vida social e cultural que contribuem para o afloramento da expressão criativa dos sujeitos. Esse autor apresenta a criatividade como um processo que resulta da interação de três fatores: indivíduo (bagagem genética e experiências pessoais), domínio (cultura) e campo (sistema social) (ALENCAR; FLEITH, 2003, p. 84). Particularmente,

No âmbito individual, a criatividade ocorre 'quando uma pessoa tem uma nova ideia ou vê um novo padrão, e quando essa novidade é selecionada pelo campo de conhecimento apropriado para a inclusão em um domínio relevante' (Csikszentmihalyi, 1996). Na esfera do campo, sujeitos que pertencem a uma área específica tais como a psicologia social tomam decisões à respeito da inclusão ou não de novas ideias e conceitos no campo em questão (Csikszentmihalyi, 1996). E finalmente no âmbito do domínio, um conjunto definido de regras, símbolos e procedimentos são usados para determinar o que constitui um conjunto formal de conhecimentos para campos de atuação como a psicologia, a arte ou a biologia (CHOU; CHRONISTOR; CHAN, 2007, p. 467).

Em suma, na perspectiva de sistemas de Csikszentmihalyi<sup>19</sup>, a expressão criativa advém de uma bagagem de conhecimento adquirida no entorno sociocultural e somente poderá ser reconhecida como tal se os membros da comunidade da qual o sujeito participa o fizerem.

### 2.2.2 Criatividade no Âmbito Educacional

Apesar do apelo ao desenvolvimento da criatividade dar-se nos mais diferentes campos, na esfera educacional não houve um engajamento significativo, pois os maiores investimentos, inclusive em treinamentos, foram feitos na área organizacional (STERNBERG, 2006; AMABILE, 1990; OSBORN, 1978). Para Alencar (2004), no Brasil, desenvolver a capacidade de pensar de uma maneira criativa e inovadora não tem sido uma preocupação da escola, porque a maioria das instituições de ensino qualifica parcialmente o sujeito para a vida moderna, uma vez que sua ênfase recai na reprodução e acumulação do conhecimento, críticas que encontram eco nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio.

Num mundo como o atual, de tão rápidas transformações e de tão difíceis contradições, estar formado para a vida significa mais do que reproduzir dados, denominar classificações ou identificar símbolos. Significa: saber se informar, comunicar-se, argumentar, compreender e agir; enfrentar problemas de diferentes naturezas; participar socialmente, de forma prática e solidária; ser capaz de elaborar críticas ou propostas; e, especialmente, adquirir uma atitude de permanente aprendizado (BRASIL, 2012, p.9).

<sup>19</sup> Um dos principais conceitos desse autor é o "Flow" que se refere a um estado da mente ou estado da experiência que envolve a pessoa durante o processo de criação.

Na mesma direção, Guilford (apud KNELLER, 1978), assinala que a educação em geral tem se concentrado demasiadamente no pensamento convergente, mostrando ao estudante como encontrar respostas dentro de limites socialmente estabelecidos, além de salientar que para cada pergunta existe uma única resposta correta, situação responsável pelo que Alencar (2007) chamou de dicotomia do certo-errado. Fortalecida constantemente pelos exames, essa dicotomia obriga os alunos a darem sempre a resposta correta e a não errar, porque o erro é visto como sinônimo de fracasso, motivo pelo qual deve sempre ser evitado. Em contraposição,

o espaço reservado para questões que possibilitam múltiplas respostas, para a exploração de novas abordagens no processo de resolução de problemas e para o uso de formas divergentes de lidar com o conteúdo programático, é bastante reduzido, senão inexistente na maioria das escolas (ALENCAR; FLEITH, 2003, p. 134).

Acresce-se a isso a desvalorização, por parte de muitos docentes, de formas alternativas de resolução de problemas, bem como a baixa expectativa com relação à capacidade do aluno em produzir ideias inovadoras. Por outro lado, entre as razões apontadas para o cultivo de uma educação voltada para a criatividade, Alencar (2007) enfatiza a necessidade de: desenvolver uma capacidade humana que propicie o bem-estar emocional e mental; formar pessoas que sejam capazes de enfrentar um mundo marcado pelo excesso de informações desconexas e fragmentadas. Tais habilidades podem ser desenvolvidas por meio de um ensino diversificado e estimulante, no qual se almeja mais que o desenvolvimento de inteligências, mas uma mudança de comportamento, tanto por parte de professores quanto de alunos. Nesse sentido, Torrance (1976) sugere aos professores preocupados em fomentar a criatividade na escola que valorizem o pensamento criativo, estimulem a imaginação e a manipulação de objetos e ideias, desenvolvam um espírito aventureiro e promovam tolerância com relação às novas ideias (TORRANCE, 1976, p. 129).

Para Alencar e Fleith (2003), um professor que visa desenvolver o potencial criativo de seus alunos pode:

- fortalecer traços de personalidade, como, autoconfiança, curiosidade, persistência, independência de pensamento,

coragem para explorar situações novas e lidar com o desconhecido;

- diversificar as estratégias de ensino em sala de aula;
- ajudar o aluno a se desfazer de bloqueios emocionais, como, o medo de errar, o medo de ser criticado, motivados por sentimentos de inferioridade e insegurança;
- utilizar atividades que possibilitem ao aluno exercitar seu pensamento criativo;
- propiciar tempo adequado para o aluno pensar e desenvolver suas ideias;
- cultivar o senso de humor em sala de aula.

Essas ações serão potencializadas se ocorrerem em um ambiente que valorize o aluno, ajudando-o a acreditar na sua capacidade, porque, não raramente, o medo da crítica e do erro o impede de se arriscar com maior frequência. Outro fator também importante é o humor, pois, segundo Wechsler (1998), o ensino nas escolas, à medida em que evolui nos graus educacionais, torna-se mais sério, monótono e sem prazer. A fim de encorajar a manifestação do humor na escola, é preciso legitimar o riso e o humor natural que ocorrem em situações diárias, bem como desenvolver o prazer e a espontaneidade pelo conhecer.

Embora existam recomendações em pesquisas e documentos oficiais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN<sup>20</sup>, no Brasil, poucos são os recursos mobilizados para a promoção de um clima criativo em sala de aula. Essa escassez de recursos se torna perceptível sobretudo quando o foco é a realização de pesquisas (VIRGOLIM, 2007; ALENCAR; FLEITH, 2003; WECHSLER, 1998) que se dediquem ao aperfeiçoamento e à criação de novas metodologias de ensino que visem ao desenvolvimento do potencial criativo dos estudantes. De tal modo, parece que a característica mais difundida pelas instituições de ensino tem sido o descrédito com relação à capacidade das crianças, porque as escolas (os meios de comunicação de massa), além de não promoverem um ambiente que oportunize momentos para o criar, fazem com que as crianças acreditem que são

<sup>20</sup> Essa afirmação parte do PCN do ano de 2000. Nos PCN de 2012 utiliza-se o termo criatividade para se referir ao desenvolvimento de novas metodologias de ensino.

incapazes de pensar e agir. O biólogo francês Michel Schiff (1993) chamou tal situação de “desperdício das capacidades intelectuais” das crianças, principalmente daquelas que são provenientes das classes menos favorecidas. Segundo o autor, “os bons alunos são condicionados a responder às perguntas e os matemáticos, a resolver problemas. E na organização social e escolar, essa prática visa a desestimular aqueles que pensam, isto é, aqueles que se questionam e questionam os outros” (SCHIFF, 1993, p. 18). No Brasil, tal fato é percebido, especialmente se forem levadas em consideração as notas que compõem os *rankings* de avaliações oficiais (Exame Nacional do Ensino Médio - ENEM, Índice de desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), Programa Internacional de Avaliação de Alunos - PISA). Virou rotina e não gera desconforto o fato de que as escolas públicas ocupam, quase sempre, as piores posições, mas há que se considerar que ao menos em uma situação essas escolas se comparam às escolas privadas: a educação difundida centra-se na reprodução e acumulação de conhecimentos e valores.

### 2.3 CRIATIVIDADE E A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

Do mesmo modo que na educação brasileira, como um todo, ainda não há um programa oficial de desenvolvimento do potencial criativo de professores e alunos, na educação científica não é diferente. No entanto, pesquisas a respeito da criatividade (GUILFORD, 1965; KIND; KIND, 2007; KNELLER, 1978; TORRANCE, 1976) apontam a Ciência como um empreendimento altamente criativo, no qual os produtos – invenções e explicações – são considerados criativos, isto é, produções da criatividade científica. Apesar da imprecisão, a criatividade científica se constitui como um tipo de criatividade que se relaciona com o trabalho dos cientistas.

Guiando-se por esse enfoque, os britânicos Kind e Kind (2007) realizaram uma revisão bibliográfica nas pesquisas em educação em ciência no âmbito internacional e constataram que existem poucos trabalhos cujo foco é a criatividade. A análise desses autores foi realizada com base em quatro dimensões: ensino criativo (envolve a proposição de inovações metodológicas); arte e ciência (relação de interdisciplinaridade da ciência com a literatura, poesia e outras expressões artísticas); ensino por investigação e natureza da ciência. Ademais, eles

discutiram a importância do emprego das analogias, da imaginação e da capacidade de produzir e manipular imagens mentais durante o ensino de ciências.

No sentido de observar como essa situação se apresenta no Brasil, realizou-se uma revisão de literatura<sup>21</sup> em busca de pesquisas que relacionassem a educação científica à criatividade. Desse levantamento, identificaram-se apenas dois artigos que tratam especificamente deste assunto. O primeiro, intitulado “TRIZ<sup>22</sup>: criatividade como uma ciência exata?” (LOPES; ALMEIDA; ARAUJO-MOREIRA, 2005), que descreve a Teoria para a Resolução de Problemas Criativos – o método TRIZ – voltado para estudantes de graduação em física. Segundo os autores, a criatividade é uma habilidade que necessita ser exercitada e desenvolvida por meio de atividades teóricas e práticas, e o uso do método TRIZ no ensino da Física poderá, assim, contribuir para a formação e o desenvolvimento de profissionais singulares, capazes de tomar decisões, assumir responsabilidades e buscar soluções para problemas novos na vida profissional. O segundo artigo, por sua vez, cujo título é “Estratégias de ensino em matemática e em ciências que promovem a criatividade: algumas possibilidades” (GONTIJO, 2007), menciona pesquisas brasileiras e americanas a respeito da criatividade, realizadas na área de psicologia, bem como destaca os trabalhos dos chineses Hu e Adey (2002), que tratam da criatividade científica, subsidiados pela teoria psicométrica do psicólogo americano J. P. Guilford. O autor aponta algumas estratégias para o desenvolvimento da criatividade em sala de aula, por exemplo, “incentivar os alunos a considerarem uma explicação alternativa para um fenômeno científico sabidamente aceito e trabalhar com os alunos na revisão do procedimento laboratorial aprovado testando-o para um novo experimento a fim de garantir a sua eficácia.” (GONTIJO, 2007, p. 7).

Entre os artigos encontrados em periódicos da área de educação científica, esses foram os únicos que se referem diretamente à criatividade no campo da educação científica. Os dois trabalhos são teóricos, o que demonstra a inexistência de trabalhos empíricos que comprovem a eficácia de estratégias de

<sup>21</sup> As revistas consultadas foram: Ciência e Ensino, Ciência e Educação, Investigações em Ensino de Ciências, Ensaio, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências e Física na Escola, publicadas entre 2001-2011.

<sup>22</sup> TRIZ é a sigla para as palavras russas que, em português, significam Teoria para a Resolução de Problemas Criativos, ou Theory of Inventive Problem Solving. O estudo de mais de dois milhões de patentes no mundo tem permitido identificar princípios universais de invenção. Ensinando estes princípios e com a ajuda de técnicas psicológicas de geração de ideias, a metodologia TRIZ pretende aprofundar e dinamizar o processo criativo (LÓPEZ et.al., 2006).

ensino como aquelas que foram apontadas acima. Eis uma realidade que demanda novas pesquisas.

Insatisfeitos com esse resultado, os autores deste trabalho se voltaram novamente para os periódicos já consultados, com o objetivo de buscar artigos que envolvessem temas, tais como, imaginação, metáforas, analogias, modelos mentais e científicos, uma vez que esses temas estão presentes nas discussões científicas que se relacionam à criatividade (KIND; KIND, 2007; BRONOWSKI, 1997; HOLTON, 1979; BOHM, 1989). No campo de pesquisas em educação científica, constatou-se que, se por um lado, existe uma enorme carência de trabalhos que tratem da relação entre criatividade, Ciência e educação, por outro, existe uma gama de pesquisas nacionais em consonância com as abordagens internacionais no campo da arte e ciência e natureza da ciência, cujas questões envolvem aspectos da criatividade científica. São pesquisas que, sobretudo, apresentam material potencial para o desenvolvimento da criatividade dos alunos e de aulas criativas.

Das revistas pesquisadas entre os anos de 2001 e 2011, foram encontrados 28 artigos que traziam pelo menos um dos temas citados, que foram classificados em ensino criativo ou ensino para a criatividade. Segundo a NACCCE – Comitê Consultivo Nacional de Educação Criativa e Cultural do Reino Unido – o ensino criativo pode ser definido de dois modos: ensinar criativamente e ensino para a criatividade. Ensinar criativamente significa que os professores utilizam a imaginação para tornar o ensino mais interessante, empolgante e eficaz. Nesse caso, os professores podem ser altamente criativos no desenvolvimento de materiais e abordagens que estimulem o interesse das crianças, motivando sua aprendizagem. Por outro lado, ensinar para a criatividade é entendida como uma forma de ensinar que visa desenvolver o comportamento e o pensamento criativo das crianças.

### 2.3.1 Ensino criativo

Conforme já mencionado, as pesquisas em ensino de ciências que se preocupam com a melhoria do processo de ensino e aprendizagem da ciência, cujo objetivo é tornar as aulas mais atraentes e interessantes, são denominadas

pesquisas que visam o ensino criativo. Durante essa etapa de realização do trabalho, dos 28 artigos selecionados e analisados, todos se enquadram, de alguma maneira, na categoria ensinar criativamente, incluindo 2 artigos que, simultaneamente, podem ser situados no ensino para a criatividade, segundo a denominação adotada por Kind e Kind (2007) e recomendada pela NACCEA (1999).

Conforme se evidenciou no presente trabalho, a maioria dos artigos (11 deles) trazem contribuições teóricas com foco nas analogias, a partir de estudos a respeito de situações de ensino, da revisão de livros didáticos, revistas de divulgação científica e de discussões teórico-epistemológicas. Além desses, foram identificados outros artigos, assim distribuídos: (2) analogias e metáforas; (6) modelos, (1) modelos conceituais; (2) modelos científicos; (2) imaginação; (2) teatro; (1) arte; (1) poesia e (1) modelagem. Os estudos a respeito do teatro, da poesia e da pintura na ciência se enquadram nas pesquisas em arte e ciência, que, segundo pesquisadores como Zanetic (2005), Carvalho (2006), Reis et al. (2005), ao se voltarem para o ensino de ciências, contribuem para a diversificação das aulas, por meio de práticas didático-pedagógicas, como: leitura e elaboração de poesias, músicas, teatros, desenhos e interpretação de pinturas, beneficiando os alunos, que são solicitados a expressar ideias e sentimentos, o que os prepara para correr riscos sem ter medo do erro. Por outro lado, os estudos à respeito dos modelos oferecem contribuições relevantes no que se refere aos processos cognitivos e representacionais envolvidos na aprendizagem de conceitos científicos, como foi o caso da Lei de Gauss, na qual Krey e colaboradores, por meio do estudo em questão, inferiram que, além da dificuldade que os alunos encontraram de interpretar e operacionalizar matematicamente essa lei, o fato de não ter ocorrido a construção dos modelos mentais impossibilitou a efetivação de uma aprendizagem significativa.

Segundo Touceda et al. (2010, p. 350),

a construção de modelos exige mais que uma simples reorganização dos modelos já construídos, envolve uma visão diferente dos fenômenos. O aluno não precisa destruir seus antigos modelos, até porque eles são úteis para o aprimoramento de suas ideias (e de outros modelos) e foram capazes de explicar outros contextos.

A importância desses estudos reside na compreensão da capacidade mental que os alunos têm de criar modelos que sirvam como ferramentas de pensamento, o que fornece subsídios aos professores durante as etapas de planejamento e implementação de novas abordagens de ensino. Outra contribuição oferecida pelos modelos é aquela de viés histórico-epistemológico (BATISTA, 2004; MIRANDA; BADILHO; GARAY, 2006), que trata da elaboração e enunciação de modelos científicos em situação de ensino e aprendizagem. Esses estudos defendem a ideia de que no processo de elaboração de modelos científicos pelos próprios alunos ocorre uma estruturação cognitiva e criativa, já que é o próprio aluno que representa a ideia ou o objeto. Por outro lado, a modelagem no ensino de ciências tem surgido como um campo promissor no que se refere à criatividade, pois, segundo Brandão et al. (2008), a modelagem, mais do que uma ferramenta útil para a resolução de problemas, pode contribuir de forma significativa para uma visão de ciência adequada à prática científica moderna, cuja essência está na criação de modelos, o que exigirá criatividade. No âmbito da linguagem, destacam-se os trabalhos que se dedicam à compreensão do papel do emprego de analogias e metáforas no ensino de ciências (BOZELLI; NARDI, 2006; LEITE; DUARTE, 2006; BROWN; SALTER, 2010). De acordo com esses autores, as analogias constituem-se como elementos importantes para o ensino, pois “ajudam a tornar inteligíveis conteúdos novos, visualizar conceitos abstratos ou fenômenos não observáveis, implicam cognitivamente e afetivamente os alunos, melhoram o interesse e a autoestima” (LEITE; DUARTE, 2006, p.46), características que se inserem numa abordagem criativa na educação.

Para finalizar, destacam-se os trabalhos que analisam o papel da imaginação na construção da ciência e no seu ensino, como, o trabalho de Figuerêdo e Paula e colaboradores que investigaram a natureza do conhecimento científico presente no discurso dos estudantes. Esses indivíduos, após lerem atentamente um texto que tratava de como Isaac Newton explicou a dispersão da luz branca e a formação do arco-íris, foram entrevistados e instigados a refletir sobre a gênese da explicação dada pelo cientista.

Como resultado, os pesquisadores mostram que os estudantes, inseridos em um ambiente que os instigue a realizar reflexões de caráter epistemológico, foram capazes de aprender ideias importantes relacionadas com a

natureza da ciência, bem como de reconhecer que as ciências propõem explicações baseadas em entidades inobserváveis.

### 2.3.2 Ensino para a criatividade

As pesquisas que buscam desenvolver as capacidades intelectuais e o talento criativo dos estudantes são aqui denominadas de pesquisas de ensino para a criatividade. Entre os artigos selecionados, apenas 2 se enquadram nessa categoria, que, a partir de então, passa-se a discutir. O primeiro deles diz respeito ao uso da imaginação no processo de ensino e aprendizagem, visando a caracterizar o papel da imaginação no pensamento científico, por meio da análise de uma situação de ensino e aprendizagem (atividade didática), durante a qual os alunos, dispostos em equipes, deveriam simular a experiência do espalhamento atômico de Rutherford, utilizando-se de bolinhas de vidro e de uma placa de madeira e isopor, cujo formato geométrico, oculto, os alunos deveriam descobrir. Segundo os autores, o trabalho traz uma contribuição teórica importante a respeito da imaginação criadora que é descrita por Einstein. Para este pesquisador, no entanto, no que tange ao processo de ensino, a maior contribuição inovadora é a de propor uma atividade que aguace a curiosidade, obriga os alunos a elaborar as próprias hipóteses e modelos teóricos acerca do fenômeno em estudo, o que contraria a educação tradicional, em que são privilegiadas a memorização e a capacidade de dar a resposta tal e qual aquela que se encontra no livro-texto.

O segundo artigo, por sua vez, refere-se ao emprego de analogias. Nesse caso, os pesquisadores analisaram as analogias desenvolvidas durante uma aula de química, quando os alunos tiveram de elaborar analogias para explicar de que modo ocorrem as ligações químicas. Para tanto, eles se utilizaram de análogos sociais: relações empresariais, a fome e a pobreza, além de uma banda musical e sua performance. Em princípio, essas relações causam certo espanto, porque aparentemente fogem do escopo da disciplina, no entanto, os resultados mostram que esse tipo de atividade exigiu que os alunos lançassem mão de criticidade, imaginação, conhecimento e estabelecimento de relações coerentes e significativas. Ademais, o questionário proposto aos alunos para avaliar a eficiência e as limitações de seus análogos serviu para dar-lhes autonomia e clareza a respeito do assunto estudado e, sobretudo, permitiu que as professoras detectassem concepções e

avaliassem a aprendizagem. Pode-se, portanto, afirmar que a criatividade foi elemento crucial na produção e na execução da aula, bem como na atuação dos alunos.

## CAPITULO 3

### PAULO FREIRE E O ENSINO DE CIÊNCIAS/FÍSICA NO BRASIL

O encontro entre o pensamento de Freire e o ensino de ciências, especificamente da física, no Brasil, data da década de 1970. Pode-se dizer que dentre os pesquisadores pioneiros nesse campo destacam-se Luiz Carlos de Menezes, Demétrio Delizoicov, José Angotti, João Zanetic, e Marta Maria Pernambuco.

Segundo Delizoicov (2008), em 1975, Menezes já coordenava, no Instituto de Física, em São Paulo, um grupo de pesquisa que buscava aproximar o ensino de física das ideias de Paulo Freire. Ele visava estabelecer o papel do ensino de ciências de acordo com as características sociais e econômicas de países latino-americanos, como o Brasil. Já Angotti e Delizoicov, entre os anos de 1979 e 1981, coordenaram e desenvolveram projetos na costa ocidental do continente Africano, em Guiné-Bissau, voltados à formação de professores de ciências naturais. Marta Pernambuco, durante o ano de 1983, coordenou e desenvolveu projetos no Rio Grande do Norte, relacionados ao ensino de ciências com foco em problemas da comunidade.

Particularmente, no âmbito das pesquisas em ensino de Ciências, Delizoicov (2008), em seu artigo “La educación en ciencias y la perspectiva, de Paulo Freire”, elenca cronologicamente os estudos apoiados no pensamento freiriano.

João Zanetic (1989) desenvolveu um trabalho adotando a premissa epistemológica freiriana do conhecimento como cultura no campo da física, com objetivo de analisar o papel que a história e a filosofia da ciência devem ter na educação científica, destacando o caráter cultural da ciência.

Angotti (1991) fundamenta tanto epistemológica como pedagogicamente uma perspectiva conceitual que estrutura a inserção de conteúdos das ciências na articulação com os temas geradores que originam o programa escolar.

Delizoicov (1991) fundamenta, epistemológica e pedagogicamente, estratégias didáticas empregadas em salas de aula que contemplam a dialogicidade e a problematização a partir dos conhecimentos – prévios dos alunos e dos científicos – presentes no programa surgido

a partir dos temas geradores, destacando processos relacionados de continuidade e rupturas.

Pernambuco (1994) analisa transformações na organização do cotidiano escolar e nas práticas docentes como resultado da adoção de um currículo e programas escolares cuja origem são os temas geradores.

Alice Pierson (1997) analisa a concepção e o papel do cotidiano nas investigações e projetos educacionais desenvolvidos em grupo.

Antonio A. F. G. Silva (2004) aprofunda aspectos teóricos relativos a rede temática e seu uso na elaboração do currículo e, segundo se pode constatar, a construção desta rede temática é um desafio para um trabalho em equipe interdisciplinar e caracteriza o início do que Freire denominou processo de redução temática (DELIZOICOV, 2008, p.51).

Além dessas abordagens de pesquisa, um dos principais materiais didáticos produzidos para o ensino de física no Brasil, a partir das ideias de Freire, é o GREF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. Segundo Menezes, citado por Santos (2008), os materiais produzidos pelo GREF incorporaram procedimentos que refletem a vivência e a condição sociocultural dos educandos, orientando os professores a apreenderem a realidade deles e a se preparar para uma efetiva interlocução (SANTOS, 2008, p.117).

### 3.1 A ABORDAGEM TEMÁTICA E PROBLEMATIZADORA DE ANGOTTI E DELIZOICOV PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Mais do que uma proposta pedagógica original e pioneira (do ‘que’ e ‘como’ ensinar), a metodologia de Delizoicov e Angotti para o ensino de Ciências advém de uma postura explicitamente política e comprometida com a melhoria da educação no Brasil, principalmente no que tange à formação de professores. Utilizando-se de um viés epistemológico, esses pesquisadores desenvolveram uma metodologia baseada em dois conceitos oriundos da teoria-prática freiriana, a saber, os temas geradores e a investigação temática.

O conceito de tema gerador tem um caráter dialético, ou seja, refere-se a assuntos que permeiam a época atual, relacionados ao período histórico e cultural atual, bem como aos temas, questões que emergem da fala, do pensamento dos educandos durante a interação com o educador. Por outro lado, a investigação temática é um processo de busca contínua dos temas geradores por parte dos

educadores e educandos em diálogo. A partir desses dois conceitos, os autores manifestam duas preocupações: 1) Como o professor poderá apreender, detectar as compreensões, interpretações dos alunos sobre o mundo, para, então, problematizá-las?; 2) Como os alunos poderão apreender os conhecimentos científicos, via problematização? Para responder a essas perguntas, além de Freire, Delizoicov se fundamenta em Kuhn, Bachelard e Piaget, amparando-se na ideia de descontinuidade e ruptura na produção do conhecimento científico (DELIZOICOV, 2008). Nessa perspectiva, a aprendizagem (ou construção) de um conhecimento físico se dará por meio de uma ruptura cognitivo-epistemológica realizada por parte dos alunos, processo em que se problematiza, por um lado, o conhecimento que é explicitado pelos alunos à partir de situações significativas; por outro, identificam-se e formulam adequadamente os problemas que levam à consciência e à necessidade de introduzir, abordar e se apropriar dos conhecimentos científicos (DELIZOICOV, 2008, p.55). Essa constatação o levou, juntamente com o professor José Angotti, à proposição de uma metodologia para o ensino de ciência e de física, dividida em três momentos pedagógicos: a problematização inicial, a organização do conhecimento e a aplicação do conhecimento. Segundo Delizoicov e Angotti (1992), na:

**Problematização inicial** – são apresentadas questões e/ou situações para discussão com os alunos. Mais do que simples motivação para se introduzir um conteúdo específico, a problematização inicial visa à ligação desse conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, mas não conseguem interpretar completa ou corretamente, provavelmente porque não disponham de conhecimentos científicos suficientes. A problematização poderá ocorrer, pelo menos, em dois sentidos. Por um lado, o aluno já poderá ter noções sobre as questões colocadas, fruto de sua aprendizagem anterior, efetivada na escola ou fora dela. As noções poderão ou não estar de acordo com as teorias e as explicações da física, representando o que se tem chamado de “concepções alternativas” ou “conceitos espontâneos” dos alunos. A discussão problematizada pode permitir que essas concepções emerjam. Por outro lado, a problematização poderá permitir que o aluno sinta a necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém, ou seja, a situação ou questão se configura para ele como um problema para ser resolvido. Daí a importância de se problematizarem questões e situações. Nesse primeiro momento, caracterizado pela compreensão e apreensão da posição dos alunos frente ao tópico, é desejável que a

postura do professor se volte mais para questionar e lançar dúvidas sobre o assunto do que para responder e fornecer explicações. [...] O critério para a escolha das questões é o seu vínculo com o conteúdo a ser desenvolvido, ou seja, as questões devem estar necessariamente relacionadas ao conteúdo da física que integra o tópico ou a unidade em estudo.

**Organização do conhecimento** – Os conhecimentos de física necessários para a compreensão do tema central e da problematização inicial serão sistematicamente estudados durante esse momento, sob a orientação do professor. Definições, conceitos, relações, leis, apresentadas no texto introdutório, serão aprofundados. O núcleo de conteúdo específico de cada tópico será preparado e desenvolvido, durante o número de aulas necessárias, em função dos objetivos definidos e do livro didático ou outro recurso pelo qual o professor tenha optado para o seu curso. Serão ressaltados pontos importantes e sugeridas atividades, com os quais se poderá trabalhar para organizar a aprendizagem.

**Aplicação do conhecimento** – Esse momento se destina, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar, tanto as situações iniciais que determinam o seu estudo, quanto outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas por intermédio do mesmo conhecimento. Desse modo, pretende-se que, dinâmica e evolutivamente, o aluno perceba que os conhecimentos, além de serem uma construção historicamente determinada desde que apreendidos, é acessível a qualquer cidadão, que dele pode fazer uso. Com isso, pode-se evitar a excessiva dicotomização entre o processo e o produto, física de “quadro-negro” e “física da vida”, “cientista e não-cientista” (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1992, p.31).

Em resumo, essas etapas sintetizam um método didático-pedagógico voltado à prática do professor para o ensino e a aprendizagem dos conhecimentos da Ciência/Física pelo aluno. Como se pode perceber, o objetivo é criar condições para que os alunos apreendam conceitos e ideias da física de uma forma mais contextual e, portanto, menos tradicional. Esse é um processo em que o professor utiliza um tema gerador, tal qual “Produção, distribuição e consumo de energia elétrica”, proposto por Delizoicov e Angotti (1992), e propõe questões (situações problemáticas) para tentar extrair as ‘concepções’ dos alunos a respeito desse ou daquele conceito. As explicações a essas questões, geralmente

explicações não científicas, ajudarão o professor a compreender como pensam os alunos, ao mesmo tempo, espera-se que os alunos sintam a necessidade de compreensão daquilo que desconhecem ou não entendem e que, possivelmente, eles possam ser motivados a buscar respostas.

### 3.2 PAULO FREIRE E A RELAÇÃO DUAL CONTEÚDO-OBJETIVO NO ENSINO DA FÍSICA

Um dos principais elementos presentes na análise teórica de fenômenos físicos e em suas fórmulas matemáticas são as constantes físicas, tais como, a constante gravitacional  $G$ , a velocidade da luz  $c$  e a carga do elétron  $e$ . A principal característica das constantes reside na representação de uma regularidade fenomenológica ou na relação proporcional entre grandezas matemáticas. De acordo com Lévy-Leblon (1977), as constantes físicas sintetizam e unificam um conjunto de conceitos que, previamente, não são relacionados a elas e servem como um instrumento de validação de teorias físicas. Entretanto, caso se peça aos estudantes do ensino médio, engenharia ou graduandos de física que expliquem a necessidade da presença das constantes físicas nas fórmulas que eles usam para resolver exercícios, a hipótese seria que poucos saberiam explicá-la. Ora, isso ocorre porque existem outras constantes, tais como: o excesso de informações (fatos, regras, símbolos), a memorização de (conceitos, definições, fórmulas) e a falta de interesse, porém pertencentes ao campo do ensino de física, que impedem a compreensão mais profícua das suas ideias (ANGELL et al., 2004; ELBY, 2001; LEINONEN; ASIKAINEN; HIRVONE, 2012; MOTTMANN, 1999; REDISH; STEINBERG, 1999; WILLIAMS et al., 2003).

Para chamar a atenção para tais aspectos, adota-se aqui uma analogia com as constantes físicas para destacar um dos problemas que afetam o ensino da física, no que se refere aos conteúdos e aos objetivos de ensino, chamados de relação dual conteúdo-objetivo. Como conteúdo-objetivo, chama-se a seguinte relação: os conteúdos como objetivo de ensino, ou o objetivo do ensino é memorizar ou apreender conteúdo. Essa é uma relação na qual aprender física consiste meramente na assimilação (quando ela ocorre) passiva de conteúdos, quer dizer, a assimilação de conceitos e definições por parte dos estudantes, sem que, necessariamente, tenham formulado uma compreensão deles (FEYNMAN, 1997), condição que, embora pareça comum, pode ser sinal de um grande desperdício

intelectual, principalmente quando se considera a capacidade humana de pensar e criar. Por outro lado, os resultados de pesquisas mostram o quão equivocada tem sido essa prática e como é difícil aprender com ela. Contudo, quando a aprendizagem ocorre, os estudantes têm grande dificuldade de aplicá-la em situações problemáticas (no contexto acadêmico) ligeiramente distintas daquelas cotidianamente utilizadas durante as aulas.

### 3.2.1 O ensino e a aprendizagem da Física

Tradicionalmente, o ensino e a aprendizagem da física se dão por meio da difusão e absorção de uma grande quantidade de informações, isto é, conceitos, leis e fórmulas matemáticas (CARLONE, 2004; PRITCHARD; BARRANTES; BELLAND, 2009; TRUMPER, 2006). Um exemplo desse fato é apresentado por Prosser, Walker e Millar (1996), que conduziram uma pesquisa com alunos do primeiro ano do curso de física, em uma grande universidade australiana. Nesse trabalho, os pesquisadores observaram que a maioria dos estudantes adotavam uma postura superficial na vida estudantil, que consistia em assistir às aulas, revisar notas, aprender fórmulas e fazer exercícios, ao invés de buscar compreender como a maioria dos princípios funcionavam ou se relacionavam com o mundo real. Segundo ele, tal situação se devia às práticas de avaliação, às estruturas do curso (incluindo a enorme quantidade de conteúdo a ser aprendido), aos métodos de ensino, etc., práticas que têm um forte impacto sobre a compreensão, bem como o modo de estudar dos estudantes. Tal situação também é constatada por Lin (1982), que destaca que os principais determinantes do desempenho ou atitudes dos estudantes advêm mais de tarefas específicas atribuídas pelo professor, tais como, provas e exercícios propostos, do que dos objetivos elencados em diretrizes, como, compreender a física em um contexto mais amplo. Portanto, pode-se notar nesses dois exemplos que as práticas adotadas pelos professores em sala de aula determinam não só a forma de atuar dos estudantes, mas também, os objetivos de ensino. Logo, é na prática que se enxergam os objetivos de ensino.

No que se refere à aprendizagem dos conceitos da física, eles, geralmente, são superficialmente armazenados ou compreendidos. Dentre outras

razões, as pesquisas cognitivistas<sup>23</sup> afirmam que as concepções que os estudantes trazem antes de ser expostos aos conceitos científicos são dificilmente substituídas. De acordo com Finkelstein (2005), o desenvolvimento de atividades para provocar uma mudança conceitual tem sido sugerido para substituir formas tradicionais de ensino. No entanto, Treagust e Duit (2008) assinalam que, há mais de três décadas, as pesquisas têm mostrado que os estudantes vão às aulas de ciência com concepções e ideias a respeito dos fenômenos e dos conceitos a serem aprendidos, conceitos estes que não estão em consonância com a visão da ciência. Ademais, essas concepções e ideias são firmemente arraigadas e geralmente resistem à mudança.

Em outras palavras, significa dizer que os estudantes raramente compreendem a maioria das ideias da física, pelo menos quando se tenta substituir uma concepção pela outra. O pesquisador dessa tese acredita que tal situação se deve à relação dual conteúdo-objetivo, ou seja, um ensino focado sobre a assimilação e reprodução de conceitos, definições, leis e regras matemáticas, estabelece seus objetivos por meio da prática de ensino. Nesse caso, o objetivo a ser alcançado pelo estudante não é pensar ou fazer ciência, mas sim, utilizar conceitos e aplicar determinadas ideias em problemas-padrão, situação que se deve à contradição que há entre os objetivos de ensino e a sua prática. Segundo Eisner (2000, p. 356),

Os estudantes devem pensar criativamente, adquirir hábitos de iniciativa, aprender cooperar e ser amigável com os outros, buscar e apreciar a vida intelectual e cultivar aspectos estéticos de sua natureza humana. E a lista segue. Porém quando os pesquisadores examinam o que os professores avaliam nas escolas americanas, que no linguajar comum se refere ao que eles testam, eles observam um abismo praticamente intransponível entre as ambições e as práticas de avaliação.

O quadro acima descrito pode ser observado em resultados de pesquisas com foco na mudança conceitual, ou naquelas que avaliam a compreensão dos estudantes<sup>24</sup> universitários a respeito de certos conceitos da física, entre os quais citam-se, a seguir, alguns exemplos.

<sup>23</sup> Que se fundamentam em teóricos como Piaget.

<sup>24</sup> As citações a seguir exemplificam o tipo de aprendizagem em que não há compreensão dos estudantes universitários nas aulas de física, resultados que se acredita poder ser estendidos aos alunos do ensino médio.

[...] Isto poderia indicar que embora os estudantes pareçam compreender a conservação de energia, eles não são capazes de relacionar esta lei à transformação de energia e seu efeito líquido para a solução do processo. A fraqueza na habilidade dos estudantes em aplicar conceitos gerais a contextos específicos foi revelada por meio da avaliação das relações entre características estruturais e categorias das concepções dos estudantes. Neste estudo, nós demonstramos que os estudantes falharam na utilização da noção de conservação de energia para explicar eventos específicos na solução dos processos físico-químicos (LIU; EBENEZER; FRASER, 2002, p.437).

Como eles desenvolvem um modelo mais detalhado para o modo de funcionamento das baterias em série, sua compreensão se mantém inserida no contexto de sala de aula (de lápis e papel). Eles continuam a cometer erros e somente os reconhecem no contexto (com relação à determinada tarefa) de sala de aula. Seus conhecimentos de voltagem estão ligados ao contexto de classe (FINKELSTEIN, 2005, p. 24).

Os estudantes parecem fazer alguma confusão sobre como as cargas são distribuídas nos condutores e isolantes. No pré-teste existe uma clara diferença de como os estudantes respondem as questões 1 e 2. Para questão 1, a respeito dos condutores, a maioria dos estudantes distribuiu as cargas sobre a esfera, escolhas B e C. Em contraste, a resposta da distribuição sobre a questão 2 é totalmente randômica, que é o que nós esperávamos se eles não tivessem estudado anteriormente. Entretanto, após a instrução, um número substancial de estudantes ainda responderam que a carga seria distribuída dos dois lados da esfera de metal (dentro e fora) de ~14% a 23%. [...] A partir da distribuição de carga sobre os isolantes, os dados sugerem que muitos estudantes apenas lembraram o enunciado sobre a distribuição de carga sem compreender o mecanismo físico (MALONEY et al., 2001, p.16).

O número de explicações ineficientes utilizadas pelos estudantes indica que eles tiveram dificuldades em aplicar o conteúdo que a eles foi ensinado em séries anteriores. Os estudantes também tiveram a tendência de usar diversos tipos de explicações em suas respostas. Obviamente, eles objetivaram dar respostas extensas, mas suas habilidades para avaliar se as respostas estavam corretas ou não foi baixa, e, ao invés de serem extensas, muitas respostas foram fragmentadas (LEINONEN; ASIKAINEN; HIRVONE, 2012, p.1177).

Tais resultados mostram que poucos estudantes conseguem reter a maioria dos conceitos, definições e regras da física que lhes são ensinados, e aqueles que conseguem, não são capazes de aplicá-los em problemas ou situações ligeiramente distintos daqueles apresentados durante as aulas. Ora, isso acontece porque tais conhecimentos não são compreendidos, mas superficialmente

memorizados. Ademais, a grande quantidade de conhecimento que deve ser assimilado por parte do aluno confere à aprendizagem um caráter informativo mais que formativo. Para o físico Gerald Holton (1979), uma aprendizagem formativa é alcançada por meio da transmissão de um ponto de vista que permita generalização e aplicação em uma ampla variedade de situações na vida futura. Infelizmente, pesquisas na literatura e uso de testes de conceitos mostram que a escola já sacrificou a compreensão conceitual básica pela cobertura de muitos tópicos. Uma alternativa, salienta Pritchard (2009), pode ser adicionar um número suficiente de tópicos do mundo real e de relevância social para revitalizar o interesse dos jovens (PRITCHARD; BARRANTES; BELLAND, 2009). Possivelmente não se trata apenas de apenas adicionar tópicos relacionados ao mundo, mas também, banir o condicionamento que advém das práticas avaliativas baseadas na rigorosa expressão dos seus conteúdos, pois, como salienta Schiff (1993, p. 157),

O condicionamento que consiste em identificar o conhecimento com o sucesso nos exames é tão forte que a maioria dos estudantes não percebem que eles não entendem o que eles estão apreendendo. Eu não refiro ao caso daqueles que foram feitos acreditar que os estudos não foram feitos para eles, ou ainda, que eles não foram feitos para o estudo. Eu me refiro aos “bons” alunos, aqueles que se tornaram engenheiros. Na escola de engenharia na qual eu estudei, às vezes me ocorria de perguntar aos colegas se eles tinham compreendido esta ou aquela coisa que eles acabavam de ser ensinados. Surpresos com a minha pergunta, eles diziam que sim. Cada vez que eu me aprofundava percebia que eles não tinham entendido mais do que eu. Eles simplesmente não percebiam isso por que o essencial para eles era obter o diploma.

Nesse contexto, é pertinente o estabelecimento de objetivos educacionais que vão além do ensino de conteúdos e das próprias instituições de ensino, porque o estudante é um sujeito que irá ‘retornar’ para o ambiente social, onde ele aplicará o que aprendeu. Caso contrário, permanecerão situações como aquelas retratadas pelo professor Andrea Disessa (1982) em seu trabalho, quando se refere ao desempenho de uma aluna do M.I.T. (Instituto de Tecnologia de Massachusetts) em um jogo de computador que exigia conhecimentos básicos da física newtoniana.

No caso de Jane, nós vemos alguém que evidentemente não aprendeu muito até este nível. Sua física ingênua inicialmente parece bloquear, mais que facilitar o uso daquilo que ela aprendeu na interpretação direta do fenômeno da interação e do movimento. Ela percebe e interpreta o mundo de um modo uniformizado, e incompatível com Newton. Um físico poderia dizer que ela não compreende física, muito embora ela possa adicionar vetores e recitar  $F = m.a$  (DISESSA, 1982, p.62).

Conforme se observou, dominar os conceitos da física e aplicá-los habilmente em fórmulas não garante ao aluno o ganho de uma capacidade ou habilidade que vá além de situações ou contextos previamente conhecidos. Outro aspecto é a impossibilidade de se escapar da dualidade conteúdo-objetivo apenas por meio de mudanças metodológicas, porque os métodos e as práticas se subordinam aos objetivos, nesse caso, aos conteúdos. Um exemplo dessa situação é dado por Steinberg (2000), que aplicou um teste em duas turmas de alunos de física na Universidade de Maryland. Em uma classe, ele usou a simulação e, na outra, atividades de caneta e papel. Como resultado, ele não observou diferenças significativas na performance educacional dos seus estudantes. Resultados semelhantes podem ser encontrados em Redish e Steinberg (1999), e Grayson e Mcdermott (1996).

### 3.2.2 O que se Aprende com a Física

Outro problema que atinge o ensino de Física é o desprezo pelo contexto sociocultural e histórico (BAKHTIN, 1981)<sup>25</sup>, implícito e presente nos conceitos da física, particularmente na sua linguagem, ou seja, considera-se o conhecimento físico como uma entidade construída isoladamente do seio social. Segundo Robillota e Babichak (1997, p. 41),

<sup>25</sup> Concebe-se a linguagem não como um sistema de categorias gramaticais abstratas, mas sim a linguagem concebida como ideologicamente saturada, a linguagem como uma visão de mundo, ou mesmo uma opinião concreta, que garante um máximo de compreensão mútua em todas as esferas da vida ideológica (BAKHTIN, 1981, p. 271).

No ensino de física, principalmente no nível secundário, é comum o uso de definições. Massa é isso, carga elétrica é aquilo... Quando apresentamos alguma definição em um curso, estamos sugerindo que o significado do conceito está no próprio conceito, que esse significado pode ser estendido independentemente do contexto onde ele se insere. E isso não é verdade. O significado do conceito é dado pelas linhas que o ligam a outros conceitos, dentro de uma dada estrutura.

Ademais, parece que existe uma visão excessivamente positiva da física, que leva professores e pesquisadores a ignorar os resultados de sua aprendizagem, quer dizer, ensinam-se as leis de Newton ou as leis de Maxwell como se elas levassem naturalmente os alunos a uma compreensão mais global da Física ou do mundo, ou ainda, a um desenvolvimento intelectual mais elaborado, como se compreendê-las os levasse a absorção das qualidades dos seus produtores. Mas quais seriam essas qualidades ou habilidades desenvolvidas durante as aulas de Física? Ou, poder-se-ia dizer o que o aluno aprende quando aprende os postulados da relatividade de Einstein ou as Leis de Newton?<sup>26</sup>

### 3.2.3 A ideia de concepção alternativa no contexto escolar

Outro aspecto que deve ser debatido é o efeito negativo que a ideia de concepção alternativa tem no contexto escolar e que também alimenta a ideia de conteúdo-objetivo.

O primeiro deles está vinculado à sua terminologia, concepção alternativa, ideia errônea, ideia espontânea ou ingênua, são expressões que causam um efeito negativo quando se relaciona essa ideia ao saber dos alunos, passando uma imagem de “pouco valor”. Essa visão também é destacada pelo psicólogo Howard Gardner (2011), que salienta que este termo implica que a visão do estudante é completamente inadequada e que a visão dos *experts* é inteiramente superior. E, como muitos alunos não conseguem apreender o conhecimento físico, passa-se a imagem de que esses são incompetentes e incapazes de aprender.

Do mesmo modo, a necessidade de mudar ou substituir as concepções ingênuas ou errôneas dos alunos pelas concepções científicas carrega a ideia de conhecimento verdadeiro e correto, que, de outro modo, significa

<sup>26</sup> 993), quando se refere à aprendizagem da linguagem, “O que se ensina quando se ensina a língua materna? O que se ensina quando se ensina literatura” (PONTUSCHKA, 1993, p.227).

desqualificar o que não é ciência. No entanto, para Isabelle Stengers (2002), essa oposição não tem nada de científico, ou melhor, deve-se ao poder do contexto que qualifica ou desqualifica, antecipa e sugere a impotência e a submissão, ou habilita e autoriza a pensar (STENGERS, 2002, p.195). Em suma, é uma postura autoritária e arbitrária.

Adicionalmente, é preciso que professores saibam que os alunos confundem a realidade vivenciada por eles e a realidade física que é transmitida durante as aulas de Física. Tal situação se deve ao fato de que há uma falta de clareza a respeito do tipo de realidade que a Física trata, já que a forma como o estudante enxerga a realidade é errônea. Resultado: o entendimento do aluno se torna confuso, pois a Física adquire o *status* de realidade. Entre outras razões, isso ocorre devido ao próprio alcance da Física, que às vezes se aproxima da realidade vivenciada pelo aluno (queda livre, força de atrito, calor e temperatura) e, às vezes, afasta-se, quando se estuda, por exemplo, campo elétrico ou interações atômicas, situação que pode ser exemplificada nos trechos a seguir.

Alunos, especialmente garotas, parecem sentir que tópicos “exóticos” como relatividade e astrofísica são mais próximos da sua vida cotidiana que mecânica e eletricidade, etc. (ANGELL et al., 2004, p.701).

Em uma das minhas turmas de engenharia física, eu dei uma questão sobre a terceira lei de Newton no exame final. Uma das minhas melhores alunas após o exame veio à minha sala muito chateada. Ela expressou sua confusão sobre qual dos dois carros após colidirem ia sentir a maior força, um carro pequeno, ou um grande caminhão, e ela reportou que ela tinha alterado inúmeras vezes a sua resposta durante a prova. "Eu sei," ela disse, "que a Terceira lei de Newton diz que deve ser igual, mas não pode estar certo, ou pode". O contexto da sala de aula a levou a criar um modelo de “física da sala de aula” da Terceira lei de Newton, mas a redação do discurso comum da questão levou a trazer a resposta dela ao senso comum, os objetos maiores exercem uma força maior. Aprender com sucesso a terceira lei de Newton não foi o suficiente para ela se sentir confortável com as situações em que deve ser utilizada (REDISH; STEINBERG, 1999, p.13).

Esses exemplos evidenciam que há uma falta de esclarecimento por parte dos alunos a respeito da Física e da sua relação com a realidade que, sob a perspectiva dialética, trata-se de uma representação, interpretação, nominalização de partes da realidade sensível, aspecto considerado por Lemke (1990), ao afirmar que o que deveria ser ensinado aos estudantes é que a ciência é simplesmente uma

maneira, entre outras, de falar a respeito do mundo, que é importante e útil, mas não é a melhor, a mais verdadeira, ou ainda, a mais completa e suficiente (LEMKE, 1990, p.176).

### 3.3 ABORDAGEM CTS NO ENSINO DE CIÊNCIAS

A abordagem CTS<sup>27</sup> na educação científica é uma vertente crítica de estudos, originalmente inspirada pelo ambientalismo e pela sociologia da ciência, que questiona valores e a responsabilidade social da comunidade científica (CACHAPUZ et al., 2011; AIKENHEAD, 2009) e ainda repensa as finalidades da educação, sob a égide da alfabetização científica e educação para a cidadania. Ao mesmo tempo, ela é uma alternativa ao currículo e ao ensino tradicional conteudista das aulas de Ciências.

Nesse último aspecto, questiona-se a limitação ou a insuficiência de um ensino voltado para uma aprendizagem conceitual que é de difícil apreensão, além do fato de é quase que exclusivamente direcionada à progressão escolar-acadêmica e/ou às carreiras científico-tecnológicas. Em outras palavras: a educação científica e tecnológica tem servido apenas a um grupo seletivo de estudantes, que irão suprir a demanda acadêmica para áreas científicas ou da engenharia, enquanto exclui a grande maioria dos estudantes – meninas e estudantes de origem pobre (ROTH; LAWLESS, 2002), que não se veem como cientistas ou engenheiros (AIKENHEAD, 2009). Por outro lado, Cachapuz et al. (2011) salientam que

a educação científica [...] centrada quase que exclusivamente nos aspectos conceituais, é igualmente criticável como preparação de futuros cientistas. Esta orientação transmite uma visão deformada e empobrecida da atividade científica, que não só contribui para uma imagem pública da ciência como algo alheio e inatingível – quando não recusável –, mas também faz diminuir drasticamente o interesse e dedicação dos jovens (Mathews, 1991 e Solbes e Vilches, 1997) (CACHAPUZ et al., 2011, p. 29).

<sup>27</sup> A expressão CTS procura definir um campo de trabalho acadêmico cujo objeto de estudo é constituído pelos aspectos sociais da ciência e da tecnologia, tanto no que concerne aos fatores sociais da ciência e da tecnologia, quanto no que diz respeito às consequências sociais e ambientais (BAZZO et al., 2003, p. 119). Os programas de pesquisa em CTS são, de modo geral, vistos como um veículo para alcançar objetivos como “ciência para todos”, “alfabetização científica” e para melhorar a participação de estudantes marginalizados na educação científica escolar (AIKENHEAD, 2009, p. 2).

Portanto, a tradicional forma de ensinar a ciência – ensino de conceitos, de jargão e ausente de contexto histórico ou social – é nociva em dois sentidos. Primeiramente, seleciona aqueles que não se adaptam a ela, pois é inacessível à grande parte da população; em segundo lugar, não garante uma formação apropriada e abrangente ao sujeito no que compreende a cultura científica<sup>28</sup>, a ética e a política. A formação ética e política do cientista que se faz necessária para evitar a crença em uma ciência neutra que o redime da responsabilidade de suas práticas, não somente no caso de cientistas, mas sim, de todas as pessoas que atuam nas mais diversas áreas do conhecimento (BAZZO et al., 2003), pois,

[...] está cada vez mais evidente que a exploração desenfreada da natureza e os avanços científicos e tecnológicos obtidos não beneficiaram a todos. Enquanto poucos ampliaram potencialmente seus domínios, camuflados no discurso sobre a neutralidade da C&T e sobre a necessidade do progresso para beneficiar as maiorias, muitos acabaram com os seus domínios reduzidos e outros continuam marginalizados, na miséria material e cognitiva (ANGOTTI; AUTH, 2001, p.16).

Nessa perspectiva, exige-se uma educação científica crítica, que promova o debate e a reflexão de temas que envolvam a ciência, a tecnologia e suas interações com a sociedade, naquilo que diz respeito aos aspectos políticos, econômicos ambientais, éticos e morais (VIANNA, 2009), por meio de uma prática participativa e ativa dos estudantes, em que, mais que manejar informações, busque articular conhecimentos, argumentos e contra-argumentos, baseados em problemas compartilhados (BAZZO et al., 2003). No âmbito curricular, Santos e Mortimer (2001) salientam que adotar propostas CTS é muito diferente de simplesmente maquiar currículos com ilustrações do cotidiano, pois envolve, sobretudo: a preocupação com a formação de atitudes e valores, em contraposição ao ensino memorístico de pseudo-preparação para o vestibular; a abordagem temática em contraposição aos extensos programas de ciências alheios ao cotidiano do aluno; o ensino que leve o aluno a participar, em contraposição ao ensino passivo, imposto, desprovido de espaço para a sua voz e suas aspirações (SANTOS; MORTIMER, 2001).

<sup>28</sup> Que abranja [...] a conceituação teórica, a experimentação, a história da física, a filosofia da ciência e a sua ligação com a sociedade e com outras áreas da cultura (ZANETIC, 2005).

### 3.3.1 Educação científica: Freire e o enfoque CTS

Como já foi assinalado anteriormente, a adoção do pensamento do educador Paulo Freire no ensino de ciências/física no Brasil não é recente e se estende aos estudos com enfoque CTS, principalmente nos trabalhos de Angotti e Auth (2001), Auler e Delizoicov (2001), Santos e Mortimer (2000, 2002).

Angotti e Auth (2001) se preocupam com a visão fragmentária da realidade tecnocientífica que perpassa as instituições de ensino em todas as suas dimensões, inclusive na formação de professores. Para eles, a ausência de uma formação global e crítica, que inclua aspectos sociais, éticos e ambientais, somados aos conhecimentos históricos e epistemológicos da ciência, torna ainda mais improvável a mudança das práticas educacionais nas escolas de nível médio. Em suas palavras,

o desafio está em, inicialmente, conseguir envolver os professores em atividades que enfocam essas questões para, paulatinamente, comprometê-los. O desafio é envolver/comprometer os professores em atividades colaborativas, para inquietá-los e desafiá-los em suas concepções de ciência, de “ser professor” e em suas limitações nos conteúdos e nas metodologias [...] para superar a pouca clareza, até o momento, de como abordar os conhecimentos de C&T, sem reforçar questões como a sua neutralidade ou ficar preso a tarefas de transmissão de conhecimentos (ANGOTTI; AUTH, 2001, p. 23).

Diante desses desafios, um enfoque interdisciplinar e colaborativo foi desenvolvido com professores de biologia, química e física e alunos da 1ª e 2ª séries do ensino médio, em torno da problemática ambiental, durante um ano letivo. As atividades desenvolvidas foram estruturadas a partir da temática freiriana, da ideia de conceitos unificadores de Angotti e metodologicamente abordadas com a utilização dos três momentos pedagógicos (a problematização inicial, a organização do conhecimento e a aplicação do conhecimento), propostos por Angotti e Delizoicov.

Como resultado, tal trabalho propiciou a tomada de consciência por parte dos docentes de inconsistências ou limitações do seu conhecimento a respeito de determinados temas, ao mesmo tempo em que os levou a uma autorreflexão individual e coletiva de suas práticas em sala de aula, aliada a uma mudança de atitude no que tange ao aumento de segurança frente a desafios imprevistos, apesar

das resistências relacionadas, por exemplo, ao ensino voltado para o vestibular e à carga horária docente.

Preocupados também com a formação dos professores, Auler e Delizoicov (2001) avaliaram as visões de professores e estudantes a respeito das interações entre ciência, tecnologia e sociedade, buscando estabelecer parâmetros para educação científica que interrelacionam as ideias de Paulo Freire aos referenciais teóricos da temática CTS. Como resultado, Auler e Delizoicov (2006, p. 3) constataram que:

A busca de participação, de democratização das decisões em temas sociais envolvendo Ciência-Tecnologia, objetivo do denominado movimento CTS, contém elementos comuns à matriz teórico-filosófica adotada pelo educador brasileiro. Entende-se que, para uma leitura crítica da realidade, do “mundo”, pressuposto freiriano, torna-se, cada vez mais, fundamental uma compreensão crítica sobre as interações entre CTS, considerando que a dinâmica social contemporânea está crescentemente vinculada ao desenvolvimento científico-tecnológico.

Nesse sentido, Auler e Delizoicov(2006) salientam que construções históricas, como a neutralidade da ciência e da tecnologia, levaram ao surgimento de mitos, tais como, a superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, a perspectiva salvacionista da CT e o determinismo tecnológico, que permeiam o imaginário de professores e estudantes. Segundo ele, esses mitos têm um efeito imobilizador, que leva a uma não participação dos sujeitos, paralisia que advém da concepção de neutralidade ou da superioridade do conhecimento científico-tecnológico com relação a outros tipos de conhecimentos, ou da crença de que o avanço tecnológico é solução de todos os problemas da humanidade e, ainda, que progresso humano e social advém do progresso tecnológico (AULER, 2011; AULER; DELIZOICOV, 2001). Visando a superar tanto a mitificação científica e tecnológica quanto a passividade dos estudantes-cidadãos, Auler e Delizoicov (2001) sugerem a busca da compreensão crítica das interações CTS. O objetivo desses pesquisadores era levar os estudantes a uma tomada de consciência – nível de consciência máxima possível – e, possivelmente, a uma participação ou engajamento.

Para além da formação docente, Santos et al. (2009) desenvolveram um material didático de química a partir de um modelo curricular que buscava integrar a estrutura curricular temática de CTS aos currículos convencionais de

Química adotados nas escolas. Por meio de estudos de casos com professores de química, Santos (2008, p. 124):

[...] constatou que apesar dos professores não selecionarem a temática geradora a partir da vivência dos alunos, a abordagem dela pôde tomar uma perspectiva freiriana. Isso ocorreu na medida em que o professor a recontextualizou aproximando-a de situações de vivência dos alunos e mantendo uma abordagem comunicativa que incorporou o discurso dos alunos nos debates em sala de aula.

Nos materiais didáticos produzidos por Santos et al. (2009) e Santos (2008), além dos tópicos conceituais, também havia textos temáticos com determinados “temas focos ou temas sociais”, tal e qual o “problema do tratamento do lixo”, seguidos de questões. Tais textos, juntamente com as questões, tinham como finalidade provocar a discussão de ASC (Aspectos sócio-científicos), isto é, aspectos sociais, econômicos, políticos e ambientais associados à ciência e à tecnologia, bem como, aproximar tais assuntos da experiência existencial dos estudantes, levando-os a uma reflexão a respeito de seus valores e atitudes. Esses aspectos incorporam uma visão humanística freiriana na educação científica e tecnológica, que, segundo Santos (2008, p. 122),

não se restrinja ao uso e não uso de aparatos tecnológicos ou ao seu bom e mau uso. Além disso, propõe-se uma educação capaz de pensar nas possibilidades humanas e nos seus valores, enfim, em uma educação centrada na condição existencial. Isso significa levar em conta a situação de opressão em que vivemos, a qual é marcada por um desenvolvimento em que valores da dominação, do poder, da exploração estão acima das condições humanas. Nesse sentido, uma educação com enfoque CTS na perspectiva freiriana buscaria incorporar ao currículo discussões de valores e reflexões críticas que possibilitem desvelar a condição humana. Não se trata de uma educação contra o uso da tecnologia e nem uma educação para o uso, mas uma educação em que os alunos possam refletir sobre a sua condição no mundo frente aos desafios postos pela ciência e tecnologia.

Portanto, falar em uma educação CTS-Freire envolve a consideração de uma prática inclusiva e participativa na escola e, conseqüentemente, de uma participação fora dela, que vise à construção de uma sociedade realmente democrática e, portanto, mais humana, uma vez que somente por meio da escuta global é possível diminuir os danos provocados por determinadas práticas sociais e culturais.

### 3.3.2 A origem sociocultural do conceito de participação freiriana

Em Freire, a ideia de participação advém do contexto social e histórico antidemocrático e autoritário que havia na época em que o educador se situava e que dava sinais de mudança. Segundo ele, era um período de transição, por isso a necessidade de fazer com que o povo participasse desse processo, já que historicamente era a parcela (a maior) da população brasileira que sofria devido à miséria e aos altos índices de analfabetismo, resultado, principalmente, do passado colonial. Segundo Freire (1967, p. 54),

Encontrava-se então o povo, na fase anterior de fechamento de nossa sociedade, imerso no processo. Com a rachadura e a entrada da sociedade na época do trânsito, emerge. Se na imersão era puramente expectador do processo, na emersão descruza os braços e renuncia à expectativa e exige a ingerência. Já não se satisfaz em assistir. Quer participar. A sua participação, que implica numa tomada de consciência apenas e não ainda numa conscientização [...].

Nesse sentido, os problemas econômicos e sociais são o mote para se propor uma pedagogia que leve em consideração as mazelas e a inexperiência democrática de uma população inferiorizada e empobrecida, sem o direito de dizer a sua palavra e sem o direito de participar das tomadas de decisões a respeito do seu próprio destino. Exigia-se uma pedagogia que considerasse os problemas resultantes do desenvolvimento econômico, da participação popular nesse mesmo desenvolvimento e da inserção crítica do homem brasileiro no processo de “democratização fundamental<sup>29</sup>” (FREIRE, 1967).

De uma educação transformadora de hábitos e práticas. De uma educação como uma tentativa constante de mudança de atitude [...] de criação de disposições democráticas, por meio das quais se substituíssem no brasileiro antigos e culturoológicos hábitos de passividade, por novos hábitos de participação e ingerência (FREIRE, 1967, p.94).

<sup>29</sup> Mannheim chama de “democratização fundamental” o processo que implica em uma crescente participação do povo no seu processo histórico. E era essa democratização que, abrindo-se em leque e apresentando dimensões interdependentes, a econômica, a social, a política e a cultural — caracterizava a presença participante do povo brasileiro que, na fase anterior, não existia (FREIRE, 1967, p. 54).

Portanto, Freire se baseou na não participação do povo no cenário político e social para propor uma pedagogia que contribuísse na tomada de consciência dos sujeitos oprimidos a respeito do seu ser da sua vida, por meio do desvelamento da realidade, com o propósito de que eles se organizassem e lutassem para ter as suas reivindicações ouvidas e realizadas, enfim, que participassem.

E uma das principais críticas endereçadas à educação oficial era o seu caráter verbal, do discurso vazio e vazio, que não tratava da realidade, mas apenas de conceituações e abstrações distantes da realidade dos sujeitos. Caracterizava-se como educação de aceitação e submissão às prescrições a eles endereçadas, ausente de reflexões e de análises de problemas reais. Para Freire (1967, p. 93), o que era necessário era uma educação,

Que levasse o homem a uma nova postura diante dos problemas de seu tempo e de seu espaço. A da intimidade com eles. A da pesquisa ao invés da mera, perigosa e enfadonha repetição de trechos e de afirmações desconectadas das suas condições mesmas de vida. A educação do ‘eu me maravilho’ e não apenas do ‘eu fabrico’. A da vitalidade ao invés daquela que insiste na transmissão do que Whitehead chama de inertideas – ‘ideias inertes, quer dizer, ideias que a mente se limita a receber sem que as utilize, verifique ou as transforme em novas combinações’.

Logo, ele buscava uma educação significativa para o sujeito social, que o mobilizasse a agir, mobilização que só poderia ser desperta na consciência, na intencionalidade dos atos dos sujeitos, vertente que se opunha a uma educação que prescindisse da vontade<sup>30</sup> e dos interesses dos estudantes. E que, por isso, motiva os estudantes contra o trabalho intelectual (SHOR; FREIRE, 1987, p.12), pois na prática educacional tradicional não há comunicação, não há diálogo; os estudantes são dirigidos, conduzidos e manipulados, já que não se promove o pensamento independente<sup>31</sup> nem sequer a autonomia responsável de suas ações.

<sup>30</sup> Essa disposição também é requerida quando se pensa em formação de professores de Ciências, pois, segundo Carvalho et al. (2012), nenhuma mudança educativa formal tem a possibilidade de sucesso, se não conseguir assegurar a participação ativa do professor, ou seja, se, da parte deste, não houver vontade deliberada de aceitação e aplicação de novas propostas de ensino (CARVALHO, 2012, p. 8).

<sup>31</sup> Essa expressão foi utilizada para indicar uma contraposição ao pensamento reprodutivo, por exemplo, informações e ideias advindas dos meios de comunicação e ausentes de reflexão.

### 3.3.3 O conceito de participação para Paulo Freire

Na concepção de Freire, a palavra participação está relacionada ao atuar, ao agir humano, uma ação consciente, crítica e criativa – que é provocada pela compreensão dos educandos acerca da realidade circundante, noção que pode ser identificada no seguinte trecho;

Por isso mesmo os cadernos não são nem poderiam ser livros neutros. É que na verdade, o contrário da manipulação, como do espontaneísmo, é a participação crítica e democrática dos educandos no ato de conhecimento de que também são sujeitos. É a participação crítica e criadora do povo no processo de reinvenção de sua sociedade. [...] Esta participação consciente [...] demanda uma compreensão do momento de transição revolucionária em que se acha o país. Compreensão crítica que se vai gerando na prática mesma de participar e que deve ser incrementada pela prática de pensar a prática (FREIRE, 1989, p.23).

Similarmente a essa ideia, no livro –“Política e educação”, Freire (2001, p. 37) afirma que “[...] a participação, enquanto exercício de voz, de ter voz, de ingerir (intervir), de decidir em certos níveis de poder, enquanto direito de cidadania.” se acha em relação direta, necessária, com a prática educativa progressista. Nesse caso, a participação se refere a uma prática cidadã e, por isso mesmo, é um direito a ser garantido. Entretanto, a prática de participar não é algo inato, mas sim, uma capacidade/atividade (ou prática) que deve ser aprendida ou desenvolvida, que envolve, sobretudo, um processo de tomada de consciência. E é no bojo desse processo que os sujeitos se auto-organizam e passam a ter autonomia, seja na prática educativa, seja na prática social geral. Portanto, participar implica, sobretudo, em

- I. Romper com o silêncio (falando, interferindo, indagando);
- II. Ter disposição para a ação;
- III. Tomar iniciativa, querer dirigir o próprio destino;
- IV. Auto-organizar-se coletivamente;
- V. Mostrar-se seguro, autoconfiante, na sua capacidade;
- VI. Romper com a passividade (com o estado de receptor de conhecimentos);
- VII. Sentir-se à vontade para dizer a sua palavra;

- VIII. Ter consciência de si, das suas limitações (o que sabe, o que não sabe, o que precisa ou o quer saber mais);
- IX. Reconhecer-se como sujeito, cidadão, ciente do seu papel social;
- X. Tomar parte do processo educacional.

Eis aí algumas atitudes e práticas que, no contexto educacional, só se farão presentes se houver um ambiente no qual vigorem o diálogo e a abertura para atuação crítica e criativa dos estudantes. Portanto, elas somente poderão destacar-se por intermédio de uma abordagem de ensino em que os conteúdos e as práticas propostas pelos educadores e educadoras sejam promotoras da participação dos estudantes.

### 3.3.4 CTS e Freire: educação científica para a participação

A ideia de participação e democratização, como salientaram Auler e Delizoicov (2006), constitui um ponto de convergência dos estudos CTS com a pedagogia freiriana, no que se refere à inclusão e à participação de uma parcela maior da população nas tomadas de decisões que envolvam a sociedade e os produtos científicos e tecnológicos, bem como ao acesso de uma maioria<sup>32</sup> excluída da apropriação de um conhecimento relegado a uma minoria (AIKENHEAD, 2009; BAZZO, 2003; ROTH; LAWLESS, 2002). Esse último aspecto também é destacado por Santos (2008, p.119), quando afirma que:

Estudos no campo de educação científica urbana (Barton; Tobin, 2001, Barton et al., 2003; Roth; Barton, 2004; Elmesky; Tobin, 2005) têm focado no contexto educacional específico de comunidades excluídas residentes em periferias de grandes aglomerados urbanos. Considerando que essas comunidades vivem em um contexto de pobreza fruto do modelo desigual das ocupações urbanas, o princípio educacional defendido nesse campo está na busca de um ideal de justiça social e o referencial teórico adotado tem se baseado em autores da pedagogia crítica, como Paulo Freire.

<sup>32</sup> Pessoas carentes, negras e as mulheres (bem como outros) podem fracassar na ciência escolar exatamente devido à natureza da ciência e de suas formas de conhecer que são apresentadas no seu ensino (RODRIGUEZ, 1998); muitos estudantes (principalmente meninas) que deixam a ciência são desencorajados pela estrutura organizacional da ciência que inclui a sua natureza competitiva e individualista, suas pretensões de objetividade e investigações livre de valores, e ainda de ser um empreendimento isolado da sociedade (AAUW, 1992). Constatadamente, [...] (Afro Americanos, primeiras nações) e mulheres frequentemente sentem-se desencorajadas a estudar ciências devido as suas práticas e seus modos de conhecer, que privilegia pontos de vistas e padrões interacionais a partir das práticas cotidianas do homem branco de classe média (Eisenhart, Finkel, & Marion, 1996; Tobin, Seiler, & Walls, 1999) (apud ROTH; LEE, 2004, p. 265).

Tais estudos assinalam que ainda existe um tipo de exclusão social e econômica que é reforçada e/ou legitimada pelas instituições de ensino. Exclusão esta que ocorre por meio dos conteúdos ensinados e pelo conjunto de práticas que selecionam<sup>33</sup> estudantes a cada nível escolar. Isso se deve, segundo o ponto de vista cultural, à diferença de crenças, práticas, percepções e linguagem (ROTH; LAWLESS, 2002; LEMKE, 1990) que configuram o conhecimento científico. No âmbito social e cultural, a não participação se deve, primeiramente, às condições materiais dos sujeitos e, em segundo lugar, à dificuldade na apreensão de um conhecimento estranho à grande parte da população (AIKENHEAD, 2009; ROTH; LEE, 2004). A partir disso, pergunta-se: Educação científica e tecnológica para a inclusão social, ou educação científica e tecnológica para a tomada de consciência, criticidade e criatividade?

A primeira questão se refere a uma educação voltada para o vestibular, para a academia, conteudista, que privilegia a adaptação, já, a segunda se refere à preparação para atuação social e política que vise a transformação das estruturas sociais. No entanto, mantém-se o impasse, pois os dois tipos de educação são importantes no atual contexto socioeconômico; a primeira, porque se volta ao sucesso individual, (como, conseguir um bom emprego), porém, muitos alunos, devido às suas condições sociais, culturais e econômicas não se adaptam à escola e às suas atividades, o que faz com que muitos reprovem ou evadam (na verdade, eles são expulsos das escolas), pois, a educação científica somente engajará os estudantes em uma aprendizagem significativa, à medida em que o currículo tiver um valor pessoal que enriqueça ou reforce as auto identidades culturais dos alunos (AIKENHEAD, 2009). Essa condição leva à segunda questão que, associada à abordagem CTS, tem potencial para fazer com que os alunos participem da própria aprendizagem, ou seja, essa via pode ser uma alternativa para que ocorra simultaneamente uma formação para participação e uma formação para inclusão social, pois ao mesmo tempo em que se deseja que os alunos sejam críticos ou criativos, também se almeja que eles sejam incluídos socialmente, isto é, tenham um emprego de maior remuneração e prestígio social.

<sup>33</sup> O jargão, o sistema de avaliação, a escolhas dos assuntos de estudos, já no âmbito social o sociólogo brasileiro Florestan Fernandez se refere a uma seleção social e econômica pré-existente que é, então reforçada e/ou legitimada pela instituição escolar.

## CAPÍTULO 4

### VYGOTSKY – ABORDAGEM SOCIOCULTURAL

Ao longo desse capítulo, apresenta-se uma leitura da teoria de aprendizagem e desenvolvimento elaborada por Vygotsky, particularmente relacionada ao ensino da física, a criatividade e a consciência. Tal fundamentação subsidiará a análise da aprendizagem dos estudantes.

#### 4.1 ANÁLISE DA APRENDIZAGEM – ABORDAGEM SOCIOCULTURAL

Para a análise da aprendizagem dos estudantes investigados adotar-se-á a perspectiva sócio-interacionista ou histórico-cultural, proposta pelo psicólogo russo Lev Vygotsky, por tratar de dois aspectos essenciais que estão relacionados ao problema de pesquisa, a saber, a consciência e a criatividade.

A ideia freiriana de participação consciente, referida pedagogicamente, encontra fundamento psicológico nos estudos de Vygotsky, que lida de maneira particular com as funções psicológicas superiores que, segundo Oliveira (2010), englobam o controle voluntário do comportamento e a ação e percepção consciente dos sujeitos, sobretudo no que tange à formação de conceitos científicos. Já com relação à criatividade, Vygotsky distinguiu as características psicológicas que regem a imaginação criativa em crianças e adolescentes, segundo a qual a imaginação adolescente é consciente e está vinculada ao pensamento conceitual. A imaginação criativa é uma característica da atividade mental adolescente que, por sua vez, resulta da síntese da emoção com o pensamento racional.

#### 4.2 VYGOTSKY E O ENSINO DA FÍSICA

Na concepção de Vygotsky, os sujeitos, ao entrar em contato com outros membros da sociedade, internalizam hábitos e signos culturais que contribuem para o desenvolvimento do seu pensamento e da personalidade. Eis um processo em que a escola tem um papel de destaque, pois além de ser responsável pela difusão do conhecimento científico construído e acumulado pela humanidade, o

aprendizado escolar exerce influência decisiva no desenvolvimento das funções psicológicas superiores (atenção deliberada, memória lógica, abstração, capacidade para comparar e diferenciar), justamente na fase em que elas estão em amadurecimento (REGO, 1995). Esta prática permite que as crianças se conscientizem dos próprios processos mentais (processo metacognitivo). Ademais, o conhecimento escolar é promotor (potencial) de zonas de desenvolvimento proximal, ou seja, cria obstáculos aos alunos individualmente, e estes, ao contar com a intervenção do professor ou de outros colegas, poderão mais tarde ultrapassá-los.

No entanto, quando se considera o conhecimento físico, observa-se que a sua apropriação tem-se constituído, em sua maioria, em um obstáculo praticamente intransponível, principalmente quando se consideram os resultados escolares que envolvem essa disciplina. Ora, não é segredo o fato de que estudantes da educação básica e até do nível universitário têm apresentado altos níveis de incompreensão ou má compreensão dos conceitos físicos previamente ensinados<sup>34</sup>. De acordo com os termos de Vygotsky, tal situação significaria dizer que durante o ensino da física não se tem gerado ou alargado a zona de desenvolvimento proximal dos alunos devido à limitação ou insuficiência nas explicações, o que poderia também indicar um baixo nível de desenvolvimento psicológico<sup>35</sup>.

Para autores, como, Robilotta e Babichak (1997), esse resultado se deve, entre outros fatores, à ênfase na aprendizagem conceitual que é contumaz nas escolas brasileiras de nível médio, uma prática que requer, por parte dos estudantes, altos níveis de abstração, atenção e consciência sobre as próprias percepções. Porém alerta Vygotsky que,

<sup>34</sup> Esses e outros aspectos são discutidos no capítulo 3.

<sup>35</sup> Todas as funções psicológicas superiores têm em comum a consciência, a abstração e o controle (VYGOTSKY, 1987, p. 121). Mas ainda cabe perguntar: Quais conhecimentos físicos geram ou reforçam este ou aquele desenvolvimento psicológico? Quais funções psicológicas são influenciadas ou mobilizadas durante a aprendizagem da teoria da relatividade, por exemplo? Segundo Vygotsky, cada assunto tratado na escola tem a sua própria relação específica com o curso do desenvolvimento da criança, relação essa que varia à medida em que a criança vai de um estágio para outro. Isso leva diretamente a reexaminar o problema da disciplina formal, isto é, a importância de cada assunto em particular do ponto de vista do desenvolvimento mental global (VYGOTSKY, 1987, p. 61).

A maior dificuldade é a aplicação de um conceito finalmente apreendido e formulado a um nível abstrato, a novas situações concretas que devem ser vistas nesses mesmos termos abstratos – um tipo de transferência que, em geral, só é dominado no final da adolescência. A transição do abstrato para o concreto mostra-se tão árdua para o jovem como a transição primitiva do concreto para o abstrato (VYGOTSKY, 1987, p.100).

Para Robilotta e Babichak (1997), o problema do ensino conceitual é que ele sugere que o significado do conceito está no próprio conceito e que este independe do contexto no qual ele é enunciado, o que não é verdade. O motivo pelo qual isso ocorre, aponta os autores, é o não (re)conhecimento por parte dos educadores que o conhecimento físico é altamente estruturado, e apenas definir um conceito não leva à aprendizagem, uma vez que, definir um conceito recai sobre outros conceitos tão desconhecidos e complexos como o que se quis definir. Para os autores desse trabalho, uma possível forma de reverter essa situação, seria ensinar aos alunos os conceitos da física de maneira indireta, por meio do ensino e/ou desenvolvimento de capacidades, isto é, saberes relacionados ao saber fazer<sup>36</sup>, como saber explicar e descrever, que seria uma possível forma de diminuir a ênfase no conteúdo (saber conceitual), pois parece não estar auxiliando os alunos a aprenderem os conceitos e ideias da física e, conseqüentemente, conduz ao não desenvolvimento intelectual. Considerando esse fato, Vygotsky (1987) afirmou que

o ensino direto de conceitos é impossível e infrutífero. Um professor que tenta fazer isso geralmente não obtém qualquer resultado, exceto o verbalismo vazio, uma repetição de palavras pela criança, semelhante a um papagaio, que simula um conhecimento dos conceitos, mas que na realidade oculta um vácuo (VYGOTSKY, 1987, p.104).

Em termos pedagógicos, essa afirmação equivale a dizer que não se pode ensinar um conceito apenas por meio da apresentação de sua definição, ou por repetição, porque, infelizmente esse tipo de ensino não leva os alunos a uma compreensão adequada dos conceitos físicos, pois, conforme já se destacou anteriormente, muitos alunos conseguem até “recitar” leis e princípios da física, mas raramente compreendem o seu real significado.

<sup>36</sup> Reconhecemos que mesmo quando se explica ou representa esquematicamente uma situação fisicamente, os conceitos estão presentes, logo a diferença em se focar no saber fazer está somente na ênfase dada durante o processo de ensino, que para nós é um processo indireto.

Todavia, esse quadro pode ser estendido à formação docente, já que, de acordo com uma pesquisa realizada por Barbosa et al. (2012), com foco nas representações sociais docentes, observaram que professores de física do nível médio foram capazes de enunciar as leis de Newton, mas foram incapazes de aplicá-las em situações físicas relativamente tradicionais e presentes em livros didáticos de física. Dentre outras razões, sob o ponto de vista vygotskyano, isso ocorre porque um conceito não é aprendido por meio de um treinamento mecânico, tampouco pode ser meramente transmitido pelo professor ao aluno.

Ao invés dessa prática, acredita-se que é necessário oportunizar situações em que os estudantes adquiram novos conceitos e palavras a partir de um contexto linguístico geral<sup>37</sup>.

Advém daí a necessidade de que o professor ou professora conheça a linguagem, bem como os conhecimentos cotidianos (sentido e significados) que os alunos trazem à sala de aula, pois mesmo que eles utilizem outras terminologias, muitas vezes um conceito científico já está formado, e sua expressão, na maioria das vezes, não é uma cópia estrita das definições presentes nos livros didáticos, mas uma mescla de termos, sentidos e significados científicos e cotidianos. Eis aí uma condição que reforça a ideia de Vygotsky de que o processo de aprendizagem dos estudantes se dá por meio de uma aproximação progressiva entre os conhecimentos cotidianos e os conhecimentos científicos, o que contraria a concepção ingênua de que a assimilação de conceitos científicos se efetiva por meio da substituição dos conceitos cotidianos.

#### 4.3 FORMAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS

De acordo com a perspectiva vygotskyana, os conceitos são entendidos como um sistema de relações e generalização contidos nas palavras e determinado por um processo histórico e cultural (REGO, 1995). Sob a visão da psicologia, particularmente a partir de Piaget, os conceitos são classificados em espontâneos – aqueles que são desenvolvidos pelas crianças por meio de seu

<sup>37</sup> Tolstoi afirma que “quando ela (a criança) ouve ou lê uma palavra desconhecida numa frase, de resto compreensível, e lê novamente em outra frase, começa a ter uma ideia vaga do novo conceito: mais cedo ou mais tarde ela... sentirá a necessidade de usar essa palavra – e uma vez que a tenha usado, a palavra e o conceito lhe pertencem... Mas transmitir deliberadamente novos conceitos ao aluno... é, estou convencido, tão impossível e inútil quanto ensinar uma criança a andar apenas por meio das leis do equilíbrio” (TOLSTOI apud VYGOTSKY, 1987, p.105).

próprio esforço mental, e em não-espontâneos – desenvolvidos decisivamente sob a influência dos adultos (VYGOTSKY, 1987). Tomando essa concepção, Vygotsky considera que o desenvolvimento dos conceitos espontâneos e não-espontâneos fazem parte de um único processo no qual eles se relacionam e se influenciam constantemente, apesar de serem formados sob condições internas e externas distintas.

Segundo Vygotsky (1987, p. 107), o aprendizado é uma das principais fontes de conceitos da criança em idade escolar, e é também uma poderosa força que direciona o seu desenvolvimento, determinando o destino de todo o seu desenvolvimento mental.

Baseando-se nos resultados de pesquisas de Piaget, Vygotsky confirma a tese de que os conceitos espontâneos (ou cotidianos) das crianças são não-conscientes e assistemáticos, isto é, as crianças conseguem manipular corretamente os conceitos espontâneos ainda que deles não tenham consciência<sup>38</sup> (percepção consciente), pois a sua atenção está toda centrada no objeto a que elas se referem, e nunca no próprio ato de pensamento (VYGOTSKY, 1987). Por outro lado, Vygotsky distingue os conceitos cotidianos, chamando de científicos aqueles conhecimentos que são ensinados e aprendidos intencionalmente no ambiente escolar. Nos termos de Rego (1995), os conceitos científicos se relacionam àqueles eventos não diretamente acessíveis à observação ou ação imediata da criança, por exemplo, na escola, o conceito “gato” será incluído em um sistema conceitual de abstrações graduais, com diferentes graus de generalização: gato, mamífero, vertebrado, animal, ser vivo. Segundo Moysés (2003, p. 37),

Por trás de qualquer conceito científico existe sempre um sistema hierarquizado do qual ele faz parte. A principal tarefa do professor ao ensinar ou ajudar o aluno a elaborar esse tipo de conceito é de levá-lo a estabelecer uma relação indireta com o objeto por meio de abstrações em torno de suas propriedades e da compreensão das relações que ele mantém com um conhecimento mais amplo. Ao contrário do espontâneo, o conceito científico só se elabora intencionalmente, isto é, pressupõe uma relação consciente e consentida entre o sujeito e o objeto de conhecimento.

<sup>38</sup> Utiliza-se a palavra consciência para indicar a percepção da atividade da mente – a consciência de estar consciente (VYGOTSKY, 1987, p.114).

De modo geral, o desenvolvimento de um conceito científico se inicia com sua definição verbal e com sua aplicação em operações não espontâneas, que evoluem para a dimensão não consciente dos conceitos espontâneos, para o nível do elementar e do concreto do pensamento espontâneo. Em outras palavras, o desenvolvimento dos conceitos espontâneos por parte da criança se processa de forma ascendente, enquanto o desenvolvimento dos seus conceitos científicos é descendente (VYGOTSKY, 1987, p.135), embora os dois processos estejam intimamente relacionados.

Sob essa perspectiva, pode se dizer que os conceitos científicos fornecem estruturas para o desenvolvimento ascendente dos conceitos espontâneos da criança em relação à sistematização, à consciência e ao uso deliberado, por sua vez, os conceitos espontâneos criam uma série de estruturas necessárias para a evolução descendente dos conceitos científicos em direção aos aspectos mais primitivos e elementares que lhe dão corpo e vitalidade (VYGOTSKY, 1987). Na prática, a criança, frente a um conceito sistematizado e desconhecido, busca significá-lo por meio de sua aproximação com outros já conhecidos, elaborados e internalizados. Assim, ela tenta enraizá-lo na sua experiência concreta. Do mesmo modo, um conceito espontâneo nebuloso, aproximado a um conceito sistematizado, coloca-se em um quadro de relações de generalização (FONTANA, 1993).

#### 4.4 RELAÇÃO ENTRE APRENDIZAGEM E DESENVOLVIMENTO

Na concepção de Vygotsky (1987), a aprendizagem afeta o desenvolvimento, assim como o desenvolvimento interfere na aprendizagem, portanto, existe uma interdependência entre esses dois conceitos. Especificamente no âmbito escolar, Vygotsky (1987, p. 128) assinala que,

[...] os pré-requisitos psicológicos para o aprendizado de diferentes matérias escolares são, em grande parte, os mesmos; o aprendizado de uma matéria influencia o desenvolvimento das funções superiores para além dos limites dessa matéria; as principais funções psíquicas envolvidas no estudo de várias matérias são interdependentes – suas bases comuns são a consciência e o domínio deliberado, as contribuições principais dos anos escolares. A partir dessas explicações, conclui-se que todas as matérias escolares básicas atuam como uma disciplina formal, cada uma facilitando o aprendizado das outras; as funções psicológicas por elas estimuladas se desenvolvem ao longo de um processo complexo.

Essas constatações encerram a ideia de que os conhecimentos difundidos na escola, apesar de terem raízes teóricas, experimentais, filosóficas e históricas distintas, são “transmitidos” por um elemento cultural comum, a linguagem falada e escrita, cujas características abrangem a abstração, a representação e a conceituação.

#### 4.5 A ZONA DE DESENVOLVIMENTO PROXIMAL

A ZDP (Zona de Desenvolvimento Proximal) é o estágio de desenvolvimento psicológico associado à aprendizagem que é identificado por meio da expressão da capacidade potencial da criança em realizar uma tarefa e/ou resolver determinado problema com o auxílio de alguém. Especificamente, a ZDP

é a distância entre o atual nível de desenvolvimento determinado pela capacidade de resolver um problema individualmente e o nível de desenvolvimento potencial determinado por meio da capacidade de resolver um problema sob a orientação de um adulto ou em colaboração com um colega mais capaz (VYGOTSKY, 1987, p. 86).

Para Vygotsky, o bom aprendizado<sup>39</sup> é aquele que se adianta ao desenvolvimento, ou seja, que se volta para aquelas funções mentais que estão em amadurecimento, e que, portanto, exigem a participação ou a interferência de alguém para o seu desenvolvimento. Segundo Oliveira (2010, p. 65),

A implicação dessa concepção de Vygotsky para o ensino escolar é imediata. Se o aprendizado impulsiona o desenvolvimento, então a escola tem um papel essencial na construção do ser psicológico adulto dos indivíduos que vivem em sociedades escolarizadas. Mas o desempenho desse papel só se dará adequadamente quando, conhecendo o nível de desenvolvimento dos alunos, a escola dirigir o ensino não para etapas intelectuais já alcançadas, mas para estágios de desenvolvimento ainda não incorporados pelos alunos, funcionando realmente como um motor de novas conquistas psicológicas. Para a criança que frequenta a escola, o aprendizado escolar é elemento central no seu desenvolvimento.

<sup>39</sup> O termo aprendizado deve ser entendido em um sentido mais amplo do que aquele que é empregado na língua portuguesa. Quando Vygotsky fala em aprendizado (*obuchenie*, em russo), ele se refere tanto ao processo de ensino quanto ao de aprendizagem, porque ele acredita que é impossível tratar desses dois aspectos de forma independente (REGO, 1995, p. 72).

Nessa perspectiva, Palangana (1998) salienta que a compreensão do conceito de zona de desenvolvimento proximal encaminha os estudos psicológicos para uma reavaliação do papel da imitação na aprendizagem, pois Vygotsky observou que as crianças podem imitar ações que vão muito além de suas capacidades reais ou efetivas, o que cria zonas de desenvolvimento potencial.

#### 4.6 A CRIATIVIDADE

Vygotsky realizou estudos a respeito da fantasia e da imaginação ligadas à capacidade criativa de crianças e adolescentes. Sua preocupação tinha como foco a compreensão da relação existente entre a imaginação e o intelecto adolescente. Segundo ele, a imaginação e a criatividade estão relacionadas à livre reelaboração de diversos elementos da experiência que são livremente combinados, processo que ocorre com a pré-condição de que haja um nível de liberdade interior do pensamento, ação e cognição, cujo domínio está ao alcance apenas do sujeito que dominar o pensamento conceitual (VYGOTSKY, 1994). Já o domínio do pensamento conceitual só é atingido durante a fase final da adolescência, estágio em que ocorre a transição de uma imaginação infantil passiva e imitativa para uma imaginação ativa e criativa. Durante essa fase, o adolescente tem plena consciência de que a sua subjetividade é subjetiva e de que o seu pensamento difere da sua imaginação.

Para Vygotsky (1994), o pensamento imaginativo adolescente tem duas vias ou canais. O primeiro está ligado à satisfação emocional que se relaciona a todos os aspectos da vida do adolescente, seus modos, carências e sentimentos. Durante esse período é que o adolescente tem a necessidade de criar um mundo fantasioso e desejável, em comparação a uma realidade concreta e indesejada. A fantasia, para ele, é um meio de expressar a sua vida emocional interior (oculta), um meio de se libertar das condições externas e cotidianas que o afligem.

Na outra via, paralela à imaginação emocional, encontra-se a criatividade objetiva que está relacionada à imaginação, à criação de algum tipo de estrutura, nova e concreta; uma nova imagem da realidade, uma configuração criativa de alguma ideia (VYGOTSKY, 1994, p. 285). E é graças a essa capacidade a humanidade é capaz de criar obras literárias, científicas e técnicas.

Durante a atividade mental, ocorre uma reaproximação entre a imaginação e o pensamento por conceitos que levam a um enriquecimento da capacidade criativa humana. E é justamente durante esse estágio que, pela primeira vez, o adolescente vislumbra a possibilidade de descobrir o curso que a sua vida está tomando, o que se torna possível devido ao fato de que, ao utilizar-se de sua imaginação, ele antecipa o seu futuro e, conseqüentemente, aproxima-se de sua construção e realização criativa. Portanto, para Vygotsky (1994), a imaginação é uma manifestação da atividade criativa humana que, durante a adolescência, aproxima-se da capacidade de pensar conceitualmente, esta, por sua vez, leva à reelaboração criativa do mundo. Ademais, a expressão criativa, que se efetiva por meio da imaginação, serve como uma via de alívio emocional, tanto no adolescente quanto no adulto. Essas constatações descontroem dois mitos: o de que a imaginação criativa seja privilégio de uns poucos (inventores, gênios, etc.) e de que ela seja mais desenvolvida na criança do que no adulto.

No que tange ao contexto escolar, os estudos de Vygotsky sugerem que a capacidade criativa é passível de ser desenvolvida.

#### 4.7 A CONSCIÊNCIA

Conforme já salientado, o foco de pesquisa de Vygotsky foram as funções psicológicas superiores, que exigem o controle voluntário do comportamento e a ação intencional ou consciente por parte dos sujeitos. Esse processo se inicia durante a infância, com atividades involuntárias e inconscientes e, após o desenvolvimento do pensamento, passam a ser voluntárias e conscientes, como a memória mecânica que se transforma em memória lógica ao ser mediada por significados. Nesse sentido, Vygotsky utiliza a palavra consciência para indicar a percepção da atividade da mente – a consciência de estar consciente, processo no qual os indivíduos selecionam atos de pensamentos de sua atividade mental total e sobre os quais centram a sua atenção. Segundo Vygotsky (1987, p. 115),

O aprendizado escolar induz o tipo de percepção generalizante, desempenhando assim um papel decisivo na conscientização da criança dos seus próprios processos mentais. Os conceitos científicos com o seu sistema hierárquico de inter-relações, parecem constituir o meio no qual a consciência e o domínio se desenvolvem, sendo mais tarde transferidos a outros conceitos e a outras áreas do pensamento.

Esse processo depende do desenvolvimento mental do sujeito, de modo particular, da capacidade de formar conceitos, isto é, significar, de maneira consciente e deliberada, um objeto em meio a uma miríade de significados, processo contrário ao que ocorre com os conceitos espontâneos em que as crianças não estão conscientes deles, pois sua atenção está sempre centrada no objeto a que o conceito se refere, mas nunca no próprio ato de pensamento (VYGOTSKY, 1987).

## CAPÍTULO 5

### DESENVOLVIMENTO METODOLOGICO DA PESQUISA

Ao longo desse capítulo, são apresentados a metodologia e os procedimentos de pesquisa empregados para investigar o problema proposto.

#### 5.1 CONTEXTO E PARTICIPANTES

Essa pesquisa foi realizada com estudantes de duas turmas de 1ª série do período noturno do Ensino Médio, de uma escola da rede pública estadual, em uma cidade localizada ao norte do Estado do Paraná. Em cada turma há mais de 50 alunos matriculados, mas em uma das turmas há 25 alunos que frequentam as aulas, e na outra, apenas 22. Essas turmas se caracterizam como heterogêneas no que se refere à idade, a mais numerosa é constituída por alunos com idades entre 15 e 18 anos e a menos numerosa é composta por estudantes na faixa etária entre 14 e 19 anos de idade, além disso a maioria dos estudantes trabalha durante o dia.

A escola está situada na região central da cidade e atende, em sua maioria, a crianças e adolescentes carentes oriundos de diversos bairros. Essa instituição de ensino apresenta baixo índice de desenvolvimento da educação básica (IDEB), em torno de 3,7, e conta com altas taxas de evasão, segundo o SAEP em 2013, Sistema de Avaliação da Educação Básica do Paraná, somente 5,9% dos alunos da 1ª série do Ensino Médio têm o domínio adequado da Matemática, enquanto que aproximadamente 93% dos estudantes se situam entre o nível básico e o abaixo do básico. Com relação à disciplina de Língua Portuguesa, os dados indicam que apenas 12,5% dos estudantes da série em questão têm um domínio adequado, enquanto que 53% se situam no nível básico e 33,3% abaixo do básico. Conforme se pode depreender, essa é uma escola que enfrenta sérios problemas no que se refere à eficácia dos processos de ensino e aprendizagem, evidenciando a necessidade de ações que alterem esse quadro.

## 5.2 ABORDAGEM DE PESQUISA

A metodologia de investigação empírica adotada nesse trabalho envolveu a coleta e a análise de dados qualitativos, de modo particular, trechos ou íntegras das respostas às atividades propostas em uma sequência didática desenvolvida para esta pesquisa, que foi aplicada e que serão apresentadas no capítulo a seguir. Segundo Bogdan e Biklen (1994), ao lançar mão da pesquisa qualitativa, o investigador busca a compreensão do pensamento ou comportamento dos sujeitos em determinados contextos de interação, por isso, a atuação do pesquisador deve ser tão profundamente analisada quanto os sujeitos investigados.

De modo particular, analisou-se parte das respostas dos estudantes as tarefas presentes no 5ª momento pedagógico à luz da teoria sociocultural do russo Lev Vygotsky. Abaixo apresentamos as tarefas que utilizamos para a análise.

[...]

### **2. Faça uma análise física do movimento do ente de sua escolha.**

2.1. [...]

2.2 Faça um desenho ou utilize uma imagem do seu “objeto”, e explique por meio de setas e letras as forças presentes no movimento desse “objeto”.

2.3 Por fim, identifique as três leis de Newton no movimento do seu “objeto”. Explique em quais situações elas podem estar associadas.

Para o tratamento dos dados, utilizou-se os instrumentos de análise de conteúdo apresentada por Bardin (1977).

### 5.2.1 Análise de conteúdo

Para proceder à análise do material produzido pelos estudantes, serão utilizados os instrumentos de análise de conteúdo apresentados pela psicóloga francesa Laurence Bardin, técnica que tem como objetivo avaliar o conteúdo das comunicações enunciadas pelos sujeitos, de modo a ultrapassar o espontaneísmo do olhar imediato sobre o texto, ao mesmo tempo em que enriquece a sua leitura por meio da descrição, esclarecimento ou compreensão dos conteúdos das mensagens. Segundo Bardin (1977, p. 42), a análise de conteúdo é

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitem a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.

Portanto, esse instrumento tem por objetivo ir além da mensagem enunciada. Ao servir-se dele e da relação dialética teoria-prática, o analista busca inferir a significação desse ou daquele pensamento, expresso nos conteúdos das mensagens. O método da análise de conteúdo, segundo Bardin (1977), consiste em tratar a informação por etapas a saber: (a) pré-análise, na qual se escolhem os documentos, formulam-se hipóteses e objetivos para a pesquisa; (b) na exploração ou codificação do material, momento em que se aplicam as técnicas específicas segundo os objetivos e (c) no tratamento dos resultados e interpretações.

A análise de conteúdo pode ser temática ou léxica. Para atender aos fins deste trabalho, realizou-se uma análise temática, que, conforme o nome designa, consiste em classificar os diferentes elementos de significação constitutivos da mensagem, com o objetivo de estabelecer certa ordem ou organização.

Esse é um processo que parte da escolha de unidades de registro, tendo como base critérios que se fundam na importância qualitativa do tema, isto é, que ajudam o investigador a compreender o objeto de estudo e/ou se enquadrar em alguma dimensão do referencial teórico adotado. As unidades de registro podem ser: palavras, frases, parágrafos e temas (regra de recorte do sentido e não da forma, representada por meio de frases, parágrafos, resumo, etc.) que, agrupados ou categorizados, permitirão que se façam inferências de acordo com o referencial adotado.

### 5.2.2 Conteúdo de análise e as unidades de registro

Para organização e classificação do conteúdo de análise e considerando a natureza da fonte de dados, que consiste nas respostas as tarefas apresentadas na sequência didática, estabelecemos unidades temáticas ou de significação para classificarmos as mensagens escritas pelos estudantes, a partir do conhecimento físico e, utilizamos a teoria sociocultural de Vygotsky para definir as unidades de registro. Nessa teoria a aprendizagem é concebida em termos da apreensão e/ou assimilação pelos sujeitos de códigos culturais, isto é, o estudante

aprende Física quando domina os signos, o modo de significar e os significados pertencentes a este campo de conhecimento, um processo que é denominado internalização. Segundo Lacerda (1993, p.68),

A internalização implica na transformação de fenômenos sociais em fenômenos psicológicos, envolvendo a apropriação pelo sujeito do significado dos objetos, dos lugares ocupados pelos objetos e pelas pessoas e do significado das relações num processo que transcorre ao longo do desenvolvimento. Não se trata da internalização de cópias dos objetos reais, mas de suas significações. O que permite a operação com signos. E a linguagem constitui-se na instância de internalização por excelência.

Sobretudo, Pino (1993, p.22) salienta que,

O processo de apropriação ou internalização pela criança do universo cultural dos homens não é uma operação simples, que possa ser reduzida a um mero processo de aprendizagem. Não se trata, tampouco, de uma operação de simples transferência de práticas e conteúdos culturais do plano social ou externo para o plano individual ou interno, como pode deixar entender o conceito de internalização. Trata-se, ao contrário, de uma operação complexa de re-constituição (reprodução-criação) em e pela criança de algo já construído pelo gênero humano e que define a história dos homens.

Esse é um processo que se desenvolve contínua e gradualmente, por meio da reprodução de signos e significados, e progride em direção à recriação ou mesmo criação de novos signos e significados. Isso posto, considerar-se-á que a aprendizagem dos conceitos e princípios da Física ocorreu, houve internalização, quando o estudante tiver o domínio dos signos e significados desse campo de conhecimento e os reproduzir criativamente. Mas ter o domínio dos signos e significados da Física não é uma tarefa fácil, portanto, considerar-se-á também a internalização parcial, quer dizer, o domínio, por parte dos alunos, de certos aspectos da Física, tais como, conceitos e formas de representar e/ou simbolizar fenômenos. Desse modo, estabeleceram-se as seguintes unidades de registro em correspondência com as unidades temáticas definidas a partir das tarefas realizadas:

**1. Unidade temática ou de significação** – noção a respeito da representação gráfica e/ou simbólica do movimento dos corpos.

**Unidades de Registro**

1.1 Representação Física do fenômeno ou imitação<sup>40</sup> – representa, simbólica e/ou graficamente, o fenômeno em estudo, de tal maneira que o explica por completo sob os moldes da Física.

1.2 Representação quase-Física ou quase imitação – representa, simbólica e/ou graficamente, o fenômeno em estudo, de maneira que não o explica por completo sob os moldes da Física, quer dizer, suplementa ou desfalca conceitos ou ideias.

1.3 Representação não-científica ou ausente de indícios de Internalização – não representa gráfica ou simbolicamente o fenômeno ou situação física em estudo.

1.4 Representação reprodutora-criativa – representa, simbólica ou graficamente, o fenômeno ou situação física em estudo de modo que o recria, resignifica em termos da Física.

**2. Unidade temática ou de significação** - explicação formulada pelo aluno para o descrever o movimento dos objetos

**Unidades de Registro**

2.1 Explicação Física ou Imitação - apresenta uma explicação em que se utilizam conceitos físicos, jargão e foco em aspectos considerados pela Física para explicar o movimento dos corpos.

2.2 Explicação quase-Física ou quase imitação - apresenta uma explicação em que se utilizam conceitos físicos, jargão, mas foca em outros aspectos que a Física geralmente despreza ao explicar o movimento dos corpos.

2.3 Explicação não-científica ou espontânea – apresenta uma resposta em que não utiliza conceitos científicos ou ideias científicas.

2.4 Explicação reprodutora-criativa – apresenta uma explicação que utiliza os conceitos e ideias da Física de uma maneira original ou incomum.

<sup>40</sup> A imitação supõe internalização, não uma internalização do tipo não-criativa, pois o sujeito utiliza a linguagem do “outro” e não a sua, quer dizer, do “eu”.

**3. Unidade temática ou de significação** – Noção a respeito da leis de Newton

**Unidades de Registro**

3.1 Explicação Reprodutora (não criativa) ou imitação - expressa a linguagem e/ou o pensamento constante(s) nos materiais didáticos de Física. Trata-se especificamente de uma das funções da imitação, que implica, segundo Pino (1993, p.19), em uma dupla operação semiótica, em que a reprodução do modelo se constitui em significante desse modelo, o qual, por sua vez, refere-se à pessoa imitada. Nesse caso, ocorre um tipo de alienação de si mesmo pelo próprio sujeito, processo em que a voz do “eu” expressa o pensamento do “outro” (WERTSCH, 1991).

3.2 Explicação quase-reprodutora ou quase imitação – utiliza o jargão, a simbologia, mas desfalca ou suplementa ideias ou conceitos físicos.

3.3 Explicação espontânea – não utiliza as leis de newton para explicar o movimento dos corpos.

3.4 Explicação reprodutora-criativa – expressa o pensamento físico por meio das leis de Newton utilizando uma novos termos.

5.3 COMO AVALIAR A PARTICIPAÇÃO DOS ESTUDANTES?

De modo geral, as pesquisas que analisam a participação dos estudantes na sala de aula medem a quantidade de participações que lá ocorreram (ROCCA, 2010), como o número de estudantes que realizaram determinada tarefa. Porém, esse modo de avaliar desconsidera a qualidade das participações dos estudantes, o que torna a mensuração da participação relativamente superficial, já que a participação poderá acontecer de maneira ativa ou passiva. Diante disso, optou-se aqui, por medir a participação dos estudantes nas aulas; qualitativamente, por meio do resultado do ensino e aprendizagem.

Para a avaliação qualitativa, estabelecer-se-ão critérios para serem avaliados. Kelly A. Rocca (2010) realizou uma revisão de literatura a respeito da participação dos estudantes no ensino superior, essa revisão lhe possibilitou a

identificação de uma série de efeitos ou consequências positivas que provêm da participação dos estudantes nas aulas. Segundo ela,

Existe uma forte evidência da importância da participação dos estudantes nas aulas (Lyons, 1989; Petress, 2006; Weaver & Qi, 2005). Participação é um modo de conduzir os estudantes ativamente ao processo educacional e auxiliar na melhoria do nosso ensino trazendo vida à sala de aula (Cohen, 1991, p. 699). Que tornam os estudantes mais motivados (Junn, 1994), melhores aprendizes (Daggett, 1997; Garard, Hunt, Lippert, & Paynton, 1998; Weaver & Qi, 2005), pensadores críticos (Crone, 1997; Garside, 1996), e que autores conhecem ganhos no/de caráter (Kuh & Umbach, 2004) quando eles estão/são preparados para as aulas e participam das discussões. Quanto mais eles participam, menos eles memorizam, e mais eles se engajam em altos níveis de pensamento incluindo interpretação, análises e sínteses (Smith, 1977). Estudantes que participam também demonstram melhoria nas habilidades comunicativas (Berdine, 1986; Dancer & Kamvounias, 2005), nas interações em grupo (Armstrong na Boud, 1983) que é funcional numa sociedade democrática. (Girgin & Stevens, 2005). Fassinger (1995) observou que ambos professores e alunos vêem benefícios na participação dos estudantes e Fritschner (2000) notou que os estudantes consideraram que a participação foi essencial para o seu próprio aprendizado (ROCCA, 2010, p.188).

Tais conclusões corroboram a afirmação de Czekanski e Wolf (2013), segundo a qual os professores estão convencidos de que os estudantes aprendem melhor quando se envolvem ativamente no processo de aprendizagem (PETRESS, 2006 apud CZEKANSKI; WOLF, 2013) e que a aprendizagem significativa ocorre quando os estudantes estão engajados (CRAVEN; HOGAN, 2001; CZEKANSKI; WOLF, 2013, p. 8). Tais resultados nos ajudaram a estabelecer critérios para se avaliar a participação dos estudantes durante as aulas de Física, sobretudo por meio da qualidade e/ou efetividade da aprendizagem de conhecimentos conceituais e/ou procedimentais bem como do desenvolvimento da capacidade de analisar, interpretar, sintetizar e criticar informações.

### 5.3.1 Critérios para avaliação da participação

Para avaliar qualitativamente a participação dos alunos, relacionar-se-á a participação dos mesmos aos resultados de sua aprendizagem, pois, segundo Rocca (2010), a participação conduz os estudantes à melhoria de sua aprendizagem. Ademais, torna-os: a) melhores aprendizes (Daggett, 1997; Garard,

Hunt, Lippert, & Paynton, 1998; Weaver & Qi, 2005); b) pensadores críticos (Crone, 1997; Garside, 1996); c) engajados em altos níveis de pensamento, incluindo interpretação, análises e sínteses (Smith, 1977) e d) melhores em suas habilidades comunicativas (Berdine, 1986; Dancer & Kamvounias, 2005) (apud ROCCA, 2010, p.88. Tradução feita pelo autor desta pesquisa).

Particularmente neste trabalho, a participação está condicionada ao grau de aprendizado do conteúdo estudado – internalização dos símbolos, significados e/ou conceitos<sup>41</sup> e princípios físicos. A internalização no processo de ensino e de aprendizagem da Física implica no domínio gradual dos signos e significados, bem como do modo de significar da Física.

Aliado a isso, realizaremos uma discussão dos resultados à luz de três conceitos e/ou ideias pertencentes a teoria de Vygotsky, a saber: a ZDP (Zona de desenvolvimento Proximal), a consciência e a criatividade.

**1 – A Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP)**, é a distância entre o nível atual de desenvolvimento identificado pela resolução de problemas de forma independente e o nível de desenvolvimento potencial determinado por meio da resolução de problema sob a orientação ou colaboração de alguém mais capaz (VYGOTSKY, 1978). Neste trabalho em particular, consideramos que os conhecimentos ensinados e exigidos nas atividades constantes na sequência didática, não são de domínio dos estudantes e que por isso sua realização somente seria possível com auxílio de alguém “mais capaz”, um colega ou o professor. Desse modo vamos identificar a ZDP (zona de desenvolvimento proximal) dos estudantes considerando a sua capacidade em realizar uma tarefa associada com o conhecimento físico expresso. Por exemplo; consideraremos a) a capacidade de explicar uma situação por meio de uma descrição, b) capacidade de explicar usando os conceitos físicos, c) capacidade de descrever uma situação, d) capacidade de aplicar um conceito físico, e) capacidade de classificar uma situação nos moldes da Física, f) capacidade de ressignificar ou recriar ideias e conceitos, g) capacidade de representar simbólica e graficamente uma situação. Vale destacar que a ZDP é uma

<sup>41</sup> A elevação na capacidade de conceituar parece correlacionar-se com o alcance progressivo de maior estabilidade dos significados, no qual está envolvida a sistematização ou a inserção do conceito num sistema de relações entre níveis hierárquicos de generalidade, em significações categoriais cada vez mais consolidadas (GOÉS; CRUZ, 2006, p.41).

indicação indireta do desenvolvimento psicológico do aluno relacionado com a capacidade do mesmo em resolver uma tarefa.

**2 – O saber e a consciência** - Para Vygotsky (1987), a consciência é uma das principais dimensões da estrutura do comportamento humano e/ou psicológico humano. De natureza dual, atua como um *lócus* no qual a memória coletiva é construída e a imaginação é processada, ao mesmo tempo, é uma espécie de “órgão mental<sup>42</sup>” que realiza atividades ou funções. Por exemplo, a atividade da consciência pode seguir rumos diferentes; pode explicar apenas alguns aspectos de um pensamento ou de um ato (VYGOTSKY, 1987, p.114), quer dizer, podemos realizar uma atividade consciente ou inconscientemente.

Segundo Vygotsky (1987, p.115),

o aprendizado escolar tem um papel decisivo na conscientização da criança de seus próprios processos mentais. Sobretudo afirma que, os conceitos científicos, com o seu sistema hierárquico de inter-relações, parecem constituir o meio no qual a consciência e o domínio se desenvolvem, sendo mais tardes transferidos a outros conceitos e a outras áreas do pensamento.

Um processo que ocorre pela passagem de um nível de percepção para outro o que permite criar novas possibilidades de significação e/ou representação.

**3 – A atividade criativa dos estudantes** - A criatividade está presente quando a pessoa, imagina, combina, altera, e cria algo novo. Qualquer atividade humana que dá origem a algo novo se refere a um ato criativo, independente se o que foi criado é um objeto físico ou um constructo mental ou emocional que vive dentro do sujeito que o criou e é reconhecido somente por ele (VYGOTSKY, 1987, p.7). Para o autor, a imaginação é uma operação mental criativa e o produto criativo é a externalização ou cristalização dessa operação.

Considerando as atividades desenvolvidas, a criatividade poderá ser observada na ocorrência de representação simbólica ou gráfica dos estudantes e também na aplicação das leis de Newton à novas situações. Especificamente o que

<sup>42</sup> Essa expressão foi utilizada pelo autor da tese, na tentativa de oferecer uma explicação para si mesmo e ainda comunica-la a alguém. Ela traduz uma forma particular de falar à respeito da consciência, a partir da leitura de Vygotsky e de outros autores como James Wertsch (1985) e Nicolai Veresov (1998).

se espera é uma reprodução-criação, uma reapresentação dos princípios físicos de uma maneira nova ou original por meio de signos e significados ou ainda em um novo contexto ou em uma situação menos comum, mesmo que sob uma relativa ausência de rigor teórico-conceitual.

#### 5.4 DESCRIÇÃO DOS PROCESSOS DE ANÁLISE

No capítulo 7 apresenta-se os dados e a sua análise por meio das seguintes etapas:

- a) Apresenta-se os detalhes da prática destacados pelo professor-pesquisador no diário de bordo produzido ao longo dos cinco momentos pedagógicos, no qual se considera três perspectivas; do professor-pesquisador, dos estudantes e das tarefas.
- b) Realiza-se a primeira parte da avaliação da sequência didática considerando os critérios elencados no item 6.3 do capítulo 6.
- c) Apresenta-se os dados da pesquisa de acordo com as unidades temáticas e as unidades de registro. Dados que serão organizados em quadros e os grupos com dois, três ou quatro estudantes serão identificados pela letra G seguida de um número, tal como, G1 (grupo 1), G2 (grupo 2) e etc. Após cada quadro é apresentado uma análise à luz da teoria sociocultural de Vygotsky e a identificação das zonas de desenvolvimento proximal (ZDP).
- d) Realiza-se uma análise da aprendizagem na qual vincula-se três dimensões presentes na teoria sociocultural de Vygotsky a saber: a ZDP (zona de desenvolvimento proximal), e consciência e a criatividade para discutir a relação entre participação e aprendizagem.
- e) Realiza-se a segunda parte da avaliação da sequência didática considerando os objetivos de ensino apresentados no item 6.1.2 estabelecidos previamente na unidade didática.

## CAPÍTULO 6

### UNIDADE DIDÁTICA

Neste capítulo são apresentados os processos que levam a elaboração, aplicação e avaliação da sequência didática bem como a própria sequência de atividades que foi aplicada durante a pesquisa.

A unidade didática se constitui como um instrumento pedagógico para que educadores e educadoras possam planejar, organizar e avaliar a sua prática. Além de fatores educacionais, ela sintetiza e expressa valores, filosofia e concepções de mundo de quem ensina. Particularmente, unidades didáticas ou unidades de intervenção pedagógica são

Sequências de atividades estruturadas para realização de certos objetivos educacionais determinados. Estas unidades têm a virtude de manter o caráter unitário e reunir toda a complexidade da prática, ao mesmo tempo que são instrumentos que permitem incluir as três fases de toda intervenção reflexiva: planejamento, aplicação e avaliação (ZABALA, 1998, p.18).

Conforme se evidencia, uma unidade didática contempla no mínimo duas dimensões, quais sejam: a primeira, denominada teórico-instrumental, cujo propósito é planejar, organizar uma prática a partir de um referencial teórico determinado no qual se delimita o quê? como? e para que ensinar?, já a segunda contempla a dimensão prático-instrumental, que é a expressão da primeira dimensão em sequências de atividades ou sequência didática que deverá ser aplicada e avaliada. A unidade didática é composta por duas dimensões que não são dicotomizáveis, ao contrário, expressam a unidade dialética da teoria e da prática educacional.

#### 6.1 FASE 1: PLANEJAMENTO

O planejamento do ensino é o momento de organização de ideias, conhecimentos e práticas que serão executadas. Segundo Luckesi (1994, p. 168), o planejamento é uma ação política, é um processo de tomada de decisões para a

ação, tendo como referência entendimentos filosófico-políticos do mundo e da realidade.

### 6.1.1 Síntese dos Referenciais Teóricos

No quadro a seguir, sintetizam-se as principais ideias adotadas para a elaboração da sequência didática.

**Quadro 1-** Síntese dos referenciais teóricos estudados.

Referencial	Principais ideias adotadas
Paulo Freire	a) O ato de conhecimento começa no sujeito, na sua consciência, e vai ao encontro do objeto de conhecimento. b) Os conhecimentos de ensino são um meio para compreender a realidade. c) Síntese cultural <sup>43</sup> , ao invés de invasão cultural. d) Educação para a transformação social, e não para a adaptação <sup>44</sup> .
CTS	a) Potencializador de práticas e da participação dos alunos nas aulas de Ciências (AIKENHEAD, 2009). b) Envolve temas que se aproximam da realidade dos alunos. c) Alternativa ao ensino e ao currículo de Ciências. d) Permite uma leitura mais global da ciência, de sua influência social, cultural e histórica.
Conhecimento didático-pedagógico	A avaliação (bem como as atividades ou práticas de ensino) determina o que é mais importante a ser estudado, ou ainda, a avaliação determina os objetivos de ensino (EISNER, 2000; LUCKESI, 1994; LEMKE, 1990).
Criatividade	Para que os estudantes desenvolvam ou expressem a sua capacidade criativa, é preciso que lhes sejam garantidas oportunidade e a liberdade para criar, elaborar ou produzir algo individual ou coletivamente.
Continuação... Cultura, cultura científica e tecnológica	Continuação...
	A Ciência é reconhecida como uma forma de cultura com sua própria linguagem, práticas, percepções, teorias e crenças (ROTH; LAWLESS, 2002). Portanto, na escola, ao ensinar Ciências (ou outra disciplina), o professor difunde valores, modos de ver e pensar.

Fonte: O autor.

<sup>43</sup> Na síntese cultural, não há invasores, não há modelos impostos, os atores, fazendo da realidade objeto de sua análise crítica, jamais dicotomizada da ação, se vão inserindo no processo histórico como sujeitos. [...] O saber mais apurado da liderança se refaz no conhecimento empírico que o povo tem, enquanto o deste ganha mais sentido no daquela. Isto implica que, na síntese cultural, se resolve – e somente nela – a contradição entre a visão de mundo da liderança e a do povo, com o enriquecimento de ambos. A síntese cultural não nega as diferenças entre uma visão e outra, pelo contrário se funda nelas. O que ela nega é a invasão de uma pela outra. O que ela afirma é o indiscutível subsídio que uma dá à outra (FREIRE, 1987, p.181).

<sup>44</sup> Compreendendo a prática do professor como uma ação cultural, Freire afirma que toda ação cultural é sempre uma forma sistematizada e deliberada de ação que inside sobre a estrutura social, ora no sentido de mantê-la como está ou mais ou menos como está, ora no de transformá-la (FREIRE, 1987, p.178).

### 6.1.2 A Função Social do Ensino

A seguir, são apresentados os objetivos educacionais a serem alcançados por meio da sequência didática.

- a) Auxiliar os estudantes a conhecerem o mundo em que vivem por meio da Física.
- b) Proporcionar momentos de reflexão e autorreflexão por parte dos estudantes a respeito do mundo em que vivem, considerando a dimensão científica e tecnológica.
- c) Promover situações que exijam criticidade e questionamento dos estudantes.
- d) Contribuir no desenvolvimento e na expressão criativa dos estudantes.
- e) Oportunizar o contato e o acesso à cultura científica e tecnológica.
- f) Engajar os alunos na busca autônoma por conhecimento.

### 6.1.3 Os Conteúdos de Ensino e a Aprendizagem

De modo geral, os conteúdos de ensino da Física são identificados com definições, termos, enunciados, fórmulas matemáticas que devem ser aprendidos pelos estudantes, condição que unidireciona as intenções educacionais à transmissão de conceitos e ideias que deverão ser acomodadas na mente dos alunos. Essa situação é observada principalmente quando se consideram as práticas avaliativas (EISNER, 2000) que, na maioria das vezes, concentram-se na expressão ou reprodução do saber conceitual previamente assimilado pelos alunos.

Para Zabala (1998), essa noção de conteúdo é reducionista, pois não abrange saberes relacionados ao fazer e ao agir, pelo menos de maneira direta, sobretudo porque durante o processo de ensino e aprendizagem o aluno não está sujeito somente à assimilação de conceitos ou palavras novas, mas também ao desenvolvimento de modos de atuar e pensar. Para contemplar tais aspectos, César Coll et al. (apud ZABALA, 1998) classificou os conteúdos de aprendizagem em conceituais, procedimentais e atitudinais. Os conteúdos conceituais são abstrações

da realidade que se referem ao conjunto de fatos, objetos ou símbolos. Por exemplo: mamífero, densidade, cidade, potência, romantismo. Os conteúdos procedimentais se referem ao saber fazer, como: ler, desenhar, observar, calcular, classificar, traduzir, etc. Por fim, os conteúdos atitudinais, que englobam valores (princípios ou ideias éticas), normas (padrões ou regras de comportamento) e atitudes (tendências ou predisposições relativamente estáveis para atuar de certa maneira) (ZABALA, 1998).

Essa classificação amplia e contribui para a análise e compreensão do processo de ensino-aprendizagem, mas não impede outras interpretações. Sua importância reside na tentativa de escapar da ênfase conceitual presente nas práticas de ensino tradicionalmente estabelecidas.

#### 6.1.4 O que aprender?

Para se distanciar do centro conteudista do processo de ensino e aprendizagem da Física, a sequência didática terá como foco, primeiramente, o ensino de conteúdos procedimentais e atitudinais e, de modo secundário,<sup>45</sup> os conhecimentos conceituais. Neste contexto, considerar-se-ão os conceitos científicos como um meio para compreender a realidade, um modo particular de nomear, explicar essa ou aquela realidade.

Os conteúdos procedimentais a serem trabalhados se referem ao saber explicar, analisar, descrever e classificar, que se caracterizam como capacidades ou habilidades destacadas por autores como Delizoicov e Angotti<sup>46</sup> (1991), Lemke<sup>47</sup> (1997) e Ronca<sup>48</sup> (1995).

Os conteúdos atitudinais que se objetiva desenvolver envolvem, sobretudo, a autonomia dos estudantes, sua capacidade crítica e criativa durante as

<sup>45</sup> Secundário no sentido de não se exigir, durante as atividades, uma expressão estrita e explícita de terminologias ou definições científicas por parte dos estudantes, porque se entende que os conceitos científicos são de difícil assimilação e compreensão.

<sup>46</sup> Tais autores se referem ao desenvolvimento de habilidades, como (ou que envolvam), observação, classificação, registro, tomadas de dados, análise, síntese e aplicação de conhecimentos científicos (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1991).

<sup>47</sup> Menção referente à citação “É necessário desenvolver muitas habilidades, como: observar, descrever, comparar, classificar, analisar, discutir, hipotetizar, teorizar, questionar, desafiar, argumentar, desenhar experimentos, seguir procedimentos, julgar, avaliar, decidir, concluir, generalizar, informar, escrever, ler e ensinar [...]”. Lemke (1997 apud VIANNA, 2009, p. 137).

<sup>48</sup> Em uma perspectiva construtivista, Ronca (1995) enumera habilidades que mobilizam o pensamento operatório, tais como, habilidade de analisar, comparar, concluir, criticar, explicar, comentar, justificar, resumir.

atividades de ensino. Neste trabalho, atitude crítica envolve sobretudo questionamento e embasamento analítico (teórico-metodológico), já atitude criativa se refere à pré-disposição para a criação ou a invenção de algo.

Os conteúdos conceituais que serão desenvolvidos contemplam a mecânica clássica, sobretudo aspectos relacionados ao movimento, tais como, força, tração, equilíbrio e velocidade.

O quadro apresentado a seguir sintetiza os conteúdos de ensino a serem trabalhados durante a atividade de ensino.

**Quadro 2-** Conteúdos para o ensino.

Conteúdo procedimental	Conteúdo conceitual	Conteúdo atitudinal
I. Analisar II. Classificar III. Descrever	I. Conceitos, de força, velocidade, equilíbrio, tração.	I. Atitude crítica. II. Atitude criativa III. Autonomia.

Fonte: O autor.

### 6.1.5 Como Ensinar?

Toda prática educativa exige um determinado modo de ensinar, certa postura por parte do educador ou educadora, postura essa que é subordinada aos objetivos educacionais. Neste trabalho em particular, adotar-se-á um estilo pedagógico que se caracteriza por ser docente dialógico e questionador. Ele será dialógico, à medida em que permita uma experiência participativa consciente/intencional e que dê liberdade aos alunos de dizerem a sua palavra<sup>49</sup>, expressarem a sua criatividade de maneira a irem, progressivamente, desenvolvendo a sua autonomia participativa.

<sup>49</sup> Particularmente no campo da educação científica, Carvalho et al. (2012) salientam que para que ocorra a apropriação da linguagem científica por parte dos alunos, faz-se necessária a criação de um espaço para a fala deles durante as aulas. Segundo a autora, ao lançar mão da fala, além de poder tomar consciência de suas próprias idéias, o aluno também tem a oportunidade de poder ensaiar o uso de um novo gênero discursivo, que carrega consigo características da cultura científica (CARVALHO, 2012, p.9).

### 6.1.6 A Sequência Didática<sup>50</sup>

A sequência didática ou sequência de atividades de ensino é a expressão do que é pensado para a prática pedagógica. Segundo Zabala (1998), essa é uma maneira de encadear e articular as diferentes atividades para a efetivação de certos objetivos educacionais. A sequência didática a seguir está dividida em 5 (cinco) momentos.

#### **1ª momento: Os estudantes-sujeito e o mundo-escola (2 horas/aula)**

Objetivo: a) promover uma (auto) reflexão dos alunos sobre si mesmos e sobre o ato de estudar, b) problematizar a presença e as práticas dos estudantes no ambiente escolar, bem como a sua participação.

Justificativa: Para Freire, o ato de conhecimento começa na consciência do sujeito objetivamente situado, quer dizer, a ação humana constitui um movimento que inicia na consciência dos sujeitos e vai em direção ao mundo, para apreendê-lo. Portanto, se se deseja que os alunos participem, há que se oferecer condições para que reflitam a respeito da maneira como eles vêm “sendo”, isto é, levá-los à consciência de si.

Dinâmica: O professor distribuirá uma série de perguntas que serão respondidas individualmente em uma folha de papel. De posse das respostas, o professor lerá algumas delas aleatoriamente, com o objetivo de discuti-las, problematizá-las juntamente com os estudantes. As questões serão as seguintes:

- 1) Dê exemplos de algo que você tenha aprendido nas aulas de Física ou Ciências na série anterior. Você considera esse conhecimento importante? Sim ou não? Por quê?
- 2) Você reserva cotidianamente algum dia da semana para estudar em casa? Sim ou não? Se sim, quantos dias por semana? E por quantas horas?
- 3) Você utiliza a biblioteca da escola para estudar? Sim ou não? Com que frequência?

<sup>50</sup> A sequência didática foi avaliada pelos doutorandos e doutorandas do grupo de pesquisa IFHIECEM/UEL que é coordenado pela Profa. Dra. Irinéa de Lourdes Batista.

4) Você costuma ler livros? Quantos livros de literatura você leu durante o ano passado? Você leu algum livro relacionado à Ciência ou a Física? Se sim, escreva o título se você se lembrar dele.

6) Você sempre estuda para as provas de Física? Sim ou não? Com quantos dias de antecedência?

Tarefa: Considerando a discussão anterior, escreva um texto com poucas linhas a partir da seguinte frase: Considerando o que tenho feito na escola, eu sou um estudante que [...] porque [...] e que por isso devo [...]. Objetivo: conhecer o nível de consciência dos estudantes com relação a sua prática estudantil.

### **2ª momento: os estudantes e as relações CTS (4 horas/aula)**

Objetivo: a) Introduzir o conhecimento científico no diálogo da aula de física, b) Aproximar a cultura científica da cultura dos alunos, c) Fomentar a reflexão dos estudantes a respeito dos aspectos ou hábitos sociais e culturais relacionados aos objetos tecnocientíficos que eles utilizam ou conhecem.

Justificativa: O mundo físico e natural é comum a todos os seres humanos, porém são nomeados, representados, interpretados de diferentes maneiras por distintos grupos sociais. Na escola, os professores representam a cultura científica, enquanto alunos, a sua comunidade. Nesse sentido, se se almeja promover o diálogo entre esses dois grupos na sala de aula, há que se propiciar um momento de encontro entre culturas, sem que haja invasão cultural<sup>51</sup>. Uma perspectiva plausível que pode atenuar a invasão cultural na escola é a adoção de uma proposta de ensino com enfoque CTS, porque possibilita a abordagem de questões ambientais, políticas, econômicas, sociais e culturais relacionadas à ciência e à tecnologia (SILVA et al., 2011, p.324) que permeiam o ambiente

<sup>51</sup> Desrespeitando as potencialidades do ser que a condiciona, a invasão cultural é a penetração que os invasores fazem no contexto cultural dos invadidos, impondo a estes a sua visão de mundo, enquanto lhes freiam a criatividade, ao inibirem a sua expansão (FREIRE, 1987, p. 150). Com efeito, à medida em que a estrutura social se denota como estrutura rígida, de feição dominadora, as instituições formadoras que nelas se constituem estarão, necessariamente, marcadas por seu clima, veiculando seus mitos e orientando sua ação no estilo próprio da estrutura. Os lares e as escolas primárias, médias e universitárias que não existem no ar, mas no tempo e no espaço, não podem escapar às influências das condições objetivas estruturais. Funcionam, em grande medida, nas estruturas dominadoras, como agências formadoras de futuros “invasores” (FREIRE, 1987, p. 152).

sociocultural do estudante. Essa é uma via que oportuniza a aproximação entre a cultura científica e a realidade dos estudantes.

**Dinâmica:** O professor e os alunos elencarão, na lousa, coisas ou objetos em que a tecnologia e a ciência estão presentes, principalmente aqueles que são mais imediatos aos estudantes. Após, solicitar-se aos estudantes que escolham 3 ou 4 objetos elencados para debater o papel social desempenhado, importância atribuída pela sociedade, grau de dependência da sociedade, grau de acessibilidade à sociedade, noção ou conhecimento a respeito do funcionamento ou dinâmica interna. Para responder aos itens anteriores, os alunos serão organizados em grupos e sintetizarão suas ideias em um cartaz. Em seguida, será solicitado que o grupo socialize suas conclusões com os colegas da sala.

**Tarefa:** Elaborar uma paródia (em grupo, segundo a preferência dos estudantes) da música do Raul Seixas – “O dia em que a Terra parou”, relacionando os objetos científicos e tecnológicos citados na atividade anterior, bem como os aspectos sociocientíficos debatidos.

**Objetivo:** a) Avaliar a prática anterior por meio da reflexão (e expressão escrita) dos estudantes em torno da tríade: prática social, objetos tecnocientíficos e influência social, b) promover a expressão criativa dos estudantes.

### **3ª momento: Como a Física explica o mundo (2 horas/aula)**

**Objetivo:** a) Mostrar aos alunos como a Física explica o mundo. Ensiná-los a descrever e explicar o mundo segundo a perspectiva da física.

**Justificativa:** Para além da aprendizagem de conceitos no ensino da física, faz-se necessário desenvolver capacidades ou habilidades dos estudantes. Descrever e explicar são habilidades presentes na prática científica (LEMKE, 1997 apud VIANNA, 2009, p.137), portanto, são passíveis de serem desenvolvidas nas aulas de física.

**Dinâmica:** Primeiramente, solicitar-se-á aos alunos que façam a sua própria descrição e explicação a respeito da bicicleta e do seu movimento, utilizando-se de uma folha de papel. Em seguida, será realizada uma atividade (tarefa 2) com o auxílio do professor para descrever detalhadamente a bicicleta, considerando seus aspectos físicos.

Tarefa1: Imagine que você é um físico e quer explicar o que é a bicicleta e como ela se movimenta para alguém que nunca viu uma ou conhece tal objeto, o que você diria? Responda em pelo menos cinco linhas. Objetivo: Fazer com que os alunos deem uma explicação segundo sua perspectiva e conhecimentos.

Tarefa 2: Descreva a bicicleta, segundo os critérios de classificação: aspectos físicos (pneus, aro, quadro, dimensões...material) e aspectos funcionais de cada parte. Objetivo: Ensiná-los a descrever.

#### **4ª Momento: A explicação da física para o movimento da bicicleta (2 horas/aula)**

Objetivo: a) Introduzir aspectos simbólicos (setas), representativos (esquemas) e conceituais da física (forças, força motriz, forças de contato, e as leis de Newton), b) apresentar a explicação da física para o movimento da bicicleta.

Justificativa: A Ciência explica situações ou fenômenos com o objetivo de conhecê-los, controlá-los, dominá-los. A observação minuciosa e a descrição detalhada ajudam nesse processo, que envolve sobretudo conceituações e representações.

Dinâmica: Inicialmente, far-se-á uma coleta de respostas por meio da técnica de coleta de respostas a um problema, denominada *brainstorm*. Após, o professor irá expor e introduzir a forma de representação e conceituação dada pela física para explicar o movimento da bicicleta.

Tarefa: Considerando o movimento de uma bicicleta, identifique os fatores que a) contribuem para a bicicleta se mover, b) contribuem para a bicicleta se manter em pé e, c) contribuem para a bicicleta parar.

#### **5ª Momento: Atividade Síntese ou Aplicação do conhecimento (3 horas/aula)**

Objetivo: a) Oportunizar uma atuação autônoma por parte dos estudantes, b) promover um momento para os estudantes aplicarem seus conhecimentos, c) fomentar a expressão criativa.

Justificativa: Similarmente ao 3ª momento pedagógico proposto por Delizoicov e Angotti (1992), neste momento, objetiva-se que o aluno perceba que o

conhecimento, além de ser uma construção histórica, é também um potente instrumento para conhecer a realidade. Nesse sentido, oportunizar a expressão autônoma de conhecimento se torna um elemento potencializador da mudança de atitude.

**Dinâmica:** Inicialmente, será sugerido aos alunos que, individualmente, escolham uma coisa ou objeto para realizarem a tarefa. Estes deverão apresentar um esboço inicial do que fizeram. Em seguida, sugerir-se-á que os alunos que escolheram objetos iguais se juntem para enriquecer ou complementar o que os colegas fizeram individualmente.

**Tarefa:** Escolha um objeto (meios de locomoção) ou coisa (pessoa, animal, inseto, etc.) qualquer que se mova e realize uma descrição detalhada deste objeto ou coisa, depois, tente formular uma explicação física para o seu movimento. Além disso, caracterize esse objeto de acordo com sua dimensão social (socialmente, este objeto ou coisa é reconhecido como...), econômica (como esse objeto se relaciona economicamente na sociedade) e ambiental (como esse objeto se relaciona ao meio ambiente). Apresente esta atividade em forma de seminário, utilizando-se de cartazes ou outro material de sua escolha.

## 6.2 FASE 2: APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A aplicação da sequência didática foi realizada em duas turmas de 1º série do ensino médio noturno de uma escola pública localizada em uma cidade ao norte do estado do Paraná. A previsão era de que essa ocorresse em um total de 13 horas-aula.

## 6.3 FASE 3: AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A avaliação de uma sequência didática engloba todos os elementos e sujeitos envolvidos na prática de ensino, ou seja, professor/a, alunos/as, conhecimentos, materiais utilizados, atividades desenvolvidas e o tempo-espço da aula. Seu propósito é julgar a qualidade ou eficiência da intervenção proposta em

função dos objetivos do ensino. Considerou-se, particularmente, os seguintes critérios:

- a) A atuação do professor foi dialógica? segundo a concepção freiriana, de escuta atenta e de liberdade para a ação, isto é, que permitiu a intervenção dos estudantes no próprio processo de ensino e aprendizagem.
- b) Os alunos: questionaram? interviram? e agiram? – participaram?.
- c) Os recursos didáticos foram adequados à execução das atividades.
- d) As atividades propostas propiciaram à aprendizagem<sup>52</sup> dos estudantes? Estimularam a criatividade? .
- e) O tempo total de aplicação da sequência didática foi adequado à conclusão da mesma?.

<sup>52</sup> Para analisar a aprendizagem dos estudantes adotaremos a teoria sociocultural de Vygotsky.

## CAPÍTULO 7

### APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Neste capítulo apresentamos alguns aspectos do contexto de aplicação da pesquisa, os dados colhidos das atividades propostas na sequência didática, bem como a análise desses dados.

#### 7.1 O CONTEXTO DE APLICAÇÃO DA PESQUISA

A sequência didática foi aplicada em duas turmas da 1ª série do Ensino Médio do período noturno de uma escola pública em Sarandi/PR. Antes de sua aplicação foi explicado aos alunos que as atividades seguintes faziam parte de um projeto de pesquisa e que eles precisariam concordar em participar assinando o termo de consentimento. Para aqueles com idade inferior a 18 anos os pais deveriam assinar. Após uma semana, eles entregaram o consentimento esclarecido assinado e iniciamos as atividades, que em sua maioria foram desenvolvidas em duplas ou em grupos de três e até quatro estudantes.

A seguir, apresentamos alguns detalhes da aplicação da sequência didática provenientes do diário de bordo do professor-pesquisador de acordo com cada momento pedagógico.

#### **1º Momento**

##### i) Professor-pesquisador

a) Apresentou a atividade a turma, solicitou que os estudantes se reunissem em grupos, porém enfrentou dificuldade em fazê-los se concentrar de maneira mais rápida na tarefa apresentada. Além disso, a tarefa levou mais tempo que o previsto.

##### ii) Os estudantes

a) Dificuldade em focar rapidamente na atividade, devido a conversas à respeito de outros assuntos e também em razão do uso do celular, b) ausência de alguns alunos durante o primeiro e o segundo dias de aplicação, c) dificuldade no entendimento da tarefa e manifestação de certa resistência e

reclamação, especificamente no momento de redigir o pequeno texto sugerido ao final da atividade.

iii) As tarefas

a) Durante a aula, não foram lidas as respostas elaboradas pelos estudantes tal como se havia proposto na unidade didática, ao invés disso, o professor preferiu refazer as questões oralmente para a sala. b) A proposta de redigir o texto parece não ter sido apropriado para o momento, os alunos das duas turmas reclamaram de sua necessidade. c) Na turma A, os estudantes precisaram de 4 horas-aula para completar todas as atividades propostas e, na turma B, 3 horas-aula.

**2º momento**

i) Professor-pesquisador

Realizou a primeira atividade juntamente com os estudantes que após se reuniram para discutir os aspectos sociais, ambientais e econômicos dos objetos escolhidos. Além disso, auxiliou os estudantes, tirando dúvidas à respeito do como deveria ser feito, ou para confirmar se estavam realizando as tarefas corretamente.

ii) Os estudantes

a) Demonstraram dificuldade inicial em focar a atenção nas atividades, devido a conversas paralelas de outros integrantes do grupo, b) os alunos desenharam e pintaram os cartazes que estavam bem explicativos e foram apresentados logo em seguida, foi um momento bem divertido e os alunos se empenharam bastante, em ambas as turmas. b) Dificuldade durante a elaboração da paródia. Poucos alunos conseguiram concluir com sucesso.

iii) As tarefas

A música sugerida para elaboração da paródia não foi muito bem recebida pelos estudantes. A turma A recebeu melhor a sugestão da música em comparação a turma B. Entretanto, a elaboração da paródia não foi bem recebida pelos estudantes de ambas as turmas, além disso, consideraram uma tarefa de

difícil realização, a tal ponto que poucos estudantes conseguiram realiza-la. Cada turma utilizou aproximadamente 6 horas-aula para completar as atividades.

### **3º momento**

#### **i) Professor-pesquisador**

Elaborou uma apresentação em PowerPoint, que foi projetada na parede do laboratório da escola. Ministrou a aula com tranquilidade em ambas as turmas, houve atenção e participação por parte dos alunos.

#### **ii) Os estudantes**

Os estudantes foram bem receptivos durante essa aula, todavia, a turma B se mostrou mais atenta e participativa em comparação à turma A.

#### **iii) As tarefas**

Durante essa aula, a tarefa foi bem simples e não apresentou dificuldade para os estudantes. Para ambas as turmas esse momento durou 2 horas-aula.

### **4º momento**

#### **i) Professor-pesquisador**

Nessa atividade, o professor entregou um material impresso para cada aluno para agilizar e facilitar o estudo, e realizou as tarefas juntamente com a turma. Inicialmente, propôs um *brainstorm*, mas não foi necessária sua execução, já que a atividade não consistiu em um problema que exigisse muitas respostas.

#### **ii) Os estudantes**

Aparentemente, não se mostraram tão receptivos as atividades, portanto não deram a devida atenção ao que estava sendo discutido.

#### **iii) As tarefas**

Nesse momento, o professor foi quem explicou a matéria e não houve tarefas a serem realizadas individualmente. A duração foi de 2 horas-aula.

### **5º momento**

#### **i) Professor-pesquisador**

Esta atividade foi proposta na forma de trabalho, os alunos puderam organizar-se em duplas ou em grupos de três integrantes. Para cada aluno foi entregue um roteiro. O professor, sempre que solicitado, esclarecia as dúvidas que surgiam.

#### **ii) Os estudantes**

Durante a realização dessa tarefa, alguns estudantes tiveram algumas dificuldades quanto ao entendimento do que e como era para fazer.

#### **iii) As tarefas**

A tarefa foi objetiva, havia um roteiro que os estudantes deviam seguir e responder em uma folha de sulfite. Por falta de tempo do professor-pesquisador para concluir a sequência didática, foi solicitado apenas que os estudantes entregassem o material escrito, portanto, sem a necessidade de apresentar, como havia sido previsto na unidade didática. A duração dessa atividade variou entre uma turma e outra, na turma A os alunos concluíram em 3 aulas, já a turma B concluiu em 4, pois como a atividade foi realizada em grupo, alguns se ausentaram da aula e comprometeram a conclusão.

### **7.1.1 Avaliação da sequência didática – Parte 1.**

Conforme os critérios elencados ao final do capítulo 6, apresenta-se uma avaliação da sequência didática levando em conta o material escrito extraído do diário de bordo do professor-pesquisador.

#### **a) Tempo de aplicação**

Com relação a ao tempo de aplicação, houve um acréscimo de 4 horas-aula ao que estava previsto. Inicialmente considerou-se 13 horas-aula para conclusão de todas as atividades, porém esta levou 17 horas-aula para a turma A e 17 horas-aula para a turma B. A razão dessa diferença, considerando os dados

disponíveis, possivelmente deveu-se a dificuldade<sup>53</sup> do professor em fazer os estudantes se concentrarem de maneira mais rápida nas atividades propostas, que em alguns momentos conversavam à respeito de outros assuntos ou utilizavam o celular. Além disso, a dificuldade dos estudantes (ou o grau de dificuldade da atividade) em realizar algumas tarefas parece ter contribuído para extensão do tempo de aplicação da sequência didática.

#### b) Atuação do professor e dos estudantes

A atuação do professor também pôde ser analisada em relação dialética com a participação dos estudantes, pois sob a perspectiva freiriana a ação do professor deve levar a ação dos estudantes, em um contexto em que o professor é responsável pela prática pedagógica na qual propõe (e não impõe) aos alunos momentos para conhecer e criar, criação que exige liberdade. Com relação ao primeiro aspecto podemos observar que professores e estudantes agiram, o primeiro propôs, apresentou, entregou, solicitou enquanto que os segundos realizaram, ouviram, desenharam, pintaram. Ações que nos mostra que os alunos agiram sob a solicitação docente e não de maneira espontânea. Entretanto tal fato não diz que eles não se envolveram intencionalmente nas atividades, principalmente quando o observamos o momento 2 , no qual eles desenharam, pintaram e se divertiram. Foi um momento de liberdade para a criação.

#### c) Recursos didáticos

Os dados nessa seção não nos permite afirmar clara e objetivamente que os recursos didáticos utilizados foram ou não adequados a cada momento pedagógico presente na sequência didática, embora as tarefas propostas de modo geral tenham sido concluídas. Por outro lado podemos destacar que a música sugerida pelo professor-pesquisador para elaboração da paródia não foi bem recebida pelos estudantes, o que sugere que esse material não foi apropriado. Para reverter essa situação, uma opção seria propor outra música ou deixar a livre dos estudantes, que neste caso estariam propondo ao invés de executando.

<sup>53</sup> Em outra perspectiva poderíamos dizer que a necessidade ou ânsia de conversar e/ou utilizar o telefone celular pelos estudantes torna-se um obstáculo pessoal para que eles se concentrem na aula. Diante disso hoje se pensa em como utilizar o celular como um recurso didático. Embora pareça ser uma saída plausível, sob a visão de Freire consideramos que o mais apropriado é levar os alunos a tomada de consciência de sua prática como aprendiz, sujeito histórico e social.

#### d) Aprendizagem dos estudantes

Os dados utilizados nesse tópico não nos permite afirmar se houve ou não aprendizagem, além disso, essa dimensão será avaliada e analisada após a apresentação das respostas dos estudantes.

#### e) A reação dos estudantes<sup>54</sup>

Entre os cinco momentos pertencentes a sequência didática, em dois os alunos se mostraram mais entusiasmados e engajados. No segundo momento, em que se objetivou aproximar a Ciência dos estudantes por meio das relações CTS, no qual eles elaboraram cartazes e apresentaram para os colegas de turma e no terceiro momento em que o professor-pesquisador ministrou uma aula no laboratório da escola utilizando o “*Datashow*” ou projetor, o objetivo da aula era aprender a descrever. A razão do maior engajamento dos alunos nesses dois momentos se deu possivelmente a adoção de uma abordagem CTS e também a expressão criativa exigida pela tarefa, na elaboração dos cartazes e também na elaboração da paródia. Além disso no terceiro momento, a mudança de ambiente da sala de aula para o laboratório de Ciências parece ter entusiasmado os alunos.

## 7.2 OS DADOS DA PESQUISA

A seguir apresentamos os dados classificados e distribuídos em quadros. Para cada turma há três quadros, que seguem as unidades temáticas e unidades de registro elencadas anteriormente, e, após cada quadro é apresentado uma análise dos dados e também das capacidades relacionadas às tarefas que denominamos zona de desenvolvimento proximal.

### 7.2.1 Quadros para a turma A

Os quadros e os dados que são apresentados a seguir se referem à primeira turma da primeira série do Ensino Médio na qual foi aplicada a sequência didática.

<sup>54</sup> Esse critério não foi previsto na sequência didática, mas emergiu da leitura dos dados.

**Quadro 3 - Unidade Temática – Noção a respeito da representação gráfica e/ou simbólica do movimento de um objeto.**

UNIDADE DE REGISTRO	RESPOSTAS <sup>55</sup>
<p>Representação física do fenômeno ou Internalização</p> <p>Representa simbólica e/ou graficamente o fenômeno em estudo de maneira que o explica por completo sob os moldes da física</p>	
<p>Representação quase-Física ou Internalização parcial</p> <p>Representa simbólica e/ou graficamente o fenômeno em estudo de maneira que não o explica por completo sob os moldes da Física</p>	<p>G3. Indicou com seta o sentido de rotação das rodas e destacou as partes constituintes do carro, como, porta e lanternas.</p> <p>G4. Indicou as partes constituintes da moto, como, motor e acelerador, e indicou com setas o sentido do movimento das rodas.</p> <p>G5. Indicou as partes constituintes do carro, como, motor e rodas, e indicou com setas o sentido do movimento das rodas.</p> <p>G8. Apresenta uma figura de um avião, na frente do avião há algumas linhas verticais (rabiscos) e está escrito atrito, destacam-se algumas partes, tais como, o volante, a asa e a hélice.</p> <p>G11. Apresenta o desenho de um ônibus, com as indicações do sentido do movimento da roda traseira. A roda dianteira apresenta uma indicação com, seta na qual está escrito “para com os freios”. No volante está indicado F1.</p> <p>G12. Há uma figura de um cavalo e uma carroça com a indicação de uma seta que, supostamente, indica o sentido do movimento. Há, ainda, um desenho de capim e uma seta que indica combustível/capim.</p> <p style="text-align: right;"><b>Continua...</b></p>
<p>Continuação ...</p>	<p>G13. Apresenta a figura de um cavalo e, em direção as suas pernas, existem 4 setas indicadas, não há palavra escrita.</p> <p>G14. Apresenta um desenho de uma motocicleta, uma seta na roda dianteira que indica a direção de rotação da roda, com a seguinte inscrição “força para frente” sob o motor está escrito F= motor, e na roda traseira, uma seta na direção de rotação com uma letra F escrita.</p> <p>G16. Apresenta um desenho de um cavalo e, em direção às suas patas, há uma seta com a seguinte frase “Se movimenta para frente e para trás e para os</p>

<sup>55</sup> As respostas referentes a unidades de registro são descrições realizadas pelo professor pesquisador dos desenhos produzidos pelos estudantes.

	lados com suas patas”.
Representação não-científica ou espontânea  Não-Representa graficamente o fenômeno ou situação física em estudo	G1. Apresenta somente um desenho, não há seta nem símbolos ligado a conceitos físicos  G6. Apresenta somente o desenho de um ônibus, e abaixo da figura está escrito: força, velocidade e atrito.  G7. Apresenta o desenho de um navio, sem seta e com as palavras força, velocidade e atrito escritas na base do desenho  G10. Apresenta somente o desenho de um barco. Não há palavra ou indicação com seta.
Representação reprodutora-criativa  Simboliza e indica forças envolvidas nas interações modificando a forma e a linguagem da Física de uma maneira original ou não-usual.	

Fonte: O autor.

No que tange à representação gráfica ou simbólica dos fenômenos<sup>56</sup> físicos, nenhum estudante apresentou uma resposta ou explicação que imitasse os códigos culturais da física, de modo que permitisse uma completa representação do fenômeno em estudo; do mesmo modo, não se identificou respostas em que houvesse uma alteração ou combinação de símbolos e significados que levasse a uma rerepresentação criativa.

Entretanto, o que a maioria das respostas (G3, G4, G5, G8, G11, G12, G13, G14, G16) sugere é que grande parte dos estudantes internalizaram parcialmente os códigos culturais da Física, ou seja, expressaram uma representação gráfica e/ou simbólica do fenômeno físico, porém utilizaram setas, letras para indicar outros aspectos que geralmente são desconsiderados pela Física em suas explicações. A ausência de setas que indiquem as interações de ação e reação é a principal característica das representações dos estudantes analisados. E quando eles apresentam as setas elas não nos diz que tipo de interação está ocorrendo.

Por outro lado, 4 respostas (G1, G6, G7, G10) não representaram simbólica ou graficamente a situação física em estudo, mas tão somente esboçaram

<sup>56</sup> Fato ou evento de interesse científico que pode ser descrito e explicado cientificamente.

um desenho do objeto considerado, o que pode indicar que não houve internalização do modo como a Física representa um fenômeno ou situação.

### **A ZDP (Zona de desenvolvimento proximal)**

Mesmo que inconsistente com a representação física ensinada, os estudantes que apresentaram uma resposta em que simbolizaram e indicaram com setas o sentido do movimento ou as partes do automóvel demonstram potencial em realizar essa tarefa, habilidade que pode ser desenvolvida ou aprimorada em atividades futuras. Além disso, parece que representar um fenômeno fisicamente não é uma habilidade que esteja na ZDP dos estudantes analisados. Portanto, pode-se inferir que a atividade proposta foi mais difícil do que eles poderiam realizar embora estivessem organizados em grupos e fossem auxiliados pelos professor.

**Quadro 4-** Unidade Temática – Explicação para o movimento dos objetos

Unidade de registro	Respostas
<p>Explicação Física – internalização</p> <p>Apresenta uma explicação em que se utilizam conceitos físicos, jargão e foco em aspectos considerados pela física para explicar o movimento dos corpos</p>	
<p>Explicação quase-Física – internalização parcial</p> <p>Apresenta uma explicação em que se utilizam termos físicos ou ideias, mas foca em outros aspectos que a Física geralmente despreza para explicar o movimento dos corpos.</p>	
<p>Explicação não-científica ou espontânea</p> <p>Apresenta uma explicação em que utiliza uma linguagem ou pensamento que não pertence a Física ou utiliza termos que também faz parte da Física</p>	<p>G1. O movimento do ônibus acontece a partir do momento em que ele liga o ônibus e acelera.</p> <p>G2. A ação do piloto sobre o acelerador e o volante faz com que a hélice gire e o avião voe.</p> <p>G3. A velocidade do carro ocorre devido ao uso da gasolina, que se ejeta no pistão, gerando uma força que faz o movimento do carro. Isso faz o carro sair do repouso para a movimentação.</p> <p>G4. Você acelera a moto, e conforme você acelera, o motor faz uma força e puxa as rodas para fazer um movimento para frente.</p> <p>G5. O motor tem a gasolina que manda força para o motor que é queimada e o carro se movimenta.</p> <p>G8. A ação do piloto com o acelerador e o volante faz com que a hélice gire, o avião sai do solo.</p>
<p>Explicação reprodutora-criativa</p> <p>Adota uma “nova<sup>57</sup>” forma e uma “nova” linguagem para explicar fisicamente o movimento dos corpos.</p>	

Fonte: O autor.

Entre as respostas apresentadas nenhuma utiliza os conceitos, os princípios físicos e suas representações de maneira estrita ao adotado pela Física,

<sup>57</sup> O termo nova pode ser substituído por original, autêntica, incomum ou não-usual.

embora algumas das respostas utilizem alguma ideia tal como “*sair do repouso*” em G3 ou adotem termos como força, velocidade ou repouso.

Nos termos de Vygotsky os dados sugerem que o pensamento expresso nas respostas dos estudantes se aproxima do que Vygotsky chamou de pensamento por complexos que se situa em um nível anterior ao nível de desenvolvimento da formação de conceitos. O pensamento por complexo caracteriza-se pela ligação de objetos concretos e factuais, e não abstratas e lógicas<sup>58</sup> (VYGOTSKY, 1987). Por exemplo nos dados apresentados acima os estudantes relacionam o movimento do ônibus ao de um automóvel com o ato de acionar a chave, pegar no volante ou pisar no acelerador (G1, G2, G4 e G8) , quer dizer se baseiam em um objeto observável e não em um ente abstrato – a linguagem – como o conceito de força. Além disso essa forma de pensamento ao contrário do pensamento conceitual ou científico permite inúmeras interpretações, tais como; “*O movimento do ônibus acontece a partir do momento em que ele liga o ônibus e acelera (G1)*”, “*A velocidade do carro ocorre devido ao uso da gasolina*” (G3) e “*A ação do piloto sobre o acelerador e o volante faz com que a hélice gire e o avião voe (G2)*”. Desse modo, enquanto um conceito agrupa os objetos de acordo com um atributo, as ligações que unem os elementos em um complexo ao todo, e entre si, podem ser tão diversas quanto os contatos e as relações que de fato existem entre os elementos (VYGOTSKY, 1987, p.77). Nos exemplos citados o movimento pode advir da ignição, da gasolina e/ou da ação do piloto sobre o acelerador e/ou sobre o volante. No caso da Física a explicação para o movimento de um corpo se funda em um ente abstrato, o conceito de força, que prescinde da presença e ação do sujeito.

### **A ZDP (Zona de desenvolvimento Proximal)**

Conceitualmente, as respostas apresentadas pelos estudantes não são apropriadas, porém algo que parece se destacar é a forma procedimental de explicar ou de descrever um determinada situação, que condiz com a forma científica. Característica que pode ser observada nos seguintes trechos:

[...] uso da gasolina, [...] ejeta no pistão, gerando uma força [...] (G3).

[...] acelera a moto, [...] o motor faz uma força e puxa as rodas [...] (G4).

<sup>58</sup> Preferimos falar não em uma falta de lógica mas de uma ausência de um núcleo estável de significação que dê pouca margem para distorção, como o ocorre com o pensamento científico.

No entanto, tais exemplos nos mostra uma explicação-descrição que se aproxima mais de um processo de funcionamento de um móvel do que a explicação de um fenômeno.

**Quadro 5-** Unidade temática – Noções à respeito das leis de Newton

UNIDADE DE REGISTRO	RESPOSTAS
<p>Explicação Reprodutora (não-criativa) ou Imitação - expressa a linguagem e o pensamento constante nos materiais didáticos de física (ZDP).</p>	<p>G.12 No caso da carroça, o estado de inércia estará presente quando o carroceiro o cavalo+carroça estiverem em repouso ou em movimento retilíneo, desde que seja mantida uma velocidade constante.</p> <p>G16. 3ª Lei - As patas do cavalo entram em atrito com o solo, que, por sua vez, entra em atrito com as patas e produz uma reação que move o cavalo.</p>
<p>Explicação quase-reprodutora ou Internalização parcial – desfalca ou suplementa ideias ou conceitos. (ZDP)</p>	<p>G1. 1ª Lei - No caso do ônibus, o estado de inércia estará presente quando o conjunto ônibus+motorista estiver em repouso ou em movimento com uma velocidade sempre igual. Nesse caso, pode-se afirmar que o que move o ônibus é a inercia do conjunto ônibus+motorista.</p> <p>G2. No caso do avião, o estado de inércia estará presente quando o conjunto piloto+avião estiver em repouso ou em movimento. Nesse caso, pode-se dizer que o que move o avião é a inercia do conjunto.</p> <p>G8. O estado de inércia estará presente quando o conjunto piloto+avião estiver em repouso ou em movimento. Nesse caso, o que move o avião é a inércia do conjunto.</p> <p>G10. O barco obedece à 1ª lei de Newton quando permanece em repouso. Ele também obedece à 2ª lei de Newton quando está em movimento. O mesmo também obedece à 3ª lei, quando age em ação e reação.</p> <p>G11. 1º A primeira lei de Newton diz que todo corpo permanece em repouso (<math>v=0</math>) ou em movimento em linha reta, sem que nenhuma força (<math>F=0</math>) aja sobre ele. No caso do ônibus, é a inercia, conjunto motorista +ônibus, que o move.</p> <p>G14. A força faz a moto se movimentar, e quando parado está em repouso.</p> <p>G15. 1ª Lei Todo corpo permanece em repouso em um movimento em linha reta, sem nenhuma</p> <p style="text-align: right;"><b>Continuação...</b></p>

Continuação ...	<p>força de ação.  2ª lei A Ação do motor causa a aceleração do trem.  3ª lei Quando o trem promove força, gera movimento – lei da ação e reação.</p> <p>G14. A força faz a moto se movimentar, e quando parado está em repouso.</p> <p>G15. 1ª Lei Todo corpo permanece em repouso em um movimento em linha reta, sem nenhuma força de ação.  2ª lei A Ação do motor causa a aceleração do trem.  3ª lei Quando o trem promove força, gera movimento – lei da ação e reação.</p> <p>G16. 1ª lei de Newton – se o cavalo e peão estiverem parados. 2ª Lei é responsável por gerar movimento e as patas do cavalo.</p>
Explicação não-científica ou espontânea	<p>G11. 2ª Lei A força (F1), por exemplo, é responsável por gerar movimento (rodas) e acelerador. (Obs. F1 está no volante) 3. A ação do motorista sobre o acelerador faz com que a roda seja impulsionada e gire, produzindo uma força.</p> <p>G13. 1ª Para o cavalo andar, o cavaleiro tem de bater o pé na virilha dele.</p>
Explicação reprodutora-criativa ou internalização	

Fonte: O autor.

No que se refere à apropriada utilização dos princípios físicos implícitos e/ou expressos nas leis de Newton, 2 ( G12, G16) repostas indicam que os estudantes reproduziram ou imitaram, adequando, ao seu objeto de estudo, as terminologias, a estrutura das frases, os princípios físicos presentes no material didático de apoio utilizado nas atividades. Por exemplo;

No material didático consta:

[...] a ação do ciclista sobre os pedais da bicicleta faz com que a roda gire produzindo uma força de ação sobre o solo, e o solo por sua vez, em atrito com a roda produz uma reação.

No caso da bicicleta o estado de inércia estará presente quando o conjunto ciclista+bicicleta estiver em repouso ou em movimento retilíneo com uma velocidade constante (velocidade sempre igual), neste caso podemos dizer que o que move a bicicleta é a inércia do conjunto ciclista+bicicleta.

Nas respostas temos;

3ª Lei - As patas do cavalo entram em atrito com o solo, que, por sua vez, entra em atrito com as patas e produz uma reação que move o cavalo (G16).

No caso da carroça, o estado de inércia estará presente quando o carroceiro o cavalo+carroça estiverem em repouso ou em movimento retilíneo, desde que seja mantida uma velocidade constante (G12).

Segundo Vygotsky (1987) para imitar, é necessário possuir os meios para se passar de algo que já se conhece para algo novo. Com o auxílio de uma outra pessoa toda criança (ou adolescente) pode fazer mais do que faria sozinha (VYGOTSKY, 1987, p.129). Sendo assim as respostas acima indicam que imitar as leis de Newton não está na zona de desenvolvimento proximal da maioria dos estudantes.

Por outro lado, 10 respostas indicam que houve uma quase imitação dos signos e significados da física por parte dos estudantes, pois os mesmos desfalcaram ideias e aspectos geométricos, como a retilinearidade do movimento inercial, condição que se pode constatar nos trechos a seguir.

No caso do avião, o estado de inércia estará presente quando o conjunto piloto+avião estiver em repouso ou em movimento. Nesse caso, pode-se dizer que o que move o avião é a inercia do conjunto (G2).

O estado de inércia estará presente quando o conjunto piloto+avião estiver em repouso ou em movimento. Nesse caso, o que move o avião é a inércia do conjunto (G8)

Nesses dois exemplos existe uma ausência da palavra retilíneo que deveria vir após a palavra movimento para que as respostas fossem consideradas uma imitação. Em (G15) o que está ausente é a expressão movimento uniforme ou velocidade constante.

Além disso, duas respostas (G11 e G13) expressaram o pensamento espontâneo para explicar as razões ou as causas para o movimento dos corpos. Em (G13) por exemplo, os estudantes utilizam uma terminologia que se refere a uma ação concreta, particular a uma situação ao invés de um conceito generalizável e abstrato tal qual o conceito físico de força que pode ser aplicado a diversas situações.

E por fim, não identificamos nenhuma resposta que recriassem signos e significados para as leis de Newton em suas explicações. Obviamente que não é uma tarefa fácil, porém consideramos que o medo de errar e o condicionamento que advém da cultura reprodutora da escola dificulta ou inibe a expressão criativa dos estudantes, como já salientou Alencar (2004).

### **A ZDP (Zona de desenvolvimento proximal)**

Dentre as respostas consideradas, 3 imitam as leis de Newton, o que as torna uma ZDP. As respostas incompletas ou com ausências terminológicas, geométricas ou conceituais também se referem a uma ZDP, que envolveu 7 respostas.

#### 7.2.2 Quadros para a turma B

Os quadros e as dados que são apresentados a seguir se referem a segunda turma da primeira série do ensino médio na qual foi aplicada a sequência didática.

#### **Quadro 6-** Unidade temática – Noções à respeito da representação gráfica e/ou simbólica do movimento

UNIDADE DE REGISTRO	RESPOSTAS
<p>Representação Física do fenômeno ou Internalização</p> <p>Representa simbólica e/ou graficamente o fenômeno em estudo de maneira que o explica por completo sob os moldes da física.</p>	
<p>Representação quase Física ou Internalização parcial</p> <p>Representa simbólica e/ou graficamente o fenômeno em estudo de maneira que não o explica por completo sob os moldes da física</p>	<p>G2. Apresenta a figura de um carro no qual consta setas indicativas na vertical para baixo mg, na horizontal FF e na roda traseira F1 na vertical para baixo.</p> <p>G3. Apresenta um desenho de uma caminhão, com setas indicativas na dianteira, verticalmente, sob o caminhão uma seta para direita e outra para esquerda nas rodas traseira e dianteiras, sem nenhuma nomeação.</p> <p>G4. Apresenta o desenho de uma motocicleta, com uma seta indicando moto.</p> <p>G5. Apresenta um desenho de um skate no qual se destacam as partes: shape – o corpo fica em cima do shape. Rodinha: faz movimentar o skate.</p>

	<p>G6. Apresenta o desenho de um carro, no qual constam setas: 1 na vertical para baixo em que se escreve mg, na horizontal na mesma direção e partindo do rodas, escrito F1 e FF.</p> <p>G8. Apresenta uma figura contendo carroça e cavalo. Assinala com setas o sentido de rotação das rodas e o sentido do movimento do cavalo na horizontal também há uma seta na vertical para baixo, sob uma das pernas. Sob a figura está escrito: movido por tração humana ou animal, a carroça é um meio de transporte mais utilizado para o deslocamento de cargas de um lugar a outro.</p> <p>G9. Apresenta o desenho de um automóvel com diversas setas indicativas, utilizando letras, tais como, mg, f1, ff, t.</p> <p style="text-align: right;"><b>Continua ...</b></p>
<p><b>Continuação ...</b></p>	<p>G10. Apresenta uma figura de um par de patins no qual se destaca as seguintes partes: Fivelas - prende o objeto aos pés; Rodas – adquire o movimento; acessório traseiro: diminui a velocidade do objeto.</p> <p>G11. Apresenta o desenho de um navio no qual se indica por setas o sentido da ação direcionado as hélices e reação no sentido contrário na água. Consta também várias setas que indicam o sentido do movimento do navio.</p>
<p>Representação não-científica ou espontânea</p> <p>Não Representa graficamente o fenômeno ou situação física em estudo</p>	<p>G1. Apresenta somente a figura de um caminhão.</p> <p>G7. Apresenta um desenho de um rinoceronte (somente).</p>
<p>Representação reprodutora-criativa ou internalização</p> <p>Simboliza e indica forças envolvidas nas interações modificando a forma e a linguagem da Física de uma maneira original ou incomum.</p>	

Fonte: O autor.

Entre as 11 respostas apresentadas pelos estudantes, nenhuma demonstra o domínio completo dos signos, significados e representações adotados pela física na descrição ou na explicação gráfica e/ou simbólica do fenômeno em estudo. Entretanto, 9 respostas indicam que houve uma apropriação parcial dos códigos culturais da Física, como, símbolos (setas, letras), termos e conceitos adotados pela física, porém os estudantes utilizam as setas para indicar partes do

móvel aos quais citam, situação que não se repete nas duas respostas que apresentam somente o desenho dos objetos considerados, o que impossibilita inferir se os alunos internalizaram ou não os signos e significados da física.

### **A ZDP (Zona de desenvolvimento proximal)**

Os estudantes parecem ter internalizado a necessidade do uso de símbolos e setas, porém não foram capazes de utilizá-los segundo os critérios e escolhas da física para explicar, descrever ou representar o movimento dos corpos. Embora contassem com o apoio dos colegas e com as informações fornecidas pelo professor, os estudantes em sua maioria, não conseguiram aplicar adequadamente as ideias da física.

#### **Quadro 7- Unidade Temática - Explicação para o movimento dos objetos**

<b>UNIDADE DE REGISTRO</b>	<b>RESPOSTAS</b>
<p>Explicação Física ou Internalização</p> <p>Apresenta uma explicação em que se utiliza conceitos físicos, jargão e foco em aspectos considerados pela física para explicar o movimento dos corpos</p>	
<p>Explicação quase-Física ou Internalização Parcial (ZDP)</p> <p>Apresenta uma explicação em que utiliza conceitos físicos, jargão, porém foca em outros aspectos que a física geralmente despreza para explicar o movimento dos corpos.</p>	<p>G11. O navio usa a hélice (para puxar a água jogando para trás, criando impulso para o navio. Quanto maior a hélice, maior a velocidade e peso ela consegue empurrar.</p>
<p>Explicação não-científica ou espontânea</p>	
<p>Explicação reprodutora-criativa ou internalização</p> <p>Adota uma “nova<sup>59</sup>” forma e uma “nova” linguagem para explicar fisicamente o movimento dos corpos.</p>	

Fonte: O autor.

<sup>59</sup> O termo nova pode ser substituído por original, autêntica, incomum ou não-usual.

Na turma B apenas um dos grupos apresentou dados para essa unidade temática.

E esta por sua vez, foi classificada como uma explicação física, porque esta explica o movimento do navio considerando a ação da hélice sobre a água e reação sobre o navio, o que descreve apropriadamente o fenômeno físico.

### **A ZDP (Zona de desenvolvimento proximal)**

Nesta resposta podemos dizer que explicar fisicamente o fenômeno do movimento está na zona de desenvolvimento proximal desse grupo de estudantes (G11).

### **Quadro 8- Unidade temática - Noções a respeito das leis de Newton**

<b>UNIDADE DE REGISTRO</b>	<b>RESPOSTAS</b>
Explicação Reprodutora (não-criativa) ou imitação - expressa a linguagem e/ou o pensamento de modo muito similar aos constantes nos materiais didáticos de física (ZDP).	G6 (1ªLei) No caso do carro, o estado de inércia estará presente quando o conjunto motorista + carro estiver em repouso ou em movimento retilíneo, mas mantendo uma velocidade constante (velocidade sempre igual) sem acelerar. Nesse caso, pode-se dizer que o que move o carro é a inércia do conjunto motorista+carro. (3ªLei) A ação do motorista sobre o acelerador do carro faz com que a roda produza uma força de ação sobre o solo que, em atrito com a roda, produz uma reação que impulsiona o carro para “frente”.
Explicação quase-reprodutora ou Internalização parcial – desfalca ou suplementa ideias ou conceitos (ZDP).	
Explicação espontânea– proveniente da experiência cotidiana	G4. A primeira lei de Newton que diz que todo corpo permanece em repouso ou em movimento em linha reta, desde que nenhuma força aja sobre ele.  G9. A força é gerada pelo motor, que é movido a combustível e com o movimento do pé no acelerador, o veículo se move. O carro também obedece à lei de Newton, a lei da ação e reação, quer dizer, a ação do motorista sobre o acelerador faz o carro andar.  G10. Segunda lei, sim pois aplicamos o impulso para dar força que gera o movimento.  G11. Ação = quando a hélice puxa a água Reação= é quando empurra o barco Inércia = é quando o navio está em repouso.

<p>Explicação reprodutora-criativa ou Internalização - Expressa de modo original (com suas palavras) o seu pensamento e o pensamento físico.</p> <p>Continuação ...</p>	<p>G5. 1ª Lei: Quando corpo permanece reto em cima do <i>shape</i>, equilibrando-se com os braços</p> <p>2ª Lei: A força é responsável por gerar movimento, é o pé que vai remando no chão.</p> <p>3ª Lei :Toda ação tem uma reação, isso ocorre no <i>skate</i>, quando se bate o pé no chão faz com que o skate tenha movimento.</p> <p>G7. 1ª Lei de Newton Quando o rinoceronte está em repouso, ou seja, parado, ou quando ele está correndo sem parar.</p> <p>2ª Lei de Newton Quando o pé dele entra em atrito com o solo, fazendo o movimento para frente ou para trás, o que faz com que ele ande.</p> <p>3ª lei de Newton Quando ele bate o pé no chão, outra força impulsiona o pé dele para cima, são a ação e a reação. <b>Continuação...</b></p> <p>G8. 1ª Lei de Newton: Quando a carroça está parada não há movimento se o animal não introduzir força sobre ele.</p> <p>2ª Lei de Newton: Quando o condutor estimula o animal a traçar outro caminho ou outra direção.</p> <p>3ª Lei de Newton: quando o animal se movimenta, ele puxa a carroça automaticamente.</p>
---	--

Fonte: O autor.

No que se refere o conhecimento a respeito das leis de Newton, apenas uma resposta reproduz ou imita os enunciados presentes no material didático utilizado, adequando ao seu objeto de estudo. Se compararmos o enunciado presente no material didático se pode chegar a mesma conclusão.

No material didático temos:

O movimento da bicicleta também obedece a **Terceira lei de Newton, a Lei da ação e reação**, quer dizer, a ação do ciclista sobre os pedais da bicicleta faz com que a roda gire produzindo uma força de ação sobre o solo, e o solo por sua vez, em atrito com a roda produz uma reação.

### **1ª Lei de Newton ou Lei da Inércia**

A Primeira lei de Newton diz que, todo corpo permanece em repouso ( $v=0$ ) ou em movimento em linha reta, se nenhuma força ( $F=0$ ) agir sobre ele. No caso da bicicleta o estado de inércia estará presente quando o conjunto ciclista+bicicleta estiver em repouso ou em movimento retilíneo com uma velocidade constante (velocidade sempre igual), neste caso podemos dizer que o que move a bicicleta é a inércia do conjunto ciclista+bicicleta.

Enquanto que na unidade de registro temos:

(1ªLei) No caso do carro, o estado de inércia estará presente quando o conjunto motorista + carro estiver em repouso ou em movimento retilíneo, mas mantendo uma velocidade constante (velocidade sempre igual) sem acelerar. Nesse caso, pode-se dizer que o que move o carro é a inércia do conjunto motorista+carro. (3ªlei) A ação do motorista sobre o acelerador do carro faz com que a roda produza uma força de ação sobre o solo que, em atrito com a roda, produz uma reação que impulsiona o carro para “frente” (G6).

Segundo Vygotsky (1987), na aprendizagem das matérias escolares, a imitação é indispensável. O que a criança é capaz de fazer hoje em cooperação, será capaz de fazer sozinha amanhã (VYGOTSKY, 1987, p.127). Logo, a capacidade de reproduzir princípios físicos faz parte da ZDP do (G6).

Por outro lado 4 (G4, G9, G10, G11) respostas foram classificadas como sendo quase reprodutora, quer dizer, que utilizam termos, conceitos e ideias da Física mas desfalcam outros. É o que ocorre por exemplo com a resposta (G4) em que não há menção a velocidade constante ou ao movimento uniforme. Já na resposta (G11) os estudantes desfalcam a segunda condição para o estado inercial, o “movimento retilíneo e uniforme” o que compromete a imitação. Nas respostas de (G9 e G10) são utilizados conceitos físicos porém os estudantes não partem do conceito mas sim do sujeito ou do objeto, que é o tipo de pensamento que Vygotsky chamou de complexos, no qual os sujeitos tomam como referencia os objetos percebidos e não os objetos abstratos como os conceitos.

Além disso não houve respostas que adotassem exclusivamente ideias provenientes do entorno social – conhecimento espontâneo – do estudante, ou seja, entre todas as explicações dadas por eles houve a participação de ideias, ou conceitos da Física de forma total ou parcial. E ainda em 3 (G5, G7 e G8) delas os estudantes foram além da reprodução ou imitação das ideias da Física, isto é, recriaram a explicação como ocorreu com (G5 e G8) no qual modificaram-se a linguagem mas mantiveram o significado e/ou sentido. Em (G5) o que gera movimento é o “*pé remando no chão*”, já em (G8) “*estimular traçar outro caminho*” significa aplicar força para mudar a direção ou o sentido do móvel.

Diferentemente de (G5 e G8) a característica criativa de (G7) está na capacidade dos estudantes em aplicar as leis de Newton a um objeto novo ou incomum, neste caso, o rinoceronte, e por isso podemos denomina-lo de reprodutor-criativo, quer dizer, reproduz a lei física sobre um novo objeto. Um exemplo que se

aproxima desse tipo de criatividade foi a utilização ou aplicação analógica da lei da Gravitação universal, para descrever e/ou explicar as interações entre cargas elétricas realizada por Coulomb. Neste exemplo assim como no dos alunos, houve a aplicação de determinados signos e significados a um objeto novo.

### **A ZDP (Zona de desenvolvimento proximal)**

Como foi citado anteriormente a zona de desenvolvimento proximal é definida pela capacidade dos estudantes em realizar uma tarefa auxiliados por alguém, a partir do quadro acima, podemos destacar as seguintes capacidade pertencentes na ZDP dos estudantes: a) imitar ou reproduzir conceitos e princípios físicos (G6), b) quase-imitar princípios e ideias da Física (G4, G9, G10, G11), e c) reproduzir-criativamente uma situação ou fenômeno físico (G5, G7, G8).

### **7.3 A PARTICIPAÇÃO DOS ESTUDANTES VIA APRENDIZAGEM**

Para analisar a participação dos estudantes considerou-se o grau de aprendizagem dos estudantes à luz de três conceitos presentes na teoria sociocultural de Vygotsky, a ZDP (zona de desenvolvimento proximal), a consciência e a criatividade, as quais serão discutidas a seguir.

#### **1 – A internalização dos signos e significados da Física - Aprendizagem**

Na perspectiva de Vygotsky, relaciona-se a aprendizagem ao processo de internalização, embora esse processo não se restrinja à aprendizagem considera-se que a aprendizagem advém do processo de internalização, segundo o qual o sujeito domina de maneira gradual os códigos culturais (signos e significados) que lhe são externos. E como a aprendizagem é aqui entendida como um processo, a internalização pode ser total ou parcial.

Em nossa pesquisa da totalidade dos dados reunidos e classificados em ambas as turmas, observa-se um número significativo de respostas que mostram um domínio parcial dos estudantes no que tange a representação gráfica e simbólica (69% para a turma A e 72% para turma B) bem como das noções à respeito das leis de Newton (58% para turma A e 50% para a turma B). Essas respostas em sua maioria se caracterizam pelo desfalque ou suplementação de informações e também pela consideração de interações que se distinguem da Física. Por exemplo, na

resposta a seguir os estudantes parecem compreender a terceira lei de Newton porém consideram a interação motorista – acelerador, o que diferencia-se da Física que considera a interação entre objetos, quer dizer, pneu – solo.

G9. [...] O carro também obedece à lei de Newton, a lei da ação e reação, quer dizer, a ação do motorista sobre o acelerador faz o carro andar.

Essa resposta embora incorreta do ponto de vista da Física, na perspectiva da teoria de Vygotsky a classificamos como quase-reprodutora, pois nela contém ideias, palavras e princípios que pertencem ao escopo da Física e que por isso não podem ser desprezadas. É o que também ocorre com o trecho a seguir, que quase imita a lei da Inércia, porque desfalca o aspecto geométrico desse princípio, que é a retilinearidade do movimento.

G1. 1ª Lei - No caso do ônibus, o estado de inércia estará presente quando o conjunto ônibus+motorista estiver em repouso ou em movimento com uma velocidade sempre igual. Nesse caso, pode-se afirmar que o que move o ônibus é a inercia do conjunto ônibus+motorista

Logo, o que esses dois exemplos tem em comum não é a expressão de um conhecimento errôneo, mas sim a expressão de um pensamento que está em um certo estágio de desenvolvimento dentro do processo de aprendizagem da Física, e ter consciência dessa condição evita cair no dualismo fatalista do certo ou errado que marca o nosso sistema de avaliação, e que pune e exclui aqueles estudantes que não reproduzem o conhecimento científico de maneira estrita.

Desse modo deve-se pensar o ensino e a aprendizagem de maneira processual, na prática assim como já é feita no discurso. Processo que se vincula ao desenvolvimento intelectual dos estudantes.

Um desenvolvimento que no âmbito escolar se volta para a formação de conceitos, que Vygotsky divide em três estágios, o primeiro o amontoado sincrético, o segundo o pensamento por complexos e o terceiro pensamento por conceitos. Nessa pesquisa em particular, os dados sugerem que o pensamento relativo ao conhecimento físico expresso nas respostas dos estudantes se aproxima do que Vygotsky chamou de pensamento por complexos que se situa em um nível anterior ao nível de desenvolvimento da formação de conceitos. O pensamento por complexo caracteriza-se pela ligação de objetos concretos e

factuais, e não abstratas e lógicas<sup>60</sup> (VYGOTSKY, 1987). Por exemplo nos trechos abaixo os estudantes relacionam o movimento do ônibus ao de um automóvel com o ato de acionar a chave, pegar no volante ou pisar no acelerador,

G1. O movimento do ônibus acontece a partir do momento em que ele liga o ônibus e acelera.

G2. A ação do piloto sobre o acelerador e o volante faz com que a hélice gire e o avião voe.

G3. A velocidade do carro ocorre devido ao uso da gasolina, que se ejeta no pistão, gerando uma força que faz o movimento do carro. Isso faz o carro sair do repouso para a movimentação.

Tais respostas se baseiam em um objeto observável e não em um ente abstrato – a linguagem – como o conceito de força. Além disso essa forma de pensamento ao contrário do pensamento conceitual ou científico permite inúmeras interpretações, tais como; *“O movimento do ônibus acontece a partir do momento em que ele liga o ônibus e acelera (G1), “A velocidade do carro ocorre devido ao uso da gasolina” (G3) e A ação do piloto sobre o acelerador e o volante faz com que a hélice gire e o avião voe (G2).* Assim, enquanto um conceito agrupa os objetos de acordo com um atributo, as ligações que unem os elementos em um complexo ao todo, e entre si, podem ser tão diversas quanto os contatos e as relações que de fato existem entre os elementos (VYGOTSKY, 1987, p.77). Nos exemplos citados o movimento pode advir da ignição, da gasolina e/ou da ação do piloto sobre o acelerador e/ou sobre o volante. No caso da Física a explicação para o movimento de um corpo se funda em um ente abstrato, o conceito de força, que prescinde da presença e da ação do sujeito.

A ZDP (Zona de desenvolvimento proximal)

A ZDP é uma indicação indireta do desenvolvimento psicológico do aluno, relacionado com a capacidade do mesmo em resolver uma tarefa auxiliado por alguém. Isso porque na concepção de Vygotsky a aprendizagem se relaciona dialeticamente com o desenvolvimento. Sobretudo afirma que geralmente a aprendizagem precede o desenvolvimento, quer dizer, aprender leva ao desenvolvimento intelectual ou mental dos sujeitos.

<sup>60</sup> Preferimos falar não em uma falta de lógica mas de uma ausência de um núcleo estável de significação que dê pouca margem para distorção, como o ocorre com o pensamento científico.

Na escola em particular o conhecimento é ensinado por conceitos, logo é na linguagem e pela linguagem que os estudantes conhecem o mundo, que é o elemento comum entre todas as disciplinas escolares. Além disso conhecer o mundo por meio da linguagem traz muitas dificuldades para os estudantes que devem dominar objetos isolados e abstratos que pertencem a um sistema hierarquizado de ideias e que já vem pré-definido para o estudante.

No âmbito do ensino da Física aprender implica em dominar conceitos, ideias e formas de representar e simbolizar. Tais parâmetros nos permitiu observar se tais capacidades pertenciam a zona de desenvolvimento potencial dos estudantes. Uma das principais conclusões observadas foi que representar, descrever e explicar uma situação por meio das regras, conceitos e leis da Física, no estrito sentido do termo, não está na ZDP da maioria dos estudantes analisados, ou seja, as atividades desenvolvidas não conseguiram criar essa zona de desenvolvimento. Um resultado que a priori coincide com os resultados de pesquisa já destacados anteriormente, em particular no capítulo 3.

Por outro lado, considerando o pensamento Vygostskyano de que a educação deve ser voltada para aquelas funções mentais que estão em amadurecimento, identificamos as seguintes capacidades potenciais externalizadas pelos estudantes de acordo com a tarefa realizada.

- a) simbolizar com setas e letras uma situação – os estudantes em sua maioria utilizaram letras e setas para indicar ora um parte do móvel ora o sentido do movimento, entretanto ainda falham em apontar as interações em que há ação e reação.
- b) aplicar o conceito de força – os estudantes parecem ter compreendido a ideia de força como geradora de movimento, porém consideram a interação do sujeito com o volante ou o acelerador para explicar a razão do movimento.
- c) explicar processualmente ou descritivamente uma situação – embora tenham considerados aspectos desprezados pela física, os estudantes deram um explicação procedimental ou descritiva para o movimento de um móvel.
- d) reproduzir ou imitar princípios físicos por meio da utilização de um material de apoio – uma pequena parcela dos estudantes foram capaz de imitar a terminologia e os enunciados presentes no material didático disponibilizado.
- e) aplicar as leis físicas de forma reprodutora e criativamente em novas situações – uma pequena parcela dos estudantes (somente três grupos da turma A)

conseguiram utilizar a sua própria linguagem para explicar uma situação fisicamente ou aplicar as leis de Newton a um objeto incomum ou não usual.

Tais capacidades foram classificadas como pertencentes a zona de desenvolvimento potencial dos estudantes analisados, porque estes auxiliados pelos colegas do grupo e também pelo professor conseguiram não cumprir as tarefas tal como o rigor da Física exige mas, na tentativa de resolver os problemas propostos eles conseguiram expressar o seu potencial.

## 2 – O saber e a consciência

Na concepção de Vygotsky (1997) a consciência e o controle deliberado caracterizam as funções intelectuais superiores. Funções que as crianças passam a ter um domínio maior em idade escolar, pois, o aprendizado escolar focado em conceitos, que consiste em um sistema abstrato e hierarquizado de relações, leva a criança a tomar consciência dos seu próprios processos mentais. Tomando isso em consideração nos foi possível evidenciar nos dados coletados três níveis ou estágios de consciência dos estudantes. O não consciente, o quase consciente e o pensamento consciente.

O primeiro, o pensamento não consciente é aquele no qual os estudantes utilizam palavras e ideias provenientes do seu entorno social. Sobretudo são caracterizadas pela ausência de entes abstratos e também de um sistema conceitual que possa mediar a relação com o objeto. Isso porque ao operar com conceitos espontâneos, a criança não está consciente deles, pois a sua atenção está sempre centrada no objeto ao qual o conceito se refere, nunca no próprio ato de pensamento (VYGOTSKY, 1987, p.115). É o que se pode observar nos trechos a seguir:

G1.O movimento do ônibus acontece a partir do momento em que ele liga o ônibus e acelera.

G2. A ação do piloto sobre o acelerador e o volante faz com que a hélice gire e o avião voe.

G5. O motor tem a gasolina que manda força para o motor que é queimada e o carro se movimenta.

G8. A ação do piloto com o acelerador e o volante faz com que a hélice gire, o avião sai do solo.

Respostas que não lidam com conceitos mas quase que exclusivamente com objetos perceptuais. Por outro lado 28 de um total de 52 respostas evidenciaram um processo de tomada de consciência dos estudantes, particularmente, um estágio de transição em que os alunos mesclavam conhecimentos científicos com conhecimentos espontâneos, que podemos chamar de pensamento quase consciente.

G4. A primeira lei de Newton que diz que todo corpo permanece em repouso ou em movimento em linha reta, desde que nenhuma força aja sobre ele.

G11. Ação = quando a hélice puxa a água  
Reação= é quando empurra o barco  
Inércia = é quando o navio está em repouso.

Nos trechos acima, embora utilizem os princípios e conceitos físicos eles falham em informações que os levariam a sua reprodução ou imitação, que então seria classificada como a expressão de um pensamento consciente.

O pensamento consciente é representado por duas situações, quando os estudantes reproduzem ou imitam os conceitos e princípios físicos ou quando eles são capazes de reproduzi-los criativamente. Em nossa amostra apenas três grupos expressaram em suas respostas uma reprodução criativa do conhecimento físico em contraste com 6 grupos que imitaram ou reproduziram. Embora os dois grupos tenham sido classificados como sujeitos que se apoiaram em um pensamento consciente, os estudantes que aplicaram o conhecimento físico a um novo objeto ou utilizaram uma nova linguagem estão em um nível superior aos estudantes que somente imitaram. Observamos que o estudante que consegue, em uma perspectiva mais ampla, ver os conceitos aritméticos porque dominou os algébricos, ou que consegue reproduzir-criar fisicamente uma situação nova também será capaz de ver um fenômeno em uma perspectiva que transcenda o saber espontâneo.

### 3 – A criatividade dos estudantes

Segundo Vygotsky, qualquer atividade humana que dá origem a algo novo se refere a um ato criativo, independentemente se o que foi criado é um objeto físico ou um constructo mental ou emocional que vive dentro do sujeito que o criou e

é reconhecido somente por ele (VYGOTSKY, 1987, p.7). Esse algo que se pode criar ou recriar depende do contexto, bem como dos materiais e das ferramentas disponíveis, as quais, por sua vez, condicionam a elaboração de um produto novo ou criativo. Pino (1993) afirma que esse processo de reprodução-criação,

consiste no processo de assimilação dos códigos culturais, signos e significados pelos sujeitos e que são reelaborados, ressignificados e aplicados a outros contextos. Porém, em muitos casos esse processo de recriação não ocorre, quer dizer, o sujeito apenas repete as ideias e o pensamento de outros sujeitos o que o leva a alienar-se de si, cujo um não-eu fala pelo eu, ou melhor, trata-se de um processo de participação fusional do "eu" no "outro" de tipo alienante, pois identificando-se com o significante-referente (objeto a que se refere) o "eu" perde-se no "outro" ignorando-se a si mesmo (PINO, 1993, p.19).

No âmbito escolar e disciplinar, a criatividade do estudante também depende do modo de ver e pensar da Física, bem como de sua linguagem. Portanto, dentro do campo da física, a criatividade se classifica como reprodutora, quer dizer se cria a partir dos fundamentos dessa área de conhecimento. Ora, há que se levar em consideração que explicar uma situação sob os moldes da Física sem fazer uso de seus signos e significados já não é mais explicá-la fisicamente.

Nesta pesquisa, a grande maioria dos estudantes não reproduziram criativamente os conceitos e princípios físicos durante as atividades propostas. Um resultado que indica que os estudantes estão condicionados a seguir prescrições e a reproduzir conhecimentos, ao invés de cria-los ou recriá-los, como já destacou Alencar (2003).

Por outro lado, apenas três respostas foram classificadas como pertencendo a unidade de registro – reproduzir-criativamente. Uma delas porque os estudantes aplicaram as leis de Newton ao movimento de um rinoceronte, um ente incomum, por isso foi identificada como tal e as outras duas porque utilizaram uma linguagem do seu cotidiano para explicar por meio das leis de Newton o movimento no skate e na carroça, é o que se pode observar a seguir.

1º Lei - quando corpo permanece em cima do *shape* corpo reto se equilibrando com os braços

2º Lei A força é responsável por gerar movimento é o pé que vai remando no chão.

3º Lei Toda ação tem uma reação isso ocorre no skate quando nos batemos o pé no chão e faz com que o skate tenha movimento.

O que se pode notar nessas explicações é que os estudantes utilizam as leis físicas (reprodução) para explicar uma situação utilizando a sua própria linguagem, no caso do skate, “remar” significa produzir movimento por meio de uma força. Já no caso da carroça, a Força é responsável por modificar a direção do movimento.

1ª Lei de Newton: Quando a carroça está parada não há movimento se o animal não introduzir força sobre ela.

2ª Lei de Newton: Quando o condutor estimula o animal a traçar outro caminho ou outra direção.

3ª Lei de Newton: quando o animal se movimenta, ele puxa a carroça automaticamente.

Conforme se pode perceber, os estudantes mesmo apresentando algumas falhas conceituais, ainda conseguem rerepresentar o conhecimento físico com a adoção de uma nova terminologia. Tais exemplos embora não sejam uma mudança radical demonstram que os estudantes tiveram liberdade e autonomia para se arriscar para além da mera reprodução.

#### 7.4 Avaliação da sequência didática - Parte 2.

Nesse segundo momento de avaliação da sequência didática consideraremos os objetivos que foram estabelecidos antes de sua aplicação e que estão presentes no capítulo 6. Para tal conduziremos essa avaliação num formato de interrogação, como se verifica a seguir.

a) A sequência de atividades auxiliou os estudantes a conhecerem o mundo em que vivem por meio da Física?

Primeiramente do ponto de vista das atividades da sequência didática, três momentos parecem ter propiciado uma reflexão dos estudantes em torno da relação Física (Ciência) e sociedade ou realidade. No 2ª momento, em que propôs-se aos alunos relacionar objetos tecnocientíficos pertencentes ao seu entorno social com questões de cunho social, econômico e ambiental, além de que a elaboração de cartazes e sua apresentação exigiu análise e síntese de ideias. No 3ª

momento um aspecto importante foi a discussão fomentada pelo docente a respeito das diferenças culturais e a sua influência na formação das visões de mundo, seu preconceitos e valores. Um exemplo utilizado foi a visão de mundo de um madeireiro e de um índio a respeito da floresta.

E no 4ª momento que é uma continuação do 3ª momento apresentou-se o modo de ver e pensar da física, que é descrita como uma forma de cultura e que tem uma forte influência sobre a sociedade. Embora as atividades propostas tivessem potencial para auxiliar os estudantes a conhecer o mundo por meio das aulas de física, os dados disponíveis não permite que se avalie o resultado dessa prática a partir dos conhecimentos dos estudantes

b) A sequência didática promoveu situações que exigiram criticidade e questionamento dos estudantes.

Com relação a sequência didática pode se dizer que o 2ª momento pedagógico fomentou uma discussão e reflexão crítica a respeito do uso e finalidade e papel desempenhado por objetos como a TV e o computador na sociedade em que vivem. Isso reforça a importância de uma abordagem CTS nos currículos e nas práticas escolares, aliada a perspectiva freiriana. Segundo Santos (2008, p.122),

uma abordagem CTS-Freire incorpora ao currículo discussões de valores e reflexões críticas que possibilitem desvelar a condição humana. Não se trata de uma educação contra o uso da tecnologia e nem uma educação para o uso, mas uma educação em que os alunos possam refletir sobre sua condição no mundo frente aos desafios postos pela Ciência e tecnologia.

Por outro lado, da perspectiva dos dados disponíveis, nada podemos inferir com relação a qualidade ou grau de contribuição dos momentos pedagógicos para os estudantes no que se refere o objetivo aqui debatido.

c) A sequência didática contribuiu no desenvolvimento e na expressão criativa dos estudantes?

No que se refere as atividades propostas, podemos destacar dois momentos em que a expressão criativa foi solicitada. No 2ª momento em que se

propôs a elaboração de um cartaz no qual os estudantes sintetizaram ideias e elaboraram um desenho. Foi uma atividade que criou um clima de descontração e animação dos estudantes que desenharam, pintaram e explicaram seus resultados. Na tarefa seguinte o objetivo foi elaborar uma paródia relacionada a tarefa anterior, porém a escolha da música pelo professor não foi bem recebida pelos alunos que resistiram em elaborá-la, pois muitos não compreenderam a música nem como eles deveriam produzir a paródia. Como resultado poucos alunos conseguiram elaborar a paródia e outros nem fizeram ou apenas rascunharam. Uma maneira de minimizar esses efeitos seria deixar a escolha da música para os estudantes pois esses teriam possivelmente mais autonomia e mais entusiasmo.

Um outro momento deixado para a expressão criativa foi o 5º momento em que os estudantes deveriam escolher um objeto, móvel, inseto ou animal para aplicar as leis do movimento. Embora a tarefa tivesse um grande potencial criativo, os alunos não se arriscaram muito e escolheram em sua maioria, carros, ônibus, motocicletas, carroça e etc, quer dizer, coisas pertencentes ao cotidiano, o que resultou em explicações reprodutoras ou quase-reprodutoras, quando não espontâneas. Apenas um grupo de estudantes escolheu o rinoceronte como um animal mais incomum para aplicar as leis do movimento. E outros dois escolheram a carroça e o skate nos quais conseguiram dar uma explicação física sem comprometer substancialmente os princípios e os conceitos físicos. Essas três explicações foram consideradas criativas, ou melhor reprodutoras-criativa. Inversamente a tarefa anterior, talvez nessa atividade afim de obter mais expressões criativas o professor devesse ter escolhido os insetos, e animais para os estudantes aplicarem os conceitos físicos. Por outro lado é preciso considerar que ressignificar ou recriar o já significado não é uma tarefa fácil, já que os alunos vivem sob o condicionado do meio cultural ao qual pertence.

d) A sequência didática oportunizou o contato e o acesso à cultura científica e tecnológica?

Considerando o conjunto das atividades pode se dizer que esse material permitiu o contato dos estudantes com os conhecimentos relativos a Ciência e tecnologia. Por outro lado se observarmos os resultados da aprendizagem pode-se dizer que o conhecimento físico não foi acessível a grande maioria dos

estudantes, pois esses tiveram um domínio parcial ou nenhum domínio sobre esse conhecimento. O que resultou em um número reduzido de estudantes que reproduziram ou imitaram os princípios e conceitos.

e) A sequência didática engajou os alunos na busca autônoma por conhecimento?

Considerando os dados disponíveis pode se dizer que os estudantes embora tenham tido momentos de liberdade para ação e criação, eles tiveram uma posição de passividade durante as atividades desenvolvidas. Pode-se inferir tal resultado porque, durante o processo de ensino e de aprendizagem o docente propôs e os estudantes executaram as tarefas. Em outros termos, a sequência didática apesar de trazer elementos que facilitam o acesso ao conhecimento físico ela ainda deixa poucos espaços para que os alunos proponham e não apenas executem. Uma situação que já tinha sido pensada e que se buscava amenizar já no 1ª momento pedagógico mas nos parece que ainda não foi suficiente, e por isso talvez esse momento tenha que ser ampliado ou inserido nos outros momentos pedagógicos. Como Paulo Freire sugere, a busca pelo conhecimento se inicia na consciência. Para Freire (1987) a educação libertadora é aquela em que os sujeitos cada qual com seu cabedal de conhecimentos se encontram para admirar o mundo. Nesse tipo de educação não há a sobreposição de saber sobre o outro mas uma troca e ao mesmo tempo uma construção coletiva do saber sobre o mundo. E isso ainda é um desafio para o nosso sistema educacional que precisa ser superado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

### A PARTICIPAÇÃO CONSCIENTE DOS ESTUDANTES NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DA FÍSICA

O objetivo desse trabalho foi observar se uma prática de ensino de Física por meio de uma abordagem de ensino CTS-Freire somada a criatividade levaria a uma participação intencional ou consciente dos alunos no seu próprio processo de aprendizado. Na concepção de Freire, o conceito de participação consciente se refere a um agir com intenção e curiosidade indagadora, como inclinação ao desvelamento de algo como procura de esclarecimento (Freire, 2005) Uma participação que implica em uma progressiva tomada de consciência pelo sujeito, de si e de sua realidade. Noção que encontra fundamento psicológico em Vygotsky (1987, p. 115) quando afirma que,

O aprendizado escolar induz o tipo de percepção generalizante, desempenhando assim um papel decisivo na conscientização da criança dos seus próprios processos mentais. Os conceitos científicos, com seu sistema hierárquico de inter-relações parecem constituir o meio no qual a consciência e o domínio se desenvolvem, sendo mais tarde transferidos a outros conceitos e a outras áreas do pensamento. A consciência reflexiva chega a criança por meio dos portais dos conhecimentos científicos.

Nesse sentido, quando expressamos os signos e significados científicos recorreremos a nossa consciência, pois esta é uma operação consciente, diferentemente da operação com conceitos espontâneos que são não conscientes. Logo podemos dizer que o aprendizado dos conceitos científicos mobiliza a consciência reflexiva, isso porque os conceitos científicos são hierarquizados e sistematizados. Portanto, pode-se dizer que analisar fisicamente uma situação exige uma tomada de consciência dos instrumentos mediadores (forma de ver e pensar) que constitui o pensamento científico, pois na prática, o que fazemos é uma seleção intencional do uso desse ou daquele instrumento/signo mediador guiado pelo contexto no qual se aplica a atividade mental, então pode-se afirmar que o aprendizado dos conceitos científicos tais quais os da Física, exige uma participação consciente dos estudantes.

Em nossa pesquisa de modo particular, é possível observar que embora a grande maioria dos estudantes tenham suplementado ou desfalcado princípios e conceitos físicos em suas respostas, não podemos afirmar que o processo de aprendizagem não tenha ocorrido e por esta razão eles não tenham participado conscientemente como se esperava, isso porque entendemos que aprender é processual e nota-se um domínio parcial dos códigos culturais da Física. Por outro lado, dominar todos os signos, significados e o modo de significar da Física no que tange as leis de Newton, não está na zona de desenvolvimento proximal ou potencial dos estudantes analisados. O que nos sugere que se deve considerar o grau de dificuldade desse conteúdo de ensino (epistemologia, linguagem, estrutura conceitual e, etc.) bem como a natureza das atividades propostas. Apesar disso, 3 respostas entre as turmas A e B, mostraram uma capacidade de rerepresentação e/ou ressignificação das ideias da Física por meio da utilização da sua própria linguagem ou aplicando-as a um novo contexto, que denominamos de explicação reprodutiva-criativa. Segundo Pino (1993, p. 19),

[a explicação reprodutiva-criativa] consiste no processo de assimilação dos códigos culturais, signos e significados pelos sujeitos e que são reelaborados, ressignificados e aplicados a outros contextos. Porém, em muitos casos esse processo de recriação não ocorre, quer dizer, o sujeito apenas repete as ideias e o pensamento de outros sujeitos o que o leva a alienar-se de si, cujo um não-eu fala pelo eu, ou melhor, trata-se de um processo de participação fusional do "eu" no "outro" de tipo alienante, pois identificando-se com o significante-referente (objeto a que se refere) o "eu" perde-se no "outro" ignorando-se a si mesmo (PINO, 1993, p.19).

Nesse trabalho, apenas três grupos de estudantes confrontados com um problema relativamente novo, como falar da Física no skate por exemplo, utilizaram sua linguagem para reproduzir um conhecimento aprendido anteriormente, mesmo que com algumas inconsistências teóricas. O aspecto interessante desse fato é que mesmo sem o domínio completo dos signos e significados da Física, os estudantes foram capazes de expressar os conhecimentos internalizados a uma nova situação.

Por outro lado, o número de reduzido de alunos que apresentaram uma resposta criativa as atividades analisadas, nos indica que há um forte condicionamento dos estudantes em seguir prescrições e reproduzir conhecimentos no âmbito escolar Schiff (1993) que inibe a expressão criativa (ALENCAR, 2004).

Outro aspecto que também gostaríamos de destacar é que embora compreendamos que a aprendizagem dos conceitos científicos exija uma participação consciente dos estudantes, tal expressão não reflete a significação que Freire lhe confere, isso porque, ele se refere a uma consciência intersubjetiva, coletiva que somente se faz conhecida (consciente) no diálogo, diálogo que tem como principal tema as condições de existência, e que leva os sujeitos a ação. Diante disso, embora não tenhamos conseguido avaliar a participação consciente no sentido freiriano a sequência didática tem potencial para realizar o diálogo que leva a ela.

Porém se faz necessário aprimorar as formas de avaliar esse tipo de participação, como por exemplo observando o comportamento dos estudantes, suas atitudes ou pensamento. Em nossa pesquisa de modo particular, por questões metodológicas e de tempo avaliamos somente a participação dos estudantes com relação a aprendizagem, considerando apenas uma das atividades pertencentes aos 5 momentos pedagógicos, o que deixa em aberto a possibilidade de se observar novos indícios no que se refere o objeto de pesquisa aqui estudado.

#### À GUIA DE CONCLUSÃO

A exemplo do que disse o físico brasileiro Mário Schenberg, essa tese sumariza a unidade da vida política, acadêmica e profissional do autor, um trabalho que surge da insatisfação docente com a sua prática e principalmente com os resultados<sup>61</sup> dessa prática, dentre os quais, o desinteresse e as altas taxas de evasão e reprovação escolar. Um contexto no qual o professor-pesquisador se confrontava, e em que era impossível não se perguntar: Como melhorar o ensino da Física? Por que ensinar Física? A primeira pergunta se referia a uma consciência inconsciente da posição política a qual eu estava defendendo e a segunda já madura se tratava de uma consciência consciente e por isso crítica, pois se tinha uma clareza da posição política. Uma pergunta que demonstra uma certa descrença, mas como bem observou o educador Paulo Freire, é preciso morrer para renascer. Renascimento, ou melhor, libertação da consciência alienada em que o “eu”

<sup>61</sup> Não me refiro somente aos resultados acadêmicos que eram catastróficos, por alienar e excluir os estudantes da prática intelectual, mas principalmente por não conseguir dar algo a mais para os meus alunos, tão carentes de afeto e de perspectiva para o futuro.

expressa a sua voz criativa e criadora e que tem a plena consciência de que o “eu” é constituído pelo “não-eu”. E esse é o nível de consciência em que a participação se faz efetiva. A partir desse nível de consciência não se aceita mais as prescrições sem primeiro analisa-las, pois a autonomia e a curiosidade indagadora se faz presente e é aí que uma formação científica torna-se importante, pois como já foi discutido, a formação dos conceitos científicos contribui para o desenvolvimento dos processos mentais e para a tomada de consciência dos sujeitos, além disso, fornece instrumentos (descrever, classificar, testar hipóteses, realizar experimentos, matematizar) para se compreender a realidade em uma relação dialética, sujeito e mundo, compreensão que nos permite recriá-lo e modificá-lo por meio da capacidade criativa.

Desse modo, acreditamos que o ensino de Física pautado em uma abordagem CTS somada a perspectiva da pedagogia freiriana e da criatividade coloca outros desafios a prática docente como por exemplo:

a) Para que se forme pessoas que questione a si e aos outros é preciso uma educação que vá além da mera reprodução de conhecimentos.

b) Para promover a participação consciente dos estudantes nas tomadas de decisões políticas, ambientais e científicas é preciso primeiramente, que eles aprendam a participar dentro da escola. Nos parece que dar-lhes momentos de escolha durante a prática de ensino é uma alternativa promissora.

c) É preciso promover a expressão criativa dos estudantes se quer que eles escapem do condicionamento social e educacional.

d) A busca pela participação consciente e intencional dos estudantes se faz necessária se quisermos diminuir a expulsão e conseqüentemente a exclusão dos estudantes da escola pública.

Tais desafios tornam-se mais evidentes se considerarmos que a educação, ou melhor o ensino de qualquer disciplina é um meio para se compreender e agir sobre o mundo e não um fim educacional.

No que se refere ao ensino da Física, nossa pesquisa indica que o domínio total dos signos e significados, bem como da forma de representar da Física não está na Zona de desenvolvimento proximal da maioria dos estudantes analisados, um resultado que converge com outros resultados de pesquisa que avaliam o aprendizado dos estudantes. Entretanto, o que nosso trabalho mostra é que é possível identificar quais as características ou perfil conceitual dos estudantes

com relação ao escopo da Física o que nos permite propor práticas que levam os estudantes a consciência do seus próprios processos mentais, por meio do esclarecimento/diferenciação – do docente para o aluno – da forma de ver e pensar da Física. Tal condição nos ajuda a observar até onde os alunos naquele momento conseguem ir em função do conhecimento físico, ao mesmo tempo que se detecta sua habilidades potenciais que nesse período estão em desenvolvimento.

Assim não precisamos pensar o ensino de física como um momento para a acumulação e reprodução de ideias, mas um momento de conhecimento e desenvolvimento dos alunos. No qual a avaliação não serve como um elemento de exclusão mas de reconhecimento docente dos níveis de desenvolvimento dos estudantes, pois não se pode punir os estudantes por estar nesse ou naquele nível de desenvolvimento. Com essa perspectiva em mente para a continuidade de nossas pesquisas, em desdobramentos aqui originados, consideramos poder contribuir para novas investigações que propiciem um desenvolvimento de aprendizagens com espírito criativo, colaborativo e socialmente consciente, conforme nos inspirou e informou o pensamento de Paulo Freire.

## REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, G. S. Research into STS science education. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 9, n.1, p.1-21, 2009.
- ALENCAR, Eunice M. L. Soriano de. Criatividade no Contexto Educacional: Três Décadas de Pesquisa. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 23, n. especial, p. 45-49, 2007.
- ALENCAR, E. S. de. **A gerência da criatividade**: abrindo janelas para a criatividade pessoal e nas organizações. São Paulo: Makron Books, 1996.
- ALENCAR, E. S. de. **Como desenvolver o potencial criador**: um guia para a liberação da criatividade em sala de aula. Petrópolis: Vozes, 2004.
- ALENCAR, E. S. de; FLEITH, D. de S. **Criatividade**: múltiplas perspectivas. Brasília: UnB, 2003.
- AMABILE, T. M. Creativity and innovation in organizations. **Harvard Business School**, Boston, p. 1-15, 1996.
- AMABILE, T. M.; GOLDFARB, P.; BRACKFLELD, S. C. Social influences on creativity: Evaluation, coaction, and surveillance. **Creativity Research Journal**, Hillswood, N.J, v.3, n.1, p.6-21, 1990.
- ANDRADE, C. Y. de. Acesso ao ensino superior no Brasil: equidade e desigualdade social. **Ensino Superior Unicamp**, Campinas, 31 jul. 2012. Disponível em: <<http://www.revistaensinosuperior.gr.unicamp.br/artigos/acesso-ao-ensino-superior-no-brasil-equidade-e-desigualdade-social>>. Acesso em: 18 jan. 2014.
- ANGELL, C.; GUTTERSUD, Ø.; HENRIKSEN, H.; ISNES, A. Physics: frightful, butfun: Pupils' and teachers' views of physics and physics teaching. **Science Education**, Salem, v.88, n.5, p. 683–706, 2004.
- ANGOTTI, J. A. P.; AUTH, M. A. Ciência e tecnologia: implicações sociais e o papel da educação. **Ciência & Educação**, Bauru, v.7, n.1, p.15-27, 2001.
- AU, W. Epistemology of the Opressed: the dialectics of Paulo Freire's theory of knowledge. **Journal for Critical Education Policy Studies**, London, v. 5, n. 2, 2007.
- AULER, D. Novos caminhos para a educação CTS: ampliando a participação. In: SANTOS, Wildson; AULER, Décio (Org.). **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisa. Brasília: UNB, 2011.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n.1, p. 1-13, 2001.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Educação CTS: articulação entre pressupostos do educador Paulo Freire e referenciais ligados ao movimento CTS. In: BLANCO-

LÓPEZ, A. et al.(Coord.). **Las Relaciones CTS en la Educación Científica**. Málaga: Área de Conocimiento de Didáctica de las Ciencias Experimentales, Universidade de Málaga, 2006.

BAKHTIN, M. M. **The dialogic Imagination**. Translated by Carl Emerson and Michael Holquist. Austin: University of Texas Press, 1981.

BARBOSA, R. G.; BELLINI, L. M.; SILVA, A. M. T. B. Representações sociais da física newtoniana: um estudo com professores do ensino médio. **Semina: Ciências Sociais e Humanas**, Londrina, v.33, n.1, p. 3-16, 2012.

BARBOSA, R. G.; BATISTA, I. de L. A criatividade como uma referência para discutir as bases da Ciência e do seu Ensino. In: ENPEC, 8., CIEC, 1., Campinas, 2011. **Atas...** Campinas, 2011.

BARBOSA, R. G.; BATISTA, I. de L. A criatividade na pós-graduação: uma experiência no curso de História e Filosofia da Ciência. **Revista de Formação e Innovación Educativa Universitaria**, v. 6, n.1, p. 24-32, 2013.

BATISTA, I. de L. O ensino de teorias Físicas mediante uma estrutura histórico-filosófica. **Ciência e Educação**, Bauru, v.10, n.3, p.461-476, 2004.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução de Luís A. Reto e Augusto Pinheiro. São Paulo: Martins Fontes, 1977.

BAUMAN, Z. **O Mal-estar da pós-modernidade**. Tradução de Mauro Gama, Cláudia Martinelli. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1998.

BOZELLI, F. C.; NARDI, R. O discurso analógico no Ensino Superior de Física. In: NARDI, R.; ALMEIDA, M. J. P. M. (Org.). **Analogias, Leituras e Modelos no Ensino da Ciência**: a sala de aula em estudo. São Paulo: Escrituras, 2006. p. 11-28.

BAZZO, W. A. et. al. **Introdução aos estudos CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade)**. Madri: Organização dos Estados Ibero-americanos, 2003.

BEVERIDGE, W. I. B. **The art of scientific investigation**. New York: W. W. Norton & Company, 1957.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**. Tradução de Maria J. A. Porto: Porto Ed., 1994.

BOHM, D.; PEAT, F. David. **Ciência, Ordem e Criatividade**. Tradução de Jorge da Silva Branco. Lisboa: Gradiva, 1989.

BOHM, D. **Sobre a criatividade**. Tradução de Rita de Cássia Gomes. São Paulo: Ed. Unesp, 2011.

BRANDÃO, R. et. al. A modelagem científica de fenômenos físicos e o ensino de física. **A Física na Escola**, São Paulo, v. 9, n. 1, p.10-14, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília, 2012.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília, 2000.

BRONOWSKI, J. **As origens do conhecimento e da imaginação**. Tradução de Maria Julieta de Alcântara Carreira Penteado. Brasília: UnB, 1997.

BROWN, Simon; SALTER, Susan. Analogies in science and science teaching. **Advances in physiology education**, Bethesda, v. 34, p. 167-169, 2010.

BUBER, M. **Do diálogo e do dialógico**. Tradução de M. E. de S. Queiroz e R. Weinberg. São Paulo: Perspectiva, 1982.

CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2011.

CARLONE, H. B. The Cultural Production of Science in Reform-based Physics: Girls' Access, Participation, and Resistance. **Journal of Research in Science Teaching**, New York, v.41, n.4, p. 392-414, 2004.

CARVALHO, A. P. et al. **Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

CHOU, C.C.; CHRONISTOR, J.; CHAN, F. Creativity in rehabilitation psychology. In: TAN, Ai-Girl(Org.). **Creativity: handbook for teachers**. Singapore: World scientific Publishing, 2007. p. 467-483.

COLE, M.; SCRIBNER, S. Introdução. In: VYGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. Tradução de José Cipolla Neto, Luis Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 4. ed. São Paulo: Liv. Martins Fontes, 1991. p. 1-15.

CRAVEN, J. A.; HOGAN, T. Assessing student participation in the classroom. **Science Scope**, Washington, v.25, n. 1, p. 36, 2001.

CZEKANSKI, K. E. E.; WOLF, Z. R. Encouraging and Evaluating Class Participation. **Journal of University Teaching & Learning Practice**, v.10, n.1, p.1-13, 2013.

DELIZOICOV, D. La Educación en Ciencias y la Perspectiva de Paulo Freire. **ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v.1, n.2, p.37-62, 2008.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1992.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1991.

DISESSA, A. A. Unlearning Aristotelian Physics: A Study of Knowledge-Based Learning. **Cognitive Science**, Norwood, v. 6, p. 37-75, 1982.

EISNER, E. W. Those who ignore the past: 12 'easy' lessons for the next millennium. **Journal of Curriculum Studies**, Basingstoke, v. 32, n.2, p. 343–357, 2000.

ELBY, A. Helping physics students learn how to learn. **Physics Education Research, American Journal Physics Supplement**, v.69, n.7, p. 54-64, 2001.

ENGLAND. National Advisory Committee on Creative & Cultural Education (NACCCE). **All our futures: creativity, culture & education**. London: DFEE, 1999.

FANON, F. **Os condenados da Terra**. Tradução de José Laurêncio de Melo. Rio de Janeiro: Civilização brasileira, 1968.

FERREIRA, S.; VELOSO, F. Mobilidade intergeracional de educação no Brasil. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 33, n. 3, p.481–513, 2003.

FEYNMAN, R. P. **Surely You're Joking, Mr. Feynman!** Adventures of a Curious Character. EUA: W. W. Norton, 1997.

FIGUEIRÊDO, H.; Borges, A. T. A compreensão dos estudantes sobre o papel da imaginação na produção das ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 25, n.3, 2008.

FINKELSTEIN, N. Learning physics in context: a study of student learning about electricity and magnetism. **International Journal of Science Education**, London, v.27, p. 1187-1210, 2005.

FIORI, E. M. Aprender a dizer a sua palavra (Prefácio). In: FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e terra, 1987.

FONTANA, R. A. C. A Elaboração conceitual: a dinâmica das interlocuções na sala de aula. In. SMOLKA, A.; GOÉS, M. C.(Org.). **A linguagem e o outro no espaço escolar: Vygotsky e a construção do conhecimento**. Campinas: Papirus, 1993. p.121-151.

FREIRE, P.; FAUNDEZ, A. **Por uma pedagogia da pergunta**. Rio de Janeiro: Paz e terra, 1985.

FREIRE, P. **A importância do ato de ler: em três artigos que se completam**. 23. ed. São Paulo: Autores Associados, Cortez, 1989.

FREIRE, P. **Conscientização: teoria e prática da libertação**. São Paulo: Cortez & Moraes, 1979.

FREIRE, P.; CAMPOS, M. D'Oliveira. **Leitura da Palavra...leitura do mundo**. 1991. Disponível em:<<http://www.sulear.com.br/texto06.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2013.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

FREIRE, P. La educación para una transformación radical de la sociedad: una aprendizaje político. In: UNA EDUCACION PARA EL DESARROLLO: LA ANIMACION

SOCIOCULTURAL, 1987, Madrid. **Ponencias presentadas...** Madri: Fundacion Banco Exterior, 1988. p.13-23.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2005.

FREIRE, P. **Pedagogia da indignação**: cartas pedagógicas e outros escritos. São Paulo: Editora Unesp, 2000.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e terra, 1987.

FREIRE, P. **Política e Educação**: ensaios. 5. ed. São Paulo: Cortez, 2001. (Coleção questões de nossa época).

FROMM, E. **Conceito marxista do homem**. Tradução de O. A. Velho. Rio de Janeiro: Zahar, 1962.

GADOTTI, M. **Concepção Dialética da Educação**: um estudo introdutório. São Paulo: Cortez, Autores Associados, 1983.

GARDNER, H. **The Unschooled Mind**: how children think and how schools should teach. New York: Basic Books, 2011.

GOÉS, C. R.; CRUZ, M. N. Sentido, significado e conceito: notas sobre as contribuições de Lev Vigotski. **Pro-Posições**, São Paulo, v. 17, n. 2, p.31-45, 2006.

GONTIJO, C. H. Estratégias de Ensino em Matemática e em Ciências que Promovem a Criatividade: Algumas Possibilidades. **Ciência & Ensino**, Campinas, v.1, n.2, 2007.

GRAYSON, D. J.; MCDERMOTT, L. C. Use of the computer for research on student thinking in physics. **American Journal of Physics**, New York, v. 64, p. 557-565, 1996.

GUILFORD, J. P. A psychometric approach to creativity. In. ANDERSON, H. H. **Creativity in Childhood and Adolescence**: a diversity of Approaches. California: Science and Behavior Books, 1965.

HEISENBERG, W. **A ordenação da realidade**. Tradução de Marco Antônio Casanova. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2009.

HOLTON, G. **A Imaginação Científica**. Rio de Janeiro: Zahar, 1979.

HU, W.; ADEY, P. A scientific creativity test for secondary school students. **International Journal of Science Education**, London, v. 24, p.389-403, 2002

KIND, P. M.; KIND, V. Creativity in Science Education: Perspectives and Challenges for Developing School Science. **Studies in Science Education**, Leeds, v.43, n.1, p. 1-37, 2007.

KNELLER, G. F. **Arte e ciência da criatividade**. Tradução de J. Reis. São Paulo: Ibrasa, 1978.

KOSIK, K. **Dialéctica de lo concreto**. 1967. Disponível em: <<http://marxismocritico.files.wordpress.com/2012/05/dialecticadeloconcreto.pdf>>. Acesso em: 13 ago. 2012.

KUENZER, Acacia. Z. **Ensino Médio**: construindo uma proposta para os que vivem do trabalho. São Paulo: Cortez, 2000.

LACERDA, Cristina B. F. de. É Preciso falar bem para escrever bem? In. SMOLKA, Ana Luisa; GOÉS, Cecília (Org.). **A linguagem e o outro no espaço escolar**: Vygotsky e a construção do conhecimento. Campinas: Papiros, 1993. p. 65-100.

LEINONEN, R.; ASIKAINEN, M. A.; HIRVONE, P. E. University Students Explaining Adiabatic Compression of an Ideal Gas – A New Phenomenon in Introductory Thermal Physics. **Research in Science Education**, Abington, v.42, n. 6, p.1165 - 1182, 2012.

LEITE, R.; DUARTE, M. da C. Percepções de professores sobre o conceito de analogia e de sua utilização no ensino-aprendizagem da Física e da Química. In: NARDI, R.; ALMEIDA, M. J. P. M.. (Org.). **Analogias, Leituras e Modelos no Ensino da Ciência**: a sala de aula em estudo. São Paulo: Escrituras, 2006. p. 45-49.

LEMKE, J. L. **Talking science**: language, learning and values. Westport: Ablex Publishing, 1990.

LEVY-LEBLOND, J. M. On the Conceptual Nature of the Physical Constants. **Rivista Del Nuovo Cimiento**, Bologna, v.7, n.2, p. 187-206, 1977.

LIN, H. Learning physics vs. passing courses. **The Physics teacher**, College Park, v.20, p. 151-157, 1982.

LIU, X.; EBENEZER, L. J.; FRASER, D. M. Structural Characteristics of University Engineering Students' Conceptions of Energy. **Journal of Research in Science teaching**, New York, v.39, n.5, p. 423-441, 2002.

LOPES, J.; ALMEIDA, R. L.; ARAUJO MOREIRA, F. M. TRIZ: Criatividade como uma ciência exata?. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 27, n. 2, p. 205-209, 2005.

LOPES, R. E. et al. Adolescência e juventude de grupos populares urbanos no Brasil e as políticas públicas: apontamentos históricos. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, n. 23, p.114-130, 2006.

LUBART, T. **Psicologia da Criatividade**. Tradução de Márcia Conceição Machado Moraes. Porto Alegre: Artmed, 2007.

LUCKESI, C. C. **Filosofia da Educação**. São Paulo: Cortez, 1994.

MALONEY, D. P. et al. Surveying students' conceptual knowledge of electricity and magnetism. **Physics Education Research, American Journal Physics Supplement**, v.69, n.7, p.12 – 21, 2001.

MIEL, A. **Criatividade no Ensino**. Tradução de Aydano Arruda. São Paulo: Ibrasa, 1972.

MIRANDA, R. P.; BADILLO, R. G. GARAY, F. G. A Construção de modelos na formação inicial e continuada de professores de química. In: NARDI, R.; ALMEIDA, M. J. P. M.. (Org.). **Analogias, Leituras e Modelos no Ensino da Ciência: a sala de aula em estudo**. São Paulo: Escrituras, 2006. p. 141-159.

MOLES, A. **A criação científica**. Tradução de Gita K. Ginsburg. São Paulo: Ed. da USP, 1971.

MOREIRA, M. A. M. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 22, n.1, mar., 2000.

MOTTMANN, J. Innovations in physics teaching – A cautionary tale. **The Physics Teacher**, College Park, v.37, n.2, p. 74-77, 1999.

MOYSÉS, L. **Aplicações de Vygotsky à educação matemática**. 5. ed. Campinas: Papirus, 2003.

OLIVEIRA, M. K. de. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento um processo histórico**. São Paulo: Scipione, 2010.

OSBORN, A. F. **O poder criador da mente**. São Paulo: Ibrasa, 1978.

PALANGANA, Isilda Campaner. **Desenvolvimento e aprendizagem em Piaget e Vygotsky: a relevância do social**. São Paulo: Summus Editorial, 1998.

PERNAMBUCO, M. M. C. Significações e Realidade: Conhecimento. In: PONTUSCHKA, N. (Org.). **Ousadia no diálogo: interdisciplinaridade na escola pública**. São Paulo: Edições Loyola, 1993. p. 67-83.

PIETROCOLA, M.; PINHEIRO, T. **Modelos e afetividade**. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 7., 2000, Florianópolis. **Atas...** Florianópolis, 2000.

PINO, A. L. B. Processos de significação e constituição do sujeito. **Temas em Psicologia**, Ribeirão Preto, n.1, p.17-24, 1993.

PINTO, A. V. **Ciência e existência: problemas filosóficos da pesquisa científica**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

PONTUSCHKA, N. N (Org.). **Ousadia no diálogo: interdisciplinaridade na escola pública**. São Paulo: Edições Loyola, 1993.

PRADO JUNIOR, C. **Dialética do conhecimento: história da dialética lógica dialética**. São Paulo: Urupês, 1963.

PRITCHARD, D. E.; BARRANTES, A.; BELLAND, B. R. What Else (Besides the Syllabus) Should Students Learn in Introductory Physics? **MIT Faculty Newsletter**, Massachusetts, v.22, n. 2, p. 9 -11, 2009.

PROSSER, M.; WALKER, P.; MILLAR, R. Differences in students' perceptions of learning physics. **Physics Education**, London, v.31, p. 43-48, 1996.

REDISH, E. F.; STEINBERG, R. N. Teaching physics: figuring out what works. **Physics Today**, New York, v.52, n.1, p. 24-30, 1999.

REGO, Teresa Cristina. **Vygotsky**: uma perspectiva histórico-cultural da educação. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 1995.

REIS, J. C; BRAGA, M.; GUERRA, A. Física e arte: a construção do mundo com tintas palavras e equações. **Ciência e Cultura: temas e tendências – Física**, v.57, n. 3, p. 29-32, 2005.

ROBILOTTA, M. R. E; BABICHAK, C. C. Definições e conceitos em física. Ensino da Ciência, Leitura e Literatura. **Cadernos Cedes**, Campinas, v.41, n.1, p.35-45, 1997.

ROCCA, K, A. Student Participation in the College Classroom: an extended multidisciplinary literature review. **Communication Education**, Annandale, v. 59, n. 2, p. 185-213, 2010.

RONCA, P. C.; TERZI, C. **A aula Operatória e a Construção do Conhecimento**. São Paulo: Ed. do Instituto Esplan, 1995.

ROTH, W. M.; LEE, S. Science Education as/for Participation in the Community. **Science Education**, Salem, v.88, n.2, p.263-291, 2004.

ROTH, W-M.; LAWLESS, D. Science, Culture, and the Emergence of Language. **Science Education**, Salem, v.86, n.3, p.368-385, 2002.

RUNCO, M. A. Creativity. **Annual Review of Psychology**, Palo Alto, v. 55, p. 657-687, 2004.

SANTOS, W. L. P. dos et al. Química e sociedade: um projeto brasileiro para o ensino de química por meio de temas CTS. **Educación Química**, México, v. 3, p. 20-28, 2009.

SANTOS, W. L. P. dos. Educação científica humanística em uma perspectiva freiriana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, v.1, n.1, p. 109-131, 2008.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v.7, n.1, p. 95-111, 2001.

SANTOS, W. L. P. dos; MORTIMER, E. F. Humanistic Science education from Paulo Freire's: "education as the practice of freedom" perspective. In: IOSTE SYMPOSIUM – THE INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR SCIENCE AND TECHNOLOGY EDUCATION, 10., 2002, Foz do Iguaçu/PR, Brazil. **Proceedings...** Foz do Iguaçu, 2002. v. 2, p. 641-649.

SCHENBERG, Mário. Entrevista de Amélia Império Hamburger (Instituto de Física, USP) jul./ago. 1984. Disponível em: <http://www.canalciencia.ibict.br/notaveis/txt.php?id=71>>. Acesso em: 20 Abr. 2010.

SCHIFF, M. **A inteligência desperdiçada**: desigualdade social, injustiça escolar. Tradução de W. Settineri. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1993.

SHOR, I.; FREIRE, P. **Medo e Ousadia**: o cotidiano do professor. Tradução de Adriana Lopez. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

SILVA, O. B. et al. Abordagem CTS no ensino médio: estudo de caso com enfoque sociocientífico. In: SANTOS, Wildson; AULER, Décio (Org.). **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisa. Brasília: UNB, 2011. p. 323-345.

SIMONTON, D. K. **A origem do gênio**: perspectivas darwinianas sobre a criatividade. Tradução de Carlos H. Fonseca e Luiz Guilherme B. Chaves. Rio de Janeiro: Record, 2002.

SMITH, L. T. **Decolonizing methodologies**: research and indigenous peoples. London: Dunedin: Zed Books, 1999.

STEINBERG, R. N. Computers in teaching science: To simulate or not to simulate? **Physics Education Research, American Journal Physics Supplement**, v. 68, n.7, p. 37-41, 2000.

STENGERS, I. **A invenção das ciências modernas**. Tradução de M. Altman. São Paulo: Ed. 34, 2002.

STERNBERG, R. J. **Psicologia cognitiva**. Tradução de Anna Maria Dalle Luche e Roberto Galman. 5. ed. São Paulo: Cengage learning, 2010.

STERNBERG, R. J. The Nature of Creativity. **Creativity Research Journal**. Hillswood, N.J, v.18, n.1, p. 87-98, 2006.

STERNBERG, R. J.; LUBART, T. I. An investment theory of creativity and its development. **Human Development**, Basel, v. 34, p. 1-31, 1991.

TORRANCE, E. P. Educação e criatividade. In: TAYLOR, C. W. **Criatividade**: progresso e potencial. Tradução de J. Reis. São Paulo: Ibrasa, 1976. p. 79-172.

TORRES, C. A. **Pedagogia da luta**: da pedagogia do oprimido à escola pública popular. Tradução de L. Araújo e T. Bugel. Campinas: Papirus, 1997.

TOUCEDA, K. C.; DEL PINO, J. C. Modelos e outras representações mentais no estudo do dna em alunos do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 15, n. 2, p. 337-354, 2010.

TRAGTENBERG, M. **Sobre educação, política e sindicalismo**. São Paulo: Ed. Unesp, 2004.

TREAGUST, D.; DUIT, R. Conceptual change: A discussion of theoretical, methodological and practical challenges for science education. **Cultural Studies of Science Education**, London, v. 3, p. 297-328, 2008.

TRUMPER, R. Factors Affecting Junior High School Students' Interest in Physics. **Journal of Science Education and Technology**, London, v.15, n.1, p. 47-58, 2006.

VIANNA, D. M. Formação cidadã para os nossos alunos – um contexto cultural para o ensino de física. In: MARTINS, André F. P. (Org.). **Física ainda é cultura?**. São Paulo: Ed. livraria da Física, 2009. p. 131-149.

VIRGOLIM, A. M. R. **Talento criativo**: expressão em múltiplos contextos. Brasília: UnB, 2007.

VYGOTSKY, L. S. (2004). Imagination & creativity in childhood. **Journal of Russian and East European Psychology**, Armonk, NY, v.42, n.1, p.7-97, 2004.

VYGOTSKY, L. Imagination and creativity of the adolescent. In. VAN DER VEER, R.; VALSINER, J. (Ed.). **The Vygotsky reader**. Oxford: Blackwell Publishers, 1994. p. 57-72.

VYGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. Tradução de José Cipolla Neto, Luis Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 4. ed. São Paulo: Livraria Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, L. **Pensamento e Linguagem**. Tradução de Jefferson L. Camargo. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

WECHSLER, S. M. **Criatividade**: descobrindo e encorajando. Campinas: Ed. Psy, 1998.

WERTSCH, J. V. **Vygotsky and the Social Formation of Mind**. Cambridge: Massachusetts: Harvard University Press, 1985.

WILLIAMS, C. et al. Why aren't secondary students interested in physics?. **Physics Education**, London, v.38, n.4, p. 324-329, 2003.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Tradução de Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998.

ZANETIC, J. Física ainda é cultura? In: MARTINS, André F. P.(Org.). **Física ainda é cultura?**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2009. p. 281-300.

ZANETIC, J. Física e cultura. **Revista da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência**, São Paulo, n.3, jul., 2005.

ZINN, H. **The Zinn Reader**: writings on disobedience and democracy. New York: Seven Stories press, 1997.

## APÊNDICES

**APÊNDICE 1**  
Termo de consentimento

AUTORIZO o professor Roberto Gonçalves Barbosa, regularmente matriculada no Programa de Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática, da Universidade Estadual de Londrina, a utilizar, parcial ou integralmente, anotações, gravações em áudio ou vídeo, das falas ou imagens de meu filho(a) \_\_\_\_\_, durante a aplicação de uma sequência didática para fins de pesquisa relacionada ao doutorado, podendo divulgá-las em publicações, congressos e eventos da área com a condição de que o nome do meu filho não será citado em hipótese alguma. Lembramos ainda que após a publicação da pesquisa todos os materiais produzidos pelo estudante serão destruídos.

NOME: \_\_\_\_\_

RG: \_\_\_\_\_

DATA: \_\_\_\_\_

ASS.: \_\_\_\_\_



## 1.2 Como a física explica o mundo? – Parte 2.

A física é um tipo de conhecimento científico que é elaborado pela humanidade que explica o “funcionamento” do mundo de uma forma diferente da qual as pessoas comumente fazem. Por exemplo, sob a visão de Newton, a queda dos objetos se deve a uma força que age sobre eles ao contrário da ideia de que os objetos caem por que são pesados. A física também diz que as estrelas cadentes não existem, e que o nós vemos são meteoritos que adentram a atmosfera e que pelo atrito com o ar se incandescem (“pega fogo”).

### Mas como a física chega a essas conclusões?

A física (a biologia, a química...) tem um modo de conhecer o mundo que envolve entre outras coisas a observação, a classificação e a descrição criteriosa. Por exemplo o nosso conhecimento (representação-nomeação) do céu, estrelas, planetas, satélites, galáxias e constelações advém de séculos de observação, a princípio a olho nu e depois com o auxílio de lunetas e telescópios.

Para aprendermos como a física faz isso vamos realizar algumas atividades:

**Descrever** - significa dizer em palavras o que você vê ou percebe e o que você não vê também. (Campo magnético de um ímã, campo gravitacional da Terra)

#### Exemplo:



O que é isto? Uma haste (parte fina e longa de um objeto) de plástico de cor azul cuja as extremidades (ou pontas) estão cobertas com algodão.

Atividade: seguindo o exemplo anterior descreva os seguintes objetos abaixo:



Considere os seguintes aspectos: o formato (quadrado, circular...), tamanho, espessura, material que é feito, e outras características físicas.

1. TV:
2. Telefone celular :
3. caneta:

A física descreve os objetos bem como o seu comportamento.

A Bicicleta:

Suas características:

**1. Dimensão socioeconômica e ambiental:**

- a) Papel ou função social:
- b) Acessibilidade e custo de uso:
- c) Relação com meio ambiente:

**2. Dimensão Material e/ou estrutural:**

- a) Material que é feito:
- 2) Partes constituintes:

Considerando as características elencadas acima realize uma descrição da bicicleta:

---



---



---



---



---



---



---



---

**Funcionamento:**

Agora vamos classificar:

**Classificar:** é selecionar as partes de um todo de acordo com atributos (Objetos rígidos ou flexíveis) ou critérios pré-determinados.

**Exemplo:** Para nós um gato é um bichinho peludo de estimação. Mas para a biologia um gato é uma espécie de felino, mamífero, carnívoro, e um quadrupede.

Sabendo disso e considerando as partes constituintes da bicicleta citadas classifique-as de acordo com o seu movimento ou funcionamento.

- a) Força motora (que produz movimento);
- b) muda de direção (do movimento);
- c) amplia a força;
- d) facilita ou permite o movimento;

e) Diminui a velocidade;

e) equilíbrio ou estabilidade;

## 2. A Física no movimento da Bicicleta

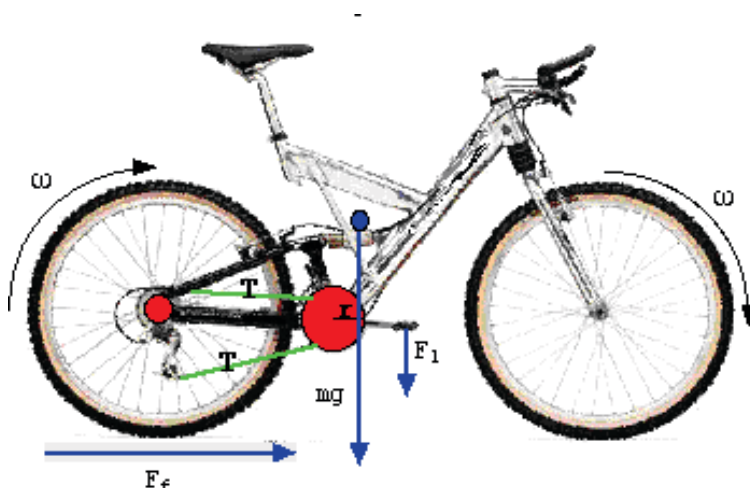


Figure 1 [www.mundofisico.joinville.udesc.br](http://www.mundofisico.joinville.udesc.br)

Por Luciano Camargo Martins/

<http://www.mundofisico.joinville.udesc.br/index.php?idSecao=2&idSubSecao=&idTexto=11>

Como podemos observar na figura acima, a física utiliza símbolos, setas retas e curvas para explicar o movimento da bicicleta. As setas indicam o sentido do movimento e/ou o sentido da força.

A força ( $F_1$ ), por exemplo, é responsável por gerar o movimento. O pé em contato com pedal que está ligado com o “pedivela” produz um torque que gira a coroa dentada.

**2º Lei de Newton:** A ação de uma força sobre uma objeto faz com que ele acelere.



A coroa dentada gira e traciona a corrente que está conectada com as catracas ou coroas traseiras, que faz com a roda gire. Nesse movimento de rotação a roda em contato com o solo empurra a bicicleta para “frente”, produzindo uma variação de sua velocidade, isto é, acelerando-a.

O movimento da bicicleta também obedece a **Terceira lei de Newton, a Lei da ação e reação**, quer dizer, ação do ciclista sobre os pedais da bicicleta faz com que

a roda gire produzindo uma força de ação sobre o solo, e o solo por sua vez, em atrito com a roda produz uma reação.

### **1º Lei de Newton ou Lei da Inércia**

A Primeira lei de Newton diz que, todo corpo permanece em repouso ( $v=0$ ) ou em movimento em linha reta, se nenhuma força ( $F=0$ ) agir sobre ele. No caso da bicicleta o estado de inércia estará presente quando o conjunto ciclista+bicicleta estiver em repouso ou em movimento retilíneo com uma velocidade constante (velocidade sempre igual), neste caso podemos dizer que o que move a bicicleta é a inércia do conjunto ciclista+bicicleta.

### **APÊNDICE 3**

#### **Roteiro da tarefa desenvolvida no momento 5.**

Tarefa – Escolha um objeto: meio de locomoção, pessoa, animal ou inseto que se mova e apresente:

1. Suas características:

#### **1.1. Dimensão socioeconômica e ambiental:**

a) Papel ou função social:

b) Acessibilidade e custo de uso:

c) Relação com meio ambiente:

#### **1.2. Dimensão Material e/ou estrutural:**

a) Material que é feito:

2) Partes constituintes:

#### **1.3 Descreva esse objeto considerando somente a dimensão material e/ou estrutural**

#### **2. Faça uma análise física do movimento do ente de sua escolha.**

2.1. Considerando as partes constituintes citadas classifique-as de acordo com o seu movimento ou funcionamento.

a) Força motora (que produz movimento);

b) muda de direção;

c) amplia a força;

d) facilita ou permite o movimento;

e) diminui a velocidade;

e) mantém o equilíbrio ou a estabilidade;

2.2 Faça um desenho ou utilize uma imagem do seu “objeto”, e explique por meio de setas e letras que indiquem as forças presentes no movimento desse “objeto”.

2.3 Por fim, identifique as três leis de Newton no movimento do seu “objeto”. Explique em quais situações elas podem estar associadas.