

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO NA EDUCAÇÃO BÁSICA

**UMA PERSPECTIVA CONTEMPORÂNEA DA FÍSICA A PARTIR DE  
INTERLOCUÇÕES BAKHTINIANAS**

Wither Favalessa dos Santos

São Mateus - ES  
2019

WITHER FAVALESSA DOS SANTOS

**UMA PERSPECTIVA CONTEMPORÂNEA DA FÍSICA A PARTIR DE  
INTERLOCUÇÕES BAKHTINIANAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Ensino na Educação Básica da Universidade Federal do Espírito Santo, Campus CEUNES, para a obtenção do título de Mestre em Ensino na Educação Básica.

Orientador: Prof. Dr. Franklin Noel dos Santos

São Mateus - ES

2019

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de  
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

---

D722p dos Santos, Wither, 1988-  
Uma perspectiva contemporânea da Física a partir de  
interlocuções bakhtinianas / Wither dos Santos. - 2019.  
75 f. : il.

Orientador: Franklin Noel dos Santos.  
Dissertação (Mestrado em Ensino na Educação Básica) -  
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário  
Norte do Espírito Santo.

1. Ensino de Física. 2. Análise Bakhtiniana. 3. Texto  
didático. 4. Ensino de Física Moderna e Contemporânea. I. dos  
Santos, Franklin Noel. II. Universidade Federal do Espírito  
Santo. Centro Universitário Norte do Espírito Santo. III. Título.

CDU: 37

---

**WITHER FAVALESSA DOS SANTOS**

**UMA PERSPECTIVA CONTEMPORÂNEA DA FÍSICA A PARTIR DE  
INTERLOCUÇÕES BAKHTINIANAS**

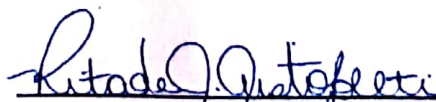
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino na Educação Básica da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino na Educação Básica.

Aprovada em 28 de junho de 2019.

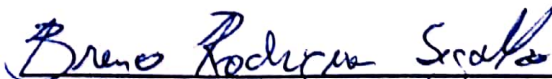
**COMISSÃO EXAMINADORA**



**Prof. Dr. Franklin Noel dos Santos**  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientador



**Profª. Drª. Rita de Cassia Cristofaleti**  
Universidade Federal do Espírito Santo



**Prof. Dr. Breno Rodrigues Segatto**  
Universidade Federal do Espírito Santo

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço aos meus pais, por valorizarem a educação e admirarem aqueles que estudam. A admiração de vocês me motiva. Aos meus queridos amigos, em especial Vituxo e Isabela, vocês me deram amor, carinho e atenção. Suporte nos momentos difíceis e sorrisos nos momentos felizes.

Ao Franklin, que, para além do que se atribui formalmente a um orientador, esteve sempre atento a minha felicidade, me deu oportunidades e acreditou nas minhas possibilidades.

Ao Mariniel, por sua amizade, pelas horas de conversas despretensiosas e profundas, onde a imaginação ganha asas. É sempre um prazer estar com você.

Aos professores do PPGEEB, especialmente a Professora Rita, pela atenção e paciência no longo processo de aprendizagem que é a escrita de uma dissertação.

Aos amigos de graduação, Jucimara, Nayara e Timóteo, pela disposição em participar da pesquisa. Aos alunos, aqueles que participaram dessa pesquisa e todos os outros que fizeram parte da minha vida.

## RESUMO

Esta pesquisa analisa uma aula de física e um texto didático, buscando compreender as potencialidades didáticas desse texto quando inserido na dinâmica da sala de aula. Nela é assumido como referencial teórico e metodológico a perspectiva histórico-cultural do desenvolvimento humano de Lev Semenovitch Vygotsky (1896-1934) e a teoria enunciativa discursiva de Mikhail Mikhailovich Bakhtin (1895-1975). A pesquisa é dividida em dois eixos, o primeiro, orientado pelo dispositivo para análise bakhtiniana, que aborda uma análise dialógica enunciativa de um texto didático de título “Sistemas Físicos” para a compreensão de como o enunciado do texto se posiciona em relação aos temas: visões deformadas em relação ao trabalho do cientista presentes na escola e principalmente no livro didático e os problemas relacionados a inserção da Física Moderna e Contemporânea na Educação Básica, e o segundo eixo que busca uma análise dos processos de produção de sentido em circulação na aula. Para realização da análise foram gravados áudios dos encontros que tive com a professora para preparação das aulas assim como da aula, que aconteceu em uma turma de EJA numa EEEFM (Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio) de São Mateus. A análise do enunciado do texto didático aponta para um texto potencialmente disruptivo com as práticas didáticas tradicionais da Física, pois, se posicionando a partir da perspectiva do autor sobre o trabalho científico dos físicos rompe-se com visões essencialmente positivistas da ciência, propõe uma forma alternativa de inserção da FMC (Física Moderna e Contemporânea) na Educação Básica e apresenta dimensões importantes do método científico como a simplificação e a hipótese. A análise das interações em sala de aula revelou uma relação de subordinação dos alunos em relação a discursos de autoridade tanto do professor quanto de discursos presentes na internet, nessa relação os alunos expressaram concepções ultrapassadas sobre o trabalho do cientista, com visões empiristas, mecanicistas e positivistas e o debate socializado para a compreensão do movimento em vídeos levou a internalização de conceitos científicos e a compreensão de característica do tratamento analítico, simplificado e artificial das situações estudadas pelo trabalho científico.

**Palavras-chave:** Ensino de Física. Análise bakhtiniana. Texto didático. Ensino de Física Moderna e Contemporânea.

## ABSTRACT

This research analyzes a physics class and a didactic text, trying to understand the potential of this text when inserted in the dynamics of the classroom. In it the historical-cultural perspective of Lev Semenovitch Vygotsky (1896-1934) and enunciative theory of Mikhail Mikhailovich Bakhtin (1895-1975) is assumed as a theoretical and methodological reference. The research is divided into two axes: the first oriented by the device for Bakhtinian analysis, approaches a dialogic enunciative analysis of a didactic text of title "Physical Systems" for the understanding of how the statement of the text stands in relation to the themes: deformed visions in relation to the work of the scientist present in the school and especially in the didactic book and the problems related to the insertion of Modern and Contemporary Physics in Basic Education, the second axis seeks an analysis of the processes of production of meaning in circulation in the classroom. To carry out the analysis were recorded audio, the meetings I had with the teacher to prepare classes as well as the lesson, which happened in a class of EJA in high school of São Mateus. The analysis of the statement of the didactic text points to a potentially disruptive text with the traditional didactic practices of Physics, since: by positioning itself from the perspective of the author on the work of the physicist he breaks with essentially positivist visions of science, he proposes an alternative form of insertion of MCP (Modern and Contemporary Physics) in basic education and presents important dimensions of the scientific method such as simplification and hypothesis. The analysis of the interactions in the classroom revealed: a relation of subordination of the students in relation to discourses of authority both of the teacher and of speeches present in the internet, in this relation the students expressed conceptions outlined in the work of the scientist with empiricist, mechanistic and positivist visions and the socialized debate to understand the movement in videos led to the internalization of scientific concepts and the understanding of the characteristic of the analytical, simplified and artificial treatment of the situations studied by scientific work.

**Keywords:** Teaching Physics. Bakhtinian analysis. Didactic text. Teaching of Modern and Contemporary Physics.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

|                                                                                                                                                                                                                  |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Etapas do dispositivo analítico.....                                                                                                                                                                   | 25 |
| Figura 2. A esquerda uma representação artística de um fenômeno e a direita a mesma representação no Sistema Físico.....                                                                                         | 40 |
| Figura 3. A esquerda, homens pré-históricos conversando sobre como chegar na floresta, e a direita, um meme de um sofá preso no corredor de uma escada. ....                                                     | 40 |
| Figura 4. Representação artística de uma tacada de Golfe. A bola de golfe é identificada devido a presença de elementos comuns ao jogo de golfe: o jogador, o taco e o campo gramado.....                        | 70 |
| Figura 5. Representação da tacada de Golfe no Sistema Físico. A bola passa a ser representada por um ponto, informações como: taco, gramado e jogador são ignoradas. ....                                        | 70 |
| Figura 6. Homens da caverna em um diálogo sobre como chegar em uma floresta. ....                                                                                                                                | 71 |
| Figura 7. A esquerda um sofá preso na escada e a direita um bolo queimado. Representam a necessidade de medidas precisas de espaço e tempo, mesmo em ações cotidianas como mover um móvel ou assar um bolo. .... | 72 |
| Figura 8. Clique na imagem ou use o leitor de QR code do seu celular para visualizar o vídeo. ....                                                                                                               | 72 |
| Figura 9. Clique na imagem ou use o leitor de QR code do seu celular para visualizar o vídeo. ....                                                                                                               | 73 |
| Figura 10. Clique na imagem ou use o leitor de QR code do seu celular para visualizar o vídeo ....                                                                                                               | 74 |
| Figura 11. Clique na imagem ou use o leitor de QR code do seu celular para visualizar o vídeo ....                                                                                                               | 74 |
| Figura 12. Representação da tacada de Golfe no Sistema Físico, com os referenciais: réguas e relógios. ....                                                                                                      | 75 |
| Figura 13. Representação das posições que a bola de golfe ocupa com o passar do tempo no sistema. ....                                                                                                           | 75 |

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

|        |                                                          |
|--------|----------------------------------------------------------|
| FMC    | Física Moderna e Contemporânea                           |
| EJA    | Educação de Jovens e Adultos                             |
| PIBID  | Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência |
| CEUNES | Centro Universitário Norte do Espírito Santo             |
| SEDU   | Secretaria de Estado da Educação                         |
| EEEFM  | Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio            |
| PSSC   | Physical Science Study Committe                          |
| PNLD   | Plano Nacional do Livro Didático                         |

## SUMÁRIO

|                                                                          |           |
|--------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                                  | <b>10</b> |
| <b>1 QUESTÕES TEÓRICAS E METODOLÓGICAS .....</b>                         | <b>14</b> |
| 1.1 A Física no Ensino Médio e a pedagogia tradicional .....             | 14        |
| 1.2 Vygotsky e o conceito científico.....                                | 17        |
| 1.3 Bakhtin e a análise dialógica do enunciado .....                     | 21        |
| 1.3.1 Um dispositivo para análise bakhtiniana .....                      | 24        |
| <b>2 COMO SE DESENVOLVEU A PESQUISA? .....</b>                           | <b>27</b> |
| 2.1 O contexto produção do texto didático.....                           | 28        |
| 2.1.1 Reconstruindo as ideias .....                                      | 30        |
| 2.2 Contextualizando a pesquisa realizada na escola .....                | 35        |
| <b>3 ANÁLISE DO ENUNCIADO DO TEXTO DIDÁTICO .....</b>                    | <b>38</b> |
| 3.1 Identificação do enunciado .....                                     | 38        |
| 3.2 Leitura preliminar do enunciado .....                                | 39        |
| 3.3 Análise do enunciado .....                                           | 41        |
| <b>4 ANÁLISE DE FRAGMENTOS DA AULA .....</b>                             | <b>48</b> |
| 4.1 Primeiro fragmento: o início da aula e as concepções dos alunos..... | 48        |
| 4.1.1 A concepção empírico-indutivista da Física.....                    | 49        |
| 4.1.2 Os enunciados da internet e o viés positivista .....               | 52        |
| 4.2 Segundo fragmento: relações entre o espontâneo e o científico .....  | 54        |
| 4.2.1 Está se movendo? Se mexendo ou se deslocando? .....                | 56        |
| <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                                         | <b>60</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                                 | <b>64</b> |
| <b>ANEXO .....</b>                                                       | <b>69</b> |

## INTRODUÇÃO

Esta pesquisa foi elaborada a partir de perguntas e réplicas que faço a mim mesmo enquanto professor de Física, em minha experiência profissional, a partir de minha compreensão de mundo e das condições concretas de minhas vivências. Assim, não há uma separação clara entre pesquisador e os outros sujeitos que fazem parte deste trabalho. Minha trajetória profissional e escolar está especialmente emaranhada na pesquisa que agora apresento<sup>1</sup>.

Desde o início da minha graduação em Licenciatura em Física, em 2015, tive a oportunidade de lecionar em diversos segmentos da educação na região norte do estado do Espírito Santo, e ainda antes de me graduar tive experiências de observações e de participações em atividades didáticas em sala de aula por meio do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência (PIBID) e das disciplinas de Estágio em docência.

Nas experiências do PIBID e nos Estágios em docência, a presença de um modelo de aula - aulas tradicionais, com métodos de ensino teórico-expositivos, passivos, memorístico e acríticos - foi o que mais chamou a minha atenção. Essas também eram características de aulas ministradas no Ensino Superior, sobretudo nas disciplinas de Matemática e Física, no período em que fui estudante, e tais características também estão presentes tanto em minha prática didática, quanto na prática de colegas de trabalho que estão na condição de professores de Física na Educação Básica.

Professores, em sua maioria, são conscientes de sua forma tradicional de ensino e, por falta de tempo para planejamento ou por se sentirem inseguros para mudar, demonstram insatisfação com sua prática pedagógica. Em conversas informais, alguns colegas, professores da Educação Básica, apontam outros fatores que colaboram para as aulas tradicionais: os livros didáticos, pois neles falta substância teórica e metodológica para abordagens fora do tradicional, os laboratórios, que, quando existem, são improvisados e não possuem técnicos responsáveis por sua manutenção, e a pressão que as provas institucionais exercem sobre sua prática. Muitas vezes, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) e as provas de vestibulares levam professores a encararem o ensino como uma forma de treinamento.

Os alunos também demonstram insatisfação com um modelo de aula há muito desgastado. Eles são submetidos a listas de exercícios e provas com forte apelo matemático e respondem a isso com desinteresse pela matéria - na maioria dos casos, as manifestações de

---

<sup>1</sup> Por se tratar, nesse momento, da história profissional do próprio autor, empregaremos a primeira pessoa.

interesse então relacionadas à possibilidade de receber pontos nas avaliações. Não são incomuns os casos em que os alunos são castigados para que se comportem de forma adequada. Além disso, é possível assistir a apresentações de conceito e resoluções de exercícios no conforto de casa, por meio de plataformas de aulas online ou de compartilhamento de vídeos. O Youtube, por exemplo, possui canais de cursos especializados em preparar alunos para obter boas notas no ENEM e em exames de vestibular, além de disponibilizar vídeo-aulas gratuitas.

As aulas tradicionais de Física parecem se submeter ao imperativo das provas, elas são percebidas como excelentes quando a intenção é a aprovação em uma avaliação. Meus alunos, quando se aproximam do fim do ensino médio, final do segundo e no terceiro ano, passam a me cobrar por aulas com mais resoluções de exercícios no quadro e por avaliações do tipo simulado, como uma espécie de treinamento para o ENEM e para os vestibulares. Em contraponto, alunos no início do ensino médio são mais receptivos a atividades que se diferenciam do tradicional e me cobram por aulas dinâmicas, com diferentes abordagens.

Esse contraste é visível quando comparo os temas que causam dúvidas ou interesse nos alunos, quando esses me abordam individualmente: alunos da última metade do ensino médio me abordam com dúvidas objetivas sobre interpretações de questões, cálculos em que o resultado “não bate” com o esperado, esclarecimentos sobre algumas fórmulas e comentários relacionados a vídeos do Youtube de resolução de exercícios do ENEM, enquanto os alunos da primeira metade do ensino médio trazem para as conversas temas variados, como questões relacionadas a astronomia, dúvidas sobre assuntos populares da física moderna e seus comentários sobre o Youtube estão normalmente relacionados a vídeos de divulgação científica.

Não é uma tarefa simples planejar e lecionar aulas que fogem do tradicional: em minha prática como professor de Física, encontro grande dificuldade, apesar de todo um corpo teórico que me auxilia a reconhecer as condições sociais de meus alunos e que instruem sobre metodologias e estratégias de ensino, tendo a reproduzir as práticas dos meus professores. O livro didático parece ser o primeiro grande desafio ao professor que pretende fugir de abordagens tradicionais em sala de aula. Normalmente, no momento da preparação do plano de curso, os professores recorrem à organização do livro didático para elencar os conteúdos a serem abordados, dessa forma, desde o início do planejamento, o professor já está pautado no livro didático.

Os livros didáticos disponíveis nas escolas não atendem de forma satisfatória os anseios em fugir do formato tradicional das aulas de Física. De uma forma geral, eles fornecem, ao aluno, uma narrativa da Física como uma ciência imparcial, que percebe os fenômenos a partir de uma perspectiva empírico-indutivista, dando destaque à “neutralidade” da observação

e da experimentação, o que dificulta com o rompimento de visões ingênuas da ciência, socialmente difundidas e aceitas, como a ideia de “descoberta científica”, vista apenas como um produto da ciência sem considerar o contexto em que os processos de descoberta estão inseridos. Há, ainda, a apresentação de uma história linear da Física, a percepção dessa como deslocada do mundo contemporâneo, presa em conceitos e interpretações de séculos passados, e a apresentação de exercícios de forte apelo matemático e com pouca evolução conceitual.

Em 2016, decidi me posicionar de forma mais ativa em relação às críticas sobre o ensino de Física e romper com o formato tradicional nas minhas aulas. Percebendo que muitas das minhas críticas à prática didática tradicional estavam atreladas às visões epistemológicas ultrapassadas tanto da ciência física quanto do ensino de Física, me interessei por integrar às minhas aulas perspectivas contemporâneas sobre a Física e, reconhecendo minhas limitações nesse campo, me propus a planejar minhas aulas em conjunto com um pesquisador em Física teórica. Nessa dinâmica, foram produzidos alguns textos didáticos que serviram de base para abordagens didáticas que fugiam do tradicional.

Em 2017, entrei no Programa de Mestrado em Ensino na Educação Básica do CEUNES e, devido às relações positivas que tive com os alunos das minhas turmas nas aulas planejadas a partir dos textos produzidos nos encontros com o pesquisador em Física, tomei como pergunta orientadora da minha pesquisa de mestrado: quais as potencialidades de um texto didático produzido a partir da dinâmica discursiva entre um professor e um pesquisador em Física quando inserido na dinâmica interativa da sala de aula?

A presente pesquisa está fundamentada nos princípios metodológicos da abordagem histórico-cultural de Lev Semenovitch Vygotsky (1896-1934)<sup>2</sup> e na filosofia da linguagem de Mikhail Mikhailovich Bakhtin (1895-1975),<sup>3</sup> e as investigações se concentram em torno de dois eixos: o primeiro diz respeito à compreensão do enunciado do texto e o segundo à produção de sentidos e às compreensões provocadas pelo texto quando inserido na dinâmica interativa da sala de aula.

No processo de elaboração da investigação do primeiro eixo - a compreensão do enunciado -, as discussões para planejamento de aulas entre mim e pesquisador em Física teórica contribuíram significativamente. Nessas reuniões, eram recorrentes dois temas: as visões deformadas em relação ao trabalho do cientista presentes na escola e, principalmente, no livro didático e os problemas relacionados à inserção da Física Moderna e Contemporânea na

---

<sup>2</sup> Lev Semyonovich Vygotsky, foi um psicólogo, proponente da Psicologia cultural-histórica.

<sup>3</sup> Mikhail Mikhailovich Bakhtin foi um filósofo da linguagem e pensador russo, teórico da cultura europeia e das artes.

Educação Básica. Portanto, a investigação desse eixo foi orientada no sentido de se compreender como o enunciado do texto se posiciona em relação a esses temas.

Nas investigações em torno do segundo eixo, nos atentamos à forma como a dinâmica interlocutiva da sala de aula produzia sentidos e compreensão em relação à ciência Física e aos conceitos científicos postos em circulação na aula.

É intencional que, nesta pesquisa, nos afastemos de discussões sobre o conteúdo e os conceitos da Física que devem ser ensinados, e que nos aproximemos de discussões ligadas à linguagem e às visões epistemológicas contemporâneas da ciência. Devido principalmente ao embasamento teórico que orienta este trabalho investigativo, os objetos de investigação são compreendidos como processos, sempre em uma forma inacabada.

O texto dessa pesquisa é organizado em quatro capítulos. No primeiro capítulo, apresenta-se, de forma panorâmica, uma problematização sobre a Física ensinada no ensino médio e os pressupostos teóricos e metodológicos de Vygotsky e Bakhtin, sem a pretensão de se esgotar esses temas. São abordados, ainda, o conceito científico de Vygotsky e a análise dialógica do enunciado baseada nos pressupostos teóricos de Bakhtin.

No segundo capítulo, é apresentada a metodologia da pesquisa, norteadas principalmente pelo dispositivo de análise bakhtiniana, que se divide em dois momentos de análise: no primeiro, há uma análise dialógica enunciativa do enunciado do texto didático estudado que norteou o planejamento da aula, e no segundo momento, a análise de dois momentos da aula. Nesse capítulo, apresenta-se também a contextualização da pesquisa, da aula e da produção do texto didático, essencial para uma análise bakhtiniana.

O terceiro capítulo é reservado para a análise dialógica enunciativa do texto didático. Nele, são apresentadas três etapas do dispositivo de análise bakhtiniana, a identificação do enunciado, a leitura preliminar do enunciado e a análise do enunciado. A etapa do contexto extraverbal é apresentada nas contextualizações do segundo capítulo.

No quarto capítulo são analisados dois momentos, selecionados no material documentado, a transcrição das gravações de áudio da aula considerando-se as formas de se compreender a ciência e o trabalho do físico e os processos de formação de sentido nas dinâmicas educativas propostas pela aula.

Finalmente, na Conclusão, apresenta-se considerações de caráter geral sobre as questões do estudo e suas relações com as análises.

## 1 QUESTÕES TEÓRICAS E METODOLÓGICAS

### 1.1 A Física no Ensino Médio e a pedagogia tradicional

Tanto documentos oficiais que orientam as práticas escolares, quanto pesquisas em educação contemporâneas concordam que um ensino de Física na Educação Básica que dá ao estudante a possibilidade de se apropriar da linguagem contemporânea da ciência tem o potencial de ser mais significativo, pois oferece ao formando a potencialidade de acesso a um conhecimento restrito aos níveis superiores de ensino, contribuindo para a popularização da ciência e para a formação cidadã (MOREIRA, 2006; BRASIL, 2002; SILVA, 2016). Porém, essa percepção, construída ao longo de décadas de pesquisa, encontra grande resistência para se inserir na sala de aula.

O ensino e a pesquisa em ensino de Física no Brasil, ao longo da história, foram abordados por diferentes pedagogias. No início do ensino de Física, identifica-se um modelo tradicional, com aulas expositivas, “presas” ao paradigma transmissão/assimilação dos conhecimentos, com avaliações por questionários, sendo a eficiência do ensino medida pela quantidade de conteúdos transmitidos. A partir de 1960, com a importação do Physical Science Study Committe (PSSC), passa-se a pregar o modelo de ensino por redescoberta, que, em linha gerais, baseia-se na apresentação de experimentos que supostamente incentivavam a descoberta de fenômenos. Porém, prevalecia o paradigma transmissão/assimilação e reforçava-se a concepção empirista/indutivista (PENA; FILHO, 2008).

Na década de 1970, surge o movimento denominado *concepções alternativas*, apoiado por concepções construtivistas do ensino-aprendizagem. Incentivados por interpretações metodológicas para o construtivismo, principalmente pela teoria de Piaget, pesquisadores conceberam um modelo segundo o qual o aluno constrói o seu conhecimento a partir da interação com o objeto de conhecimento, de forma geral, nessa perspectiva o conhecimento é construído a partir da interação sujeito-objeto (LANGHI, 2011; NARDI; GATTI, 2004). O termo *concepções alternativas* funda-se tanto na ideia de que os estudantes têm ideias alternativas e pessoais, influenciadas pelo contexto em que vivem, quanto na ideia de que, em sala de aula, é necessário resgatar esses conceitos para se discutir o novo.

A partir da década de 1980, inicia-se o movimento de mudança conceitual onde as pesquisas se direcionam para o conflito cognitivo - a premissa é a de que, através da insatisfação diante de situações de conflito criadas pelo professor, os alunos buscariam uma mudança conceitual, substituindo conceitos espontâneos por científicos, ou seja, supondo-se que uma

concepção alternativa se encontra em conflito com uma concepção científica, é preciso diminuir a influência da primeira e, simultaneamente, aumentar a influência da segunda (MORTIMER, 2016; VILLANI; CABRAL, 2016; EL-HANI; BIZZO, 2002).

Porém, mais tarde, no fim do século XX e no início do XXI, o resgate de algumas literaturas e de diversas pesquisas apontam para problemas nessa perspectiva de mudança conceitual e passam a reforçar a ideia de que não é adequado descrever o processo de ensino como uma substituição das ideias prévias dos alunos por ideias científicas (MORTIMER, 2016). Vygotsky (1994) compreende que os processos mentais superiores, como pensamento verbal, memória lógica e atenção seletiva, são gerados por atividades mediadas socialmente através da língua. Em suas investigações sobre o desenvolvimento humano, onde a linguagem tem papel central, ele diferencia os conhecimentos alternativos, ou conhecimentos espontâneos, dos conhecimentos científicos pela gênese, porém, ambos coexistem e auxiliam o desenvolvimento do conceito na estrutura psicológica do indivíduo.

Apesar dos novos horizontes educacionais apresentados pelo construtivismo, pouca mudança se efetivou, continuando o ensino de Ciências baseado na transmissão/recepção.

Assim, todas as propostas de alteração do modelo de ensino desenvolvido desde o século XIX, não passam de indicativos, de investigações, pouco contribuindo para a qualificação do ensino deste componente curricular. Os documentos oficiais foram igualmente recheados pelas novas propostas pedagógicas, mas de efetivo nada pode ser observado. Situação presente até os dias atuais, no qual se buscam novas perspectivas, diferentes das anteriores, mas que tenham em mente o que já se pesquisou e de que forma estas concepções estiveram associadas ao ensino de Ciências, conforme será resgatado e detalhado na sequência (ROSA; ROSA, 2012, p. 13).

Considerando-se a discussão sobre a Física na Educação Básica do ponto de vista da linguagem, podemos dizer que a linguagem falada no Ensino Médio, seu vocabulário, a estrutura das frases e as definições dos diversos conceitos estão arraigados na Física do final do século XIX (TERRAZZAN, 1992; 1994). Entretanto, a linguagem com que a ciência é escrita atualmente, assim como a linguagem técnico-industrial, evoluíram e se diferenciaram da forma como se falava no passado. Conceitos antigos de Física foram revisitados sob a luz de novas descobertas científicas, novos formalismos que facilitam a visualização de importantes insights foram desenvolvidos e introduzidos, a instrumentação se modernizou e os detalhes desse processo de descobertas estão amplamente documentados e explicados. As explicações e as documentações estão disponíveis na Internet.

O currículo de Física do Ensino Médio é composto de diversos tópicos de estudo

que vão do século XVII ao início do século XX (NETO *et al.*, 1990; BRAGA; GUERRA; REIS, 2008). De forma efetiva, os conteúdos curriculares não vão além da Mecânica Clássica e são abordados de maneira tradicional, centrada no professor. O processo histórico de formação e de desenvolvimento dos currículos, em geral, é bastante lento. As tradições tendem a ser mantidas e os professores tendem a reproduzir o mesmo processo de aprendizado por que passaram (MORTIMER, 2007; CARVALHO; VANNUCCHI, 2016).

Dessa forma, o Ensino de Física na Educação Básica oferece poucas oportunidades, para o estudante, de acesso ao que é dito pela ciência em seu tempo. Concepções antigas sobre fenômenos, falta de familiaridade com símbolos e falta de vocabulário dificultam ou impossibilitam a leitura de publicações do gênero científico (OSTERMANN; MOREIRA, 2000). As relações de ensino e aprendizagem são prejudicadas quando há um distanciamento entre o conhecimento construído nas escolas e o conhecimento científico, produzidas pelas pesquisas acadêmicas. É difícil para o estudante compreender a Física como um empreendimento humano próximo de sua realidade e para o professor se manter motivado quando os conhecimentos construídos em sala de aula não atendem às necessidades de compreensão de assuntos contemporâneos. Tópicos referentes a Física Moderna, Relatividade, Partículas Elementares, Teoria Quântica, Astrofísica são os que mais influenciam na escolha da Física como carreira, apesar de se distanciarem do currículo de Física na Educação Básica (STANNARD, 1990; OSTERMANN; MOREIRA, 2000).

No âmbito das aulas de física, é possível observar uma preocupação excessiva referente à forma como ensinar certos assuntos e conceitos, e uma baixa preocupação com outros aspectos como porque ensinar? para quem ensinar? Há um apelo à técnica em detrimento de questões filosóficas (PINTO; ZANETIC, 1999; BATISTA, 2004). Vigora uma prática didática voltada para os testes, onde o professor tem o dever de preparar os alunos para reproduzirem respostas corretas em exames locais, nacionais e internacionais. Nesse sentido, as melhores escolas são aquelas que aprovam mais alunos em exames, que reforça uma visão comportamentalista, mercadológica e massificadora da educação - “[o] ensino para a testagem não é ensino, é só treinamento para respostas de curto prazo” (MOREIRA, 2018, p.75).

Os livros didáticos não acompanham a dinâmica das relações entre os cientistas e trazem para o ambiente de sala de aula assuntos descontextualizados da ciência contemporânea. Há, ainda, críticas à formação acadêmica dos autores que, em sua maioria, estão à margem das pesquisas tanto no nicho dos pesquisadores em Física quanto do nicho dos pesquisadores em Ensino de Física, resultando em materiais didáticos que oferecem uma discussão empobrecida sobre a Física Moderna, trazendo visões epistemológicas compreendidas como ultrapassadas

pela comunidade científica (LIMA; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2017).

Formar um estudante do Ensino Médio capaz de compreender, de se informar e de opinar sobre as questões contemporâneas da ciência é mais importante do que formar um aluno com habilidades computacionais de resolver problemas elaborados de uma Física que só existe nos livros didáticos (RICARDO; FREIRE, 2007). Porém, essa perspectiva de ensino não encontra reflexos significativos nas salas de aula de Física no Ensino Médio. Nesse sentido, este estudo busca refletir sobre os problemas do ensino de Física a partir de uma abordagem centrada na linguagem.

## 1.2 Vygotsky e o conceito científico

Desde a década de 1970, a principal referência na área de Psicologia de Educação no Brasil foi Jean William Fritz Piaget<sup>4</sup>, que também possui forte influência sobre as concepções de pesquisas em Ensino de Física, principalmente nos movimentos de alteração do modelo de ensino da década de 1970 denominados de “concepções alternativas” (BASTOS *et al.* 2004). Segundo o movimento das concepções alternativas, concepções conflitantes não podem ser simultaneamente plausíveis para uma pessoa. Assim, as ideias prévias dos estudantes devem ser abandonadas ou submetidas no processo de ensino (MORTIMER, 2016).

É importante ressaltar que, apesar de propostas de alteração do modelo de ensino serem desenvolvidas desde o século XIX – por meio de pedagogias como a aprendizagem por transmissão, a aprendizagem por descoberta, o movimento das concepções alternativas e a aprendizagem por mudança conceitual –, em sala de aula pouca coisa se efetivou, continuando até hoje o ensino de Física baseado na transmissão/recepção, concepção de ensino que existe desde as primeiras turmas de Física no Brasil (ROSA; ROSA, 2012).

Vygotsky, que também exerceu certa influência no movimento das concepções alternativas, considera o diálogo com o professor, a escola e a valorização da intervenção pedagógica, características não observadas no trabalho de Piaget. Sendo assim, o educador e a escola são elementos bastante valorizados, pois são ativos e essenciais na definição dos rumos do desenvolvimento psicológico do sujeito. A abordagem de Vygotsky está centrada na linguagem e se contrapõe a uma abordagem conteudista do ensino. Para o autor, a linguagem, além de ter a função de comunicação, é constituinte da formação do homem. O homem produz linguagem e é produzido pela e na linguagem (VYGOTSKY, 1994), sua teoria se contrapõe à

---

<sup>4</sup> Jean William Fritz Piaget foi um biólogo, psicólogo e epistemólogo suíço, considerado um dos mais importantes pensadores do século XX.

ideia de que a substituição do conceito de “espontâneo” pelo “científico” é parte da aprendizagem.

Um ponto inicial para discutir os conceitos de Vygotsky e sua teoria do desenvolvimento humano são os conceitos chamados de “planos genéticos de desenvolvimento”. São quatro os planos de desenvolvimento humano e, juntos, esses planos caracterizam o desenvolvimento psicológico do ser humano (OLIVEIRA, 1999; OLIVEIRA; REGO, 2010). A filogênese diz respeito à história da espécie humana, a ontogênese trata da história do indivíduo da espécie humana, a sociogênese trata da história cultural em que o sujeito está inserido e a microgênese que trata de aspectos mais específicos do desenvolvimento, essa especificidade é importante para a compreensão da formação de conceitos, portanto, a microgênese é um conceito central em pesquisa de Ensino na perspectiva Histórico Cultural (VYGOTSKY, 1994; VYGOTSKY; LURIA, 1996; ROSA; ROSA, 2012; PENUEL; WERTSCH, 1995).

Na microgênese, observa-se a história dos fenômenos psicológicos, por exemplo: em um determinado momento, um adolescente não sabe operar com o conceito “sistema físico” e, após algum tempo, ele passa a operar com esse conceito. Existe, nesse processo, duas condições: uma seria “não operar com o conceito”, e a outra “passa a operar com o conceito”. Entre essas duas condições aconteceu a história da aprendizagem do conceito. A história da aprendizagem desse conceito seria a microgênese do conceito “sistema físico” para o sujeito em questão (OLIVEIRA, 1999; MOURA *et al.*, 2016; WERTSCH; SOHMER, 1995).

Em contextos metodológicos de pesquisas com perspectiva histórico-cultural, esse conceito assume a forma se “análise microgenética”, percebida como uma construção dos dados com atenção em detalhes de um recorte de episódios de interação. Essa metodologia envolve o acompanhamento minucioso da formação de um processo, é necessário detalhar as ações dos sujeitos, suas relações interpessoais e as condições sociais da situação. O resultado é um relato minucioso dos acontecimentos (GÓES, 2000). Além dos planos genéticos e principalmente da microgênese, que esclarece tanto questões teóricas quanto metodológicas da perspectiva histórico-cultural, outro conceito importante é a mediação.

A ideia de mediação é fundamental na teoria de Vygotsky, representa algo interposto entre uma coisa e outra. Vygotsky observa dois tipos de mediação entre o homem e o mundo: a mediação por instrumentos e a mediação simbólica. Vygotsky faz uma leitura materialista-histórica dialética da psicologia humana, devido possivelmente à forte influência

de Karl Marx<sup>5</sup> e Friedrich Engels<sup>6</sup> na União Soviética pós-revolucionária, “Vygotsky via no materialismo histórico e dialético de Max e Engels uma fonte importante para suas próprias elaborações teóricas” (OLIVEIRA, 1993, p. 21). Em sua teoria, o conceito de mediação simbólica é similar ao conceito de mediação por instrumentos.

O instrumento está relacionado com o trabalho, é a mediação entre o trabalhador e o objeto de seu trabalho, um conceito fundamental para uma teoria que tem como postulado básico: o modo de produção da vida material condiciona a vida social, política e espiritual do homem. Portanto, o instrumento faz a mediação entre o homem e o mundo, alterando as condições de vida externamente ao homem, a sua produção na vida material (MARTINS; MOSER, 2012; OLIVEIRA, 1993).

Análogo aos instrumentos, os signos são formas posteriores de mediação, instrumentos psicológicos. Os signos aparecem como marcas externas que dão suporte concreto à ação do homem no mundo, o uso de marcas em um quadro para lembrar a pontuação de cada participante num jogo de bilhar é um exemplo do uso de signos para auxiliar o sistema psicológico. Porém, na história da espécie humana, a utilização de marcas externas vai se transformando em processos internos de mediação, o chamado processo de internalização. Assim, são desenvolvidos sistemas simbólicos que organizam os signos em estruturas complexas e articuladas (OLIVEIRA, 1993).

A partir do processo de internalização, há um plano psicológico totalmente internalizado, os signos são postos para dentro de nosso sistema psicológico e funcionam como mediadores semióticos, possibilitando a representação mental, uma característica tipicamente humana. Existe, na psicologia humana, a possibilidade de se transitar em um mundo apenas simbólico, assim, o homem pode transitar em dimensões do simbólico, no tempo, pensando em coisas que já aconteceram, em coisas que podem acontecer e em coisas que estão em outros lugares. Assim, grande parte da ação do homem no mundo é mediada pela experiência dos outros, não precisamos viver tudo “de primeira mão”, isso é essencial para os processos de desenvolvimento histórico (FINO, 2001; OLIVEIRA, 1993).

Signos são construídos socialmente, o processo de internalização acontece pois o sujeito está inserido em uma cultura que fornece material para ele desenvolver esse campo do simbólico e o principal lugar cultural em que isso acontece é na linguagem. A linguagem é o principal instrumento de representação simbólica, ela está presente em todos os grupos

---

<sup>5</sup> Karl Marx foi um filósofo, sociólogo, jornalista e revolucionário socialista. Nascido na Prússia, ele mais tarde se tornou apátrida e passou grande parte de sua vida em Londres, no Reino Unido.

<sup>6</sup> Friedrich Engels foi um teórico revolucionário alemão que, junto com Karl Marx, fundou o chamado socialismo científico ou marxismo

humanos. Vygotsky aponta para duas funções básicas da linguagem: a comunicação e o pensamento generalizante (CAVALCANTI, 2005; OLIVEIRA, 1993).

Vygotsky observa que, baseado em seus estudos e de outros pesquisadores do comportamento de símios, animais possuem essa primeira função da linguagem, as espécies se comunicam por linguagem gestual e sonora e o mesmo acontece com os humanos. A linguagem nasce no humano com a função comunicativa, indícios disso podem ser encontrados nos estudos em crianças com poucos dias de vida (VYGOTSKY; LURIA, 1996; VYGOTSKY, 1994, 1991). O pensamento atrelado a funções concretas, chamado de inteligência prática, está relacionado à capacidade de resolver problemas no plano concreto, e também é observado tanto nas espécies animais quanto na criança humana. As funções psicológicas que caracterizam o indivíduo humano e diferencia nossa espécie das outras espécies animais nasce justamente quando pensamento e linguagem se unem.

O pensamento generalizante é a função da linguagem que surge a partir do atrelamento entre o pensamento e a linguagem, essa função possibilita ao homem a capacidade de abstrair, classificar e generalizar fazendo o uso da palavra, através da língua. A expressão da junção entre o pensamento e a linguagem é o significado da palavra, ele é chamado de generalização ou conceito.

Vygotsky (2008) distingue dois tipos de conceitos: o conceito espontâneo, que geralmente tem sua origem numa situação de confronto com uma situação concreta, e o conceito científico, que logo de início implica uma atitude mediada em relação ao objeto. A consciência sobre os conceitos espontâneos, a capacidade de defini-los por meio de palavras para operar com eles conforme sua vontade, aparecem muito depois dos conceitos espontâneos serem adquiridos, portanto, normalmente, a criança possui o conceito em desenvolvimento, mas não tem consciência do seu ato de pensamento. Em contrapartida, o desenvolvimento do conceito científico começa pela sua definição verbal, ou seja, desde o início é utilizado em operações não espontâneas, o funcionamento do conceito científico se inicia em um nível que os conceitos espontâneos só vão alcançar tardiamente.

É importante salientar que a distinção feita recai sobre o processo de desenvolvimento dos dois conceitos, porém, eles não são processos separados do desenvolvimento dos conceitos e interferem um no outro. Os conceitos espontâneos abrem caminho para os conceitos científicos em seu desenvolvimento descendente, criando estruturas necessárias para a evolução de aspectos primitivos e elementares do conceito e os conceitos científicos fornecem estruturas para o desenvolvimento ascendente dos conceitos espontâneos da criança rumo à consciência e à utilização deliberada.

Quando a criança aprende uma operação aritmética ou um conceito científico, o desenvolvimento dessa operação ou do conceito está apenas no início. O nosso estudo mostra que a curva de desenvolvimento não coincide com a curva do ensino escolar; o ensino precede de muito o desenvolvimento (VYGOTSKY *et al.*, 2008, p.102).

Portanto, para Vygotsky (1991), o ensino direto dos conceitos é infrutífero e impossível, a simples transmissão de conceitos não funciona no sentido de aprendizagem, não é possível generalizar os conceitos científicos logo após a primeira vez que se escuta a palavra. Existe um processo para aprendizagem do Conceito Científico que envolve o uso deliberado e planejado da linguagem com o objetivo da aprendizagem.

### **1.3 Bakhtin e a análise dialógica do enunciado**

Partindo dos pressupostos teóricos do pensador russo Mikhail Bakhtin (1895-1975), temos uma metodologia de análise de textos chamada análise bakhtiniana. Esse tipo de análise é baseada na concepção de linguagem construída por Bakhtin e seu círculo.

Bakhtin (2006) argumenta que a língua vive e evolui historicamente nas interações verbais da sociedade, contrapondo duas das principais linhas de pensamento de sua época: o “objetivismo abstrato”, que pressupõe que a fala é uma simples materialização do sistema abstrato da língua e o “subjativismo individualista”, que considera a linguagem como uma forma de expressão completamente livre e individual. Na filosofia bakhtiniana, a linguagem está além de um processo que possibilita a comunicação, ela é a mediação entre o homem e a realidade, portanto, é central na constituição histórico-cultural do homem. A construção de o que é humano se dá por meio da linguagem (BAKHTIN; VOLOCHINOV, 2006; BAKHTIN 2003).

Os signos são criados no curso das relações sociais e possuem significado em uma realidade material e concreta, porém, são mediadores entre a realidade e o homem e, no signo, há um conteúdo e um sentido ideológico. Segundo Bakhtin e seu círculo, “[a] palavra é o signo ideológico por excelência” (BAKHTIN; VOLOCHINOV, 2006, p.17), ela não é, de forma alguma, fruto da livre expressão de um pensamento individual e isolado, ao contrário do que se pensava no “subjativismo individualista”, a escolha da palavra sempre acontece em função do interlocutor, seja imediato ou um auditório mais abrangente. Para Bakhtin (2006), o signo é o espaço onde acontecem as lutas de classes devido a sua natureza ideológica e valorativa, indo de encontro ao “objetivismo abstrato”, em que o signo linguístico é neutro.

Porém, Bakhtin (2003, 2006) considera que o enunciado é a unidade da comunicação verbal, assim, em uma análise de enunciado não se deve levar em conta apenas a palavra em si, mas o autor, os interlocutores e o contexto social, histórico e cultural em que estão inseridos. Bakhtin traz uma nova percepção sobre o que é um texto. O texto se torna enunciado quando tem um projeto, uma intenção por parte do autor, ou seja, é a partir das condições concretas que as relações da vida acontecem (BAKHTIN, 2003). Temos, então, uma diferença fundamental entre uma análise dos enunciados e uma análise textual.

Bakhtin (2003, 2006, 1976) insiste que a análise do enunciado deve ser feita nas condições concretas em que ele se realiza, o enunciado concreto é fruto da interação social entre os participantes da enunciação (VOLOSHINOV; BAKHTIN, 1976). É da interação com o outro que nascem os nossos modos de pensar, agir e dizer. O outro pode estar imediatamente presente, ou pode se encontrar nas práticas sociais que herdamos daqueles que nos precedem. É na relação de diálogo com o outro que o homem constrói a imagem de si mesmo, essas são as condições concretas em que o enunciado acontece, tanto em instâncias imediatas, no ponto de vista da interlocução, quanto do ponto de vista da escala de tempo e do contexto.

O diálogo, para Bakhtin (2006), é uma relação de sentidos que se estabelece entre enunciados, aquilo que é dito em resposta a outros enunciados, a linguagem vive apenas na orientação dialógica, ela está impregnada de relações dialógicas. O dialogismo é uma concepção fundamental da teoria de Bakhtin, segundo ele, todo indivíduo, ao compreender o significado de um texto, faz um juízo de valor, ou seja, o indivíduo adota uma atitude responsiva ativa, que é expressa num ato real de resposta, seja qual for essa resposta, o silêncio por exemplo. Assim, todos os enunciados no processo de comunicação são dialógicos, pois, para constituir uma fala compreensível, o enunciador deve levar em conta a fala do outro. Devido a essa característica dialógica dos processos de comunicação, todo enunciado é ocupado e passado pelo enunciado do outro. Podemos, de forma geral, definir dialogismo como “as relações de sentido que se estabelecem entre dois enunciados” (FIORIN, 2006, p.19).

Portanto, podemos considerar os enunciados unidades da linguagem sem neutralidade, pois são, por natureza, ideológicos e valorativos. A análise de enunciado tem como resultado outro enunciado, que, assim como o analisado, será ideológico, valorativo, articulado em uma rede de enunciados e ligado a suas condições concretas de enunciação.

Em contraste ao enunciado, as unidades da língua, sons, palavras e orações, são naturalmente repetidas em diferentes contextos, elas são completas, mas o seu acabamento não possibilita uma resposta. As unidades da língua, ao contrário dos enunciados, não possuem um autor e, portanto, não permitem a resposta de outro. Fiorin (2006), ao comparar o enunciado a

uma oração, diferencia um do outro justamente pela alternância de falantes.

O que diferencia é que o enunciado é a réplica de um diálogo, pois cada vez que se produz um enunciado o que se está fazendo é participar de um diálogo com outros discursos. O que delimita, pois, sua dimensão é a alternância dos falantes. Um enunciado está acabado quando permite uma resposta do outro. Portanto, o que é constitutivo do enunciado é que ele não existe fora das relações dialógicas (FIORIN, 2006, p.21).

Bakhtin (1976) argumenta que, por mais que se dê valor à parte verbal de um enunciado, às unidades da língua que o compõem, não é possível ter pleno entendimento de seu significado sem levar em consideração seu contexto extraverbal. Para o autor, o enunciado pode ser compreendido em duas partes: uma parte realizada em palavras e outra parte presumida. A parte presumida depende da avaliação comum dos participantes do enunciado, ou seja, ela se sustenta em fatores constantes e estáveis da vida e em avaliações sociais fundamentais e pode ser dividida em três fatores: o horizonte comum dos interlocutores, o conhecimento e a compreensão comum da situação por parte dos interlocutores e a avaliação comum dessa situação (VOLOSHINOV; BAKHTIN, 1976).

As unidades da língua materializam a dimensão valorativa do enunciado, um posicionamento do autor em relação a seu objeto de fala. Dessa forma, o leitor sempre está em contato com uma imagem que se cria do autor e, para Bakhtin (1976), essa imagem não coincide com o autor propriamente dito. Assim, há uma distinção entre “autor criador”, aquele que diz “eu” no texto, e “autor pessoa”, a pessoa de carne e osso, que escreve. Sob a ótica do receptor, podemos, por motivos análogos, considerar a alteridade, a imagem que o autor faz do destinatário.

Partindo desses pressupostos, este trabalho se caracteriza, de forma geral, por uma visão das ciências humanas sobre as ciências naturais, ou, mais especificamente, sobre a Física. Bakhtin (2003) faz distinções entre o objeto das duas ciências - apesar do conhecimento de ambas ser mediado por signos, o que evidencia o papel central que a subjetividade tem na epistemologia bakhtiniana: ele propõe que as ciências naturais se interessam sobretudo pelas coisas, pelos objetos, o que faz com que elas se caracterizem pela existência de uma consciência; as ciências humanas se interessam pelo homem, um “objeto” que é, ao mesmo tempo, falado e falante, o que faz com que as ciências humanas se caracterizem pela existência de duas consciências.

### 1.3.1 Um dispositivo para análise bakhtiniana

A partir da observação de uma crescente apropriação de abordagens teóricas e metodológicas de análise de discurso pela área de ensino de ciência, Veneu, Ferraz e Rezende (2015) fazem uma contribuição metodológica nessa linha de pesquisa apresentando um dispositivo analítico com base na teoria de bakhtiniana. A elaboração do dispositivo está ancorada na concepção de que os fenômenos linguísticos devem ser analisados a partir das condições concretas em que se realizam e que a unidade da comunicação verbal é o enunciado. É importante observar que o dispositivo não constitui um conjunto de regras que devem ser seguidas de forma mecânica em busca do resultado neutro, esse tipo de análise vai totalmente na direção contrária às ideias de Bakhtin e seu círculo.

Uma vez identificados os conceitos norteadores e o enunciado como unidade de análise, para a construção do dispositivo, Veneu, Ferraz e Rezende (2015) propõem uma investigação aos textos de Bakhtin para estabelecer como deveria ser um conjunto de procedimentos de análise bakhtiniana. Assim, os autores sugerem a articulação entre procedimentos de análise destacadas no texto “Marxismo e filosofia da linguagem” (BAKHTIN; VOLOCHINOV, 2006 ), as propostas de um exemplo de análise praticado em “Discurso na vida” (VOLOSHINOV; BAKHTIN, 1976), discurso na arte, as interações entre os participantes do enunciado e as relações entre o enunciado e o contexto extraverbal, a partir dessa articulação o dispositivo foi organizado nas seguintes etapas:

1) Identificação do enunciado: o enunciado é identificado pela alternância entre os sujeitos falantes, assim, no momento em que o sujeito toma para si a fala, inicia-se o enunciado, que finaliza-se no momento em que o sujeito termina o que gostaria de dizer;

2) Leitura preliminar do enunciado: estabelece-se um primeiro contato com o enunciado, identificando-se elementos linguísticos e articulando-se o material, as questões da pesquisa e os conceitos bakhtinianos;

3) Descrição do contexto extraverbal: com base no que foi construído nas duas etapas anteriores, aqui, realiza-se uma investigação sobre o contexto extraverbal para identificar-se os elementos que mais contribuem para a análise. Os elementos descritos e articulados devem estabelecer em relação os interlocutores, o horizonte espacial comum, o conhecimento e compreensão da situação, a avaliação comum da situação e o momento social e histórico que acontece.

4) Análise do enunciado: essa etapa é uma articulação entre as questões da pesquisa, os conceitos bakhtinianos, os elementos linguísticos e a descrição do contexto extraverbal

presente na etapa anterior;

A primeira e segunda etapa possuem seus limites bem definidos no processo de análise, porém, a terceira etapa pode ser redefinida a qualquer momento no processo de compreensão do enunciado. Há na análise um processo de diálogo entre o contexto extraverbal e a compreensão do enunciado que permite articulação entre os elementos linguísticos, o contexto extraverbal e os conceitos bakhtinianos, o que confere uma característica não linear à análise. O diagrama da Figura 1 pode ampliar a compreensão do processo de análise do enunciado proposto pelo dispositivo.

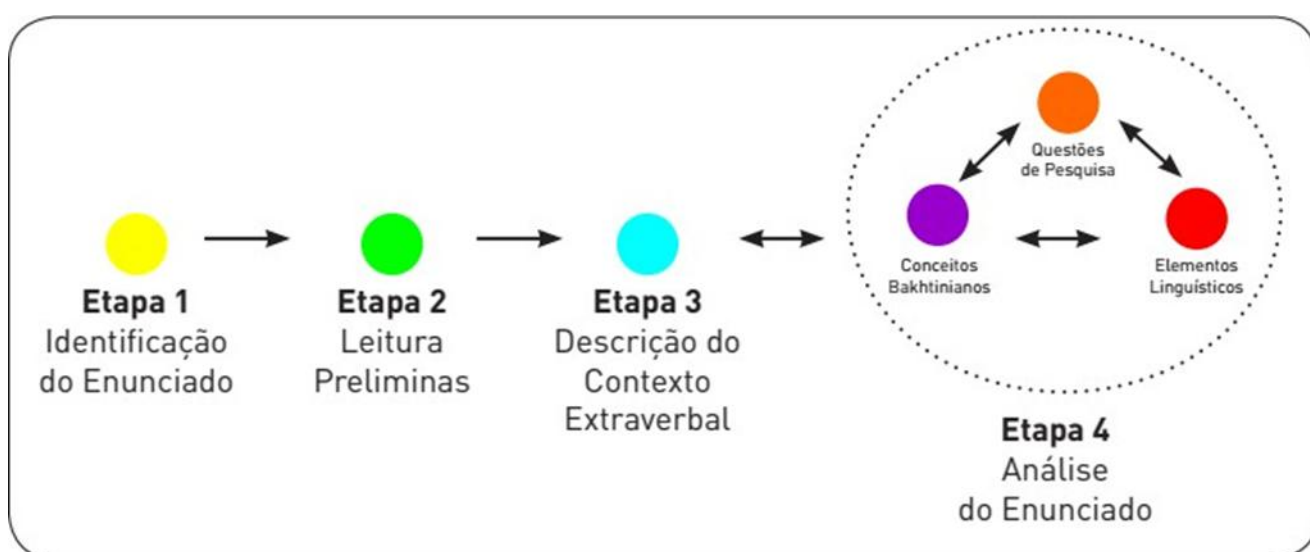


Figura 1. Etapas do dispositivo analítico.

Fonte: Veneu, Ferraz e Rezende (2015)

Lima, Ostermann e Cavalcante (2017) usam o dispositivo apresentado em seu trabalho de análise bakhtiniana de enunciados sobre a Física Quântica em livros didáticos aprovados no Plano Nacional do Livro Didático do Ensino Médio em 2015 (PNLDEM 2015) e na quarta etapa, na análise do enunciado, apresentam um método para a análise. Trata-se de um roteiro de perguntas que conduzem gradualmente ao entendimento do texto - ao todo são 7 perguntas.

No caso dessa pesquisa, elaboramos um roteiro de análise que consiste nas seguintes perguntas sequenciais, que conduzem gradualmente ao entendimento do texto e às respostas das questões de pesquisa. 1) Com qual gênero do discurso estamos lidando? 2) A partir da definição do gênero do discurso e do conhecimento do contexto extraverbal, podemos inferir qual é o auditório do enunciado, isto é, para quais supostos interlocutores o autor fala? 3) Qual o tema do enunciado? 4) A partir do conhecimento extraverbal, podemos inferir a quais outros enunciados o texto responde? Com que visões ele dialoga, problematiza, se contrapõe? 5) Como que a estrutura

composicional do enunciado se articula com as características do gênero do discurso? Essa articulação, de alguma forma, implica a sustentação de uma visão de ciência implícita? 6) A escolha lexical ao longo do texto evidencia, de forma explícita, a veiculação de uma visão epistemológica? Essa visão explícita está de acordo com o que foi inferido a partir da análise estrutura composicional? 7) A formação dos autores influencia na visão de ciência veiculada nos enunciados? (LIMA; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2017, 443).

Desse método, emergem questões relacionadas à perspectiva epistemológica do texto, apontada como uma questão importante para inserção da Física Moderna e Contemporânea (FMC) na Educação Básica, além disso, é possível perceber questões relacionadas à metodologia de inserção e à linguagem usada pelo autor.

Esse dispositivo, o dispositivo de análise bakhtiniana, norteia as análises feitas no presente trabalho. São análises de enunciados que se dividem em dois eixos, o primeiro, centrado no texto didático, e o segundo, nas interações sociais em uma aula. O método de pesquisa dos dois eixos, assim como a contextualização da pesquisa, essencial para uma análise bakhtiniana, são apresentados no próximo capítulo.

## 2 COMO SE DESENVOLVEU A PESQUISA?

Num primeiro momento, o olhar da pesquisa é voltado para a compreensão do texto através de uma análise enunciativa discursiva. O texto didático analisado (Anexo A - Sistemas Físicos) foi produzido a partir de diálogos que tive na posição de professor de Física e pesquisador em ensino com um pesquisador em Física Teórica. A análise é norteada pelo dispositivo de análise bakhtiniana (VENEU; FERRAZ; REZENDE, 2015), que pressupõe uma ordem de etapas para a análise, contudo, tal ordem é modificada nesta dissertação, pois a terceira etapa, a descrição do contexto extraverbal, é apresentada nas seções de contextualização deste capítulo e as etapas 1, 2 e 4 são apresentadas no capítulo de análise, o capítulo 3. Essa modificação tem a intenção de tornar a leitura deste texto mais clara e fluida.

A quarta etapa, análise do enunciado, é guiada por uma adaptação do roteiro de perguntas utilizado por Lima, Ostermann e Cavalcanti (2017) em sua análise de livros didáticos. As perguntas originais foram modificadas para atenderem às necessidades desta pesquisa, e para que pudéssemos compreender como o enunciado do texto se posiciona em relação aos temas “visões deformadas em relação ao trabalho do cientista presentes na escola e principalmente no livro didático” e “problemas relacionados à inserção da Física Moderna e Contemporânea na Educação Básica”:

1) Com qual gênero do discurso estamos lidando? Com quais interlocutores o autor fala? Qual o tema do enunciado?

2) Quais enunciados o texto responde e com quais visões ele dialoga, problematiza e se contrapõe?

3) A escolha lexical ao longo do texto evidencia de forma explícita a veiculação de uma visão epistemológica?

Num segundo momento, com o interesse de compreendermos como o enunciado desse texto dialoga com enunciados de professores e alunos na dinâmica escolar, selecionamos como *lócus* da pesquisa uma aula ministrada em uma turma de EJA de uma escola de Educação Básica do estado do Espírito Santo, na cidade de São Mateus, e as dinâmicas interlocutivas produzidas em uma aula como o objeto da pesquisa.

Nas próximas seções, são apresentadas informações e discussões acerca do contexto de produção do texto didático e do contexto de produção das interlocuções na sala de aula.

## 2.1 O contexto produção do texto didático

No ano de 2016, propus a participação, no planejamento das minhas aulas, de um pesquisador em Física teórica. Durante esse ano, fizemos reuniões quizenais<sup>7</sup> e, a partir dessa dinâmica, foram produzidos textos didáticos que serviram de base para abordagens didáticas que fugiam do tradicional nas minhas aulas. O principal interesse dessas reuniões era produzir, através do diálogo, subsídios, essencialmente textos, que pudessem ser usados em minhas aulas de Física e trouxessem elementos de um ponto de vista contemporâneo sobre os conceitos da Física. Dessa forma, a colaboração do físico teórico foi essencial para a construção dos textos no sentido de que trouxe aprofundamento teórico, resultado de seus estudos e pesquisas no mestrado e no doutorado e de seu contato com textos contemporâneos da área, e elevou a percepção dos conceitos da Física para além dos abordado pelas bibliografias básicas do curso de licenciatura em Física e dos livros didáticos da Educação Básica.

As discussões eram pautadas por questões práticas do cotidiano escolar que surgiam em debates com alunos em sala de aula e embasadas por textos acadêmicos e livros didáticos: eu levava para o encontro questões sobre o ensino de Física observadas por mim em minhas aulas e, a partir daí, discutíamos sobre como eram percebidos os conceitos físicos abordados, como os livros didáticos abordavam esses conceitos, as percepções contemporâneas sobre os mesmos conceitos e os desafios apontados pelas pesquisas em ensino de Física.

Para exemplificar, na nossa primeira reunião, apresentei a meu colega como vinha sendo minha abordagem pedagógica em relação ao ensino de Física no primeiro ano do Ensino Médio. Na direção contrária dos livros mais tradicionais, como “Tópicos de Física” (DOCA; BISCOLO; BOAS, 2016), ao invés de iniciar minha abordagem pela Cinemática, segui uma abordagem norteadas pelos livros “Física Básica” (ALONSO; FINN; GUIMARÃES, 1972) e “Leituras de Física” (GRUPO, 1999), que se iniciam pela Dinâmica, especificamente pelo conceito de “quantidade de movimento”. O ponto principal de nossas discussões girou em torno da dificuldade que alunos tinham em conceber qual era o trabalho do físico em relação à obtenção das fórmulas que lhes eram apresentadas nas aulas.

No momento da primeira reunião, eu estava num ponto da minha sequência didática em que apresentava aos alunos alguns tipos específicos de movimento e suas funções horárias, como a função horária do movimento retilíneo uniforme. Tratava-se de uma abordagem da Cinemática a partir da Dinâmica, pois, após toda uma discussão com os alunos sobre o

---

<sup>7</sup> Essa reuniões constituíram encontros entre mim, professor de Física na Educação Básica e pesquisador em ensino na Educação Básica, e o doutorando em Física teórica, Mariniel Souza Galvão Junior.

movimento, abordei tipos específicos de movimento. Porém, quando debatiam sobre os movimentos, os estudantes não sabiam dizer ao certo como se obtêm as funções horárias dos movimentos, sendo que muitos acreditavam que as fórmulas eram deduzidas a partir de experiências, ou seja, para se obter a função horária da posição em um movimento retilíneo uniforme, físicos fizeram diversas observações em corpos se movendo e, através das medidas e observações, modelaram as funções.

Essencialmente, o primeiro texto que construímos a partir dos nossos encontros, com título “Funções e Equações”, procurava dialogar com a imagem empirista que os alunos manifestaram, mostrando outra perspectiva sobre o trabalho científico e suprimindo a necessidade didática imediata que era estabelecer uma relação mais clara entre a Dinâmica e a Cinemática. Para tanto, o texto diferencia as funções das equações diferenciais explicitando que as funções, também chamadas de fórmulas, são soluções das equações diferenciais e discute as relações entre o trabalho científico do físico e as equações diferenciais. Isso é feito através de analogias onde as funções são apresentadas como máquinas, em cujas entradas é colocado um número e esse número é transformado em outro número, e as equações são outro tipo diferente de máquina, em que são colocadas condições iniciais na sua entrada e ela produz as funções. Após essa analogia, o texto expõe a segunda lei de Newton e sua forma diferencial, e argumenta que para certas condições iniciais é possível encontrar diferentes fórmulas ou funções com diversas aplicações em várias tecnologias modernas, que vão desde um antigo relógio de pêndulo até o lançamento de sondas espaciais.

Além desse, outros sete textos foram construídos a partir da mesma dinâmica de reuniões com temas que abordavam conceitos como Deslocamento infinitesimal, Trabalho, Barreira de Potencial, Interações, Relação entre Partícula, Onda e Campo e Sistemas Físicos. Os textos que tratam de Trabalho, Barreira de Potencial e Interações não chegaram a ter um respectivo plano de aula e, por consequência, nunca foram abordados em sala de aula, porém, todos os outros temas passaram pela interação real da sala de aula e em todas as ocasiões foram rediscutidos e passaram por modificações, especialmente o texto “Sistemas Físicos” - por tratar de um assunto que permeia toda a Física, foi possível recorrer a ele no planejamento de aulas de turmas em diferentes níveis da Educação Básica e em diferentes abordagens didáticas.

O texto, “Sistemas Físicos”, o terceiro a ser elaborado, representa um amadurecimento dos debates. O dois anteriores, “Funções e Equações” e “Ondas e Campo”, foram construídos pautados apenas por questões imediatas da sala de aula, motivados pela intenção de corrigir possíveis falhas teóricas. Também há, no texto “Sistemas Físicos”, contribuições das interações em sala de aula, a sua construção foi motivada pela percepção de

dificuldades dos alunos em operar com conceitos básicos da Física, como “espaço”, “tempo”, “referenciais” e “medida”, porém, esse texto foi motivado por questões que fogem de contextos imediatos da sala de aula e se inserem num contexto mais amplo do ensino de Física.

O aprofundamento dos debates e a leitura de textos da área do ensino de Física trouxeram questões do contexto acadêmico que compõem a estrutura dos textos. Essas questões podem ser divididas em dois temas: “visões deformadas em relação ao trabalho do cientista presentes na escola e principalmente no livro didático” e “os problemas relacionados à inserção da Física Moderna e Contemporânea na Educação Básica”. Esses temas estão possivelmente relacionados aos lugares sociais dos envolvidos na produção do texto - o físico, por exemplo, vive o drama de não conseguir comunicar os seus trabalhos à comunidade escolar.

Portanto, o texto “Sistemas Físicos” passou a se diferenciar dos outros textos pois, nele, são incorporados contextos que vão além do contexto imediato da sala de aula. Portanto, o texto “Sistemas Físicos” foi concebido com a intenção de que ele fosse o primeiro de uma sequência de textos, que além de dialogar com questões imediatas do dia a dia escolar, deve dialogar com questões de contextos mais amplos do ensino de Física.

Para contextualizar o leitor sobre as nossas discussões, na subseção 2.1.1, apresentamos um texto, concebido a partir da releitura de fichamentos, anotações, rascunhos e lembranças, produzidos pelos nossos encontros, onde estão organizadas as ideias em relação ao ensino de Física que fizeram parte das discussões para a produção do texto didático, assim como as referências e hipóteses levantadas.

### 2.1.1 Reconstruindo as ideias

É ponto pacífico que os jovens demonstram mais interesse em relação a acontecimentos contemporâneos da Física do que a eventos clássicos. Professores e pesquisadores a tempos apontam a Física Moderna e Contemporânea (FMC) como necessária para despertar o interesse dos alunos e promover uma educação mais crítica em relação ao conhecimento científico (ALVETTI *et al.*, 1999). Não há dúvidas da participação da ciência na cultura contemporânea, seus conceitos estão presentes tanto em manifestações culturais quanto em debates políticos, e influenciam na forma como o indivíduo concebe a sua realidade (VYGOTSKY *et al.*, 2008). Portanto, afastar a FMC do ensino de Física é aumentar a distância entre a escola e a realidade objetiva, ou seja, significa distanciar o aluno das questões sociais atuais (OLIVEIRA, 1992; ALVETTI *et al.*, 1999).

A inserção da FMC na Educação Básica justifica-se principalmente pela

possibilidade que ela oferece, ao aluno, de compreender seu meio social e, conseqüentemente, de atuar de forma mais consciente nesse meio. Além disso, a FMC pode possibilitar mudanças na perspectiva epistemológica da ciência, não só por sua atualidade em relação aos conhecimentos produzidos, mas também por suas características e contribuições em relação à estrutura do pensamento da Física e ao aprofundamento de visões relacionadas à tecnologia, uma forma de conhecimento que possui características próprias, o que evita visões equivocadas reducionistas que percebem a tecnologia apenas como uma “ciência aplicada” (FIGUEIRA; PIERSON, 2013).

Porém, não há consenso sobre as metodologias para a inserção da FMC na Educação Básica, assim, três vertentes se destacam como principais: a exploração dos limites dos modelos clássicos, a não utilização de referências aos modelos clássicos e a escolha de tópicos essenciais (OSTERMANN; MOREIRA, 2000; OLIVEIRA, 1992; ALVETTI *et al.*, 1999). A primeira vertente surge no contexto da educação espanhola e propõe um estudo da FMC a partir da exploração dos limites da Física Clássica. A segunda é do contexto da educação alemã e se posiciona relativamente de forma oposta à primeira, pois, para os defensores dessa vertente, o uso de conceitos e modelos clássicos e semiclássicos para abordar conceitos da Física Quântica interfere de forma negativa na aprendizagem do estudante.

A terceira vertente, original do ensino de Física dos Estados Unidos, parte do pressuposto que não se pode trabalhar com todos os conceitos da Física Moderna no nível médio e propõe a abordagem de determinados tópicos essenciais: elétron, fótons, núcleo, estrutura e aspectos qualitativos da relatividade (TERRAZAN, 1996).

Devido, possivelmente, à forte influência que os Estados Unidos exercem sobre o ensino de Física no Brasil, a partir da década de 1960, através de projetos como PSSC, *Physical Science Study Committee*, HPP, *Harvard Project Physics* (OLIVEIRA, 1992), essa terceira vertente é a com maior penetração no contexto brasileiro. Em Ostermann e Moreira (1998), na perspectiva da vertente americana, professores brasileiros elencam tópicos de Física moderna que devem estar presentes em uma possível inclusão de FMC no Ensino Médio: efeito fotoelétrico, átomo de Bohr, leis de conservação, radioatividade, dualidade onda-partícula, fissão e fusão nuclear, origem do universo, raios X, metais e isolantes, semicondutores, laser, supercondutores, partículas elementares e relatividade restrita. Em certa medida essa terceira vertente exige a busca por pré-requisitos.

Ostermann e Moreira (2000), em trabalho de revisão bibliográfica, citam, como metodologia alternativa às vertentes abordadas acima, o trabalho de Aubrecht (1989), em que se sugere que novos livros sejam escritos de forma que se possa “salpicar”, no currículo, temas

clássicos em uma abordagem da Física Contemporânea e sugere que alguns tópicos clássicos sejam eliminados.

Em nossas discussões as duas primeiras vertentes, a vertente espanhola e a alemã, nos pareceram muito distantes do contexto brasileiro. A terceira possui relação com a história do ensino de Física no Brasil, porém, por compreender a Física Clássica como um pré-requisito para os estudos da Física Moderna, contribui com o afastamento dos temas contemporâneos e modernos para os estágios finais do ensino de Física, o que muitas vezes inviabiliza a abordagem desses temas.

Aubrecht (1989) observou o mesmo processo de afastamento de temas contemporâneos no ensino de Física nos Estados Unidos e, considerando a influência que os livros didáticos possuem sobre o ensino de Física, aponta para o problema do afastamento dos temas modernos e contemporâneos também na estrutura de livros textos do Ensino Superior, alguns tradicionalmente adotados aqui no Brasil, como é o caso dos livros do Halliday e Resnick e os livros de Tipler (HALLIDAY *et al.*, 1996; TIPLER; MOSCA, 2000). Para contornar esse problema, Aubrecht (1989) propõe uma reestruturação dos livros de Física, segundo a qual temas da Física Clássica devem ser abordados em meio aos temas da Física Contemporânea.

A partir desses debates em relação a metodologias de inserção da FMC no Ensino Médio,

A partir desses debates em relação a metodologias de inserção da FMC no Ensino Médio, a ideia de que conceitos da FMC devem ser abordados em conjunto com conceitos clássicos pareceu ter maior potencial de romper com a prática tradicional, que obscurece os conceitos modernos da Física, assim, passamos a nos preocupar com essa concepção de inserção da FMC na produção dos textos.

Parece existir alguma relação entre o posicionamento epistemológico dos livros didáticos, as visões deformadas sobre o trabalho do cientista e a resistência em relação à inserção da FMC na Educação Básica. Ao nos aprofundarmos na discussão sobre livros didáticos no Brasil, foi possível perceber a influência direta desses materiais sobre o currículo de Física praticado na sala de aula no Brasil (FREITAS; NETO, 2019). Mesmo nos casos onde o aprendizado em Física é apoiado por apostilas ou materiais preparados pelo próprio professor e distribuídos para os alunos por meio de cópias e ditados de conteúdos, esses materiais se colocam como versões minimalistas dos livros didáticos, tendo como características predominantes a reprodução e a memorização, pois impõem ao docente a seleção de fórmulas e definições que devem ser registradas e listam exercícios que devem ser resolvidos (GARCIA, 2009). Apesar de serem orientados pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) a abordarem

os conceitos da ciência a partir de contextualizações historiográficas, os livros didáticos tem falhado nessa abordagem. A partir da forma como se constrói os textos didáticos, não existe potencialidade para a existência de um ensino de Física contextualizado, que torne a ciência real, próxima dos alunos.

Hidalgo (2018) faz um estudo de caso analisando o conteúdo sobre o experimento de Torricelli em livros didáticos do Ensino Médio em que observou casos de anacronismo, pseudo-história e falta de contextualização do experimento e considera que manter o atual panorama nas publicações dirigidas à sala de aula contribui para uma visão de ciência aproblemática e reforça a percepção equivocada de que os cientistas são gênios que tiveram uma ideia para produzir um novo conceito fora de um contexto social e científico. Silva, Pires e Manzke (2017) concluem que a “generalidade dos livros didáticos de Física do 1.o ano do Ensino Médio do Plano Nacional do Livro Didático’ 2015 ainda não contemplam suficientemente a História da Ciência (p.8).

Lima (2017a; 2017b), através de análise bakhtiniana em enunciados de livros do Ensino Superior sobre o fóton e o efeito fotoelétrico respectivamente, conclui que, apesar de optarem por uma abordagem histórica da Física Moderna, na tentativa de explorar os limites dos modelos clássicos, veiculam uma visão linear e empirista da ciência alinhada com concepções positivistas. Através do privilégio de umas e do silenciamento sistemático de outras vozes presentes nos discursos da ciência, os textos didáticos de Ensino Superior veiculam o viés positivista e privilegiam os experimentos em detrimento das teorias.

Em relação à introdução da FMC na Educação Básica, todos os 14 livros aprovados no PNLDEM 2015 optaram pela vertente espanhola, onde a introdução é feita por meio de uma abordagem histórica que evidencia os limites dos modelos clássicos (LIMA; OSTERMANN; CAVALCANTI, 2017). Porém, os livros apresentam uma visão histórica fragmentada e linear, identificam o desenvolvimento da Física Moderna como um acúmulo de ideias sem a consideração de ideias conflitantes e reduzem a história da Física à história dos experimentos, características de um indutivismo ingênuo.

Lima, Ostermann e Cavalcanti (2017), em uma análise bakhtiniana, identificaram que os tópicos sobre FMC presentes nos livros didáticos do Ensino Médio são os mesmos presentes em livros didáticos usados no Ensino Superior e relacionam isso à formação dos autores, a maioria deles não possuem formação em Física Moderna e Contemporânea além da graduação. Dessa forma, supõe-se que os autores se inspiram em sua própria formação para escrever os livros, cometendo os mesmos erros de historicidade dos livros usados no Ensino Superior.

De forma geral, a abordagem histórica é uma possibilidade de abordagem que leva aos envolvidos nas relações de ensino e aprendizagem uma compreensão mais complexa sobre a ciência, pois se desvincula de concepções imutáveis sobre a ciência, apresentando contextos sociais, históricos e tecnológicos para os conceitos científicos e propiciando a percepção da ciência como algo dinâmico, vinculado com a realidade objetiva. Porém, há, no ensino de Física brasileiro, principalmente quando analisado a partir das abordagens dos livros didáticos, falhas historiográficas graves, que impossibilitam percepções contemporâneas e contextualizadas dos conceitos da Física. Aparecem, nos artigos que analisam as abordagens historiográficas dos livros didáticos, problemas de ordem epistemológica que reforçam o viés positivista. Lima, Ostermann e Cavalcanti (2017) apontam para a ideia de que a concepção epistemológica em relação aos conceitos e à história da Física dos autores influenciam diretamente no posicionamento epistemológico dos textos produzidos por eles - um posicionamento de viés positivista devido possivelmente a formação rasa dos autores em relação à Física Moderna e Contemporânea.

Compreendemos a necessidade das abordagens históricas para o ensino de Física, mas, em relação à introdução da FMC nos livros didáticos brasileiros a abordagem espanhola, tem falhado. É provável que o fracasso da abordagem histórica esteja ligada a problemas de concepções epistemológicas, devido a ocorrência comum de percepções epistemológicas positivistas, tanto em relação aos conceitos físicos quanto em relação à história da Física nos textos didáticos. Essa possibilidade se agrava quando consideramos a formação dos autores dos livros. É nesses pontos, a abordagem metodológica para a introdução da FMC na Educação Básica e o posicionamento epistemológico dos textos didáticos, que passamos a direcionar a construção do texto “Sistemas Físicos” e todos os outros produzidos após ele.

Em relação às metodologias de introdução da FMC na Educação Básica, optamos por uma metodologia alternativa, que, em linhas gerais, se baseia na proposta de Aubrecht (1989): concordamos que é preciso segregar alguns conceitos da Física Clássica e que conceitos clássicos, modernos e contemporâneos devem ser abordados em harmonia no corpo do texto, o que nos leva à epistemologia. Na nossa hipótese, essa harmonia pode ser alcançada com o posicionamento epistemológico contemporâneo do autor do texto didático, onde os conceitos clássicos são ressignificados a partir da perspectiva contemporânea, ou seja, quando observados, a partir da ótica de um sujeito que participa ativamente da comunidade de pesquisadores em Física, os conceitos clássicos ganham novos significados.

Portanto, o texto “Sistemas Físicos” se insere em um contexto metodológico de introdução da Física Moderna e Contemporânea na Educação Básica, propondo uma forma

alternativa às tradicionalmente usadas no Brasil. Com características propedêuticas, o texto aborda conceitos comumente classificados como sendo da Física Clássica, porém, segundo a hipótese que formulamos, tais conceitos podem ser abordados de forma epistemologicamente contemporânea.

## **2.2 Contextualizando a pesquisa realizada na escola**

A EEFFM (Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio) onde aconteceu a pesquisa fica em um bairro próximo ao centro de São Mateus-ES e tem como público estudantes dos anos iniciais e finais do Ensino Fundamental, nos turnos diurnos, e do Ensino Médio e da EJA (Educação de Jovens e Adultos), no noturno. Essa escola atende a demanda por ensino do centro, de bairros próximos ao centro e de regiões periféricas também, principalmente no turno da noite.

Os participantes da pesquisa são 22 alunos da turma da EJA, 2ª etapa II, do ano de 2018, e a professora de Física dessa turma. Com a professora, foram realizadas três reuniões. A primeira reunião aconteceu após ela ter lido o texto didático, então, nessa ocasião, discutimos questões relacionadas à prática didática e às impressões que ela teve a partir da leitura do texto: a professora se mostrou interessada no texto didático e o classificou como sendo de caráter introdutório. Na segunda reunião, tratamos de questões relacionadas à aula - a professora propôs que eu ministrasse a aula -, e a terceira reunião aconteceu em um momento posterior à aula, momento em que discutimos as impressões que tivemos em relação a aula desenvolvida.

A minha interação com os estudantes se limitou às interações no momento da aula e a uma conversa “de corredor” no fim das atividades. Na escola onde aconteceu a pesquisa, cursei os anos finais do Ensino Fundamental e participei de atividades do Pibid (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência) no período em que era graduando em Licenciatura em Física e bolsista do programa, porém, durante o curso de minha pesquisa de mestrado, não tive nenhum vínculo profissional com a instituição. A professora da turma pesquisada, assim como eu e o pesquisador em Física teórica que participou da elaboração dos textos didáticos, foi aluna da primeira turma de Licenciatura em Física do CEUNES (Centro Universitário Norte do Espírito Santo).

A maioria dos alunos pesquisados são jovens entre 18 e 20 anos que possuem uma jornada diurna de trabalho. A professora relata que, em suas aulas, às terças-feiras, é muito comum que os alunos cheguem às 19h, apesar de o horário de entrada na escola ser às 18h20. A escola tem um público proveniente da periferia, que enfrenta diversos problemas para ir a

escola, inclusive problemas de transporte - os horários do transporte coletivo dos bairros os alunos não concordam com os horários da escola, os alunos ou chegam muito cedo na escola, ou, se passarem em casa após o trabalho, se atrasam muito para a aula. No fim das aulas, o alunos precisam se deslocar até outra escola do centro para pegar o transporte coletivo e retornar para casa, para fazer esse trajeto são liberados 10 minutos mais cedo e alguns já foram assaltados durante esse percurso de volta para casa.

A professora reclama que o tempo que tem com os alunos é extremamente reduzido, nos últimos anos, a SEDU (Secretaria de Estado da Educação) diminuiu de duas para uma hora semanal o tempo da aula presencial de Física em turmas de EJA, e, em função dos atrasos dos alunos, de uma hora semanal, apenas 20 ou 30 minutos representam o tempo de aula efetivamente. Ela classifica algumas de suas turmas como “apáticas”, com pouca adesão às atividades, e o tempo curto de interação não é suficiente para reverter a apatia da turma. Segundo a professora, o desinteresse dos alunos levou a metade dos alunos da turma a ficar de recuperação.

Em relação ao perfil escolar dos alunos, a professora descreve que há alguns que, por razões adversas, evadiram do Ensino Médio regular e quando voltaram a estudar se matricularam na EJA, e outros que passaram por consecutivas reprovações no ensino regular e quando atingiram a maior idade se transferiram para a modalidade EJA.

A professora, em nossas reuniões, classificou o texto didático como um material introdutório, ideal para ser usado como um planejamento para aulas iniciais, quando acontecem os primeiros contatos dos alunos com a Física. Porém, apesar de se tratar de uma turma da segunda etapa, no final do ano letivo, devido às dificuldades em relação ao tempo de aula e ao acúmulo de conteúdo existente na segunda etapa da EJA ela achou que seria pertinente o tema da aula.

A aula aconteceu no dia 4 de dezembro de 2018, nesse período, já se aproximava o fim do ano letivo, os alunos já tinham feito todas as suas avaliações e estavam ansiosos por receberem os resultados.

Os dados da pesquisa foram registrados através da gravação de áudio dos três encontros com a professora e da aula na turma 2ª etapa II. Os nomes dos alunos, da professora e da escola foram alterados com a finalidade de se preservar as identidades dos participantes.

Após a transcrição do material gravado, em uma primeira leitura, o que mais chamou atenção foi o tamanho das falas do professor-pesquisador, longas e articuladas, em relação às falas dos alunos, curtas e pouco específicas. Um possível motivo foi a escolha da abordagem didática: uma aula expositiva, no mesmo molde das aulas comumente praticadas

pela professora, com a exposição verbal de conceitos e auxiliada por imagens e vídeos projetados com um *data show*, em uma sala em uma disposição tradicional: cadeiras organizadas em fileiras voltadas para a direção de um quadro branco. Então, iniciamos um levantamento de fragmentos da aula onde a interação foi mais intensa, ou seja, momentos em que houve maior alternância de sujeitos falantes.

Os momentos com maior alternância de falantes foram selecionados e denominados fragmentos. Procedemos à leitura mais específica desses fragmentos, onde observamos outras dimensões dos registros, atentamo-nos aos modos como se compreende tanto a Física e o trabalho do físico quanto o texto didático, que passa a ser ressignificado na dinâmica interlocutiva da sala de aula.

Para um maior aprofundamento da leitura dos fragmentos, enfatizando-se esses modos de compreensão, voltamos a atenção às formas como os participantes enunciavam, como se situavam em relação a seus interlocutores, como os seu enunciados dialogavam com diferentes visões epistemológicas da ciência e do trabalho do cientista e como esse enunciados eram mobilizados para a compreensão e para a resolução das questões postas pela aula.

A partir das leituras, foram selecionados dois momentos, ambos situados no contexto da dinâmica interlocutiva que foram extraídos. Nos momentos selecionados, foram analisadas as réplicas dos estudantes em relação às situações vividas nas aulas e as formas como essas réplicas se relacionam com o enunciado do texto didático.

### **3 ANÁLISE DO ENUNCIADO DO TEXTO DIDÁTICO**

Partindo dos pressupostos teóricos de Bakhtin, para analisarmos o texto didático “Sistemas Físicos”, empregamos a metodologia apresentada por Veneu, Ferraz e Rezende (2015) de “um dispositivo de análise Bakhtiniana”, que propõe uma análise composta das seguintes etapas: a identificação do enunciado, a leitura preliminar do enunciado, a descrição do contexto extraverbal e a análise do enunciado. Neste capítulo, são abordadas as etapas de identificação do enunciado, leitura preliminar do enunciado e análise do enunciado do dispositivo de análise, a terceira etapa, descrição do contexto extraverbal, foi apresentada nas seções de contextualização da metodologia. É aconselhável que, antes de fazer a leitura deste capítulo, se faça a leitura do Anexo A - Sistemas Físicos, pois nele se encontra o texto que aqui será analisado.

#### **3.1 Identificação do enunciado**

Veneu, Ferraz e Rezende (2015) estabelecem, como critério para a identificação dos enunciados, a alternância de sujeitos, e essa escolha é baseada no estudo comparativo entre as orações e o enunciado. É importante lembrar que, de acordo com as concepções de Bakhtin, a análise dos fenômenos linguísticos deve ser feita a partir das condições concretas em que se realizam. Assim, tomando como base o diálogo cotidiano, face a face, em que se alternam as enunciações dos interlocutores, o enunciado ganha destaque. O enunciado, para Bakhtin, é a real unidade da comunicação verbal, assim, o objeto de análise deve ser o enunciado e não a palavra, a frase, ou a oração.

Assim, considerando-se o critério de alternância de sujeitos de fala, podemos considerar como um enunciado a ser analisado o texto didático como um todo, uma vez que ele se caracteriza como o enunciado do autor, como uma resposta aos enunciados produzidos a partir das discussões entre diversos sujeitos envolvidos nesta pesquisa - a resposta de um enunciado é outro enunciado (BAKHTIN, 2003). Lima (2017b) propõe a análise de tópicos associados à Física Quântica em livros didáticos da Educação Básica usando-se os procedimentos destacados no dispositivo de análise bakhtiniana (VENEU; FERRAZ, REZENDE, 2015) para a identificação dos enunciados - ele observa que a estrutura composicional dos textos em cada livro se dá de forma que cada seção precisa da próxima para concluir o tema abordado, formando, assim, um único enunciado. O mesmo também é observado no texto avaliado nesta seção: apesar de dividido em três seções, Sistemas Físicos, Espaço e Tempo e Referenciais de Movimento, o texto didático aqui analisado deve ser

estudado na íntegra para que o enunciado seja totalmente comunicado.

### 3.2 Leitura preliminar do enunciado

Numa primeira leitura do texto “Sistemas Físicos”, é possível perceber que ele está dividido em três tópicos: Sistemas Físicos, Espaço e Tempo e Referenciais de Movimento. Nesse texto, faz-se uso de recursos tradicionais encontrados em textos didáticos de Física, como as definições de conceitos, sendo que três delas são apresentadas no corpo do texto: a primeira define o que é a Física, a segunda o que são sistemas físicos e a terceira define o que é referencial. É recorrente o uso de linguagens verbo visuais, desenhos e esquemas, cada tópico apresenta pelo menos dois desses recursos, em especial, o último tópico, Referenciais de Movimento, desenvolve sua narrativa através de vídeos que podem ser acessados via link ou *Qrcode*, que representa um link entre o físico e o digital, usando-se um aplicativo de celular como o *QR code reader* é possível acessar os vídeos e assistir na tela do celular.

O título do primeiro tópico repete o título do texto, Sistemas Físicos, esse tópico traz, em seu primeiro parágrafo, a pergunta “o que é a Física?”. Após levantar esse questionamento, o texto aborda a pergunta por meio de duas definições. Há, por parte do autor, a intenção de levar para o contexto da sala de aula uma discussão com características epistemológicas sobre a Física, pois a pergunta se apresenta como um convite ao leitor para refletir sobre a natureza da ciência. Porém, em seguida, o próprio autor, por meio de uma definição, se posiciona sobre o que é a Física. Em sua definição, ele silencia respostas tradicionais no contexto escolar e popular que tendem a relacionar a Física ao estudo da natureza ou dos fenômenos naturais e dá ênfase a vozes que compreendem a ciência como produto de uma comunidade de cientistas, um conhecimento que emerge de representações e de uma linguagem própria dos físicos. Essas vozes são abordadas mais profundamente na segunda definição, onde o sistema físico é definido como um conjunto de objetos cujas informações se interligam por relações de causa e efeito.

Em seguida, o texto também revela seu posicionamento sobre o método científico, pois discute sobre uma “receita” para a criação de um sistema físico. O método envolve selecionar objetos de estudo, definir hipóteses relacionadas aos objetos e simplificar as representações ignorando informações indesejadas. Para exemplificar essa “receita”, faz-se uso de recursos verbo visuais (Figura 2) para análise da trajetória de uma bola de golfe.

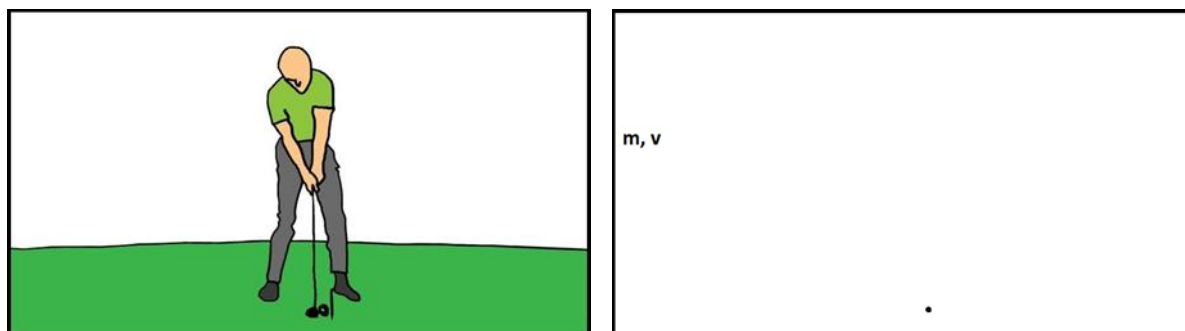


Figura 2. A esquerda uma representação artística de um fenômeno e a direita a mesma representação no Sistema Físico.

Pela lógica do texto, as duas imagens contidas na Figura 2 descrevem o mesmo fenômeno, mas a primeira constitui uma representação artística e a segunda uma representação no Sistema Físico, onde diversas informações são ignoradas em nome daquilo que a pesquisa considera fundamental, nesse caso, a bola de golfe perde o formato e passa a ser representada por um ponto, as únicas informações consideradas são um número, que identifica o ponto como sendo uma bola de golfe, e a velocidade da bola. Todas as outras informações que compunham um cenário na representação artística são ignoradas no sistema físico.

O tópico seguinte, Espaço e Tempo, segue a sequência do primeiro argumentando sobre quais seriam as informações úteis e inúteis para a compor o sistema físico. Para encontrar a trajetória da bola, no exemplo abordado, é necessário saber informações sobre a posição e o tempo da bola. Usando mais uma vez recursos verbo visuais, fomenta-se discussões sobre a relação dos conceitos de espaço e tempo e a cultura.



Figura 3. A esquerda, homens pré-históricos conversando sobre como chegar na floresta, e a direita, um meme de um sofá preso no corredor de uma escada.

A imagem à esquerda, ilustra dois homens pré-históricos conversando sobre como chegar em uma floresta. Nesse diálogo, é possível perceber uma relação entre espaço e tempo, onde os dois conceitos se confundem: não é clara, na conversa, a separação entre eles, uma vez que um homem faz uma pergunta que envolve “distância” e o outro responde com um enunciado que envolve “tempo”. Com a imagem à direita, um meme, argumenta-se sobre a necessidade moderna de se ter precisão nas medidas de quantidades de espaço e tempo, para medidas precisas se faz necessário o uso de referências de medidas, as referências de medida para comprimento são as réguas, varas com comprimento fixo, e, para o tempo, aparelhos que mudam de configuração de forma previsível e repetitiva, os relógios. A seção termina com a seguinte frase: “réguas e relógios são de importância fundamental no estudo de sistemas físicos por razões que vamos elucidar na próxima seção”.

O último tópico, Referenciais de Movimento, se dedica a argumentar a necessidade de referenciais de movimentos para se perceber e medir o movimento, lembrando os leitores que os sistemas físicos, como mostrado na primeira seção, “podem ser tão simples quanto um ponto no fundo branco”. Essa seção é marcada por diversos vídeos, *hiperlinks* que, quando clicados, levam o leitor a uma página do *Youtube*, onde um vídeo começa a passar.

O conceito de sistema físico é apresentado como um espaço onde é possível transpor e analisar fenômenos da natureza, nele, é possível simplificar a realidade dando ênfase a propriedades fundamentais que se mostram importantes para a pesquisa.

### 3.3 Análise do enunciado

Inspirados na sequência de perguntas para a análise do texto desenvolvido por Lima, Ostermann e Cavalcante (2017), vamos buscar compreender os posicionamentos do enunciado do texto. Nossa análise do enunciado inicia-se com o levantamento de questões relacionadas ao gênero discursivo, através das primeiras perguntas: 1) Com qual gênero do discurso estamos lidando? Com quais interlocutores o autor fala? Qual o tema do enunciado?

Nesse ponto, é importante salientar que, quando tratamos do conceito de gênero do discurso na perspectiva bakhtiniana, não estamos levando em conta o gênero como um produto, com propriedades fixas, imutáveis e características normativas, e sim as características da produção do gênero. A estabilidade de um gênero é relativa à esfera da atividade humana em que ele está inserido, pois há um vínculo intrínseco entre a utilização da linguagem e a atividade humana.

[...][e]sses enunciados refletem as condições específicas e as finalidades de cada referido campo [de atividade humana] não só por seu conteúdo (temático) e pelo estilo da linguagem, ou seja, pela seleção dos recursos lexicais, fraseológicos e gramaticais da língua, mas, acima de tudo, por sua construção composicional. Todos esses três elementos o conteúdo temático, o estilo, a construção composicional estão indissolivelmente ligados no todo do enunciado e são igualmente determinados pela especificidade de um determinado campo da comunicação. Evidentemente cada enunciado particular é individual, mas cada campo de utilização da língua elabora seus tipos *relativamente estáveis* de enunciados, os quais denominamos *gêneros do discurso* (BAKHTIN, 2003, p.262, grifos nossos).

O enunciado que estamos analisando está inserido, numa primeira análise, em esferas da educação, devido a sua inserção no ambiente escolar. Porém, é possível ser mais específico, o gênero estabelece uma interconexão da linguagem com a vida social, o enunciado que estamos analisando nasceu da necessidade de mediação na comunicação entre professores e alunos em cursos de Física no Ensino Médio, portanto, está inserido na esfera da sala de aula, e ainda mais precisamente, nas aulas de Física do Ensino Médio.

Portando, nesse caso, o gênero do discurso reflete condições específicas da sala de aula e das finalidades do ensino, tendo como interlocutores alunos e professores de Física no Ensino Médio.

O gênero é caracterizado por seu conteúdo temático, sua construção composicional e seu estilo. O conteúdo temático, que não deve ser confundido com o assunto específico do texto, trata do domínio de sentido que o enunciado ocupa, no caso do texto didático “Sistemas Físicos”, trata-se de uma abordagem didática de conceitos da Física em uma perspectiva contemporânea.

Assim como as cartas de amor apresentam o conteúdo temático das relações amorosas. Cada uma das cartas trata de um assunto específico (por exemplo, o rompimento de X e Y, por causa de uma traição) dentro do mesmo conteúdo temático (FIORIN, 2006, p.2).

A construção composicional é o modo de organizar o texto, ou a forma como ele é estruturado. Há, na estrutura do texto, características de um discurso pedagógico. Portanto, o texto analisado é marcado pela apropriação de outros discursos em função de suas necessidades, ou seja, é marcado pela didatização da linguagem científica em uma linguagem espontânea, para tanto, faz-se uso de estratégias de recontextualização como metáforas, personificação, aposto e glosa. Devido sua característica didática, o texto é dividido em três tópicos: Sistemas Físicos, Espaço e Tempo e Referenciais de Movimentos, que, em unicidade, abordam o assunto

Sistemas Físicos. O texto apresenta também uma forte dimensão verbo-visual, impressa por meio de imagens e vídeos, que são parte constitutivas da produção de sentido no enunciado.

A dimensão verbo-visual da linguagem participa ativamente da vida em sociedade e, conseqüentemente, da constituição dos sujeitos e das identidades. Em determinados textos ou conjuntos de textos, artísticos ou não, a articulação entre os elementos verbais e visuais forma um todo indissolúvel, cuja unidade exige do analista o reconhecimento dessa particularidade. São textos em que a verbo-visualidade se apresenta como constitutiva, impossibilitando o tratamento excludente do verbal ou do visual e, em especial, das formas de junção assumidas por essas dimensões para produzir sentido (BRAIT, 2009, p.143).

O estilo é moldado em função de como é presumida a compreensão do enunciado pelo interlocutor, ou seja, a seleção das formas de tratamento, dos recursos linguísticos, como as imagens, as escolhas lexicais, e a gramática estão ligados a uma imagem presumida que se tem do interlocutor. A linguagem do texto “Sistemas Físicos” se aproxima da linguagem oral, uma vez que o texto se refere ao interlocutor de forma direta, em diversos momentos, por meio de frases como “Você consegue dizer com certeza se esse helicóptero está se movendo durante toda a duração do vídeo?” ou “Você consegue perceber qual a distância que a mulher percorre nesse vídeo?”. Isso evidencia que a imagem que o texto tem do interlocutor é de um público não especializado, que comumente se comunica pela linguagem oral e que necessita de estímulos para interagir, o que justifica o uso frequente de perguntas. O estilo, portanto, é construído em torno da imagem do aluno, que necessita de interação para se desenvolver, essa interação é orientada por questionamentos e motivada a partir de imagens e vídeos.

Portanto, feitas as ponderações acima, podemos responder às perguntas do começo da seção: em relação ao gênero do discurso, o texto didático analisado caracteriza-se como um texto didático/pedagógico, pois faz uso de recursos próprios do discurso didático para recontextualizar discursos do contexto científico contemporâneo para o contexto de sala de aula. Em relação ao interlocutor, pressupõe-se um sujeito que compreende e interage melhor com uma linguagem próxima da oral, que necessita de estímulos para guiar as suas interações. Finalmente, o texto tem como tema uma abordagem de conceitos básicos da Física sob perspectiva contemporânea.

Dando seguimento ao roteiro de perguntas, há a seguinte questão: 2) Quais enunciados o texto responde e com que visões ele dialoga, problematiza e se contrapõe? Para abordar essa questão, vamos dividir os enunciados com que o texto dialoga em dois grupos distintos, que estão relacionados aos temas abordados no contexto extraverbal: as respostas a enunciados relacionados a inserção da FMC na Educação Básica e as respostas a questões

epistemológicas que estão relacionadas ao ensino de Física.

O texto dialoga com enunciados sobre as metodologias de inserção da FMC na Educação Básica que propõem metodologias alternativas às principais vertentes de inserção. Os enunciados das principais vertentes são silenciados e contrapostos.

A vertente Alemã sugere uma inserção que não utilize referências clássicas, o texto se contrapõe a esse enunciado, pois, traz em seu conteúdo atividades que propõe o estudo de objetos e corpos com dimensões e níveis de energia tipicamente estudados pela Física Clássica, como traçar a trajetória de uma bola de golfe e o estudo do movimento de helicópteros e de pessoas. Não há no corpo do texto nenhuma menção a corpos que são objetos de estudo da FMC como eletros e fótons.

A vertente espanhola advoga no sentido de que se deve fazer uma abordagem histórica da física que explora os limites da Física Clássica e a partir desses limites introduzir os conceitos modernos e contemporâneos, o texto silencia totalmente essa abordagem, não há no texto nenhum indício de uma abordagem histórica dos conceitos abordados.

Esse posicionamento do texto, silenciar as abordagens historiográficas, é possivelmente um diálogo com enunciados do ensino de Física que apontam para problemas relacionados a abordagens históricas na educação brasileira, principalmente quando é considerada a influência que os livros didáticos possuem no ensino. As abordagens históricas dos livros didáticos de forma geral reforçam a ideia de uma ciência objetiva e linear, os livros não contemplam de forma suficiente a história da ciência, veiculam um viés positivista e privilegia os experimentos em detrimento das teorias, com visões históricas fragmentadas, concepções sobre o conhecimento como um acúmulo de ideias e reduzem a história da ciência como a história dos experimentos.

Um dos enunciados das vertentes alternativas de inserção é a eliminação de alguns conceitos clássicos. O diálogo com esse enunciado é percebida no texto, pois, apesar de estudar objetos típicos da Física Clássica e assumir a característica de material introdutório, trata do movimento, mas, não aborda o corpo teórico tradicionalmente identificado pela cinemática, silenciando conceitos tidos pela tradição como essenciais para a compreensão do movimento em nível introdutório como: velocidade média, deslocamento e equações do movimento.

É silenciado no enunciado do texto a divisão da física em unidades de estudo ou ramos, é tradicional dividir a física clássica em mecânica, calor, som, óptica e electromagnetismo. O foco do texto está no fenômeno do movimento, possivelmente por sua característica transversal em relação aos conceitos da física, porém, a física é apresentada como única por sua característica de análise e representação da realidade através do Sistema Físico.

Não há no texto divisões entre ramos clássicos ou entre física moderna e clássica. Esse posicionamento caracteriza um diálogo com enunciados que possuem um ponto de vista moderno em relação à física.

[...]a física do século dezenove surge dividida em algumas ciências ou ramos (chamados clássicos): mecânica, calor, som, óptica e electromagnetismo, com pouca, e às vezes nenhuma, conexão entre eles. Entretanto, a mecânica era, na realidade, o princípio unificador de todos eles. A física, até muito recentemente, tem sido ensinada desta maneira. Nos últimos anos, um novo ramo, chamado *física moderna*, que cobre os desenvolvimentos da física no século vinte, foi adicionado aos já chamados ramos clássicos. [...] É, porém, totalmente destituído de sentido o estudo dos conceitos básicos da física subdividindo-os em compartimentos estanques. O mesmo grupo de fenômenos incluídos no electromagnetismo e na física moderna desencadearam uma nova corrente de pensamento que permite visualizar os fenômenos físicos de um ponto de vista mais lógico e unificado. Esse fato constituiu, verdadeiramente, uma das grandes realizações do século vinte. Esta apresentação unificada da física exige um reexame da física clássica de um ponto de vista *moderno*, em vez de uma divisão da física em *clássica* e *moderna*. Haverá sempre uma física moderna no sentido de que a ciência está sempre progredindo. [...] *Física clássica* e *Física moderna*, em cada estágio de desenvolvimento, devem ser continuamente integradas num só corpo de conhecimento. A física será sempre um todo a ser tratado de um modo consistente e lógico (ALONSO; FINN; GUIMARÃES, 1972, pg.2).

Em relação às questões epistemológicas relacionadas ao ensino de física o texto já dialoga com esses enunciados no pré-contexto de sua produção, pois, a formação de seus autores reais concorda com enunciados que associam a falta de posicionamentos epistemológicos adequados dos livros didáticos à formação insuficiente de seus autores. Há, portanto, em diálogo com esses enunciados a pré-disposição dos autores de expressarem posicionamento e reflexões sobre a física autênticas dos seus lugares sociais, professores e pesquisadores.

Há, em pesquisas sobre visões epistemológicas da ciência, enunciados que apontam para uma discrepante visão da ciência entre concepções epistemológicas contemporâneas e as concepções dos docentes, muitos desses enunciados apontam posicionamentos que evitam essas discrepâncias, o texto dialoga com alguns desses posicionamentos.

Um desses posicionamentos é a necessidade de se desvincular a percepção do método científico como um conjunto de regras perfeitamente definidas e aplicadas de forma mecânica, ou seja, combater a crença de que o método científico é um conjunto de receitas infalíveis, para tanto, é preciso enfatizar que os cientistas, para abordar os problemas científicos, conscientemente ignoram muitas características das situações estudadas e conseqüentemente se

afastam do real.

Em primeiro lugar temos de referir a recusa da idéia de “Método Científico”, com maiúsculas, como um conjunto de regras perfeitamente definidas a aplicar de uma forma mecânica e independentemente do domínio investigado. [...] Contudo existem métodos. Se há algo de fecundo a relevar na história da construção do conhecimento científico, é precisamente o pluralismo metodológico (PÉREZ *et al.*, 2001, p.136).

O texto concorda com esse enunciado na sua dimensão verbo visual, por exemplo, por meio da comparação entre as imagens na Figura 2 apresenta o sistema físico como espaço de análise que ignora diversas informações e apresenta uma versão extremamente simplificada da representação da realidade.

Ainda sobre o trabalho científico há enunciados que apontam para a essência do trabalho científico ser marcada pelas hipóteses e a construção de modelos idealizados que exigem um tratamento analítico, simplificado e artificial das situações estudadas, essas características também são observadas na descrição do texto sobre a construção e análise dos sistemas físicos. A presença desses enunciados podem ser evidenciados por construções verbais como: “pegue todos os objetos que você quer estudar; decida o que você quer estudar a respeito desses objetos; identifique como esses objetos estão interligados; junte toda a informação inútil e jogue fora.” e “Nessa figura tudo está simplificado. A bola de golfe está representada por um ponto e todo o resto do cenário foi removido”. Porém, o enunciado verbo-visual é essencial na construção do sentido em relação as características do tratamento analítico, simplificado e artificial das situações estudadas dado pelo trabalho científico.

Na última seção é proposta uma leitura intertextual, onde o vídeo complementa e dialoga com a dimensão verbal do texto, nesse momento, recursos verbais e visuais são mobilizados para a construção de sentidos, nele é abordado a necessidade de acrescentar referenciais de movimento artificiais para percepção do movimento devido a simplificação da situação real imposta pelo sistema físico.

O texto também, de certa forma, recusa enunciados próprios do empirismo quando associa as medidas a comparações de padrões mediados por instrumentos, para medir o comprimento há uso de varas e para medir o tempo o uso de aparelhos que mudam sua configuração de forma repetitiva, ou seja, a medida não é uma descrição direta da realidade e sim uma abstração mediada por instrumentos. Há ainda a negação de enunciados de concepções positivista sobre a natureza da física, quando, no início do texto é questionada o que é a física, se contrapondo a resposta tradicional com forte apelo positivista: física é o estudo da natureza,

o texto responde que física é o estudo dos sistemas físicos, remetendo a ciência ao trabalho da comunidade científica e não a descrição da realidade.

O enunciado apresenta uma fuga de visões deformadas da ciência tanto pelo que opta por apresentar, quanto pelo que omite. Podemos observar a não existência de expressões típicas de um viés positivista, não observamos no enunciado expressões como: comprovação, desvendado, confirmação, comprovação experimental. O que corrobora a visão apresentada pela estrutura composicional.

Fica evidente, portanto, que a formação dos autores influenciou de forma ativa na visão da ciência veiculada pelo enunciado, dialogando com diversas vozes da pesquisa em ensino e com uma visão do trabalho da ciência de uma perspectiva de quem está exercendo o trabalho de Físico. Há portanto, no texto produzido, intencionalidades que marcam a condição social de produção. Essas intencionalidades são: romper com questões e visões da ciência própria da Física Clássica, trazer a perspectiva da Física Contemporânea e estar atrelado ao contexto de pesquisa.

## 4 ANÁLISE DE FRAGMENTOS DA AULA

A análise de fragmentos das aulas também acontece seguindo-se a dinâmica do dispositivo de análise bakhtiniana, porém, os enunciados são identificados a partir da divisão dos turnos, com a identificação do autor da fala.

### 4.1 Primeiro fragmento: o início da aula e as concepções dos alunos

Após a professora me apresentar aos estudantes, complementei os cumprimentos e iniciei a aula projetando no quadro a pergunta “O que é a Física?” e provocando os alunos ao debate.

- (1) **Eu:** Para incentivar a discussão da aula eu coloquei aí no quadro uma pergunta, que inclusive faço para mim mesmo e tenho dificuldade de responder. E acho que essas perguntas difíceis de responder são as melhores. A pergunta é a seguinte: o que é a Física? Alguém se arrisca?
- (2) **Professora:** Não vale nota gente! Pode falar!
- (3) **Fernando:** Não vale?! Ah! Então não vou responder!
- (4) **Jéssica:** Matéria!
- (5) **Carlos:** Possui massa!
- (6) **Eloisa:** Análise das coisas físicas!
- (7) **Gabriela:** Espera aí que vou dar uma olhada aqui!
- (8) **Evelin:** Força da gravidade!
- (9) **Eu:** Olha aí! Não falaram o que é, mas já disseram que tem a ver com a força da gravidade, com a massa, que é um estudo, não é isso?! Física é um estudo, é um estudo das coisas físicas, acho que foi uma boa definição!
- (10) **Gabriela:** Eloisa sempre salva!
- (11) **Eu:** Física tem a ver com movimento. Reparem o seguinte: não conseguimos falar direito o que é a física, mas a gente consegue falar com o que ela tem a ver.
- (12) **Professora:** Ela está procurando do google. [risos].
- (13) **Eu:** Ah! Eu já fiz isso também! Não tem porque perguntar para muita gente se podemos perguntar para o google né?!
- (14) **Gabriela:** Posso falar?
- (15) **Eu:** Fala.
- (16) **Gabriela:** Ciência que investiga as leis do Universo no que diz respeito a matéria e a energia, que são seus constituintes e suas interações. [Palmas e risos]
- (17) **Eu:** Eu também pesquisei, mas não anotei esse primeiro, anotei o do Wikipédia.
- (18) **Jéssica:** E eu estou certa porque eu falei matéria.
- (19) **Eu:** Uhum, você está certíssima!
- (20) **Eu:** Olha só, no Wikipédia dá uma resumida.

**(21) Eloisa:** Foi isso que eu falei, matéria é coisa da física.

**(22) Eu:** Aham, você está certa.

**(23) Evelin:** hum, aham! [risos]

**(24) Eu:** No Wikipédia fala assim: Física, do grego Physis, que é natureza, é a ciência que estuda a natureza e seus fenômenos em seus aspectos mais gerais. Então é uma ciência, ciência é uma cultura humana, que se propõe a entender as coisas? Assim funciona a ciência, faz perguntas e tenta compreender essas perguntas e está sempre se perguntando coisas, não é isso?! Então a física está sempre se perguntando sobre a natureza? Mais fechado ainda, sobre os fenômenos e os aspectos da natureza. Essa é uma definição da ciência [Física]? Mas essa definição não deixa a gente tão feliz assim, se vocês pensarem na química, ela também não é um estudo da natureza? A Biologia está estudando a natureza também, certo!? Um professor de Português, se ele estiver lá estudando literatura, dependendo do estudo, tem a ver com a natureza também, aliás, podemos estudar a natureza das coisas, a natureza da fala, do jogo de futebol...

**(25) Carlos:** Até a própria Geografia também!

**(26) Eu:** Geografia, que está estudando o homem e como ele interfere na natureza. Então, é difícil separar a ciência da natureza. Essa é uma definição que fala da física, fala de coisas que a física faz, mas não diz bem o que é a física. Essa pergunta o que é a física, eu estudei 4 anos de física mais 2 de mestrado, 6 anos.

**(27) Professora:** Cinco anos e meio!

**(28) Eu:** Cinco anos e meio, né! Eu estava querendo não falar das reprovações. [risos], então oito anos ai de estudos, e eu mesmo tenho dificuldades de falar o que é a física. Então o que eu fiz no projeto de mestrado, eu fui nos físicos. Nós, eu e a [Professora], a gente não faz física. Nós estudamos como ensinar física, mas a gente não está na universidade desenvolvendo mais coisas sobre a física, estamos estudando para ver o que se sabe da física e trazer para a sala de aula, a nossa missão é essa, estamos na intermediária. Então fui perguntar para um físico o que é física e ele me respondeu: física é o estudo dos sistemas físicos.

**(29) Eloisa:** Foi o que eu falei! Olha ai oh!

**(30) Eu:** Você deu uma resposta igual a de um físico. [Palmas] Física é o estudo dos sistemas físicos, mas qual é o problema dessa resposta? Ela não responde muita coisa né!? Porque, o que é sistema físico?

A pergunta feita por mim e dirigida à turma, “O que é a física?”, é apresentada como um desafio, uma pergunta difícil de se encontrar a resposta. Ela favoreceu o surgimento de enunciados sobre conceitos relacionados à Física.

#### 4.1.1 A concepção empírico-indutivista da Física

Quando provocados pela pergunta, alguns alunos expressaram enunciados como

“matéria”, “possui massa” e “força da gravidade”. Massa, matéria, força e gravidade são palavras comuns às aulas de Física, sendo frequentemente abordadas pelos professores dessa disciplina. Vamos analisar de forma preliminar os dizeres em circulação, partindo das respostas de Jéssica, Carlos e Eloisa, tomando como base conceitos bakhtinianos. A composição verbal do enunciado de Jéssica, no turno 4, é de apenas uma palavra, “matéria”, que, em um dicionário da língua portuguesa, apresenta os seguintes significados:

*sf.* **1.** Qualquer substância sólida, líquida ou gasosa que ocupa lugar no espaço. **2.** Substância capaz de receber certa forma, ou que atua em determinado agente. **3.** Assunto de discurso, conversação, etc. **4.** Causa, objeto. **5.** Notícia, reportagem, artigo, texto qualquer, de jornal, revista, noticiário de TV, etc. **6.** Disciplina escolar (BUARQUE, 2008, p.542).

Destaca-se, devido ao contexto de sala de aula, os significados 1 e 6. O primeiro se insere na trama dos enunciados, dando um sentido ao enunciado de Jéssica, que aponta para a intenção de responder à pergunta conceituando um objeto de estudo da Física, o que pode ser substituído por: “A Física estuda a matéria” ou “A Física é o estudo da matéria”. Por sua vez, o segundo significado corrobora o entendimento de que a Física é uma disciplina escolar, ou seja, “A Física é uma disciplina do currículo”.

Quando é dito que a Física é uma disciplina, ela é limitada ao domínio escolar, dessa forma, é apresentada por esse enunciado como um conhecimento finalizado e pronto para ser aprendido, perdendo a sua dimensão de ciência dinâmica. Porém, observar apenas a parte verbal não é suficiente para a compreensão do enunciado. O discurso verbal é produzido por situações da vida, ele nasce de um contexto extraverbal.

Assim, a situação extraverbal está longe de ser meramente a causa externa de um enunciado – ela não age sobre o enunciado de fora, como se fosse uma força mecânica. Melhor dizendo, a situação se integra ao enunciado como uma parte constitutiva essencial da estrutura de sua significação. Consequentemente, um enunciado concreto como um todo significativo compreende duas partes: (1) a parte percebida ou realizada em palavras e (2) a parte presumida (VOLOSHINOV; BAKHTIN, 1976, p.8).

Nesse sentido, além do horizonte espacial comum aos interlocutores, o espaço de sala de aula, a compreensão do enunciado pode ser melhorada adicionando-se ao enunciado uma característica verbo-visual: quando verbalizou o enunciado, Jéssica fez o gesto de pegar coisas com as mãos, ela pegou o “ar”, a mesa que estava na sua frente e o caderno enquanto pronunciava o componente verbal do enunciado.

Em seguida, no turno 5, Carlos, que estava sentado logo ao lado de Jéssica, complementa dizendo “possui massa” e fazendo os mesmos gestos que sua colega. Dessa forma, é possível que os dizeres e gestos de Jéssica e Carlos se completem transmitindo a ideia de que a Física está relacionada às coisas concretas, ou seja, a Física está relacionada de alguma forma às coisas tocáveis, possíveis de serem manipuladas, coisas que podem ser percebidas pelo tato. Portanto, nesses enunciados, massa e matéria assumem um mesmo significado.

No turno 6, Eloisa, buscando seus colegas, Jéssica e Carlos, através de olhares, elabora de forma mais específica seu enunciado dizendo: “análise das coisas físicas”. Considerando que os enunciados estão em rede e que a formação de sentido está no dialogismo das relações sociais, podemos considerar que o sentido produzido pelos enunciados de Jéssica, Carlos e Eloisa é de que a Física é um estudo baseado na observação de acontecimentos passíveis de serem percebidos pelos sentidos.

Podemos, com base nessa leitura dos dizeres, adensar nas relações entre os sujeitos e fazer uma análise dos enunciados. Motivados pela pergunta, os três alunos dialogam operando com conceitos científicos que estão relacionados à Física em busca de uma resposta. Apesar do enunciado de Jéssica (turno 4) ser de difícil compreensão, ele inaugura o debate e serve de base para a construção do enunciado de Eloisa (turno 6), que é uma resposta verbalmente completa à pergunta feita.

Os enunciados seguem uma sequência ascendente de complexidade e estão ligados por uma ideia comum, o empírico, algo que é passível de ser observado. Os indícios apontam para que a imagem concebida por eles é a da Física como a ciência que estuda o empírico, portando, trata-se de enunciados que valorizam características empíricas e experimentais da Física.

Pérez (2001) aponta como uma das visões deformadas do trabalho científico a concepção empírico-indutivista e ateórica. Segundo essa concepção, é destacado o papel supostamente neutro da observação e da experimentação sem se dar o devido valor às hipóteses que orientam a investigação, assim como as teorias que orientam todo o processo.

Os enunciados dos alunos parecem estar impregnados dessa concepção, o que dialoga com a imagem presumida do autor do texto didático em relação aos seus interlocutores, uma vez que a pergunta que motivou os enunciados dos alunos foi colocada no texto justamente para motivar discussões sobre a natureza da ciência.

#### 4.1.2 Os enunciados da internet e o viés positivista

Contrapondo os enunciados, ponderamos sobre a natureza das respostas dadas pelos alunos. Todas as respostas tratavam de conceitos relacionados à Física e só Eloisa respondeu de forma completa a pergunta.

Ainda em busca de uma resposta à pergunta, no turno 16, a aluna Gabriela traz para o debate um enunciado da internet quando faz uma leitura de uma definição da Física, encontrada no site de buscas online *Google* ao pesquisar a palavra “Física”: a Física investiga as leis do Universo no que diz respeito a matéria e energia. Reagindo a esse enunciado, os alunos Jéssica, Carlos e Eloisa fazem sinais de aprovação, enquanto Jéssica verbalizava que foi assertiva em ter dito “matéria” como resposta à questão posta (turno 18).

No turno 24, também inclui-se na discussão um enunciado da internet, eu, enquanto professor, fiz a leitura de uma parte da publicação da *Wikipédia* brasileira sobre a Física. Há, no enunciado, a ideia de que Física é o estudo da natureza. A maioria dos alunos permaneceu em silêncio e alguns fizeram sinais com a cabeça como se concordassem com o que foi dito.

Ambos os enunciados da internet parecem entrar em contato com as vozes dos alunos como um discurso de autoridade, por sua forte característica unívoca, que dá pouco espaço para que as vozes receptoras possam provocar a receptora. Devido a essa característica, ao entrarem em contato com as definições da internet, os alunos se limitaram a concordar ou a se silenciar, pois, “num discurso de autoridade, as enunciações e seus significados são pressupostos como fixos, não sendo passíveis de serem modificados ao entrarem em contato com novas vozes” (MORTIMER; MACHADO, 2001, p.117).

Esses enunciados trazem vozes sobre a ciência, típicas dos séculos XVIII e XIX (turnos 16 e 24). O termo “Leis do Universo” aponta para a ideia de um conhecimento baseado na formulação de leis, o que remonta ao mecanicismo. O mecanicismo é uma hipótese universal decorrente da mecânica newtoniana que percebe o mundo material como máquinas que são determinadas nas leis físicas e matemáticas. É a partir dessa perspectiva que se percebe o espaço e o tempo como absolutos e a história como linear e engendrada por um mundo ordenado e estável. Esses paradigmas fomentaram o positivismo de Comte<sup>8</sup>, que percebia na sociedade burguesa em ascensão o estágio final da evolução da humanidade (SANTOS, 1988).

A ideia de que a Física é o estudo da natureza aparece também em enunciados de livros didáticos:

---

<sup>8</sup> Isidore Auguste Marie François Xavier Comte (1798 — 1857) filósofo francês, fundador da Sociologia e do Positivismo, que trabalhou intensamente na criação de uma filosofia positiva.

A Física, como o próprio nome oriundo do grego (*physis* = natureza) já indica, é uma das ciências que estudam a natureza. Tudo o que acontece na natureza é denominado *fenômeno natural*. O simples fato de uma camisa secar no varal é um fenômeno natural, assim como a queda de uma laranja que se desprende de seu galho (DOCA; BISCUOLA; BOAS, 2016, p.10, grifo do autor).

A Física pressupõe a necessidade de separação entre homem e natureza para se conhecer como essa funciona e é dominada. Esse é um paradigma típico do empirismo moderno de Bacon<sup>9</sup>, onde a experiência dispensa a teoria prévia. Portanto, alimenta-se a ideia de que o trabalho do cientista, seu método, produz conhecimento a partir de dados puros da realidade.

Os que se dedicaram às ciências foram ou empíricos ou dogmáticos. Os empíricos, à maneira das formigas, acumulam e usam as provisões; os racionalistas, à maneira das aranhas, de si mesmos extraem o que lhes serve para a teia. A abelha representa a posição intermediária: recolhe a matéria-prima das flores do jardim e do campo e com seus próprios recursos a transforma e digere. Não é diferente o labor da verdadeira filosofia, que se não serve unicamente das forças da mente, nem tampouco se limita ao material fornecido pela história natural ou pelas artes mecânicas, conservado intato na memória. Mas ele deve ser modificado e elaborado pelo intelecto. Por isso muito se deve esperar da aliança estreita e sólida (ainda não levada a cabo) entre essas duas faculdades, a experimental e a racional (BACON, 2000, p. 75).

Para quebrar o silêncio e restabelecer uma negociação entre os significados dos discursos, fiz uma sequência de perguntas, com pausas entre elas, que eram respondidas com o silêncio (turno 24). A intenção era construir sentidos que se opunham aos discursos de autoridade através de uma estrutura discursiva aberta à participação dos alunos. Essa estratégia se mostra efetiva quando, no turno 25, Carlos relativiza a ideia de que a Física é o estudo da natureza apontando que essa característica, estudar a natureza, pode ser encontrada em certa medida na Geografia.

Além da autoridade dos enunciados da internet, a minha autoridade como professor de Física também é relativizada no discurso por frases como: “oito anos de estudos e eu mesmo tenho dificuldades de falar o que é a Física”, “essa é uma definição que fala da Física, fala de coisas que a Física faz mas não diz bem o que é a Física” e “nós, eu e a Professora, a gente não faz Física. Nós estudamos como ensinar Física, mas a gente não está na universidade desenvolvendo mais coisas sobre a Física”. Essa relativização da autoridade tinha como

---

<sup>9</sup> Francis Bacon (1561 - 1626) político, filósofo, cientista e ensaísta inglês, considerado como o fundador da ciência moderna.

objetivo quebrar com a dicotomia entre certo e errado que se apresenta com bastante valor para os alunos. Em diversos momentos, eles demonstram a relevância que esse julgamento possui quando buscam, nos discursos de autoridade, como o meu e o da internet, termos que se relacionam com as palavras que eles mesmos usaram nas suas próprias respostas sobre o que é Física.

#### 4.2 Segundo fragmento: relações entre o espontâneo e o científico

A abordagem nesse fragmento se deu a partir da apresentação de vídeos. A proposta era justamente discutir sobre os conceitos que tinham sido apresentados no começo da aula: o Sistema Físico, as consequências das simplificações e a necessidade dos referenciais de movimento.

Inserido no contexto do texto didático, esse fragmento, a apresentação dos vídeos, é presumido como o momento em que seria discutida a necessidade dos referenciais de movimento para a compreensão dos estágios de um movimento, o que justifica acrescentar de forma arbitrária os referenciais de movimento no sistema físico.

- (65) **Eu:** Quando simplificamos o Sistema Físico perdemos os referenciais.  
 (66) **Eu:** Vocês conseguem me dizer se o helicóptero está se movimentando o tempo todo nesse vídeo?  
 (67) **Ruído de várias vozes:** algumas dizem que está parado outros discordam e outros dizem que não é possível concluir.  
 (68) **Eu:** Reparem que não tem nada aqui no fundo.  
 (69) **Eu:** E esse aí? parado ou se mexendo?  
 (70) **Ruído de várias vozes:** Se mexendo.  
 (71) **Eloisa:** Nesse tem os postes no fundo.  
 (72) **Eu:** Vocês conseguem dizer se ele se mexe rápido ou devagar?  
 (73) **Jéferson:** Rápido.  
 (74) **Vanessa:** Devagar.  
 (75) **Eu:** Certeza? reparem nas bandeiras.  
 (76) **Carlos:** Aí! Eu acho que está rápido.  
 (77) **Jéssica:** Não dá.  
 (78) **Jéferson:** A imagem está devagar, mas o helicóptero pode estar rápido, por causa das bandeiras eu percebi isso.  
 (79) **Eu:** Olha que interessante! Na primeira imagem foi difícil dizer se o helicóptero se move ou não, deu bastante discussão. Porque essa dificuldade?  
 (80) **Eloisa:** Mas estava se mexendo, ele fez assim.  
 (81) **Professora:** Não, mas se deslocando?  
 (82) **Fernando:** É, saindo de um lugar para outro.  
 (83) **Carlos:** É! O que não dá para saber é se ele estava fazendo aquilo que a professora falou ali.  
 (84) **Professora:** Deslocamento.  
 (85) **Eu:** Tipo assim, quem disse que não estava se mexendo tem argumentos pra falar isso, e quem disse que estava se mexendo também tem argumentos.

O difícil aqui está sendo ter uma opinião precisa sobre o primeiro helicóptero. Já no segundo essa dúvida não existe né? No segundo a gente pode falar: ele saiu de um lugar e chegou em outro, ele passou pelas bandeiras. O primeiro vídeo tem um problema pra a gente definir o movimento.

**(86) Jéferson:** Ele não tem os referenciais.

**(87) Eu:** E no outro, ele tem referenciais pra a gente comparar o estado de movimento, mas tivemos problemas com o tempo.

**(88) Greice:** O tempo passa de um jeito diferente de como estamos acostumados.

**(89) Cleiton:** A bandeira balança de um jeito estranho.

**(90) Eu:** Então no segundo apesar de termos bons referenciais de movimento não temos bons referenciais de tempo, seria bom um relógio pra a gente ver como ta passando o tempo lá.

**(91) Eu:** Vamos dar uma olhada nesse vídeo aqui. O que vocês acham: essa mulher está correndo ou está parada numa esteira?

**(92) Greice:** Está correndo.

**(93) Bruna:** Está parada!

**(94) Carlos:** Hum, é o mesmo problema de antes.

**(95) Jéssica:** É, não dá pra saber!

**(96) Greice:** Não! dá para ver que ela está correndo.

**(97) Eu:** Repare que não temos referenciais.

**(98) Greice:** Mas, dá pra ver que ela ta correndo.

**(99) Professora:** Sim, mas ela pode estar correndo no mesmo lugar.

**(100) Carlos:** Foi de um lugar para outro?

**(101) Professora:** Não, mas a questão que ele está perguntado é deslocar de um ponto e ir para outro ponto.

**(102) Jéssica:** Ah, ninguém sabe!

**(103) Professora:** Porque aí, não tem um referencial, não tem como a gente ver.

**(104) Greice:** Mas que está correndo tá.

**(105) Carlos:** Mas eu acho que ela está correndo, porque o cabelo está balançando muito.

**(106) Professora:** Mas ela está se deslocando?

**(107) Jéferson:** E se tiver uma esteira debaixo dela?

**(108) Carlos:** A cabeça está mexendo, mas o corpo não está se movendo.

**(109) Eu:** E o corpo dela, a mulher como um todo, dá para ver se sai de um lugar e vai para outro?

**(110) Greice:** Ela está no mesmo lugar.

**(111) Eu:** Sem os referenciais fica difícil falar sobre o movimento.

**(112) Eloisa:** Olha lá como não tem nada só dá pra dizer se ela está correndo ou andando.

**(113) Gabriela:** Vamos usar os óculos da Física pra resolver isso!

**(114) Eu:** Ou seja, sem as referências não dá pra dizer em que estado de movimento ela está.

**(115) Jéferson:** Se mexer é se aproximando ou se afastando de alguma coisa.

**(116) Greice:** Mas ela está ou não está?

**(117) Carlos:** Não dá pra saber!

**(118) Eu:** A resposta pode ser: não sei. E esse outro vídeo aqui?

**(119) Greice:** Deslocou.

**(120) Professora:** Deslocou.

**(121) Eu:** Deslocou com certeza né? Dá pra medir até: eu posso falar que o pé dele saiu daqui e chegou aqui.

**(122) Greice:** Saiu do 14 e foi para o 5.

**(123) Eu:** Dá pra medir, porque temos réguas, coisas com medidas fixas pra a gente conseguir comparar, dá pra falar a altura máxima que ele chegou?

**(124) Eloisa:** Saiu do 16 e chegou até o 2.

**(125) Carlos:** Se a gente marcar as posições dá para desenhar a trajetória dele.

**(126) Eu:** Isso, qual é a trajetória do pé dele? Ele fez isso aqui né

**(127) Eu:** E Tem o referencial do tempo também, assim a gente sabe o tempo e a posição.

**(128) Eu:** Então no nosso sistema físico a gente que adiciona os seus referenciais de tempo e espaço as réguas. e os relógios, assim a gente pode saber os estados do movimento. Reparem que os referencias podem ser colocados segundo a nossa vontade, eles podem ser adaptados de acordo com que a gente quer estudar. Quando estamos medindo o movimento a gente quer saber as variáveis física dele, quais são?

**(129) Carlos:** Espaço e tempo.

**(130) Eu:** E eles são medidos através dos referenciais de movimentos réguas e relógios.

#### 4.2.1 Está se movendo? Se mexendo ou se deslocando?

Ao apresentar o vídeo representado na Figura 8 (Anexo) aos alunos e questionar sobre o estado do movimento do helicóptero, as diversas vozes que responderam eram divergentes e podem ser classificadas em três grupos: as que diziam haver movimento, as que afirmavam não haver movimento e algumas poucas vozes que defendiam a impossibilidade de se observar o movimento nesse vídeo. Interrompendo a discussão sobre o primeiro vídeo, apresentei um segundo vídeo, representado na Figura 9 (Anexo), e questionei se, nesse vídeo, o helicóptero estava se movendo. A resposta foi unânime, todos que se manifestaram disseram que, no caso desse vídeo, o helicóptero estava se mexendo.

Na preparação da aula, presumia-se que, pela comparação entre os vídeos, ficaria evidente que no primeiro não há nenhum outro objeto além do helicóptero com que pudéssemos comparar o estado de movimento do helicóptero, enquanto no segundo vídeo aparecem outros objetos parados (poste, mastros com bandeiras, etc.) com os quais podemos comparar o seu movimento. A compreensão presumida obteve êxito em relação ao que se mostrou compreendido na comparação dos vídeos com os alunos na sala de aula, uma vez que, apesar dos embates em relação ao movimento no primeiro vídeo, todos afirmaram que o helicóptero se movia no segundo. O êxito também pode ser observado quando Eloisa diz: “[n]esse tem os postes no fundo”, fazendo a comparação do primeiro vídeo com o segundo e observando a presença dos referenciais.

Porém, apesar do planejamento, é comum as aulas seguirem caminhos diferentes dos presumidos pelo professor antes da aula, existe uma ilusão de poder controlador e silenciador do professor, mas a aula se caracteriza como um processo interativo de caráter intersubjetivo, onde os alunos são interlocutores imediatos do professor, portanto, ainda que

conduzida pelo professor o desenvolvimento dela é afetado pelas réplicas dos alunos. “As réplicas em sua diversidade de formas, contam-nos como o texto que remetemos está sendo acolhido e como nós mesmo estamos sendo aceitos ou não” (FONTANA, 2001, p.33).

Os alunos concordaram com a diferença entre os vídeos e a forma como o movimento de um objeto é percebido através da comparação, o movimento de um é relativo ao movimento do outro, porém, na turma, havia um clima de polêmica em relação ao movimento no primeiro vídeo, com discussões isoladas entre pequenos grupos. Para que o diálogo fosse com todos, eu retomo a discussão sobre o movimento do helicóptero no primeiro vídeo (turno 79).

Apesar de estarem todos olhando para o mesmo vídeo, os alunos viram coisas diferentes e disseram coisas diferentes a respeito do que viram. Fontana (2001) esclarece que é importante para a construção dos significados uma interação aberta onde há espaço para os envolvidos expressarem suas diferenças, pois, é justamente na interação e na diferença que se produz a significação.

Conduzi a retomada da discussão perguntado porque foi difícil chegar a uma conclusão sobre o movimento do helicóptero no primeiro vídeo. A partir dessa pergunta, se desencadeia uma dinâmica interlocutiva entre alguns alunos e a professora. Eloisa, que fez parte do grupo de alunos que afirmaram haver movimento no primeiro vídeo, mostra, através de um gesto, o movimento que o helicóptero fez e reafirma que ele se movimentou no primeiro vídeo, dizendo que ele se mexeu (turno 80).

Contrapond-se a Eloisa, a professora lembra aos alunos o conceito físico de “deslocamento” e Fernando, que havia dito no início do fragmento que não dava para saber se o helicóptero estava se movendo, completa dizendo “É, saindo de um lugar para outro”. Portanto, para expressar a ideia de movimento como sendo a propriedade de um corpo sair de um lugar e ir para outro é usado a palavra “deslocamento”.

A aprendizagem é acompanhada da tensão entre saberes disciplinares dominados pelos professores, mas ainda não elaborados pelos alunos. Quando a professora se posiciona há um confronto de interesses sociais, a professora, dada sua posição social, se preocupa com a introdução na discussão do conceito científico. O diálogo supõe tensão, a compreensão se produz no encontro e no confronto das palavras, não apenas no reconhecimento dos significados, mas também, na tomada de posição em relação os significados (BAKHTIN; VOLOCHINOV, 2006).

Evidencia-se o confronto entre duas vozes que se posicionam em relação ao que foi observado no vídeo. A primeira é representada por Eloisa e o grupo de alunos que afirmam que

o helicóptero está se movimentando e, se contrapondo a essa ideia, está a segunda voz, representada pela professora e pelo grupo de alunos que afirmaram não ser possível perceber o movimento do helicóptero no vídeo. A professora se posiciona lembrando os alunos do conceito de deslocamento, a ele é dado o significado de “sair de um lugar e ir para outro” por Fernando. Focando-se no desenvolvimento dos conceitos e na aprendizagem, podemos perceber no confronto entre as vozes, expresso através de palavras, uma relação entre o conceito espontâneo e o científico (VYGOTSKY, 1991).

“Mexer” é um conceito espontâneo, sua gênese está atrelada ao convívio real e cotidiano se desenvolvendo de forma não intencional e ele se manifesta na incapacidade de abstração. Quando usa esse conceito para se referir ao movimento do helicóptero, Eloisa revela uma valorização de aspectos concretos do movimento no vídeo, outras vozes que se manifestaram em acordo com a compreensão da Eloisa se justificaram se referindo ao movimento das hélices do helicóptero, o que dá um significado ao movimento do helicóptero no vídeo diferente da ideia de sair de um lugar e ir para outro.

Por outro lado, deslocamento é um conceito científico, ele é mediado por outros conceitos. Operando com esse conceito de forma consciente, os alunos do terceiro grupo foram capazes de abstrair a situação e resolver o problema, ignorando o movimento das hélices, ou seja, para a solução da situação, foi necessária uma simplificação a partir da qual se considera como movimento, na compreensão do vídeo, apenas a percepção de que a aeronave saiu de algum lugar e chegou em outro.

Essa característica de simplificação para estudar o que é considerado como essencial pela teoria é uma das abordagens estruturantes do texto didático analisado que se apresenta na construção dos sistemas físicos.

É preciso ter presente que uma característica essencial de uma aproximação científica é a vontade explícita de simplificação e de controle rigoroso em condições pré-estabelecidas (o que não quer dizer que se o consiga), circunstâncias que introduzem elementos confirmadamente artificiais que não devem ser ignorados nem ocultados: os cientistas decidem abordar problemas resolúveis e começam, para isso, ignorando consciente e voluntariamente muitas das características das situações estudadas, o que os “afasta” da realidade; e continuam a afastar-se mediante o que se deve considerar, sem dúvida, a essência do trabalho científico: a invenção de hipóteses, a construção de modelos imaginários e idealizados (gases ideais, estrutura da Terra, ...). O trabalho científico exige, pois, tratamentos analíticos, simplificadores, artificiais (PÉREZ *et al.*, 2001, p.138).

No terceiro vídeo apresentado na aula e representado pela Figura 10 (Anexo), essa

dicotomia em relação ao movimento é retomada. A maioria dos alunos opera com a ideia de deslocamento posta nas interlocuções, concordando com a posição da professora e dos alunos que, sobre o primeiro vídeo, disseram não ser possível perceber o movimento do helicóptero. Na dinâmica interlocutiva, “deslocamento” é significado como o traslado de um corpo de um determinado lugar para outro, apesar de, no rigor da Física, esse ser um conceito com significados mais complexos que esse, relacionados a propriedades matemáticas como o ponto e o vetor, o significado posto foi o suficiente para se obter a abstração necessária e resolver os problemas que foram propostos.

Porém, alguns alunos se mostraram ainda resistentes aos posicionamentos dos colegas. No caso da aluna Greice que, depois de observar o terceiro vídeo, afirmava que a mulher estava correndo, outros estudantes mobilizaram suas vozes para convencê-la que apesar de fazer movimentos típicos de uma pessoa correndo não era possível dizer que ela saia do lugar: “Sim, mas ela pode estar correndo no mesmo lugar.”, “E se tiver uma esteira debaixo dela?”, “E o corpo dela, a mulher como um todo, dá para ver se sai de um lugar e vai para outro?” (turnos 92 ao 110).

O último vídeo apresentado, representado pela Figura 11 (Anexo), é de um homem em um salto mortal e também apresenta um fundo branco, porém, a percepção do movimento é clara nesse vídeo, pois, ele apresenta referenciais de movimento. Essa compreensão também é clara por parte dos alunos e se confirma pela resposta da Greice nos turnos 119 e 122 onde, além de concluir que houve o movimento, ela verbaliza as posições inicial e final do deslocamento no vídeo. Para finalizar, Carlos retoma a discussão do início da aula apontando para a possibilidade de, com os referenciais de movimento desse vídeo, traçar a trajetória do movimento.

Portanto, através do diálogo, os alunos foram capazes de mobilizar conceitos científicos e espontâneos para a compreensão dos vídeos, operando com esses conceitos e simplificando as situações para solucionar os problemas. Os alunos conseguiram, ainda, no final da atividade, relacionar a solução da situação com um aspecto geral apresentado no início da aula, que era traçar a trajetória de um objeto no Sistema Física.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O aprendizado que se destacou no decorrer do processo de investigação desta pesquisa de mestrado diz respeito ao diálogo entre o que se presume em relação a uma situação e a situação real e concreta em si. O enunciado do texto didático aqui estudado representa um posicionamento do autor em relação às aulas de Física na Educação Básica e se sustenta em fatores constantes e estáveis da vida, em avaliações sociais. O autor, em diálogo com outros enunciados de seu contexto concreto, cria uma imagem do seu interlocutor. Portanto, no enunciado, há uma imagem do aluno e da aula, em que se prevê possíveis réplicas e sentidos. Porém, essa imagem não coincide com participantes reais das aulas.

Há, na aula analisada, uma multiplicidade de vozes sociais e uma complexa trama de réplicas muito além do que se pode presumir, perceber e considerar no curso da aula. Cada aluno, ao seu modo, significa as interações presentes na aula. Nas relações de dialogismo entre os enunciados presente na sala de aula, novas relações de sentido se estabelecem, diferentes das presumidas no enunciado do texto didático.

O texto didático analisado, sua construção verbal, é uma resposta a um conjunto de condições sociais, ele responde a distintos enunciados - da esfera acadêmica que teoriza sobre o ensino de física, aos dizeres dos professores sobre suas práticas didáticas e dizeres dos pesquisadores de Física sobre o ensino de Física - e se direciona a diferentes interlocutores - alunos, professores e pesquisadores. O estilo do enunciado é moldado em função de como é presumida a compreensão do enunciado pelo interlocutor, o texto toma forma a partir do que é presumido dialogando com enunciados do seu contexto.

É na sua relação com o presumido que o enunciado do texto se contrapõe às práticas atuais do ensino de FMC e à concepção de Física presente nas salas de aula e se propõe a romper com o tradicional. É devido a imagem que fez de seus interlocutores que o texto propõe se posicionar em relação a percepção sobre o que é a Física e é por prever possíveis relações de sentido que o texto propõe discussões através de perguntas e apresentação de imagens e vídeos. De forma geral, no texto, se pretende ter controle sobre os sentidos postos em circulação a partir de sua leitura.

Existe, em relação ao professor, a ilusão de poder e controle sobre os sentidos postos na sala de aula, porém, os sentidos são postos pelo dialogismo, um enunciado não tem sentido por si só. A fala do professor pressupõe esse controle devido a características de autoridade que lhe é investida, recorrente dos lugares sociais dos envolvidos na aula, os alunos ocupam uma posição social hierarquicamente submetida a posição do professor. Porém, o discurso de

autoridade, que pressupõe como fixos os enunciados e seus significados, não permite o surgimento de novos sentidos, o que torna as réplicas dos alunos obscuras para análise.

No processo de escolha dos fragmentos da aula, que constituiriam objetos de análise, as sombras lançadas pelo discurso de autoridade sobre as réplicas dos alunos ganham destaque. As minhas falas eram maiores que as dos alunos, elas se baseavam em uma fala planejada com a intensão de agir sobre eles. Atentando-me aos dois fragmentos da aula analisados, há, no primeiro momento, no início da aula, o papel do discurso de autoridade agindo sobre as réplicas dos alunos, curtas e com fraca construção verbal, em contrapartida, no segundo momento da aula, na parte final, o discurso de autoridade se torna mais fraco, a aula se permite ser mais espontânea e os enunciados dos alunos são mais articulados, havendo possibilidade de uma melhor compreensão dos sentidos postos em circulação.

No primeiro fragmento, os meus enunciados, devido ao contexto extraverbal - o lugar social do professor, o espaço da sala de aula, a distribuição espacial dos interlocutores e as características do meu discurso, que era planejado e construído a partir de uma imagem presumida -, se instaurou uma relação dialógica onde o enunciados dos alunos se relacionavam com um discurso de autoridade, e portanto impenetrável a outros enunciados. Como podemos ver na análise desse momento, em réplica aos enunciados postos, os alunos se posicionam de forma a concordar, ou buscar verdades em relação aos enunciados apresentados sem se contrapor. Apesar de ser presumido o posicionamento dos alunos em relação a concepções, empiristas, mecanicistas e positivistas da ciência, a percepção da análise desses posicionamentos é complexa e pouco transparente devido à forte influência do discurso de autoridade.

O segundo fragmento se caracteriza por uma relação entre os enunciados diferente do primeiro, nele há uma estrutura discursiva aberta à participação dos alunos e à produção de sentidos diferentes dos presumidos. Surge, através da dinâmica discursiva aberta, focada na compreensão dos vídeos, um diálogo entre conceitos científicos e espontâneos. No início, o grupo de alunos que operou com conceito científico foi capaz de ter uma compreensão do vídeo de forma mais abstrata, porém, no decorrer da aula, com a apresentação de outros vídeos, e com a compreensão através do diálogo, alunos de outros grupos passaram a ser capazes de operar através da simplificação da situação para análise e solução. Há uma possível internalização de conceitos científicos através da fala socializada entre os alunos.

Portanto, a relação do primeiro momento da aula com o texto, com o presumido, foi de um discurso de autoridade onde as falas premeditadas do professor foram seguidas à risca e como resultado houve pouca penetração dos enunciados dos alunos, a dinâmica interlocutiva

não deixou de acontecer, porém, os significados se mostraram rígidos, impassíveis de modificação. O segundo momento assume uma relação mais espontânea entre o presumido e a aula em si, decorrente dessa relação é a produção de novos significados que vão além do presumido e que de forma clara contribuíram para a evolução conceitual dos alunos.

Com base na conversa entre o presumido e a situação concreta retomo aqui a pergunta que motivou todo o processo de aprendizagem que caracteriza esse estudo e apresento as respostas numa estrutura objetiva: quais as potencialidades de um texto didático produzido a partir da dinâmica discursiva entre um professor e um pesquisador em Física quando inserido na dinâmica interativa da sala de aula?

A investigação sobre um texto didático nos mostrou que, em relação ao seu contexto de produção, ele é potencialmente disruptivo com as práticas didáticas tradicionais da Física pois, se posicionando a partir da perspectiva do autor sobre o trabalho do físico, ele rompe com visões essencialmente positivistas da ciência; propõe uma forma alternativa de inserção da FMC na Educação Básica, apresenta dimensões importantes do método científico como a simplificação e a hipótese.

Quando inserido na dinâmica da sala de aula, a sua linguagem se reflete na prática docente e proporciona momentos de interação aberta com compreensão de significados que estavam além do presumido pelo texto. No primeiro fragmento analisado, a interação revelou: uma relação de subordinação dos alunos em relação a discursos de autoridade tanto do professor quanto de discursos presentes na internet, nessa relação os alunos expressaram concepções ultrapassadas em relação ao trabalho do cientista, visões empiristas, mecanicistas e positivistas.

No segundo fragmento, através da observação de vídeos e de debates sobre o movimento, temos uma estrutura dialógica aberta a expressão de novos significados que estavam além do presumido, o debate socializado para a compreensão do movimento nos vídeos levou a internalização de conceitos científicos e a compreensão de característica do tratamento analítico, simplificado e artificial das situações estudadas pelo trabalho científico.

De forma geral, a aula, além de gerar discussões interessantes para a pesquisa, agradou a professora e os alunos. Finalmente, alguns comentários de alunos e da professora sobre o que acharam da aula.

**Professora:** Eu gostei! Seria legal começar o ano com essa aula, querendo ou não, ela dá uma boa ideia sobre medidas, já começar o estudo da Física introduzindo, tempo, espaço e essa noção de medidas. Os alunos gostaram também, participaram.

**Carlos:** Foi mais fácil da gente se expor melhor, além do professor falar lá, a gente precisa se expor também e assim pensar melhor, fica melhor assim.

**Eloisa:** O legal é que os professores normalmente explicam, passam as fórmulas, os cálculos, mas a gente não conversa sobre o que é a Física.

## REFERÊNCIAS

- ALONSO, M.; FINN, E. J.; GUIMARÃES, M. A. *Física: um curso universitário*. [S.l.: s.n.], 1972.
- ALVETTI, M. A. S. *et al. Ensino de física moderna e contemporânea e a revista ciência hoje*. 1999. 170f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1999.
- AUBRECHT, G. J. Redesigning courses and textbooks for the twenty-first century. *American Journal of Physics*, AAPT, v. 57, n. 4, p. 352–359, 1989.
- BACON, F. *Novo organum*. São Paulo: Nova Cultural, 2000.
- BAKHTIN, M. Metodologia das ciências humanas. *Estética da criação verbal*, Martins Fontes São Paulo, v. 4, p. 393–410, 2003.
- BAKHTIN, M.; VOLOCHINOV, V. N. *Marxismo e filosofia da linguagem: problemas fundamentais do método sociológico da linguagem*. São Paulo: Hucitec, 2006.
- BASTOS, F. *et al.* Da necessidade de uma pluralidade de interpretações acerca do processo de ensino e aprendizagem de ciências: revisitando os debates sobre construtivismo. *Pesquisas em ensino de ciências: contribuições para a formação de professores*, v. 5, p. 9–55, 2004.
- BATISTA, I. de L. O ensino de teorias físicas mediante uma estrutura histórico-filosófica. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 10, n. 3, p. 461–476, 2004.
- BRAGA, M. A. B.; GUERRA, A.; REIS, J. C. O papel dos livros didáticos franceses do século XIX na construção de uma concepção dogmática-instrumental do ensino de física. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 25, n. 3, p. 507–522, 2008.
- BRAIT, B. A palavra mandioca do verbal ao verbo-visual. *Bakhtiniana. Revista de Estudos do Discurso*, v. X, n. 1, p. X-Y, 2009.
- BRASIL. *Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)*. Orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002.
- BUARQUE, A. *Mini Aurélio—O Dicionário da Língua Portuguesa*. 7. ed. Curitiba: Editora Posivo, 2008.
- CARVALHO, A. M. P. de; VANNUCCHI, A. O currículo de física: inovações e tendências nos anos noventa. *Investigações em ensino de ciências*, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 3–19, 2016.
- CAVALCANTI, L. d. S. Cotidiano, mediação pedagógica e formação de conceitos: uma contribuição de vygotsky ao ensino de geografia. *Cad. Cedes, Campinas*, v. 25, n. 66, p. 185–207, 2005.
- DOCA, R. H.; BISCUOLA, G. J.; BOAS, N. V. *Física 1: mecânica*. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

EL-HANI, C. N.; BIZZO, N. M. V. Formas de construtivismo: mudança conceitual e construtivismo contextual. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 40-64, 2002.

FIGUEIRA, R.; PIERSON, A. H. C. A inserção de física moderna e contemporânea na educação básica: Uma análise sobre a consonância das justificativas com as atuais propostas curriculares. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, São Paulo. *Anais...* São Paulo: ABRAPEC, 2013. p. 1-8.

FINO, C. M. N. Vygotsky e a zona de desenvolvimento proximal (zdp): três implicações pedagógicas. *Revista Portuguesa de educação*, v. 14, p. 273-291, 2001.

FIORIN, J. L. *Introdução ao pensamento de Bakhtin*. [S.l.]: Ática, 2006.

FONTANA, R. A. Sobre a aula: uma leitura pelo avesso. *Presença Pedagógica*, v. 7, n. 39, p. 31-37, 2001.

FREITAS, S. dos A.; NETO, A. S. de A. Análise dos conteúdos de física nos livros didáticos de ciências do nono ano do ensino fundamental aprovados pelo pnld 2017. *Revista Contexto & Educação*, v. 34, n. 107, p. 174-188, 2019.

GARCIA, T. Relações de professores e alunos com os livros didáticos de física. SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., Vitória. *Anais [...]* Vitória, 2009, p. 1-10.

GÓES, M. C. R. de. A abordagem microgenética na matriz histórico-cultural: uma perspectiva para o estudo da constituição da subjetividade. *Cadernos cedes*, Campinas, v. 20, n. 50, p. 9-25, 2000.

GRUPO, D. R. D. E. D. *Física* (gref). São Paulo: Edusp, 1999.

HALLIDAY, D. *et al. Fundamentos de física*. [S.l.: s.n.], 1996.

HIDALGO, J. M. *et al.* A história da ciência (distorcida ou ausente) em livros didáticos: o conteúdo sobre o experimento de Torricelli como estudo de caso. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 11, n. 1, p. 101-124, 2018.

LANGHI, R. Educação em astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), v. 28, n. 2, p. 373-399, 2011.

LIMA, N. W. *et al.* A história do fóton em livros de física. *Enseñanza de las ciencias*, n. Extra, p. 1953-1958, 2017

LIMA, N. W. *et al.* Uma análise bakhtiniana dos enunciados sobre o efeito fotoelétrico em livros didáticos do ensino superior. *Enseñanza de las ciencias*, n. Extra, p. 1947-1952, 2017.

LIMA, N. W.; OSTERMANN, F.; CAVALCANTI, C. J. de H. Física quântica no ensino médio: uma análise bakhtiniana de enunciados em livros didáticos de física aprovados no pnldem 2015. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 34, n. 2, p. 435-459,

2017.

MARTINS, O. B.; MOSER, A. Conceito de mediação em vygotsky, leontiev e wertsch. *Revista Intersaberes*, Curitiba, v. 7, n. 13, p. 8–28, 2012.

MOREIRA, I. d. C. A inclusão social e a popularização da ciência e tecnologia no brasil. *Inclusão social*, v. 1, n. 2, p. 11–16, 2006.

MOREIRA, M. A. Uma análise crítica do ensino de física. *Estudos Avançados*, SciELO Brasil, v. 32, n. 94, p. 73–80, 2018.

MORTIMER, E. F. A evolução dos livros didáticos de química destinados ao ensino secundário. *Em aberto*, v. 7, n. 40, p. 25–41, 2007.

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? *Investigações em ensino de ciências*, v. 1, n. 1, p. 20–39, 2016.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. Elaboração de conflitos e anomalias na sala de aula. Linguagem, cultura e cognição: reflexões para o ensino e a sala de aula. *Autêntica*, Belo Horizonte, p. 139–150, 2001.

MOURA, E. A. *et al.* Os planos genéticos do desenvolvimento humano: a contribuição de vigotski. *Revista Ciências Humanas*, v. 9, n. 1, p. 106–114, 2016.

NARDI, R.; GATTI, S. R. T. Uma revisão sobre as investigações construtivistas nas últimas décadas: concepções espontâneas, mudança conceitual e ensino de ciências. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Universidade Federal de Minas Gerais, v. 6, n. 2, p. 115–144, 2004.

NETO, J. M. *et al.* Pesquisa em ensino de física do 2º. grau no brasil: concepção e tratamento de problemas em teses e dissertações. 1990. 283f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Educação. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1990.

OLIVEIRA, M. K. d. Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento-um processo sócio-histórico. In: *Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento-um processo sócio-histórico*. [S.l.: s.n.], 1993.

OLIVEIRA, M. K. de. Jovens e adultos como sujeitos de conhecimento e aprendizagem. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 22., Caxambu. *Anais [...]* Caxambu, 1999, p. 61.

OLIVEIRA, M. K. de; REGO, T. C. Contribuições da perspectiva histórico-cultural de luria para a pesquisa contemporânea. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 36, p. 107–121, 2010.

OLIVEIRA, R. J. de. A critica ao verbalismo e ao experimentalismo no ensino de química e física'. *Química Nova*, Rio de Janeiro, p. 86–89, 1992.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Tópicos de física contemporânea na escola média brasileira: um estudo com a técnica delphi. *Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*, v. 6, p. 1–10, 1998.

- OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma revisão bibliográfica sobre a área de pesquisa "física moderna e contemporânea no ensino médio". *Investigações em ensino de ciências*. Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 23-48, 2000.
- PENA, F. L. A.; FILHO, A. R. Relação entre a pesquisa em ensino de física e a prática docente: dificuldades assinaladas pela literatura nacional da área. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 25, n. 3, p. 424-438, 2008.
- PENUEL, W. R.; WERTSCH, J. V. Vygotsky and identity formation: A sociocultural approach. *Educational psychologist*, v. 30, n. 2, p. 83-92, 1995.
- PÉREZ, D. G. *et al.* Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação (Bauru)*, SciELO Brasil, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.
- PINTO, A. C.; ZANETIC, J. É possível levar a física quântica para o ensino médio? *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 16, n. 1, p. 7-34, 1999.
- RICARDO, E. C.; FREIRE, J. C. A concepção dos alunos sobre a física do ensino médio: um estudo exploratório. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, São Paulo, v. 29, n. 2, p. 251-266, 2007.
- ROSA, C. W. da; ROSA, Á. B. da. O ensino de ciências (física) no brasil: da história às novas orientações educacionais. *Revista Iberoamericana de Educación*, n. 58/2, p.2-24, 2012.
- SANTOS, B. d. S. Um discurso sobre as ciências na transição para uma ciência pós-moderna. *Estudos avançados*, SciELO Brasil, v. 2, n. 2, p. 46-71, 1988.
- SILVA, B. G.; PIRES, D.; MANZKE, V. História da ciência nos livros didáticos de física do 1.º ano do ensino médio do brasil. *Revista Thema*, Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense, v. 14, n. 4, p. 1-11, 2017.
- SILVA, M. R. da. Currículo, ensino médio e BNCC-um cenário de disputas. *Retratos da Escola*, v. 9, n. 17, p. 367-379, 2016.
- STANNARD, R. Modern physics for the young. *Physics Education*, v. 25, n. 3, p. 133, 1990.
- TERRAZAN, A. Física moderna e contemporânea no segundo grau. Abordagens de Física Moderna e Contemporânea no 2º grau: Por quê? Como? *Instituto de Física*. Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1996.
- TERRAZZAN, E. A. A inserção da física moderna e contemporânea no ensino de física na escola de 2º grau. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 209-214, 1992.
- TERRAZZAN, E. A. *Perspectivas para a inserção da física moderna na escola média*. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.
- TIPLER, P. A.; MOSCA, G. *Física para cientistas e engenheiros. Vol. 1: mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica*. [S.l.]: Grupo Gen-LTC, 2000.
- VENEU, A.; FERRAZ, G.; REZENDE, F. Análise de discursos no ensino de ciências:

considerações teóricas, implicações epistemológicas e metodológicas. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 17, n. 1, p. 126-149, 2015.

VILLANI, A.; CABRAL, T. C. B. Mudança conceitual, subjetividade e psicanálise. *Investigações em ensino de Ciências*, v. 2, n. 1, p. 43–61, 2016.

VOLOSHINOV, V. N.; BAKHTIN, M. *Discurso na vida e discurso na arte*. Sobre poética sociológica. 1976.

VYGOTSKY, L. *Pensamento e Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, L. *A formação social da mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

VYGOTSKY, L. S.; LURIA, A. R. *Estudos sobre a história do comportamento: símios, homem primitivo e criança*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

VYGOTSKY, L. S. *et al. Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

WERTSCH, J. V.; SOHMER, R. Vygotsky on learning and development. *Human Development*, Karger Publishers, v. 38, n. 6, p. 332–337, 1995.

## ANEXO

### SISTEMAS FÍSICOS

Antes de iniciarmos o estudo da Física, devemos primeiro responder à pergunta “O que é a Física?” Uma resposta simples e completa para essa pergunta é

**Definição 1** A Física é o estudo dos Sistemas Físicos.

Obviamente essa definição é inútil se não soubermos o que significa a expressão “Sistema Físico”, o que pode ser resolvido com a seguinte definição,

**Definição 2** Um Sistema Físico é um conjunto de objetos e entidades que possui duas características fundamentais:

1. Todas as informações possíveis de serem obtidas a respeito do sistema estão contidas no próprio sistema; e
2. Todos os elementos do sistema estão interligados por relações de causa e efeito.

A partir de agora, como estamos em um curso de Física, vamos usar o termo Sistema, ao invés de Sistema Físico, já que este é o único tipo de sistema que iremos tratar nesse curso.

A definição 2 nos dá uma receita de como se criar um sistema, o que seria mais ou menos assim: pegue todos os objetos que você quer estudar; decida o que você quer estudar a respeito desses objetos; identifique como esses objetos estão interligados; junte toda a informação inútil e jogue fora.

Agora vamos dar um exemplo de um sistema de interesse na Física. Suponha que queremos estudar o caminho que uma bola de golfe percorre em uma tacada. Uma representação ingênua do que queremos estudar é a seguinte:



Figura 4. Representação artística de uma tacada de Golfe. A bola de golfe é identificada devido a presença de elementos comuns ao jogo de golfe: o jogador, o taco e o campo gramado.

Na Física o Sistema é representado da seguinte forma:

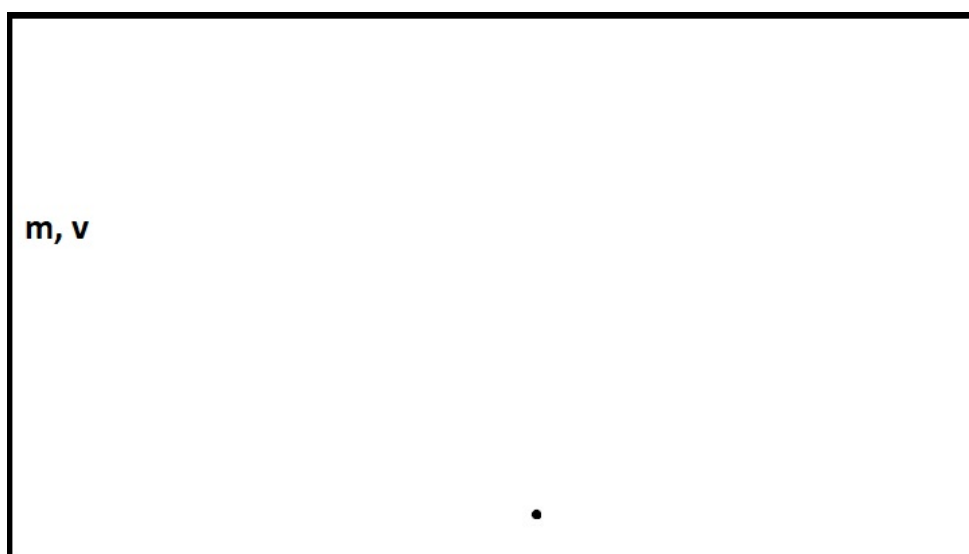


Figura 5. Representação da tacada de Golfe no Sistema Físico. A bola passa a ser representada por um ponto, informações como: taco, gramado e jogador são ignoradas.

Nessa figura tudo está simplificado. A bola de golfe está representada por um ponto e todo o resto do cenário foi removido, apenas duas informações são mantidas: a massa da bola ( $m$ ) e a velocidade que a bola ( $v$ ) adquire após a tacada. Todo o resto é informação inútil.

## ESPAÇO E TEMPO

Se a cor da camisa do golfista é uma informação inútil para nosso Sistema Físico,

o que constitui uma informação útil nesse contexto? Nesse caso particular (encontrar a trajetória de uma bola de golfe) imediatamente percebemos que estamos atrás de duas informações sobre o sistema: sua Posição no decorrer do Tempo após a tacada. Essas duas informações, Posição e Tempo, são chamadas de Variáveis Físicas, ou simplesmente Variáveis.

Para o ser humano, falar do Tempo e do Espaço faz parte da cultura desde a idade das cavernas. Leia o diálogo:



Figura 6. Homens da caverna em um diálogo sobre como chegar em uma floresta.  
Fonte: <https://m.letsbrik.co/whatisletsbrik>

Ao que parece, sempre nos perguntamos o quão perto alguma coisa está de outra coisa. Também podemos observar, pela resposta do homem da caverna, o quanto o conceito de Espaço está ligado ao conceito de Tempo. Mas apesar de ideias simples sobre o Tempo e o Espaço satisfazerem plenamente as necessidades do homem primitivo, o homem moderno (e o não tão moderno também) precisa de saber com precisão quantidades de Tempo e quantidades de Espaço.

Para poder medir de forma confiável o Tempo e o Espaço o homem se baseia em objetos de referência. Por exemplo, para medir comprimentos usamos varas de comprimento fixos, também chamadas de Réguas, já para medir tempo utilizamos aparelhos que mudam de configuração de maneira previsível e repetitiva, também chamados de Relógios.

Réguas e Relógios são de importância fundamental no estudo de Sistemas Físicos por razões que vamos elucidar na próxima seção.



Figura 7. A esquerda um sofá preso na escada e a direita um bolo queimado. Representam a necessidade de medidas precisas de espaço e tempo, mesmo em ações cotidianas como mover um móvel ou assar um bolo.

### Referenciais de movimento

Como já vimos, em Física os Sistemas podem ser tão simples quanto um ponto em um fundo branco, o que nos coloca uma grande dificuldade quando desejamos estudar um movimento. Ao separarmos um objeto do ambiente que o rodeia, acabamos por retirar também tudo que nossa mente usa como base para perceber e quantificar o movimento. Para compreender melhor do que estamos falando, assista essa filmagem de um helicóptero voando.



Figura 8. Clique na imagem ou use o leitor de QR code do seu celular para visualizar o vídeo.  
 Fonte: <https://www.videoblocks.com/video/1970-a-large-helicopter-flying-in-the-blue-cloudless-clear-sky-united-kingdom-hebrttvcgizrj3ax1/>

Você consegue dizer com certeza se esse helicóptero está se movendo durante toda a duração do vídeo? Consegue estimar de alguma forma quão rápido essa aeronave está se deslocando? Por que? Agora assista esse outro vídeo.

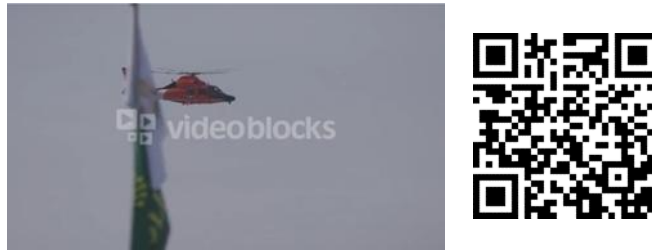


Figura 9. Clique na imagem ou use o leitor de QR code do seu celular para visualizar o vídeo.  
 Fonte: <https://www.videoblocks.com/video/slow-motion-shot-of-a-helicopter-flying-in-the-sky-htrg8wsiisjnur1e/>

Agora é possível dizer que o helicóptero está se movendo, não é verdade? Podemos perceber a rapidez com que ele se move pelos céus?

A diferença entre um vídeo e outro, é que no primeiro não há nenhum outro objeto, além do helicóptero, com que podemos comparar o estado de movimento do helicóptero, enquanto no segundo vídeo aparecem outros objetos parados (poste, mastros com bandeiras, etc) com os quais podemos comparar o seu movimento.

Acontece que, apesar de podermos contar com postes, mastros e uma arquibancada para fazermos comparações de distâncias, ainda não é possível ter uma percepção correta da rapidez com que o helicóptero está se movendo. Isso ocorre porque o vídeo foi gravado em câmera lenta, de modo que nossos relógios internos encontram dificuldade para precisar o deslocamento da nave em tempo real. Para contornar esse fato precisaríamos de um relógio que também marcasse o tempo em câmera lenta.

Nossos cérebros se ancoram em objetos para interpretar o que está acontecendo. Os objetos que usamos para verificar um estado de movimento (varas e relógios) são chamados de Referenciais de Movimento, ou simplesmente Referenciais. O problema ao tentarmos estudar um Sistema, é que precisamos isolar os objetos de tudo que seja irrelevante na descrição dos fenômenos estudados. Ao separarmos objetos de seus ambientes acabamos com o efeito colateral de também nos livrarmos dos Referenciais.

## Referenciais

Vamos observar mais um exemplo da falta que um bom Referencial pode fazer em nossa percepção do movimento. Assista o vídeo abaixo.

Você consegue perceber qual a distância que a mulher percorre nesse vídeo? Agora assista esse outro vídeo.



Figura 10. Clique na imagem ou use o leitor de QR code do seu celular para visualizar o vídeo  
 Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=filSEGMGbd8>

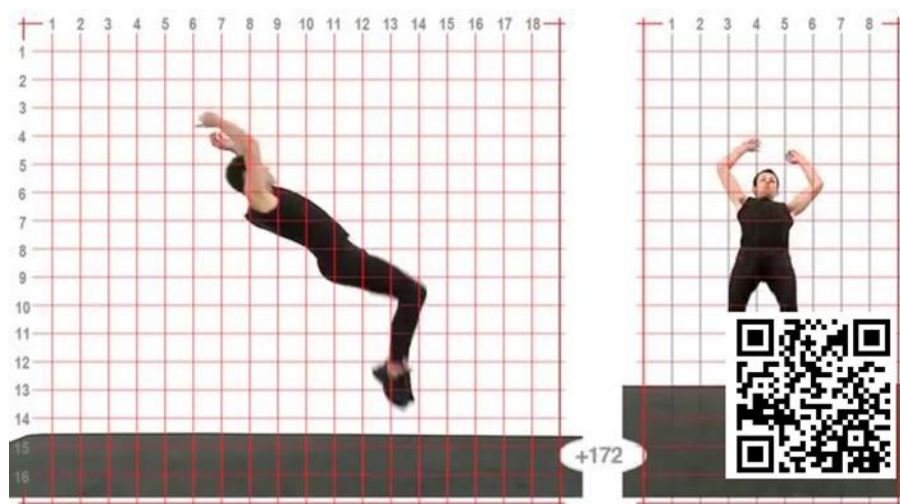


Figura 11. Clique na imagem ou use o leitor de QR code do seu celular para visualizar o vídeo  
 Fonte: <https://www.youtube.com/watch?v=5l75GXdYlOo>

Você consegue perceber a distância que o homem se desloca para trás ao realizar o seu salto? Bem mais fácil, não é verdade? No segundo vídeo podemos inclusive contar precisamente quantos quadrados foram deslocados durante a realização do salto, assim como a quantos quadrados de altura o salto atingiu. E desta vez, mesmo com o vídeo em câmera lenta, podemos contar com um relógio marcando o tempo que o atleta leva para executar o salto.

Em Física utilizamos Referenciais (régua e relógio) para nos auxiliar na descrição precisa de um Sistema. Veja como fica um Sistema Físico munido de um Referencial.

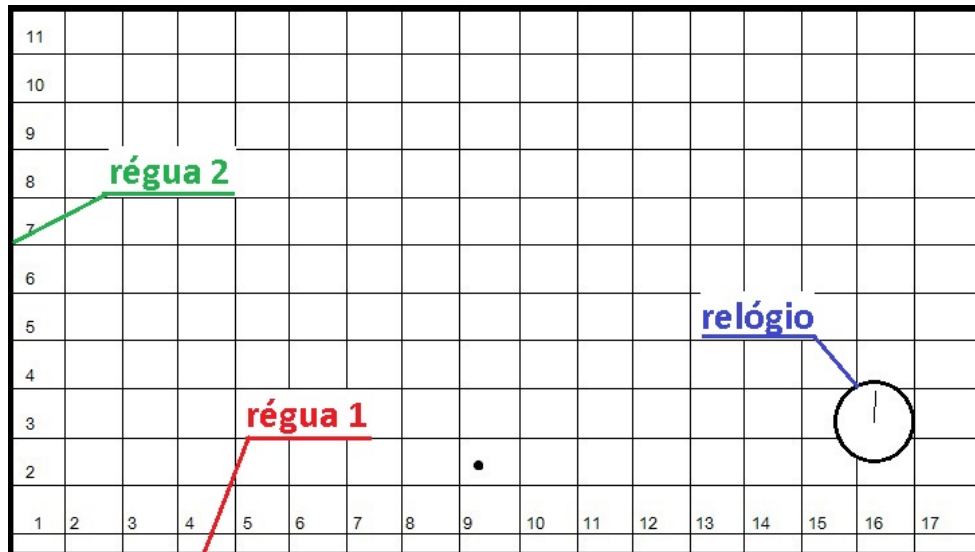


Figura 12. Representação da tacada de Golfe no Sistema Físico, com os referenciais: régua e relógios.

Com o uso de Referenciais o estudo de Sistemas Físicos se torna particularmente simples. A partir de agora podemos representar Sistemas evoluindo no Tempo.

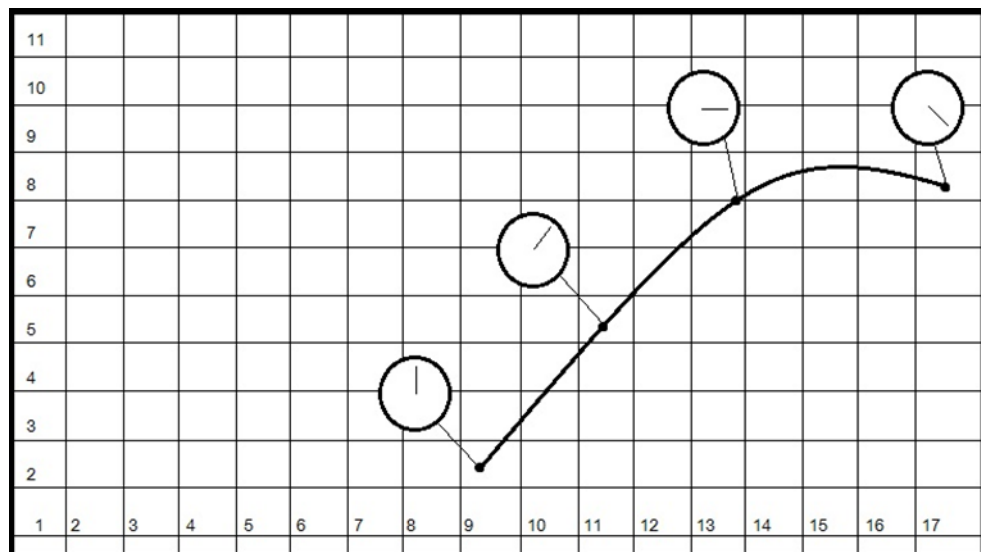


Figura 13. Representação das posições que a bola de golfe ocupa com o passar do tempo no sistema.

Assim, finalmente podemos escrever uma definição precisa para um Referencial de Movimento.

**Definição 3** Referencial de Movimento, ou simplesmente Referencial, é um conjunto de régua e relógios segundo os quais podemos nomear os diferentes estágios de movimento dos componentes de um Sistema Físico.