



UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA – UNEB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E
CONTEMPORANEIDADE – DEDC I – UNEB
DOUTORADO EM EDUCAÇÃO

INTERCULTURALIDADE NO ENSINO DE FÍSICA NA
EDUCAÇÃO ESCOLAR INDÍGENA: A CONSTRUÇÃO DO
LIVRO DIDÁTICO PARA UMA APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA

LEONARDO DIEGO LINS

Salvador – BA

Março/2019

LEONARDO DIEGO LINS

**INTERCULTURALIDADE NO ENSINO DE FÍSICA NA
EDUCAÇÃO ESCOLAR INDÍGENA: A CONSTRUÇÃO DO
LIVRO DIDÁTICO PARA UMA APRENDIZAGEM
SIGNIFICATIVA**

*Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Educação e Contemporaneidade da Universidade do
Estado Bahia.*

Orientador: Prof. Dr. Marcos Luciano Lopes Messeder

FICHA CATALOGRÁFICA
Sistema de Bibliotecas da UNEB
Dados fornecidos pelo autor

L759i

Lins, Leonardo Diego

INTERCULTURALIDADE NO ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO ESCOLAR INDÍGENA: A CONSTRUÇÃO DO LIVRO DIDÁTICO PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA. / Leonardo Diego Lins.-- Salvador, 2019.

209 fls : il.

Orientador(a): Prof. Dr. Marcos Luciano Lopes Messeder.

Inclui Referências

Tese (Doutorado) - Universidade do Estado da Bahia. Departamento de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação e Contemporaneidade - PPGEDUC, Câmpus I. 2019.

1.Interculturalidade. 2.Material didático. 3.Ensino de Física.
4.Aprendizagem Significativa.

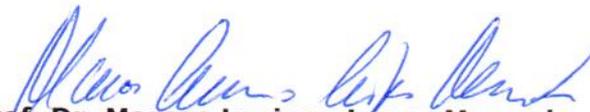
CDD: 370

TERMO DE APROVAÇÃO

INTERCULTURALIDADE NO ENSINO DE FÍSICA NA EDUCAÇÃO ESCOLAR INDÍGENA: A CONSTRUÇÃO DO LIVRO DIDÁTICO PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA

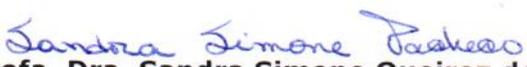
LEONARDO DIEGO LINS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação e Contemporaneidade, em 19 de março de 2019, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Educação e Contemporaneidade pela Universidade do Estado da Bahia, composta pela Banca Examinadora:


Prof. Dr. Marcos Luciano Lopes Messeder
Universidade do Estado da Bahia - Uneb
Doutorado em Sociologia e Antropologia
Universite Lumiere Lyon 2, U.LYON 2, França


Prof. Dr. José Luiz Goldfarb
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - PUC-SP
Doutorado em História da Ciência
Universidade de São Paulo, USP, Brasil


Prof. Dr. Dielson Pereira Hohenfeld
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia - IFBA
Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências
Universidade Federal da Bahia, UFBA, Brasil


Prof. Dra. Sandra Simone Queiroz de Moraes Pacheco
Universidade do Estado da Bahia - Uneb
Doutorado em Ciências Sociais
Universidade Federal da Bahia, UFBA, Uneb, Brasil


Prof. Dra. Delcele Mascarenhas Queiroz
Universidade do Estado da Bahia - Uneb
Doutorado em Educação
Universidade Federal da Bahia, UFBA, Brasil

AGRADECIMENTOS

Grande desafio foi escrever esta tese; e agradecer em apenas algumas linhas não representa a minha gratidão às pessoas que fizeram parte desta trajetória de vida e de aprendizado.

Primeiramente, aos meus pais que sempre apoiaram e primaram por minha educação. Obrigado ao meu pai Luiz Carlos Lins e à minha guerreira mãe Sandra Valéria Silva Lins, amo vocês.

Não posso esquecer-me de toda a comunidade indígena da Bahia que sempre foi solícita e participativa em todos os nossos projetos de extensão, e, não foi diferente nesta tese. Em especial à comunidade Pataxó, ao meu querido amigo Lenilson Pataxó e aos meus orientandos do PIBID DIVERSIDADE/UNEB.

O meu orientador Marcos Messeder, que acreditou no projeto e cujo aprendizado, por ele proporcionado foi extremamente significativo para a minha vida acadêmica e pessoal. Suas orientações são para uma vida!

Não poderia esquecer a minha mãe da LICEEI, Sandra Pacheco, por ter sido a primeira pessoa a acreditar em mim no desenvolvimento dos projetos indígenas. Serei eternamente grato por essa confiança e por nossa amizade.

[...] não existe cultura sem homem, mas o inverso é também verdadeiro, não existiria homem sem cultura. (GEERTZ, 1978)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Livro didático de Física da escola Pataxó de Coroa Vermelha	26
Figura 2 – Mapa conceitual sobre aprendizagem	32
Figura 3 – Distribuição de livros didáticos por região	43
Figura 4 – Anel inercial	71
Figura 5 – Arapuca	72
Figura 6 – Disco inercial	72
Figura 7 – Mundéu	73
Figura 8 – Bloco de Newton	73
Figura 9 – Cabo de Guerra nos Jogos Indígenas	74
Figura 10 – Centro de Gravidade com pregos	74
Figura 11 – Representação da cobertura de uma cabana indígena Pataxó	75
Figura 12 – Calha cinemática	75
Figura 13 – Imagem Lateral da Escola Tingui do Guaxuma	76
Figura 14 – Transmissão de correia	76
Figura 15 – Roda de Processamento de Mandioca	77
Figura 16 – Médias do 1º Ano EIPTG	78
Figura 17 – Médias do 1º Ano EEIBJ	79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição de livros por série	43
Tabela 2 – Médias relativas às unidades letivas	77
Tabela 3 – Médias relativas às unidades letivas da Escola Estadual Indígena Bom Jesus	79

RESUMO

Esta tese constitui uma reflexão acerca do papel do ensino da Física no contexto escolar indígena e da elaboração de um material didático intercultural da disciplina, balizado pela teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel. Isso se deu a partir de pesquisa colaborativa envolvendo professores e estudantes indígenas da comunidade Pataxó do Extremo Sul da Bahia. A respeito da composição desta tese, em função da especificidade das ações requeridas pelas diversas etapas de desenvolvimento, foi necessário dividi-la em três momentos. No primeiro, caracterizei os principais conceitos presentes na Física, bem como estudos detalhados de todos os capítulos dos livros didáticos do Ensino Médio de Física utilizados na Escola Indígena Pataxó de Coroa Vermelha. Em seguida, a produção de livro didático intercultural de Física, pautado na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, construído com participação efetiva dos professores e alunos indígenas. E por fim, a aplicação desse novo material didático com o propósito de apontar falhas na sua concepção, para que pudessem ser sanadas antes da versão final. A análise foi realizada por meio de dois parâmetros: desempenho e atitude, pretendendo-se chegar a conclusões sobre as questões abordadas. Nesse sentido, a compatibilidade entre o material didático idealizado e o contexto local, tendo como proposta a interculturalidade e o estudo da Física, mostraram-se fundamentais para uma aprendizagem significativa dos processos físicos voltados aos alunos do primeiro ano do Ensino Médio. Ao mesmo tempo, a relação entre professor, aluno e comunidade, representou o diferencial de uma educação intercultural em todo sistema escolar indígena.

Palavras chave: Interculturalidade; Ensino de Física; Material Didático; Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

This thesis is a reflection on the role of physics teaching in the indigenous school context and the elaboration of an intercultural didactic material of the discipline, based on David Ausubel's theory of meaningful learning. This was based on collaborative research involving indigenous teachers and students from the Pataxó community in the extreme south of Bahia. Regarding the composition of this thesis, due to the specificity of the actions required by the various stages of development, it was necessary to divide it into three moments. In the first one, I characterized the main concepts present in physics, as well as detailed studies of all the chapters of the high school textbooks used in the Pataxó Indigenous School in Coroa Vermelha. Next, the production of Intercultural textbook of Physics, based on the theory of meaningful learning of Ausubel, built with effective participation of indigenous teachers and students. And finally, the application of this new didactic material with the purpose of pointing out faults in its conception, so that they could be remedied before the final version. The analysis was performed through two parameters: performance and attitude, aiming to reach conclusions about the issues addressed. In this sense, the compatibility between the idealized didactic material and the local context, having as a proposal the interculturality and the study of Physics, proved to be fundamental for a meaningful learning of the physical processes directed to the students of the first year of High School. At the same time, the relationship between teacher, student and community represented the differential of an intercultural education in every indigenous school system.

Keywords: Interculturality; Physics Teaching; Courseware; Meaningful Learning.

SUMÁRIO

Introdução.....	13
Capítulo 1 - Sentidos da Pesquisa: experiência docente e relações interculturais.....	19
1.1 – O início acadêmico.....	19
1.2 – Organização do Trabalho e Perspectiva do Livro didático.....	23
1.3 – Modelo Ausubeliano de Aprendizagem.....	30
1.3.1 – Fatores Substantivos da Facilitação Pedagógica.....	35
1.3.1.1 – Diferenciação Progressiva.....	35
1.3.1.2 – Reconciliação Integrativa.....	36
1.4 – Organizadores Prévios.....	37
1.5 – Mapas Conceituais.....	37
1.6 – Bases Metodológicas da Pesquisa.....	38
Capítulo 2 – O livro Didático e suas Concepções.....	42
Capítulo 3 – Interculturalidade.....	56
3.1 – Interculturalidade no Ensino de Física.....	58
3.2 – Desafios da Interculturalidade no Ensino de Física.....	61
Capítulo 4 – Discutindo o livro didático.....	65
4.1 – Construção do livro didático.....	65
4.2 – Considerações sobre o livro “Pensando Física”.....	66
Considerações Finais.....	80

Referências	83
Anexos.....	90
Anexo 01 – Material alternativo didático de ensino	90
Anexo 02 – Planilha de Avaliação do Livro didático da escola	200
Anexo 03 – Planilha de avaliação do livro didático da escola (avaliação dos discentes)	203
Anexo 04 – Planilha de avaliação do livro didático da escola (avaliação dos docentes)	206

Introdução

Qual é o papel do Ensino da Física no contexto escolar indígena? Existe a possibilidade do diálogo intercultural no ensino e elaboração de material didático de Física?

Tais questionamentos foram gerados devido à minha prática em sala de aula no curso de Formação de Professores Indígenas da Licenciatura Intercultural em Educação Escolar Indígena – LICEEI – UNEB. Dessa forma, ao conversar com meus alunos que são professores indígenas nas escolas indígenas no Estado da Bahia, eles me relataram que tinham problemas com o material didático recebido nas suas escolas, pois não era contextualizado com suas realidades. A partir disso, propus-me a fazer um estudo sobre a possibilidade da implantação da interculturalidade no ensino de Física em escolas indígenas Pataxó localizadas no extremo Sul da Bahia.

É fato que o ensino de Física tem sofrido várias modificações ao longo dos anos. Em geral, as mudanças apresentadas têm como escopo desenvolver o espírito crítico-científico, auxiliando na formação da criticidade e da cidadania dos discentes. Um dos objetos de investigação que vem acompanhando essas modificações, dado seu papel na educação dos estudantes e na construção da prática pedagógica do professor, e tem despertado o interesse de inúmeros pesquisadores nas últimas duas décadas, é o livro didático. Ele é pesquisado enquanto produto cultural, como veículo de valores ideológicos ou culturais; como suporte de conhecimentos e de métodos de ensino das diversas disciplinas escolares; e, ainda, como mercadoria ligada ao mundo editorial e dentro da lógica de mercado capitalista (BITTENCOURT, 2004; LEBRUN, 2007; CARVALHO, *et al.*, 2009, 2011).

No Brasil, tanto o ensino de Física quanto a educação escolar indígena são objetos de inúmeras pesquisas, entretanto, a sua interculturalidade carece de maiores aprofundamentos investigativos. Isso porque, também, o próprio fazer científico-pedagógico, numa perspectiva intercultural está, ainda, em construção. A educação intercultural acontece dos mais diferentes modos entre os povos que a adotam em suas instituições escolares, representa uma oportunidade para a inserção de novos conhecimentos e necessita ser analisada em suas concepções e implicações no que pertine aos contextos culturais e do campo disciplinar na qual se realiza. É, também,

uma maneira de dar novas respostas às questões da ciência ocidental, em que os métodos vigentes são ineficazes para resolução de problemas evidenciados no processo educativo das escolas indígenas. Para isso, a interação entre os aspectos interculturais, políticos e econômicos é condição primordial.

Dentro desta perspectiva, o ensino de Física na educação escolar indígena deve ser pensado dentro dos próprios contextos e culturas de cada comunidade indígena (GRUPIONI, 2008).

De fato, os professores indígenas Pataxós reivindicam a elaboração de novas propostas curriculares aplicáveis às suas escolas para substituir o modelo geral do sistema educacional vigente. A razão, conforme registra o RCNEI/MEC (1998), é que “tais modelos nunca corresponderam aos seus interesses políticos e às pedagogias de suas culturas” (p. 11).

As reivindicações oriundas de projetos educacionais ditos alternativos em áreas indígenas e da crescente mobilização dos profissionais envolvidos, sendo índios ou não-índios, viabilizam uma luta na construção de materiais didáticos contextualizados com o cotidiano indígena. Mediante tais questionamentos, o presente trabalho visa a uma análise crítica do material didático para área de Física e a produção de material intercultural a partir de pesquisa colaborativa com os professores e estudantes indígenas no contexto da comunidade Pataxó.

Na educação escolar indígena tem-se como característica principal a valorização dos processos próprios de aprendizagem e de saberes e costumes de cada etnia, sendo que, *a priori*, a metodologia utilizada no processo de ensino-aprendizagem deve ser de forma oral e articulado ao contexto de cada comunidade indígena (GONÇALVES; MELLO, 2009).

No Brasil, mais especificamente no campo da Educação em Ciências, os estudos que têm o livro didático como objeto de investigação geram contribuições importantes, examinando os seguintes aspectos: apontando problemas conceituais e imprecisões metodológicas (BIZZO, 2000; EL-HANI, *et al.*, 2007); analisando práticas de leitura do texto verbal e imagético do livro didático de ciências (SILVA; ALMEIDA, 1998; MARTINS; GOUVÊA; PICCININI, 2005); avaliando os critérios para escolha do livro

por professores de ciências (CASSAB; MARTINS, 2008); discutindo as influências histórico-culturais nas representações presentes no texto do livro (SELLES; FERREIRA, 2004); analisando imagens e ilustrações (MARTINS. *et al.*, 2003; CARNEIRO, 1997; OTERO; GRECA, 2004; FREITAS, *et al.*, 2004); refletindo sobre usos, práticas de escolha e representações do livro nos currículos e no ideário de professores (MEGID NETO; FRACALANZA, 2003; FRACALANZA; MEGID NETO, 2006).

Dentro desse contexto, trago como problemática: a presença do livro didático de Física na prática docente indígena e o seu valor no processo de ensino e aprendizagem, na Escola Indígena Pataxó de Coroa Vermelha, anexo Guaxuma, no município de Porto Seguro – Bahia, da qual derivam objetivos específicos que se desdobram na análise da abordagem que predomina no livro didático de Física utilizado no Ensino Médio, com relação à orientação do Ensino de Física em que preconiza o RCNEEI e a sua perspectiva interdisciplinar ou intercultural, a fim de construir e aplicar em sala de aula um material didático diferenciado de Física, de forma contextualizada com os saberes indígenas existentes na Escola Indígena Pataxó de Coroa Vermelha.

Tal trabalho justifica-se, pois, em geral, o ensino de Física nas escolas indígenas ainda se caracteriza pelo excesso de atenção dada aos exercícios repetitivos, problemas resolvidos mecanicamente pela utilização de uma sucessão de fórmulas, muitas vezes decoradas de forma literal e arbitrária, em detrimento de uma análise mais profunda que vise à compreensão dos fenômenos físicos envolvidos.

Com isso, propõe-se a necessidade de refletir sobre esta problemática na tentativa de buscar soluções que venham se traduzir em novas possibilidades e estratégias para o ensino de Física. Porquanto, o ensino de Física no contexto escolar indígena deve ter como objetivo propiciar aos índios a compreensão da lógica, os conceitos e os princípios da ciência ocidental para que os estudantes possam dialogar em condições de igualdade com a sociedade nacional, tenham condições de usufruir dos atuais recursos tecnológicos conquistados e disponíveis sem abrir mão de conhecimentos adquiridos pelos alunos indígenas no ensino de Ciências Naturais seja útil para garantir a sobrevivência dos índios na sua comunidade, a partir de suas lógicas culturais específicas (MEC, 1998).

Um estudo dessa natureza é pertinente, na medida em que contribuirá para refletir, através das análises dos livros didáticos, a forma como estão sendo abordados assuntos de Física, que contribuem para a formação de cidadãos responsáveis, alicerçando-se em dois aspectos imprescindíveis ao processo de ensino e aprendizagem: valores humanos e práticas sociais.

Vale destacar que a aprendizagem dos alunos acerca de questões relacionadas às ciências pode não só contribuir para o entendimento de seu próprio cotidiano, mas, sobretudo, para a compreensão da sua realidade e do meio social em que estão inseridos. Assim, a educação destes estudantes em relação à ciência física poderá trazer diferentes perspectivas, podendo cumprir papel importante na construção de suas ações individuais e coletivas, além de possibilitar inflexões e mudanças nas concepções do ensino de ciências exatas e naturais de forma mais ampla.

A respeito do processo de desenvolvimento deste trabalho, em função da especificidade das ações requeridas pelas diversas etapas de desenvolvimento, foi necessário dividi-lo em três momentos, a saber:

Momento Teórico-hermenêutico

Foram realizados estudos bibliográficos sistemáticos para caracterizar os principais conceitos presentes na Física, bem como estudos detalhados de todos os capítulos dos livros didáticos do Ensino Médio de Física utilizados na Escola Indígena Pataxó de Coroa Vermelha.

Para realizar o estudo qualitativamente, utilizei a análise de conteúdo (BARDIN, 2000; BAUER, 2002; FRANCO, 2008). Essa opção decorreu das possibilidades que ela traz de produzir descrições dos conteúdos das mensagens veiculadas nos livros didáticos com base em procedimentos sistemáticos, metodologicamente explícitos e replicáveis (BAUER, 2002), a partir de características específicas identificadas no texto.

Momento de Exploração Cognitiva

Após a análise dos conceitos dos livros didáticos de Física, a fase subsequente da pesquisa concentrou-se na utilização da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2003), para organizar os conceitos dentro de um modelo cognitivo. Trata-se de compatibilizar pedagogicamente os conceitos modelados às características e necessidades de aprendizagem dos alunos. Para tanto, busquei entender o cognitivismo ausubeliano de forma situada e finalística, isto é, dentro de um contexto específico de ação e voltada para alcançar um objetivo. Esta etapa visou, portanto, analisar os processos cognitivos implicados na organização dos conteúdos, compreendendo estes aspectos como sendo constituídos de modos operatórios, de sequências de ação, de sucessões de busca e de tratamento de informações. A criação de etapas e desenvolvimento temporal das atividades a serem propostas, e as estratégias a serem utilizadas, possibilitaram a articulação da interculturalidade com os saberes indígenas.

Busquei uma forma didática para que os conceitos de cada domínio específico da Física fossem organizados a partir dos seguintes parâmetros: 1. Subsunoçores que representam os conceitos âncoras necessários para propiciar a aprendizagem significativa; 2. A diferenciação progressiva, que corresponde exatamente ao princípio segundo o qual as ideias mais gerais e inclusivas são apresentadas antes, criando as condições necessárias para a posterior diferenciação, conformando uma tendência natural da consciência humana quando exposta a um campo de conhecimento inteiramente novo, e, por fim; 3. A reconciliação integrativa que trata do modo como Ausubel também descreve as relações, buscando apontar similaridades e diferenças entre ideias, com vistas a contornar discrepâncias reais ou imaginárias. A partir de tais parâmetros foram construídos mapas conceituais dos conteúdos e, posteriormente, foi produzido material didático diferenciado de apoio adequado ao nível de Ensino Médio indígena.

Momento de Validação Ergonômico-Pedagógica

Depois de produzido o material didático diferenciado para o nível médio indígena, foi realizado o teste de usabilidade para verificar a facilidade de seu uso pelos

alunos, realizando-se os testes com alunos do Ensino Médio da escola indígena. Os alunos foram incentivados a usar o material num ambiente monitorado, onde suas ações foram avaliadas continuamente. O professor tornou-se um facilitador, pois ficou ao lado do aluno para guiá-lo pelo teste e o incentivou a verbalizar seus problemas e desconfortos. Os alunos trabalharam com o material ao longo de várias sessões, distribuídas em, aproximadamente, um semestre letivo. Ao final da análise, foi gerado um relatório contendo os problemas e as possíveis soluções.

O estudo de usabilidade teve como finalidade apontar falhas na concepção do material para que pudessem ser solucionadas antes da respectiva versão final. A análise foi realizada a partir de dois parâmetros: desempenho (medições e observações empíricas enfocando desempenho das atividades propostas e quantificando o cumprimento de atividades específicas) e atitude (observações subjetivas sobre a opinião dos alunos enquanto eram realizadas as atividades), a fim de se chegar a conclusões sobre as questões abordadas.

A composição organizacional da presente tese, por sua vez, está assim distribuída – no primeiro capítulo, intitulado *Sentidos da Pesquisa: experiência docente e relações interculturais*, procuro descrever e analisar em seis subcapítulos minha trajetória para chegar a este objeto de estudo; no segundo capítulo, intitulado *O livro Didático e suas Concepções*, descrevo sobre a importância e história do livro didático no Brasil, e sobre a luta dos indígenas, principalmente a partir da década de 1980, por uma educação escolar indígena diferenciada na educação brasileira; no terceiro capítulo, trago a discussão sobre a possibilidade da interculturalidade no ensino de Física; no quarto capítulo, trato da construção do livro didático, quando exponho como elaborei o livro didático de Física intercultural intitulado “Pensando Física”, com participação de professores e alunos indígenas em todo o processo e; no quinto capítulo intitulado de *Considerações Finais*, exponho os avanços e principais resultados obtidos, retomando as ideias iniciais.

Capítulo 1 - Sentidos da Pesquisa: experiência docente e relações interculturais

1.1 O início acadêmico

Em 2013 foi a primeira vez que tive contato com uma sala de aula na qual meus alunos eram indígenas. Hoje tenho consciência de que estava nervoso, por ter uma visão estereotipada veiculada pelos livros didáticos e promovida pela mídia, atrelada à generalidade e primitividade dos povos indígenas. Mas antes de chegar a esse momento, farei uma breve narrativa da minha história acadêmica.

Quando cursava o terceiro período do curso de Licenciatura em Física na Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, comecei a ministrar aulas na cidade de Caruaru, no estado de Pernambuco, minha cidade natal. Minhas primeiras turmas foram do terceiro ano do Ensino Médio e Pré-vestibular, no meio do ano letivo. Logo no início da carreira acadêmica, fui me decepcionando com a realidade da escola privada: alunos sem nenhum comprometimento com os estudos, salas de aula superlotadas e a visão distorcida da aprovação escolar, ou seja, o aluno precisaria ser aprovado para que os pais não os tirassem da escola. Concluí a licenciatura em 2006.

No ano de 2007, fiz uma pós-graduação em *Ensino de Matemática* pelas Faculdades Integradas de Vitória de Santo Antão – FAINIVISA, e, continuava ministrando aulas. No mesmo ano, passei na seleção do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, na Universidade Estadual da Paraíba – UEPB, ainda cursando a especialização, finalizada em 2008.

O mestrado abriu minha mente para os problemas que encontrava em sala de aula, fazendo com que eu buscasse soluções para a minha prática docente, na escola e com os próprios alunos, tentando tornar-me um mediador do ensino em sala de aula.

Com a finalização do meu mestrado, comecei a buscar voos mais altos na área acadêmica. Foi quando resolvi prestar concurso, em 2010, para docente de Física no Colégio da Polícia Militar do Estado de Pernambuco. Foi a minha primeira experiência em sala de aula na rede pública de ensino. Decepcionei-me mais uma vez com a realidade da escola e me sentia impotente por não ter liberdade pedagógica, tendo em vista o engessamento político resultante do militarismo daquela instituição.

No ano seguinte, prestei o concurso para a Universidade do Estado da Bahia – UNEB, sendo nomeado em agosto de 2012 para exercer a docência no *Campus X*, na cidade de Teixeira de Freitas, no extremo Sul da Bahia. Realizei o sonho de me tornar professor universitário, podendo assim pesquisar e buscar soluções para alguns problemas costumeiramente encontrados em sala de aula, no ensino de Física e Matemática.

Minha primeira experiência na área indígena ocorreu em 2013, quando recebi um convite para ministrar a disciplina de Física, na Licenciatura Intercultural em Educação Escolar Indígena – LICEEI, para professores indígenas do Norte e Sul da Bahia, organizada pela UNEB, na cidade de Paulo Afonso, Bahia. Ao aceitar o convite, surgiu a preocupação de ministrar aula para índios, em razão de possuir a mesma visão estereotipada que a mídia reproduz: pensava que estariam todos despidos, que não saberiam se comunicar em português, que não teriam conhecimento básico das tecnologias utilizadas em sala de aula e que estariam empunhando arco e flecha.

No primeiro dia de aula, ao chegar na universidade, deparei-me com todos no pátio realizando o Toré, que para mim, naquela época, significava falta de interesse na minha aula, talvez por conta da experiência com os alunos da rede pública e privada do Ensino Médio. Depois de alguns minutos, todos dirigiram-se à sala de aula e, para minha surpresa, mostraram-se receptivos e com anseio de conhecimento.

Surpreso, tive o prazer de ministrar aula para eles por quinze dias, e eles não se deram conta de como me ensinaram nesse período. Foi a partir desse momento que tive a noção das dificuldades que a educação indígena no estado da Bahia enfrentava. A partir disso, ao final da disciplina que ministrava, comecei a me debruçar em estudos voltados à educação escolar indígena no que se refere ao ensino de Matemática e Física, tanto no nível Fundamental, como no Médio – pois a cada 6 (seis) meses teria novos encontros com os meus alunos para ministrar outras disciplinas da área de Ciências da Natureza e Matemática e, com isso, o nosso envolvimento foi aumentando, tornamo-nos amigos e colegas de profissão. Através da LICEEI, foi possível conhecer etnias, suas culturas, as peculiaridades e as tradições dos povos indígenas Pataxó, Pataxó Hahahãe, Tupinambá, Tuxá, Kiriri, Pankararé, Tumbalalá e Xucurú-Kariri.

Em 2014, comecei um projeto pelo Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PPIB DIVERSIDADE, pela UNEB/CAPEB, intitulado, “Construindo Ergonomias Cognitivas para o Ensino de Matemática e Ciências da Natureza”, no qual fui o coordenador, trabalhando com 11 professores indígenas de aldeias do Extremo Sul da Bahia. Um dos objetivos principais desse projeto foi buscar alternativas para os desafios que esses professores encontravam em sala de aula, dentre os quais posso citar os seguintes exemplos: o desinteresse do aluno pelas disciplinas de Física e Matemática; a falta da formação do professor indígena para ministrar essas disciplinas em sala de aula e fora dela; a estrutura das escolas, que não forneciam o básico para atividade docente; a falta de materiais didáticos adequados e aparatos (experimentos) a serem utilizados na sala de aula e além desta.

Observei que, com o desenvolvimento desse projeto, a interação dos professores indígenas comigo foi se expandindo significativamente, ao ponto de eles buscarem continuamente auxílio pedagógico e metodológico para sua prática em sala de aula no ensino de Física e Matemática. Nossos encontros aconteciam de forma quinzenal: eu levava propostas a serem aplicadas em sala de aula e eles me traziam suas angústias e satisfações com a aplicação dessas atividades alternativas.

Deparei-me com uma realidade, a qual não sentia preparo: a da educação escolar indígena apresentar peculiaridades culturais que não poderiam ser esquecidas na minha prática docente e na produção do material proposto, isto é, a valorização cultural necessita ser intrínseca ao ensino e à aprendizagem, independentemente da disciplina, pois, muitas das atividades que eu planejava para os professores indígenas aplicarem em sala de aula, não apresentavam valor significativo, tanto para o aluno, como para o próprio professor, ou seja, não estavam contextualizadas com a sua realidade. Dessa forma, a duras penas, aprendi que era mais importante escutar e observar meus alunos indígenas (professores indígenas) na sua prática em sala de aula e, sobretudo, construir junto com eles as atividades a serem aplicadas para garantir efetividade e significado concreto.

Em um desses nossos encontros, o livro didático tornou-se tema principal de nossas discussões, pois nas comunidades indígenas ele serve como único e escasso material de apoio à prática docente. Várias reclamações foram relatadas, dentre as quais, a falta de contextualização com a realidade local, pois o livro que o Estado fornecia para

escola não tinha nenhum atrativo para os alunos, considerando a ausência da cultura indígena na abordagem dos conteúdos.

Essa inquietação dos alunos indígenas entusiasmou-me a investigar possibilidades para esse problema ser amenizado, já que o livro didático para eles era o único e, para muitos, inquestionável instrumento para sua prática docente. Pois, observando suas práticas em sala de aula, percebia que muitos reproduziam de forma literal o que o livro didático de Física trazia, copiando no quadro negro ou solicitando que os alunos em sala de aula lessem os textos, não fazendo a necessária contextualização com a sua realidade.

Destaque-se que não podemos criticar tais práticas, pois nenhum professor apresentava formação em Física. Comprovada essa falta de formação adequada por parte dos professores indígenas, resolvemos, de forma contínua, construir materiais alternativos para o ensino de Física e Matemática que pudessem ser aplicados em sala de aula, tendo sempre a preocupação com a capacitação do professor precedente à aplicação e que durante o processo de construção, fossem observadas a contextualização e a interculturalidade.

Foi como fruto dessa minha angústia diante das inquietações dos meus alunos e da própria comunidade indígena, como também da falta de materiais adequados na área de Física para a realidade indígena, que, em 2015 resolvi prestar seleção para o doutorado, sendo aprovado no Programa de Pós-Graduação em Educação e Contemporaneidade, na UNEB, possuindo o intuito de buscar alternativas para o melhoramento da prática docente e, conseqüentemente, uma aprendizagem significativamente mais eficaz dos estudantes indígenas no que se refere aos conteúdos de Física.

Infelizmente, no ano de 2018, o projeto intitulado “Construindo Ergonomias Cognitivas para o Ensino de Matemática e Ciências da Natureza”, do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência – PIBID DIVERSIDADE, pela UNEB/CAPES, foi encerrado. Surpresa desastrosa para todos que faziam parte de forma direta e indireta do programa. Decisão realizada de forma unilateral, exercida por um governo que não dialoga com a causa indígena, o qual não reconhece que projetos como o PIBID DIVERSIDADE são fundamentais para a construção de uma educação de

melhor qualidade e que procuram alternativas diante das necessidades encontradas na comunidade escolar indígena. Pude observar isso a partir da grande contribuição que o PIBID trouxe para o desenvolvimento do estudo das ciências e da Matemática nas escolas indígenas da Bahia. Por exemplo, na construção de materiais didáticos adequados à realidade da comunidade local, na produção de jogos matemáticos voltados para o Ensino Fundamental I e II da Educação Básica, como também na construção de experimentos de Física com materiais alternativos encontrados na comunidade indígena, voltados para alunos do Ensino Fundamental II e Ensino Médio.

Nesse ano fatídico, a Licenciatura Intercultural Indígena chega também ao seu fim. Experiência gratificante para toda uma vida acadêmica, pessoal e social. Aprendi com o passar do tempo e com os meus alunos a ter uma visão mais responsável, posso dizer assim, do que é a educação escolar indígena, desmistificando a visão imposta pelo sistema ideológico dominante. Dessa forma, acredito que a educação escolar indígena em sua plenitude não pode ser desvinculada da valorização cultural indígena no seu contexto. Por isso, é de fundamental importância a participação dos professores indígenas em todo o processo, respeitando sua historicidade e cultura na produção de materiais didáticos.

1.2 Organização do Trabalho e Perspectiva do Livro Didático

Através dos meus diálogos com os professores indígenas, senti a necessidade de uma base epistemológica para a construção da minha tese, cuja Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel, foi a que mais se mostrou adequada para alcançar esse objetivo, considerando que, de forma mais didática, organiza os conceitos dentro de um modelo cognitivo: trata de compatibilizar de forma pedagógica os conceitos modelados às características e às necessidades de aprendizagem dos alunos indígenas, levando em conta os níveis de ensino em questão.

Dentro desta perspectiva, evidenciei no meu estudo etnográfico que o conceito de interculturalidade está de forma intrínseca presente nas discussões do cotidiano escolar indígena. Com isso, observei que a Teoria da Aprendizagem Significativa e o conceito de interculturalidade deveriam caminhar juntos dentro das suas significâncias.

Percebi, então, que não podemos discutir a construção de um material didático voltado para a comunidade indígena sem pensar num modelo cognitivo intercultural.

Sendo assim, firmei meu objeto de estudo: como construir um livro didático de Física em uma perspectiva intercultural e colaborativa com professores indígenas e validá-lo pedagogicamente na prática docente? Desta forma, o objeto de pesquisa se desenha a partir do processo de construção intercultural do livro de física e a análise da experiência colaborativa de sua elaboração. Para tanto, foi preciso iniciar pela análise dos livros utilizados pelos professores no cotidiano da escola indígena Pataxó de Coroa Vermelha.

Para me situar no problema, também busquei realizar uma revisão dos materiais presentes em dissertações, teses, artigos e livros disponíveis sobre o tema. De início tive grande dificuldade, pois existem muitos trabalhos sobre o livro didático de Física em várias realidades, mas não na realidade indígena. Tal fato mostrou-me mais ainda a importância desse trabalho, por ser inédito no contexto escolar indígena na Bahia.

Fiz também buscas em programas de pós-graduações de todo o Brasil, de artigos publicados em congressos, simpósios e colóquios em Educação e ensino de Física, na Revista Brasileira de Física, em trabalhos apresentados na ANPED – Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Educação e, em artigos publicados na plataforma *SciELO*.

No sentido de planejar e organizar minha pesquisa, busquei trabalhos qualitativos e etnográficos sobre temáticas afins. Depois de selecionar o material que serviria de subsídios para minha pesquisa, comecei a ler sobre os temas de educação escolar indígena, ensino de Física e livro didático. Observei, com isso, que a maioria das pesquisas abordava o problema do livro didático de Física há décadas, como desatualizado, não contextualizado com os problemas contemporâneos, ou seja, mostrando seus defeitos e qualidades, mas não se propunha à construção de um material alternativo para e com os professores e alunos presentes em uma dada realidade.

Com isso, pude pensar, por exemplo, na realidade da educação escolar indígena e a necessidade de construção de material didático com bases epistemológicas bem definidas e em aplicar esse material construído por eles, em sala de aula, além de

observar como esse material serve de suporte pedagógico para o docente, como se realiza a aprendizagem por parte do aluno e se o aluno nota essa diferença quando os temas de Física estudados estão associados à sua realidade.

Na construção do material, preocupei-me em contemplar os anseios dos professores indígenas quanto às suas expectativas referentes ao livro didático, considerando que, para minha surpresa, em sua grande maioria, os professores e alunos indígenas não entendiam o que estava escrito no livro didático de Física, não compreendiam o significado devido à falta de contextualização da sua realidade.

O cuidado de trazer para a prática os temas estudados em Física era fundamental para a construção do material didático. Tomei essa decisão ao assistir uma aula de Física do primeiro ano do Ensino Médio na escola eleita, na qual o professor solicitava aos alunos a elaboração de resumos dos capítulos em sala de aula, relatando o que eles tinham entendido do conteúdo estudado. Após a aula, questionei o professor se essa era a prática dele ao ensinar física, e a resposta surpreendeu-me naquele momento: “Eu mando fazer o resumo, porque professor, não entendo o que o livro diz! Muitas vezes, leio junto com eles e discutimos o que cada um entendeu” (sic) (14/08/2017, Coroa Vermelha).

Após o desabafo do professor, notei novamente a importância do livro didático para os professores, pois, de forma geral, os docentes não têm a formação específica em Física. Via de regra, o livro didático é o único suporte pedagógico que o professor indígena tem, e o considera verdade única e inquestionável, tendo em vista, como dito, a ausência da Licenciatura na área da disciplina ministrada.

Intrigado com os relatos dos professores indígenas, que apontavam ser comum os livros didáticos de Física não chegarem à sua região e que, por muitas vezes, chegava apenas um exemplar, resolvi investigar o acervo de Física presente na escola. Para o meu espanto, havia apenas cinco exemplares, que serviam, concomitantemente, de suporte pedagógico para o professor ministrar aulas e como fonte de pesquisa para os alunos do primeiro ano do Ensino Médio.

Ao questionar o professor sobre qual o livro adotado em sala de aula, ele me relatou trabalhar com o livro que possuía mais exemplares na escola, indicando o

volume “Ser Protagonista, Física, Ensino Médio (1º ano)”, conforme representado na Figura 1. Destarte, resolvi examiná-lo.

Figura 1. Livro didático de Física da escola Pataxó de Coroa Vermelha



Fonte: banco de dados do autor.

Acredito que a análise do livro didático de Física torna-se importante no contexto escolar indígena, devido à valorização cultural presente nas comunidades, fazendo com que o livro atenda às exigências interculturais de ensino de forma contextualizada e interdisciplinar na educação atual. Dessa maneira, o papel do livro didático torna-se cada vez mais relevante, já que muitas vezes é o único recurso didático que o professor indígena possui.

Nesse sentido, os professores indígenas que ministram as disciplinas de Ciências da Natureza, como, por exemplo, Física, tem o complexo papel de compreender e transitar nas relações da sua cultura – considerada inferior pela sociedade contemporânea e, por isso, negligenciada pelos livros didáticos – com outras culturas

ditas dominantes, tendo que compreender ideias e conceitos alheios à sua própria formação cultural.

Acredito que o livro didático, para ser bem utilizado nas escolas indígenas, além de atender às recomendações comuns existentes nas diferentes propostas curriculares em vigor, também deve trazer consigo uma proposta intercultural, valorizando a cultura indígena da comunidade na qual está inserido. Por isso, é de fundamental importância que, em todo o processo pedagógico, especialmente a escolha do livro didático, haja a participação efetiva do professor indígena.

O conteúdo do livro didático de Física deve ser acessível à faixa etária e ao desenvolvimento cognitivo do aluno e sua cultura. O texto deve ser contextualizado com a realidade do aluno, estimulando sua participação durante as aulas. O livro deve, também, valorizar os conhecimentos prévios dos alunos, promovendo uma integração entre os variados temas discutidos nos capítulos. Através da minha concepção norteadora sobre o livro didático, comecei a análise seguindo alguns parâmetros/critérios:

- 1) Livro aprovado em edital pelo PNLD;
- 2) Elementos que envolvessem a História das ciências;
- 3) Apresentação;
- 4) Contextualização com o cotidiano indígena;
- 5) Atividades experimentais relacionadas ao conteúdo;
- 6) Exercícios aplicados ao cotidiano indígena e Tradicional.

Como citei anteriormente, o instrumento didático adotado na Escola Indígena Pataxó de Cora Vermelha, pelos professores e alunos, é *Ser Protagonista - Física 1º Ano - Ensino Médio - 2ª Ed. 2013*. Trata-se de um livro utilizado no primeiro ano do Ensino Médio, volume um, de uma coleção de três volumes, de autoria de Ana Fukui, Madson de Melo Molina e Venerando Santiago Oliveira, publicado em 2013, pela editora SM Ltda, organizado em torno de uma proposta pedagógica única e de uma sequência articulada às séries dessa etapa de escolarização.

O conteúdo abordado neste primeiro volume é o de *Mecânica*, dividido em unidades, que, por sua vez, antes da apresentação dos conteúdos, os autores trazem uma *Introdução à Física*, dividida em quatro partes: *Ciências da Natureza*, *A importância das Medições*, *Grandezas Físicas e Medidas* e, por fim, *Grandezas Escalares e*

Grandezas Vetoriais, abordando, assim, a perspectiva da Física aplicada ao cotidiano do aluno.

Porém, identifiquei que, aproximadamente 95% (noventa e cinco por cento) dos exemplos citados no livro estão relacionados à perspectiva do aluno da escola tradicional, ou seja, não representam as relações indígenas em sua comunidade. Em todo o transcorrer da leitura sobre a *Introdução da Física*, somente um exemplo faz referência à realidade indígena, a ilustração de um índio pescando com arco e flecha na lagoa do Parque Indígena do Xingu, Mato grosso, em 2011, localizada na introdução do assunto de *Soma Vetorial* – reforçando os estereótipos dominantes.

Em seguida, analisei os temas apresentados nas três unidades do livro. A primeira unidade é sobre *Cinemática*, dividida em três capítulos: *Movimento Uniforme*, *Movimento Uniformemente Variado* e *Movimento Circular*. Já a segunda unidade traz o tema *Dinâmica*, dividida em quatro capítulos: *Forças e as leis de Newton*, *Impulso e Colisões*, *Energia e Trabalho* e *Gravitação*. Por fim, a terceira unidade é sobre o tema *Estática*, dividido em dois capítulos: *Equilíbrio* e *Estudo dos Fluidos*.

Em suma, todo o livro, ao final de cada capítulo, após a explanação do conteúdo, traz subcapítulos com o título “Integre o aprendizado”, que, nada mais é, que uma seção de exercícios de múltipla escolha referentes ao conteúdo estudado. Outro subcapítulo é “Física tem história”, que apresenta pseudo-histórias referentes também ao conteúdo abordado no capítulo. E, por fim, o tema “Laboratório” demonstra exemplos de experimentos que podem ser feitos em sala de aula. Mas, infelizmente, nem todos os capítulos trazem a proposta da prática.

Após a análise de todos os capítulos e subcapítulos, constatei que não há preocupação em contextualizar os assuntos abordados com a cultura indígena, como usualmente os livros didáticos sugerem.

O livro didático de Física estudado, de forma geral, para as escolas tradicionais, enquadra-se de forma satisfatória no modelo contemporâneo – que acredito não ser eficiente também – que é o da preparação do aluno para o Enem (Exame Nacional do Ensino Médio), sendo repetidor de ideias, proporcionando uma aprendizagem mecânica

dos conceitos, infelizmente, não se preocupando com a aprendizagem significativa do aluno.

Ou seja, reproduções que refletem o desejo da cultura dominante da propagação do conhecimento de forma conveniente a uma determinada realidade. São livros que não mostram aos alunos indígenas que a Física estudada por eles advém de uma construção histórica, emergida de várias culturas. Não mostra ainda que, muitas vezes, na ciência ocorre quebra de paradigmas e que a evolução do conhecimento não requer que uma cultura seja mais importante que a outra, e sim, se complementem porque a contextualização cultural e social é relevante para o desenvolvimento do conhecimento.

Ao identificar esses problemas, reafirmo a necessidade da produção de um material alternativo didático de Física, capaz de refletir uma produção significativa de conhecimento e que contemple também, de forma intercultural, os temas estudados em Física no contexto indígena. Dessa forma, a discussão e construção desse material devem ser norteadas com a participação dos professores, alunos indígenas, como também, da comunidade, criando bases epistemológicas e culturais para fundamentação do material.

Ao contemplar a participação dos indígenas durante o processo de construção, deparei-me com o fato de que as culturas indígenas norteiam-se pelos conhecimentos trazidos pelos anciões das aldeias, o que me permitiu, em vários momentos, fazer a ponte entre o conhecimento do senso comum com o conhecimento científico. Por conseguinte, a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel é a que mais se adequa, valorizando os conhecimentos prévios integrados à realidade indígena e possibilitando ao professor fazer associações com os conhecimentos Físicos.

Para isso, o *rapport* na comunidade indígena foi fundamental, junto aos fatores que deveriam ser levados em conta na construção do material didático, como: o respeito às tradições e à espiritualidade indígena, a percepção deles como membros efetivos da coletividade da sua comunidade, sua relação com a natureza, a valorização cultural trazida para o contexto escolar e a sabedoria oral trazida de geração a geração.

Assim, reforço a construção de um livro que deva valorizar e reconhecer os conhecimentos produzidos coletivamente por várias gerações, ou seja, seus

conhecimentos prévios. Tais saberes expressam os códigos culturais da comunidade, colocando claramente a pertinência de uma abordagem intercultural para a construção desse material.

A construção do livro didático de Física no contexto indígena, de certa forma, não deveria somente se ocupar de transmitir conhecimentos e informações, mas carece tornar-se parte integral desses mesmos conhecimentos e informações, cujo diálogo intercultural possa estar presente no desenvolvimento, conectando a Física ao contexto indígena. Conseqüentemente, para que o livro de Física tenha sentido em um contexto escolar indígena, prescinde ser vivenciado pelos docentes e estudantes indígenas.

Outra consideração importante na construção desse material foi o fato de que as atividades propostas pudessem ser utilizadas tanto em sala de aula como além dela, já que vários temas estudados em Física estão relacionados a fenômenos encontrados na natureza, pois para os indígenas a natureza ensina muito.

No meu convívio dentro da comunidade escolar indígena, observei que algumas datas eram mais significativas, havendo uma maior mobilização e interação dos alunos, professores e familiares. Exemplo disso é a vivência da *Semana dos Jogos Escolares Indígenas*, através da qual pude utilizar as modalidades realizadas nos jogos para contextualizar os temas estudados em Física.

Partindo desse pressuposto, questioneimei-me novamente sobre a possibilidade do diálogo intercultural na construção do Ensino de Física. Acredito que encontrei respostas ao longo desta tese, assumindo, de antemão, que o diálogo comporta várias modulações de entendimento e conflito que precisam ser devidamente analisadas, como se demonstrará nos capítulos que seguem.

1.3 Modelo Ausubeliano de Aprendizagem

Em meados de 1960, David Ausubel propôs a Teoria da Aprendizagem Significativa, através da qual procurava explicar os mecanismos internos que ocorrem na mente humana com relação ao aprendizado e à estruturação do conhecimento, por meio de uma organização da estrutura cognitiva do indivíduo. Nela, Ausubel

concentrou-se numa questão que nenhum pesquisador até aquele momento tinha se preocupado: a aprendizagem que ocorria na sala de aula, valorando a aprendizagem por descoberta, a qual incitava a aula do tipo expositiva, grande foco da sua pesquisa (MOREIRA, 2001).

Destaca-se que a Teoria da Aprendizagem Significativa foi influenciada pela Teoria da Epistemologia Genética de Jean Piaget, posto que esta se fundamenta na ideia de que o conhecimento ocorre a partir de um processo interativo entre o sujeito e o meio. Piaget procurou entender a capacidade de conhecer e aprender da criança, tratando o sujeito como ser sistemático, sempre na busca do conhecimento, estudando o pensamento da criança e como ele se desenvolve até alcançar o raciocínio adulto.

A criança, em seu desenvolvimento, até a formação de uma estrutura cognitiva organizada, passará por modificações constantes que lhe acrescentarão novas informações e modos de compreender a vida, adquirindo organização mental e fortalecimento intelectual entre a adolescência e a fase adulta, pois, segundo Piaget (2013), essas alterações no intelecto do indivíduo dar-se-ão por assimilação e acomodação. Enquanto esta transforma e expande novas ideias através de conhecimentos prévios, aquela busca soluções por meio dos conhecimentos presentes (GOULART, 2008; MUNARI, 2010).

Contudo, a Teoria de Piaget, apesar de debruçar-se sobre o desenvolvimento infantil, contém informações sobre a aprendizagem funcional do adulto. Porém, em relação ao processo de aprendizagem sem direcionamento de idade do aluno, considero a teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel a de aplicação mais adequada a esta tese.

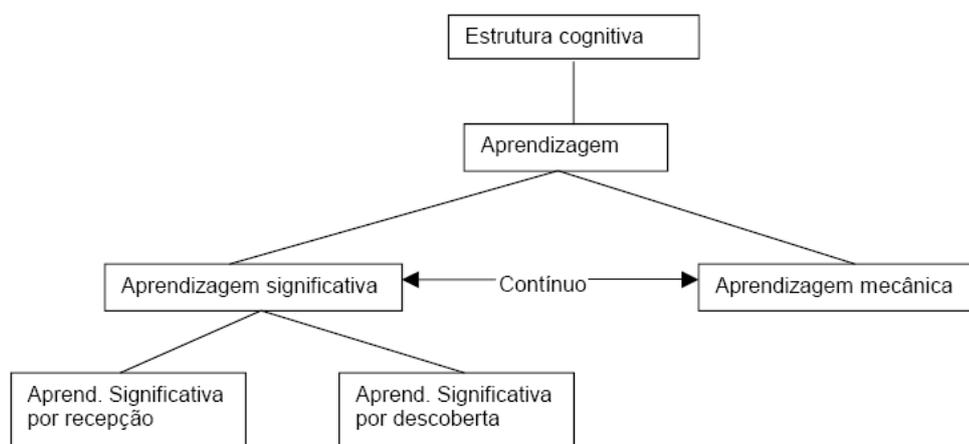
Na minha concepção, Ausubel atinge um ponto fundamental no processo de ensino/aprendizagem, onde o indivíduo é o sujeito de sua aprendizagem, que depende de seus conhecimentos prévios e da interatividade com o meio, o que lhe provoca novos conhecimentos significativos.

Vejo como herança deixada pela Teoria cognitiva de David Ausubel a diferenciação entre a *Aprendizagem Mecânica* e a *Aprendizagem Significativa* do aluno. Sua teoria aplicada à prática docente traz reflexões sobre a aula tradicional e a de

enfoque, na tentativa de buscar o melhor aprendizado possível para os alunos em sala de aula, ou seja, uma aprendizagem significativa. Esta, para que ocorra por parte do aluno, deve apresentar três condições necessárias: a oferta de novo conhecimento estruturado de maneira lógica, a presença de conhecimentos prévios na estrutura cognitiva do indivíduo para que se possa fazer a ponte com o novo conhecimento, e, por fim, a intenção/propósito de apreender/assimilar o seu conhecimento com aquele que pretende alcançar. (MOREIRA, 2001).

Segundo Ausubel (2003), os principais conceitos relativos à aprendizagem se articulam esquematicamente da seguinte forma:

Figura 2. Mapa conceitual sobre aprendizagem



Fonte: banco de dados do autor.

A estrutura cognitiva do indivíduo, para o autor, é o conteúdo organizado de ideias que, em termos de aprendizagem de temas e assuntos particulares, refere-se à organização dos conteúdos naquela área que o indivíduo quer apreender. Ou seja, a ênfase que se dá é na aquisição, armazenamento e coordenação das ideias no cérebro do indivíduo. Baseado nisso, penso que a estrutura cognitiva seria o conjunto de referências culturais que o sujeito possui, já que a cultura orienta os códigos de percepção e cognição do indivíduo, favorecendo a aquisição, organização e ancoragem de novos conhecimentos.

Nessa percepção, a estrutura cognitiva do indivíduo para Ausubel (2003) é estruturada e organizada, sendo que as novas ideias articulam-se de acordo com as relações que são estabelecidas entre elas. Ademais, é na estrutura cognitiva do indivíduo

que as novas ideias e conceitos vão se fixando e se organizando gradualmente, ou seja, aprendendo.

Segundo sua Teoria, a contínua incorporação de novas ideias na estrutura cognitiva do indivíduo proporciona a aprendizagem devido às modificações que ocorrem nesta. A aprendizagem poderá ser mecânica ou significativa, onde o fator principal será a relação que o indivíduo fará com a nova ideia proposta e os conhecimentos prévios já existentes na sua estrutura cognitiva. Ou seja, se a nova ideia for significativa para o indivíduo, ocorrerá a aprendizagem significativa, caso contrário, será mecânica (MOREIRA, 2001).

Dessa forma, ao apresentar o conceito de dinamômetro, por exemplo, só será significativo para o indivíduo se, de alguma forma, houver uma clara relação entre este instrumento e o conceito de força. Ocorrendo assim, a nova ideia relaciona-se de maneira não arbitrária com as ideias já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Justamente por não ser arbitrária e substantiva dá-se uma relação clara e coerente entre a nova ideia e os conhecimentos prévios, sobrevivendo a aprendizagem significativa.

Ademais de não ser arbitrária, para que ocorra a aprendizagem, e que seja significativa, esta deve ser também substantiva. Sendo substantiva, o aluno saberá explicar o conteúdo apreendido com suas próprias palavras e formas diferentes que expressem o mesmo significado do conteúdo. (ARAGÃO, 1976).

Por exemplo, quando o aluno do Ensino Médio aprende significativamente que o conceito de massa e peso são diferentes, isto é, que a massa é a quantidade de matéria de um objeto, pois é uma característica intrínseca do corpo, ou seja, não varia (é constante), e que peso de um corpo é a força de atração gravitacional entre ele e a Terra, que imprime ao mesmo tempo uma aceleração da gravidade “g”, ele deverá ser capaz de expressar isso de diversas formas. Como expressar que, independentemente do planeta, por exemplo, um índio pataxó tem sua massa constante e o que varia é o seu peso, devido à aceleração da gravidade ser diferente em planetas distintos; ou, ao dirigir-se a uma farmácia da comunidade, o aluno, ao se pesar, observa a sua massa na balança e não o seu peso, pois a unidade no sistema internacional (S.I) de massa é em quilograma (kg) e a unidade no S.I da força peso é em Newton ($\text{kg.m/s}^2 = \text{N}$).

À vista disso, o aprendizado foi significativo também devido a sua substantividade, considerando ter o aluno apreendido o significado e os conceitos daquilo que se ensinou, de maneira tal que consegue se expressar variavelmente ao explicar o que se aprendeu.

Para Ausubel (2003), o maior objetivo do ensino acadêmico gira em torno de as ideias serem aprendidas de forma significativa. A aprendizagem significativa permite que o aluno use o novo conceito apreendido de forma original, ou seja, singular, independentemente do ambiente em que este novo conteúdo foi aprendido primeiramente.

Entretanto, não se pode falar da aprendizagem significativa sem tecer comentários sobre a aprendizagem mecânica – extremos opostos, e infelizmente, a última está muito presente nas escolas indígenas. Neste caso, as novas ideias não se relacionam de forma lógica e clara com os conhecimentos prévios na estrutura cognitiva do aluno, são simplesmente decoradas e reproduzidas, circunstâncias nas quais são armazenadas de forma arbitrária, o que não garante flexibilidade no seu uso, nem longevidade. Como consequência, não ocorre a substantividade, logo, o indivíduo não é capaz de expressar o novo conteúdo com linguagem diferente daquela com que este material foi primeiramente apresentado.

De fato, o aluno não aprende o significado e o sentido do novo material, mas tão-somente decora a sequência de palavras que o define, decodificando-a. Por isso, ele será incapaz de utilizar este conhecimento em contexto diferente daquele o qual fora primeiramente apresentado. No exemplo dado acima – do peso e da massa – o indivíduo não conseguirá fazer a relação entre o peso e a massa, ou mesmo, com o fato de que o peso é uma força e sua intensidade varia de acordo com a aceleração da gravidade.

Contudo, é importante ratificar que, apesar de Ausubel (2003), em sua teoria de aprendizagem, ter enfatizado a soberania da aprendizagem significativa, ele compreendia que, no processo de ensino-aprendizagem existem circunstâncias em que a aprendizagem mecânica torna-se inevitável.

1.3.1 Fatores Substantivos da Facilitação Pedagógica

Os fatores substantivos da facilitação pedagógica, como o próprio nome diz, são aqueles que promovem a ação de aprender e estão relacionados à seleção dos temas mais relevantes que são trabalhados com os alunos. Com isso, é importante selecionar as ideias básicas para não sobrecarregar o aluno de informações desnecessárias, dificultando a aquisição de uma estrutura cognitiva adequada (MOREIRA, *et al.*, 2001).

Ausubel (2003) acredita que os conceitos devem ser apresentados aos alunos preferencialmente num formato mais amplo, ou seja, das ideias mais gerais para as mais específicas, pois a aprendizagem por *subordinação* é mais fácil para o indivíduo que a por *superordenação*. Portanto, quando forem trabalhados os conceitos, estes poderão se ligar de maneira subordinada – quando a aprendizagem se dá por subordinação, os conceitos âncoras necessários para propiciar a aprendizagem significativa são denominados de subsunçores.

Neste sentido, quando o professor seleciona ideias/conceitos mais gerais sobre determinado conteúdo, estes servirão de âncora para futuras aprendizagens. Caso contrário, se a escolha for por ideias/conceitos mais singulares, provavelmente não será significativo para o aluno, pois estariam faltando conhecimentos prévios na estrutura cognitiva, já que estão associados aos conceitos mais inclusivos.

Para Ausubel (2003), os princípios programáticos para a sequenciação do conteúdo de ensino são a *diferenciação progressiva* e a *reconciliação integrativa*.

1.3.1.1 Diferenciação Progressiva

A *diferenciação progressiva* é caracterizada pela aprendizagem por *subordinação*, na qual as ideias mais globais e inclusivas devem ser apresentadas ao indivíduo antecipadamente às mais específicas, favorecendo as condições necessárias para a ancoragem de novas ideias e posterior diferenciação delas.

O autor justifica com dois motivos: I) é mais fácil para o ser humano compreender os aspectos diferenciados de um todo (mais inclusivo) previamente

aprendido, do que formular o todo mais inclusivo a partir das suas partes diferenciadas previamente aprendidas, ou seja, generalizar a partir de conceitos mais específicos é mais difícil do que aprender conceitos particulares a partir de um mais geral e; II) este tipo de hierarquia é a que acontece na mente de cada pessoa – as ideias mais gerais/inclusivas ocupam o topo da estrutura cognitiva, e têm subordinadas a si ideias progressivamente mais específicas/menos inclusivas (Idem, 1989).

1.3.1.2 Reconciliação Integrativa

A reconciliação integrativa retrata as relações entre as ideias apontando as similaridades e diferenças, na busca de contornar as divergências imaginárias ou aparentes da ideia. Isto é, na medida em que os conceitos vão se tornando singulares e, simultaneamente, estabelecendo relações que geram significado, ocorre a aprendizagem significativa. Assim como define Faria (1989), a reconciliação integrativa consiste, basicamente, no delineamento explícito das relações entre ideias, de assinalar semelhanças e diferenças relevantes e de reconciliar inconsistências reais e aparentes.

No que diz respeito ao trabalho didático, a reconciliação integrativa deve ocorrer em duas situações: na preparação do material instrucional e no relacionamento das ideias nele contidas com a estrutura cognitiva do aluno.

Na preparação e no uso do material instrucional, alguns cuidados devem ser tomados como, por exemplo: 1) abster-se do uso de palavras diferentes para representar conceitos semelhantes evitando confusão no aluno, para que ele não aprenda de forma mecânica; 2) explicar eventuais relações existentes entre temas de um mesmo conteúdo, para que seja percebida pelo aluno, ocorrendo de fato à aprendizagem; 3) demonstrar as diferenças existentes entre conceitos supostamente semelhantes, para que eles não sejam apreendidos como se fossem idênticos.

A associação das novas ideias apresentadas àquelas já existentes na estrutura cognitiva do aluno, alguns cuidados, por sua vez seriam: 1) esclarecer eventuais diferenças entre as ideias já estabelecidas e aquelas que se está aprendendo, para que, não leve o aluno faça a junção uma à outra ou a confundir o conceito de ambas; 2) destacar eventuais contradições e similaridades entre os conceitos que estão sendo

aprendidos e aqueles que já se sabem; analisar a nova ideia dentro do conjunto limitado dos conceitos relativos a uma disciplina, para que eventual contradição desapareça.

1.4 Organizadores Prévios

Após a seleção, sequenciação e preparação dos conteúdos mais relevantes para que ocorra clareza e estabilidade das ideias na estrutura cognitiva do indivíduo, propõe-se a disposição dos organizadores prévios. Segundo Ausubel (2003), organizadores prévios são materiais introdutórios destinados a facilitar a aprendizagem de tópicos específicos ou conjunto de ideias consistentemente relacionadas entre si.

Os organizadores prévios têm o intuito de revelar na estrutura cognitiva do aluno ideias de esteio, com a finalidade de estimular a aprendizagem significativa. Conseqüentemente, o objetivo dos organizadores prévios é fortalecer a formação de relações não arbitrárias e substantivas com os novos conceitos e as ideias que serão âncora na estrutura cognitiva do aluno, através da explicitação destas ideias.

Com isso, Moreira (2004) afirma que a vantagem – do organizador prévio – é permitir ao aluno o aproveitamento das características de um subsunçor, ou seja: identificar o conteúdo relevante na estrutura cognitiva e explicar a relevância deste conteúdo para a aprendizagem do novo material; dar uma visão geral do material em um nível mais alto de abstração, salientando as relações importantes e; prover elementos organizacionais inclusivos, que levem em consideração mais eficientemente e ponham em melhor destaque o conteúdo específico do novo material.

1.5 Mapas conceituais

Os mapas conceituais ou diagramas conceituais representam a organização e entendimento do conteúdo ou ideia aprendidos. Ao organizar um material didático, pode-se representa-lo em gráficos que revelam as relações das ideias que formam e fundamentam um determinado conceito. Estes diagramas constituem uma técnica desenvolvida por Joseph Novak e seus colaboradores, a partir de 1972, na Universidade

Cornell, nos Estados Unidos, e amolda-se substancial e propositalmente à teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (AUSUBEL, 2003; MOREIRA, 2004).

Os mapas conceituais, em termos estruturais, apresentam-se flexíveis, e, segundo Moreira (2001), alguns pontos devem ser observados mesmo diante da inexistência de regras para construí-los: o sentido da construção do mapa deverá apresentar os conceitos mais amplos na parte superior, passando em seguida pelos conceitos intermediários e, por fim, os conceitos mais específicos, situados na parte inferior, apresentando uma forma hierárquica na sua construção. Essa estruturação, aplicada à teoria ausubeliana, sugere a explícita observância aos princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa.

Dessa forma, os mapas conceituais são de importância latente na teoria ausubeliana, pois, a construção do conhecimento corresponde a uma atividade cognitiva composta por etapas organizadas de maneira sequencial e hierárquica, inter-relacionando-se desde a apreensão da nova informação até sua sistematização cerebral. Posto isto, os mapas conceituais podem ser aplicáveis aos conteúdos de uma aula, ao planejamento de um curso, ou seja, pode ser utilizados em circunstâncias de generalidade e/ou exclusividade.

Não obstante, a principal característica de um mapa conceitual é a capacidade de um indivíduo ter de expor seus conhecimentos construindo o seu próprio mapa, conciliando a formação dos conceitos subsunçores e da estruturação das novas ideias do material didático, capazes de direcionar significativamente a aprendizagem. Vale ratificar – se vários indivíduos construírem mapas conceituais sobre o mesmo assunto, provavelmente os mapas não serão iguais, pois cada indivíduo aprende numa percepção diferente.

1.6 Bases Metodológicas da Pesquisa

A dinâmica metodológica vem sendo desenvolvida desde 2013, com o primeiro contato que tive em sala de aula com os meus alunos/professores indígenas. Tentei também selecionar algumas teses e artigos para mapear o meu estudo, especialmente trabalhos etnográficos realizados em comunidades indígenas, com o intuito de organizar

e planejar a minha tese, mas encontrei muita dificuldade de localizar trabalhos relacionados ao ensino de Física no contexto escolar indígena.

O que mais me chamou atenção foi que os indígenas não sabiam fazer a ligação dos conhecimentos do seu povo com os conhecimentos estudados em sala de aula. Por isso, os estudos etnográficos, juntamente com a teoria de aprendizagem significativa de David Ausubel, articulam-se no meu objeto de estudo. Observei que era impossível criar um material didático de Física e dialogar com os indígenas se não os escutasse e conhecesse sua cultura, pois seria mais um material produzido a partir de modelos baseados em outras realidades.

Minha pesquisa de cunho qualitativo propôs-se a observar, compreender e avaliar como um novo material didático, criado no contexto escolar indígena Pataxó de Coroa Vermelha, foi recebido e utilizado pela comunidade escolar, e de que forma pode contribuir para a aprendizagem dos alunos. Os valores culturais presentes nesse material, articulado aos temas estudados em Física do Ensino Médio, foram introduzidos por meio de um estudo etnográfico, com o intuito de compreender as interações dos conhecimentos prévios dos alunos sobre sua cultura com o tema de estudo, buscando avaliar a ocorrência ou não de uma aprendizagem significativa.

Nesse processo, assumi uma perspectiva etnográfica, a partir da qual investiguei os elementos internos e externos que constituem o cotidiano da escola e da comunidade indígena, por meio de entrevistas, conversas, análise dos livros didáticos presentes na escola e de minicursos palestrados por mim nas visitas realizadas às comunidades indígenas desde o ano de 2014, como coordenador do subprojeto do PIBID DIVERSIDADE. Nesta perspectiva, o senso comum é valorizado para a compreensão do social e o observador procura interpretar aquilo que o sujeito assimila dentro do seu universo simbólico, como seu comércio, artesanato, pesca, agricultura e as diversas dimensões significativas do cotidiano.

Procurei então, através dos procedimentos elencados, alcançar uma visão dos processos socioculturais, tentando produzir uma interpretação possível da realidade indígena que considero essencial para a compreensão da construção, especialmente no que diz respeito ao diálogo para a produção do Livro didático de Física intercultural,

que é necessário conhecer a cultura e a conduta, e os modos pelos quais estas influenciam o processo de Ensino e Aprendizagem de Física.

É preciso deixar claro que não desenvolvi uma etnografia sobre o conjunto da sociedade Pataxó, e sim, sobre esquemas perceptivos e cognitivos em relação aos fenômenos físicos, de forma mais específica, no que se refere aos professores da escola. Então, o meu objetivo etnográfico foi alcançar o entendimento das apreensões que eles têm de tais fenômenos e de que maneira pode-se dialogar com essas concepções para a construção de material didático contextualizado.

Lembro que, em termos de atividades produtivas, os indígenas são pescadores, agricultores, artesãos, mas também possuem formações para atuar como professores, enfermeiros, agentes de saúde. Além disto, é preciso inscrevê-los histórica e culturalmente em uma longa relação com a nossa sociedade, o que reorienta o olhar para a apreensão de uma sociedade de fronteira.

Através dessa percepção de investigação metodológica, pressuponho que dentro de uma dimensão hermenêutica cultural indígena, o autor que mais se adequa a essa perspectiva cultural é o antropólogo Clifford Geertz, considerado o fundador da antropologia interpretativa. Segundo Geertz (1989, p.66) “a cultura é uma teia de significados tecida pelo homem, no qual essa teia orienta a existência humana, tratando-se de símbolos que interage com o sistema de símbolos de cada indivíduo numa interação recíproca”.

Para Geertz (1989, p.42), “a cultura é a mediação entre o poder e o objetivo de sua ação”, passando a ser visto como um conjunto de significados transmitidos historicamente, ou seja, incorporados através de símbolos que se materializam em comportamentos. A cultura indígena apresenta conjuntos de significados comportamentais que solidificam sua lógica específica cultural e forma de viver em comunidade, sendo representados na sua arte – artesanatos, na sua forma de pintar – na língua e escrita. Esses aspectos, pois, são importantes também na discussão da construção de um material didático de Física intercultural.

Numa perspectiva de um material intercultural para o Ensino Médio, o que Geertz (1989) comenta sobre o conceito de cultura é relevante para o ensino de Física:

[...] a cultura que é mais bem vista não como complexos de padrões concretos de comportamento-costumes, usos, tradições, feixes de hábitos, como tem sido agora. Mas como um conjunto de mecanismos de controle- planos receitas, regras, instruções (o que os engenheiros de computação chamam” (“ programas”) (GEERTZ, 1989, p.56).

Entretanto, Geertz (1989) ensina que o processo de desenvolvimento cultural e as mudanças anatômicas e neurológicas foram simultâneas, ou seja, não houve primeiro uma evolução biológica e, a partir daí, a aquisição da cultura, mas a produção cultural foi ocorrendo junto com a evolução biológica. É importante ratificar que o autor faz uma relação entre a antropologia e as outras ciências, e, nesse caso específico, com a Biologia e a Psicologia. Sendo que nesta, a mente está relacionada à capacidade e habilidade. Quando se atribui uma mente a um organismo fala-se de suas capacidades e propensões.

O problema da evolução da mente, portanto, não é um falso termo gerado por uma metafísica mal conceituada, nem o caso de descobrir em que ponto da história da vida uma alma invisível foi sobreposta ao material orgânico. Trata-se de reconstruir o desenvolvimento de certas espécies de habilidades, capacidades, tendências e propensões nos organismos e delinear os fatores ou tipos de fatores dos quais depende a existência de tais características. (GEERTZ, 1989, p.96).

Subscervo as ideias de Geertz, pois acredito que o pensamento humano desenvolve-se através das experiências culturais vividas. Ou seja, a cultura é que caracteriza o homem e não o homem que caracteriza a cultura. Essa concepção inserida no contexto escolar, na produção de materiais didáticos e na comunidade, é fundamental para desenvolver o pensamento do aluno indígena e para uma aprendizagem significativa.

Os processos culturais do cotidiano da comunidade que organiza as atividades produtivas e a respectiva interação social geral devem orientar o trabalho pedagógico da escola, dialogando com o saber dos anciões, os rituais, a cosmologia, as concepções religiosas, a arte e demais dimensões da vida. Isto é, o estímulo cultural implicará processos de aprendizagem significativa para o aluno indígena, servindo de subsunçores para novos conhecimentos, por exemplo, no ensino de Física, já que o aluno formula ideias, concepções, adquire hábitos ao longo do tempo, costumes e vivências.

Capítulo 2 – O Livro didático e suas Concepções

Indiscutível a importância do livro didático no processo histórico da educação escolar, porém, sob a minha perspectiva, seu valor no desenvolvimento da educação escolar indígena requer algumas modificações. Inclusive, no que diz respeito ao livro didático de Física, minha maior preocupação é a falta de contextualização com a cultura indígena nos temas tratados.

Observa-se que desde a segunda metade do século XX, quando se acentuaram as pesquisas em torno do livro didático, vários foram os artigos, as publicações e obras que enfocaram seu papel ao longo da história contemporânea. Nas últimas décadas, percebe-se que o livro didático vem se tornando uma ferramenta indispensável no processo de ensino-aprendizagem, tanto que o Governo Federal lançou vários programas com o objetivo de difundi-lo para todos os alunos de escolas públicas do país, assumindo o lugar de maior programa mundial de distribuição de livros, de forma gratuita, para uma rede de educação pública de um país.

O livro didático é objeto de estudo de vários autores em pesquisas acadêmicas na área de ensino, e, nas escolas indígenas é o principal, muitas vezes até o único recurso didático que auxilia o professor indígena no planejamento e desenvolvimento da sua aula, o que chama atenção para o cuidado com a elaboração desse material.

A relevância desse cenário de distribuição gratuita de livros didáticos em escolas públicas com cerca de 153 milhões de exemplares, com custo para o governo federal de mais de 1 bilhão de reais, isso somente no ano de 2017, pode ser observada através da Figuras 3 e da Tabela 1.

Figura 3. Distribuição de livros didáticos por região.



Fonte: Banco de dados PNLD 2017.

Tabela 1. Distribuição de livros por séries

Ano do PNLD	Atendimento	Escolas Beneficiadas	Alunos Beneficiados	Exemplares	Valores (R\$)
2017	Ensino Fundamental: 1º ao 5º ano	96.632	12.347.961	39.524.100	319.236.959,79
	Ensino Fundamental: 6º ao 9º ano	49.702	10.238.539	79.216.538	639.501.256,49
	Subtotal: Ensino Fundamental	111.668	22.586.500	118.740.638	958.738.216,28
	Ensino Médio: 1ª a 3ª Série	20.228	6.830.011	33.611.125	337.172.553,45
	Total do PNLD 2017	117.690	29.416.511	152.351.763	1.295.910.769,73

Fonte: banco de dados PNLD 2017.

Pressuposto, então, que é necessário entendermos o funcionamento do PNLD, pois a escolha do livro didático é de fato influenciada pelas diretrizes descritas nos seus

editais. O PNLD tem como objetivo prover as escolas públicas de Ensino Fundamental e Médio com livros didáticos e acervos de obras literárias, obras complementares e dicionários. Assim, a cada ano, o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – FNDE, adquire e distribui livros para todos os alunos de determinada etapa de ensino e repõe e complementa os livros reutilizáveis para outras etapas.

Todo ano o PNLD lança um edital especificando os critérios técnicos e pedagógicos para inscrição das obras, orientados por documentos oficiais, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), o Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) e as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN).

Após a análise desse edital, os títulos são inscritos pelas editoras e avaliados pelo MEC, que elabora o Guia do Livro Didático, composto das resenhas de cada obra aprovada, que é disponibilizado às escolas participantes pelo FNDE, e assim, cada escola escolhe democraticamente, dentre os livros constantes no referido guia, aqueles que deseja utilizar, levando em consideração seu planejamento pedagógico.

Com isso, percebe-se que, teoricamente, o PNLD está relacionado intrinsecamente ao Governo Federal, editoras e escolas participantes do FNDE. Mas levanto uma questão: será que todos estes agentes ou atores levam em consideração as especificidades de determinados contextos escolares, no presente caso, as escolas indígenas? Esse questionamento é substancial, tendo em vista que o interesse das editoras ao longo história manifesta-se explicitamente econômico e longinquamente cultural.

É fato que a educação escolar reproduz o arbítrio cultural definido pelos grupos dominantes da sociedade e reforça, através dos livros didáticos, uma visão burguesa que acaba por excluir outros modos de vida considerados inferiores culturalmente. (BOURDIEU, 1972). Isto fica particularmente evidente nos livros de história: o lugar ocupado por índios e negros na formação da sociedade brasileira.

Destaca-se então a importância da seleção do livro didático adequado para determinadas culturas, permitindo que o aluno use essa ferramenta para se apropriar do

conhecimento, efetivando uma aprendizagem significativa, possibilitando-o atuar na sociedade de forma crítica e reflexiva. Segundo Bittencourt (2003, p. 5):

As pesquisas e reflexões sobre o livro didático permitem apreendê-lo em sua complexidade. Apesar de ser um objeto bastante familiar e de fácil identificação, é praticamente impossível defini-lo. Pode-se constatar que o livro didático assume ou pode assumir funções diferentes, dependendo das condições, do lugar e do momento em que é produzido e utilizado nas diferentes situações escolares. Por ser um objeto de “múltiplas facetas”, o livro didático é pesquisado enquanto produto cultural; como mercadoria ligada ao mundo editorial e dentro da lógica de mercado capitalista; como suporte de conhecimentos e de métodos de ensino das diversas disciplinas e matérias escolares; e, ainda, como veículo de valores, ideológicos ou culturais.

Santos (2006, p. 51), ao procurar estabelecer critérios para escolha e seleção de livros didáticos, ressalta que “ao analisar o livro didático, visando estabelecer suas funções, percebe-se que existem três vertentes que devem ser consideradas: a pedagógica, a político-ideológica e a econômica”. Verifiquei que a maioria dos estudos sobre o livro didático o abordam a partir de implicações de ordem econômica, político-ideológica e pedagógica.

Acredito também que é necessário compreender como o livro didático vem sendo apresentado e utilizado no contexto contemporâneo da educação escolar. Entendo como ferramenta didática essencial na prática pedagógica, inclusive, norteador todo o trabalho de muitos docentes. Tanto na educação escolar indígena, como na tradicional, os livros didáticos presentes nas escolas trazem conteúdos organizados e sistematizados separadamente por conteúdos e temas nas mais diferentes disciplinas, supostamente favorecendo o processo de ensino-aprendizagem. É o entendimento de Molina (1987, p. 17):

Todo livro, em princípio, presta-se a ser utilizado para fins didáticos, isto é, em situação deliberadamente estruturada com objetivo de ensinar algo a alguém. Isso não significa, entretanto, que qualquer livro utilizado para fins didáticos possa ser considerado um livro didático. No presente trabalho, entende-se como tal, uma obra escrita (ou organizada, como acontece tantas vezes) com finalidade específica de ser utilizada numa situação didática, o que a torna, em geral, anômala em outras situações.

Segundo o MEC (BRASIL, 2008), o livro didático tem função social – além de pedagógica – ao contribuir com a qualidade da educação brasileira e promover, assim, a inclusão social dos alunos que, devido a motivos econômico-financeiros, não têm acesso ao material escolar.

No mundo atual, caracterizado pela diversidade de recursos direcionados ao aperfeiçoamento da prática pedagógica, o livro didático ainda se apresenta como eficaz instrumento de trabalho para a atividade docente e para a aprendizagem dos alunos. O acesso a esse instrumento contribui para a qualidade da educação básica, além de promover a inclusão social (BRASIL, 2008, p. 05).

Portanto, a função do livro didático é subsidiar o processo de ensino-aprendizagem como um suporte pedagógico que visa a facilitar a transmissão de conhecimentos e auxiliar a apropriação destes pelos alunos.

Outro fato importante que Santos (2006) alerta é que, quando os alunos necessitam adquirir o livro, muitos professores acabam – no momento de sua seleção – dando um peso maior para questões gráficas e de preço, em detrimento da proposta pedagógica em si. Priorizam o quesito gráfico para tornar o livro mais atraente ao aluno e promover sua utilização com mais frequência; e, o preço, para facilitar a aquisição pelos pais. Tal elemento é válido apenas para estudantes de escolas privadas, dado que os alunos das escolas públicas têm acesso ao material pelo programa do Ministério da Educação.

Na educação pública, segundo Freitag, Costa e Motta (1989, p. 11), a história do livro didático no Brasil “não passa de uma sequência de decretos, leis e medidas governamentais que se sucedem, a partir de 1930, de forma aparentemente desordenada, e sem a correção ou a crítica de outros setores da sociedade”, dado que as políticas públicas voltadas à divulgação e à distribuição de obras didáticas iniciaram-se em 1938, a partir do Decreto-lei 1.006.

Na história mais recente, o Governo Federal lançou, em 1996, o Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), de responsabilidade do Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), que visava à aquisição e distribuição de livros

didáticos de forma contínua para alunos do Ensino Fundamental da rede pública. Somente em 2004 iniciou-se a distribuição de livros didáticos para o Ensino Médio, gradativamente, para todas as áreas de conhecimento. Observe-se que, com esse projeto somente no ano de 2016, segundo dados do FNDE, o Governo Federal gastou a cifra de mais de R\$ 1 bilhão de reais para aquisição de mais de 128 milhões de livros, a serem distribuídos gratuitamente para os alunos da rede pública nacional.

A movimentação de tamanho volume de recursos levou as editoras a uma verdadeira corrida marqueteira visando à divulgação, através de propaganda, e à distribuição gratuita de obras aos professores, com interesse primordialmente comercial. Segundo Molina (1987, p. 20) “a atração exercida por um tal mercado pode levar à produção, por vezes, de livros destinados antes a gerar lucros imediatos, em lugar de serem frutos de uma preocupação maior com os objetivos primeiros da obra didática”.

A afirmação que Molina nos traz revela que, infelizmente, devido ao nosso modelo capitalista da educação, que valoriza o lucro em detrimento da qualidade, o livro didático corre o risco, atrevo-me a dizer, de perder sua função principal – que é de propagação e transmissão do conhecimento comum para todos. Já sobre o foco do aspecto político-ideológico do livro didático, Faria (1986), ao analisar livros didáticos da década de 1980, já enfatizava que estes contribuíam para justificar e manter determinados discursos e, por consequência, reproduzi-los, pois o material encontrava-se descolado da realidade.

O livro sistematiza a ideologia burguesa, amortiza o conflito realidade x discurso, dizendo que o verdadeiro é o segundo. Desta forma, diz que sua experiência é errada e desde que se esforce, estude, subirá na vida. Assim, o livro didático contribui para a reprodução da classe operária, porém, de posse da ideologia burguesa, portanto, conformista e passiva (FARIA, 1986, p. 77).

Em relação a esse aspecto, posso levar em consideração também a educação escolar indígena, pois o que observo nas discussões em torno desse tema é o fato notório que os livros didáticos apresentados nas escolas indígenas reproduzem uma realidade não indígena, que o fruto da sua realidade é de submissão e desvalorização da

sua cultura dita inferior em relação à tradicional, proferindo de forma intrínseca o discurso de exclusão.

A pedagogia produzida a partir desta ideologia no livro didático é denominada por Saviani (2007) de “Pedagogia da Exclusão”. O autor ressalta que, no atual desenvolvimento da sociedade capitalista, não existe oportunidade para todos. Assim, ao levarmos para o contexto indígena, ratifica a importância da luta por uma educação escolar que dialogue com suas especificidades culturais e contribua para a valorização dos seus saberes, contrariando a lógica que marcou a educação escolar para essas sociedades.

Levando em consideração as consequências dessa ideologia de exclusão posta há décadas na educação escolar indígena, podemos esperar que os aspectos históricos, filosóficos e culturais nos livros didáticos, referentes à produção do conhecimento, tenham sofrido interferência, o que traz consequências para as questões teórico-pedagógicas. Portanto, constata-se que o livro didático vem sendo tratado ao longo da história brasileira como um reprodutor de uma ideologia alienante, sempre com a intenção de controlar o conhecimento. E quando se fala no livro didático em escolas indígenas, tal relação não foge à regra, pois não encontro transposição didática no que pertence aos contextos que os indígenas vivenciam em suas comunidades.

Posto isto, o livro didático inserido no contexto indígena deve ser tratado de forma totalmente diferenciada, identificando a ideologia presente e se preocupando com a adaptabilidade do conhecimento científico para o conhecimento escolar indígena, favorecendo uma maior apropriação de conhecimento por parte do aluno.

No livro didático de Física, a transposição didática deve manifestar-se da maneira mais explícita possível, ou seja, com uma linguagem mais próxima do aluno, de modo a respeitar os conhecimentos prévios destes, possibilitando, assim, uma melhor compreensão e participação, afastando a possibilidade da aversão ao estudo da Física, favorecendo uma aprendizagem significativa do aluno indígena. Vale ressaltar que aproximar o livro didático da linguagem do aluno não significa precarização do saber ou do material, mas uma forma de oportunizar o conhecimento para todos os agentes envolvidos no processo educativo.

Contudo, o que se percebe é que, durante o processo de transposição didática, ocorre um esvaziamento do conhecimento, como alertado por Moraes (2001, 2003, 2007). Com o objetivo de se gerar uma informação tácita, mínima para as classes mais desfavorecidas, os conteúdos ao serem transformados em saber escolar sofrem uma perda relativa, no que se refere à real gama de fenômenos possíveis que tais conhecimentos realmente podem vir a explicar. É o que reafirma Pfromm Netto, Dib e Rosamilha (1974): o conhecimento científico deve ser incorporado conforme as possibilidades intelectuais do aluno, com a finalidade de contemplar a natureza real da ciência e a sua contínua modificação, ideia também reforçada por Kuhn (2009) – a linguagem científica é vivenciada por quebras de paradigmas.

Uma educação que tenha por objetivo auxiliar no processo de emancipação humana deverá ter como finalidade a “socialização do conhecimento já acumulado historicamente pela humanidade, visando a que esse conhecimento seja utilizado pelos educandos no processo de transformação da realidade que eles vivem” (DUARTE, 1987, p. 11).

Dessa forma, precisa-se garantir que o livro didático de Física contenha não um conhecimento implícito, mas abordagens mais profundas e avançadas para que, ao apropriar-se delas, o estudante possa garantir a produção e reprodução de sua vida e, destarte, poder se posicionar de forma consciente perante os diversos processos gerados pela vida em sociedade, o que obviamente implica pensar na relação estabelecida com a natureza e as técnicas e tecnologias que utilizamos para interagir com ela.

Em suma, o ensino de Física não pode ser pensado unicamente como um conjunto de conhecimentos abstratos e conceituais para entender o funcionamento da realidade material do que denominamos fenômenos físicos, na verdade, precisa ser visto sob a ótica de uma dimensão importante que se relaciona com o conjunto da vida humana em suas diversas manifestações.

Nessa perspectiva é fundamental percebermos que, para pensarmos na construção de um livro didático de Física intercultural, tem-se que respeitar todas as características específicas em suas singularidades da educação escolar indígena, como costumes, religião, danças, jogos, dentre outros. Especialmente porque, no decorrer da história do Brasil, a educação escolar indígena refletiu-se em constantes lutas pelos

povos indígenas no sistema educacional para fortalecimento da sua cultura, como também na legitimidade de uma educação indígena diferenciada.

Ao longo dos anos, os povos indígenas pleiteiam seu espaço através de lutas históricas por seus direitos no contexto da educação escolar indígena inserida na educação brasileira, na tentativa de garantir os seus direitos como cidadãos brasileiros e pleiteando uma educação diferenciada, intercultural, que respeite e legitime as especificidades culturais de cada etnia.

Na busca do fortalecimento de práticas escolares que permeiam a cultura e educação indígena, é importante ratificar a diferença entre educação escolar indígena e educação indígena para podemos entender o processo histórico da educação escolar indígena.

A educação indígena refere-se aos processos próprios de transmissão e produção dos conhecimentos dos povos indígenas, enquanto a educação escolar indígena diz respeito aos processos de transmissão e produção dos conhecimentos não indígenas e indígenas por meio da escola, ou seja, refere-se à escola apropriada pelos povos indígenas para reforçar seus projetos socioculturais, abrindo caminhos para o acesso a outros conhecimentos universais, necessários e desejáveis, a fim de contribuir com a capacidade de responder às novas demandas geradas a partir do contato com a sociedade global (LUCIANO, 2006).

Legítimo a ideia do autor com minha prática etnográfica. Observo que a educação indígena busca fortalecer os conhecimentos indígenas, com o intuito de ratificar as experiências entre as etnias, possibilitando o resgate do patrimônio cultural indígena na educação através da educação escolar indígena, pois, as sociedades indígenas, em sua longa e diversificada trajetória, vêm produzindo conhecimentos sobre o ser humano, natureza e cultura, que deveriam ser os princípios básicos da educação escolar indígena em suas comunidades.

No final do século XX, alguns projetos pautados na necessidade de uma política educacional diferenciada foram importantes na busca de uma educação intercultural nas escolas indígenas. Destaco as mudanças garantidas constitucionalmente em 1988, como

também a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDBEN em 1996 e o Referencial Curricular Nacional para as Escolas Indígenas – RCNEI, em 1998.

Em 1988, os povos indígenas começaram a exigir da nova Constituição Federal a implantação de políticas educacionais mais eficazes e voltadas aos seus interesses. Desta forma, a fim de atingir os níveis de qualidade educacional adequadas a cada comunidade, e, visando a inclusão social dos diferentes povos que compõem a nação brasileira, como por exemplo, os povos indígenas, alguns encaminhamentos, resultantes da luta desses povos foram tomados, a exemplo:

A Constituição de 1988, superando a perspectiva assimilacionista que marcara toda a legislação indigenista precedente, e que entendia os índios como uma categoria étnica e social provisória e transitória, apostando na sua incorporação à comunhão nacional, reconhece a pluralidade cultural e o Estado brasileiro como pluriétnico. Delineia-se, assim, um novo quadro jurídico a regulamentar as relações entre o Estado e a sociedade nacional e os grupos indígenas. A estes se reconhece o direito à diferença cultural, isto é, o direito de serem índios, reconhecendo-lhes “sua organização social, costumes, línguas, crenças e tradições” (BRASIL, 2013, p. 358).

Neste mesmo ano ocorre o primeiro encontro de professores indígenas de Roraima e Amazonas com discussões relacionadas às necessidades de uma educação formalmente reconhecida e o fortalecimento de suas escolas. Já em 1989, no segundo encontro, as discussões tiveram como objetivo elaborar um projeto nacional através das trocas de experiências com os povos indígenas para o reconhecimento das escolas indígenas no território nacional, criando assim a Comissão de Professores Indígenas do Amazonas e Roraima – COPIAR, que com o passar do tempo se tornou o Conselho de Professores Indígenas da Amazônia – COPIAM.

No ano seguinte, em 1990, terceiro encontro, foram discutidas reivindicações para a nova Lei de Diretrizes e Bases – LDB, demonstrando preocupações com o termo bilíngue, pois era fato que existiam várias línguas indígenas, como também existiam regiões, como a Nordeste, que em sua grande maioria os povos falam somente o português. Mostrando, com isso, a necessidade da discussão de uma política

educacional indígena que fosse construída com os anseios e necessidades de cada povo indígena em todo o processo de construção.

Como já citei anteriormente, acredito que foi fundamental para uma nova prática educacional indígena nacional, o direito constitucional de uma educação diferenciada aos povos indígenas, voltada ao conhecimento indígena presente na Constituição de 1988, mas também a transferência da responsabilidade da educação indígena da Fundação Nacional do Índio – FUNAI para o Ministério da Educação – MEC, possibilitando que as escolas indígenas fizessem parte do ensino do país, o que foi de suma importância tanto regulamentadora, como de visibilidade.

Em 20 de Dezembro de 1996 instituiu-se a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional, marco para o fortalecimento da educação escolar indígena, uma vez que abrangeu a temática em vários dispositivos, a exemplo do art. 26:

Os currículos da educação infantil, do ensino fundamental e do ensino médio devem ter base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e em cada estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e dos educandos.

[...]

4º O ensino da História do Brasil levará em conta as contribuições das diferentes culturas e etnias para a formação do povo brasileiro, especialmente das matrizes indígena, africana e europeia.

(grifei)

Embora publicada em 1996, somente em 2013, a redação do dispositivo acima foi modificada, passando a contemplar a importância da primeira etapa da educação básica, substituindo a expressão “clientela” por “educandos”:

Art. 26. Os currículos do ensino fundamental e médio devem ter uma base nacional comum, a ser complementada, em cada sistema de ensino e estabelecimento escolar, por uma parte diversificada, exigida pelas características regionais e locais da sociedade, da cultura, da economia e da clientela.

(grifei)

Enquanto o art. 32, §3º garante às comunidades a utilização de sua língua materna e processos próprios de aprendizagem, o art. 78 é assente para assegurar a contribuição da União em igual sentido:

O Sistema de Ensino da União, com a colaboração das agências federais de fomento à cultura e de assistência aos índios, desenvolverá programas integrados de ensino e pesquisa, para oferta de educação escolar bilíngue e intercultural aos povos indígenas, com os seguintes objetivos:

I - proporcionar aos índios, suas comunidades e povos, a recuperação de suas memórias históricas; a reafirmação de suas identidades étnicas; a valorização de suas línguas e ciências;

II - garantir aos índios, suas comunidades e povos, o acesso às informações, conhecimentos técnicos e científicos da sociedade nacional e demais sociedades indígenas e não-índias.

Os programas da LDB estão incluídos no PNE (Plano Nacional de Educação), que possui metas a curto e longo prazo para a educação escolar indígena, considerando mais essenciais: a) Ampliar, gradativamente, a oferta de ensino; b) Fortalecer e garantir a consolidação, o aperfeiçoamento e o reconhecimento de experiências de uma educação diferenciada de qualidade; c) Assegurar autonomia dessas escolas, tanto no projeto pedagógico quanto ao uso dos recursos financeiros; d) Mas para que receba os recursos do governo federal as escolas devem, assim como todas as outras escolas, criar associações de pais e mestres, com presidente, tesoureiro, secretário; e) Criar órgãos voltados à publicação de materiais pedagógicos específicos; e) Profissionalização e reconhecimento do magistério indígena; f) Assegurar a continuação da formação do professor indígena; g) Cursos profissionalizantes, visando à auto sustentação e ao uso da terra de forma equilibrada; h) Programa de educação à distância de professores; i) Combater o desconhecimento, a intolerância e o preconceito em relação a essas populações.

Não podemos esquecer a importância do Referencial Curricular Nacional para Educação Indígena – RCNEI, pois foi imprescindível para a afirmação de um currículo diferenciado, voltado para educação escolar indígena no que se diz respeito ao conjunto de especificidades culturais características da educação indígena, trazendo o cotidiano indígena para a sala de aula. O RCNEI (1998) propõe-se ao reconhecimento da multietnicidade, pluralidade e diversidade:

O Brasil é uma nação constituída por grande variedade de grupos étnicos, com histórias, saberes, culturas e, na maioria das situações, línguas próprias, onde tal diversidade sociocultural é riqueza que deve ser preservada (...)Reconhece a relação que existe entre educação e conhecimentos indígenas: desde muito antes da introdução da escola, os povos indígenas vêm elaborando, ao longo de sua história, complexos sistemas de pensamento e modos próprios de produzir, armazenar, expressar, transmitir, avaliar e reelaborar seus conhecimentos e suas concepções sobre o mundo, o homem e o sobrenatural (BRASIL, 2002, p. 22).

Como afirma Ferreira (2007, p. 143), o “papel do currículo é reconciliar as culturas populares e alta cultura, no sentido de considerá-las conjuntamente. O currículo deve responder as dialéticas culturais entre as culturas locais e uma universalizante que emerge”. Dessa forma, percebe-se que a inserção do currículo ou a organização curricular específica, em meio ao sistema, tem por finalidade garantir a socialização das diferentes culturas e também o respeito à diversidade.

Observa-se, neste contexto, que o atual processo de ensino e aprendizagem deve ter como finalidade não apenas a formação intelectual, ou a formação técnica do cidadão para o exercício de uma determinada profissão, mas é interessante que os educadores tenham consciência que a educação escolar pode e deve colaborar de forma incisiva para construção de uma sociedade que respeite as diferenças culturais de cada indivíduo que frequenta os estabelecimentos de ensino.

Observei, através das minhas pesquisas, que ao longo da história são poucos estudos que tratam sobre a política da educação escolar indígena no Brasil, em especial na Bahia. O que me levou a ratificar a importância desta tese no cenário nacional, até porque, de acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE no censo de 2010, a população que se auto identifica indígena no Brasil é de aproximadamente 897 mil, existindo no país 305 etnias, que falam 274 línguas indígenas, com histórias e saberes etnicamente diferenciados. Sendo que, no Estado da Bahia, são 15 povos indígenas, com uma população de aproximadamente 40 mil indivíduos, vivendo em pelo menos 33 territórios, em 27 municípios e cerca de 100 comunidades locais.¹

¹ <https://censo2010.ibge.gov.br/noticias-censo.html?busca=1&id=3&idnoticia=2194&t=censo-2010-populacao-indigena-896-9-mil-tem-305-etnias-fala-274&view=noticia>

Acredito também que, de certa forma, a luta por uma política educacional indígena serviu como tentativa de inserir o indígena no mercado de trabalho de uma sociedade considerada tradicional. Porém, o fortalecimento das políticas educacionais vigentes nesse pouco período histórico, oportunizou ao povo indígena defender seu modo de vida preservando suas tradições.

Nos dias atuais, os avanços são mais significativos comparados à década de 1980 no que pertine à legislação que regula a educação escolar indígena, afinal, existem leis que são mais favoráveis ao reconhecimento da necessidade de uma educação específica e diferenciada, porém, na prática, ainda permeiam várias contradições que devem ser superadas, como a de um material didático de Física que aborde as relações culturais, tradições e o cotidiano indígena, ou seja, promova de forma efetiva um diálogo intercultural com todos os dilemas que tal interação comporta.

Capítulo 3 – Interculturalidade

Para que serve o ensino de Física na escola indígena? E por que o conhecimento local e sua cultura são considerados inferiores para o ensino de Física? Existe a possibilidade do diálogo intercultural no ensino de Física? Através desses questionamentos senti a necessidade de uma abordagem epistemológica no tocante à possibilidade da interculturalidade no ensino de Física.

O conceito de interculturalidade aqui defendido propõe o reconhecimento mútuo de todas as culturas, sem hierarquização e superioridade de conhecimento. A partir dessa perspectiva, busquei observar e tentei entender a visão de mundo dos povos indígenas Pataxós, particularmente, suas concepções relativas aos fenômenos físicos. A questão que se coloca a partir disso é: quais são os seus conflitos em relação aos conhecimentos hegemonicamente apresentados pela sociedade ocidental?

Assumir a interculturalidade como perspectiva possibilita-nos o reconhecimento e a valorização de outros sistemas culturais, ultrapassando toda a hierarquização, em um contexto de complementaridade que propicia a construção de um diálogo. Este, por sua vez, permite a partilha de conhecimentos, para além de toda a falsa oposição entre o moderno e o tradicional, a cultura escrita e a cultura oral, a racionalidade e a dimensão afetiva. Essas falsas oposições impregnam as relações humanas e as aprendizagens (NARBY, 2000, 2005).

Desde a invasão dos portugueses ao Brasil, em seu processo de colonização, os missionários procuraram impor a sua cultura aos povos aqui estabelecidos. O etnocentrismo, obviamente, impedia-os de reconhecer e entender os significados peculiares das culturas indígenas. Como aponta Fleuri (2009, p. 3),

[...] Pela própria epistemologia do pensamento único, os colonizadores ocidentais não se dispunham a reconhecer os outros povos e suas respectivas culturas, em sua alteridade, como sujeitos autônomos, como grupos sociais soberanos, com quem fosse possível dialogar em pé de igualdade e, em reciprocidade, aprender juntos.

Infelizmente essa visão ideológica dos colonizadores encontra-se presente nos livros didáticos de Física do Ensino Médio das escolas indígenas da Bahia, que transmitem os conteúdos com uma visão de mundo totalmente ocidental com o intuito de reduzir os conteúdos a meras informações mnemônicas, não reconhecendo os conhecimentos locais e suas culturas como processos importantes para uma aprendizagem significativa. O que prejudica o processo de ensino-aprendizagem, já que reconhecer a cultura do outro como significante é o que permite aos grupos conversarem entre si.

O conceito de cultura que adoto é essencialmente semiótico, pois assimilo a cultura como a totalidade acumulada de padrões culturais, ou seja, de “sistemas organizados de símbolos significantes” (GEERTZ, 1989) com base nos quais os seres humanos organizam e orientam as finalidades de suas ações.

A compreensão do ser humano, em sua dimensão essencial, pode ser encontrada, justamente, nas particularidades culturais dos povos. Trata-se, portanto, do ponto de vista científico, de buscar entender nos fenômenos culturais, não a similaridade empírica entre os comportamentos dos diferentes grupos sociais, mas as relações que diferentes grupos, com padrões culturais diferentes, estabelecem entre si (Ibidem).

Para Quijano (2005), essa reflexão realiza-se a partir da perspectiva intercultural, porque acredita que essa é uma possibilidade de análise que permite descolonizar o saber e, conseqüentemente, o imaginário que o sustenta. Assumir a interculturalidade como perspectiva na construção de material didático de Física possibilita o reconhecimento e a valorização de outros sistemas culturais, para além de toda a hierarquização, em um contexto de complementaridade, que possibilita a construção de um diálogo.

Essa abordagem traz à tona a proposição da interculturalidade com a descolonização do poder e do saber. Trata-se, com isso, da fundamentação cultural e histórica na produção de um material alternativo contextualizado com a realidade indígena, incorporando a sua diversidade cultural, respeitando, assim, a riqueza da diversidade nas culturas como significantes no processo de aprendizagem do aluno.

Refletir a respeito da resposta da relação dos conhecimentos locais, identificados por alguns como inferiores em relação aos conhecimentos globais, em um contexto determinado, leva-nos a estudar a história das relações de poder entre as culturas dominantes e as culturas dominadas.

O eixo dessa reflexão permite-me questionar a separação histórica da natureza e da cultura no ensino de Física, posta em prática pela visão eurocêntrica situada na racionalidade do positivismo, sobre a qual foi construída a ciência normal defendida pela classe dominadora. Entendo que a ciência normal é o estado de uma ciência na qual suas pesquisas e seus resultados são previsíveis, isto é, ela não está preocupada em criar novidades, mas em se especializar naquilo que já está posto pelo paradigma vigente. A intenção das experiências não é instituir novidades, na verdade, “O resultado já é sabido de antemão, o fascínio está em como se vai chegar até ele” (KHUN, 2009, p. 60).

O desafio ao ensinar a Física em uma comunidade indígena é tentar compreender sua cultura e suas particularidades, conversando com a comunidade e principalmente, escutando-os, e não somente falando sobre eles ou para eles. Conversar com o outro, sem deixar minhas concepções sobre a ciência fazerem um pré-julgamento dos conhecimentos ditos do senso comum pela ciência hegemônica, talvez seja o maior paradigma.

Dessa forma, podemos pensar em ensinar a Física em comunidades indígenas se não respeitarmos o enfoque cultural produzido no local em que estamos inseridos? Penso que não, já que, nesse panorama, a relação entre o ensino de Física e a cultura estão entrelaçados, e considero a Física como parte de tradições sociais e culturais. Ora, além de serem construções humanas, as ciências são também, e conseqüentemente, construções sociais e históricas.

3.1 Interculturalidade no Ensino de Física

O ensino de Física associado à interculturalidade num contexto indígena é um desafio para os teóricos da Educação atual. No Brasil, a situação de coexistência de diferentes culturas sempre existiu e sempre fez parte da nossa realidade, porém, de

forma opressora, a ideologia dominante buscou sempre a desvalorização das culturas dominadas ao longo do período colonial e pós-colonial.

Constatei que a escola tradicional encarregou-se de transmitir a visão de mundo, a língua e a cultura dominante, sendo uma instituição eficaz no seu objetivo de reduzir e marginalizar as línguas, as visões de mundo e os conhecimentos ou saberes locais indígenas; e nesse processo, o livro didático teve papel principal, devido à sua função pedagógica de divulgação de conhecimento.

Na concepção de Fleuri (2009), o “[...] Padre Antônio Vieira considerava que a diferença de tantas línguas dos diferentes povos indígenas encontrados pelos colonizadores nas Américas era uma obra do demônio [...]”. Na minha visão, a diversidade de línguas era um empecilho para os colonizadores no recrutamento de mão-de-obra para manter as demandas econômicas dos territórios invadidos.

A interação com outras pessoas provoca-nos a compreensão dos respectivos significados imputados às suas ações, causando desconforto quanto ao comportamento alheio porque a lógica determinante do contexto cultural é distinta da lógica característica dos nossos padrões de cultura. Para entender o comportamento de outra pessoa, é preciso compreender a lógica da organização dos símbolos significantes desenvolvida por seu grupo (Ibidem).

Ao mesmo tempo, a compreensão da lógica de padrões culturais diferentes permite, por contraste, entender a especificidade da lógica dos nossos padrões culturais e a relatividade dos significados que atribuímos aos nossos atos. Desta maneira, ao refletir sobre nossas ações sob a perspectiva de outros padrões culturais, podemos descobrir outros significados que nossas próprias ações podem assumir e, com isso, descobrir formas diferentes de orientá-las.

Ao referir-se à Educação Indígena, D’Ambrósio (2001, p.76) leciona que o ensino deve utilizar recursos e instrumentos contextualizados, pois “a contextualização é essencial para qualquer programa de educação de populações nativas e marginais”. E ainda, mostra que “é possível evitar conflitos culturais que resultam da introdução da ‘matemática do branco’ na educação indígena” (Loc. cit.). Por analogia, acredito que o ensino de Física pode ser abordado considerando seu contexto cultural, de forma que os

problemas encontrados nos livros didáticos de Física trazam um tratamento adequado de formulação e resolução de problemas de fenômenos físicos encontrados na comunidade escolar trabalhada, isto é, referindo-se ao clima, à agricultura, à pesca, ao que se aplica no cotidiano da comunidade.

[...] o cotidiano está impregnado dos saberes e fazeres próprios da cultura. A todo instante, os indivíduos estão comparando, classificando, quantificando, medindo, explicando, generalizando, inferindo e, de algum modo, avaliando, usando os instrumentos materiais e intelectuais que são próprios da sua cultura (Idem, 2002, p. 22).

Defende-se uma Matemática a partir das necessidades e/ou situações concretas da própria comunidade. Neste caso, busquei incentivar a permanência da cultura indígena por meio de um ensino da Matemática proposto pela Etnomatemática, como segue:

[...] a matemática praticada por grupos culturais, tais como comunidades urbanas e rurais, grupos de trabalhadores, classes profissionais, crianças de uma certa faixa etária, sociedades indígenas, e tantos outros grupos que se identificam por objetivos e tradições comuns ao grupo (Idem, 2001, p. 9).

Concordando com o autor, acredito que, tanto a Física, quanto a Matemática, devem ser ligadas a fenômenos reais e naturais; e um ótimo exemplo disso está na educação escolar indígena. O senso comum dos indígenas, por exemplo, os anciões, pais, mães e caciques são fontes inesgotáveis de conhecimentos científicos.

A Etnofísica, proposta em meu trabalho, apropria-se da Etnomatemática para discutir a possibilidade da incorporação da cultura indígena no ensino de Física em escolas indígenas. A Etnofísica como campo de estudo, emerge lentamente das pesquisas em Etnomatemática. É, portanto, um campo de estudo ainda novo na Ciência Ocidental. No entanto, por serem pesquisas semelhantes, pelo menos metodologicamente, podemos nos basear em alguns referenciais da Etnomatemática para tentar construir nossos estudos de Etnofísica.

Até agora, o que se pode considerar, tendo como pressuposto as poucas pesquisas encontradas, é que estas buscam motivar o aprendizado em Física quando tentam relacionar, de alguma maneira, o conhecimento tradicional em Física ao conhecimento escolar de sala de aula. Vale salientar que esse campo, dentro do contexto escolar indígena, é inédito na Bahia.

Para Souza (2013), assim, em analogia à Etnomatemática, um olhar etnofísico significa considerar ontologicamente o modo de ver, de interpretar, de compreender, de explicar, de compartilhar, de trabalhar, de lidar e de sentir os fenômenos físicos. Em outras palavras, o trabalho pedagógico com Etnofísica requer a apropriação da memória cultural do sujeito pesquisado, de seus códigos e símbolos, de seu universo macrossocial.

A inserção da Etnofísica no processo de ensino e de aprendizagem pode permitir ao aluno “entender como se dão os processos de geração e de transmissão de conhecimentos de cada grupo humano quando ‘faz ciência’” (SANTOS, 2009, p.108). O “fazer ciência” é produzir um conhecimento que controla conscientemente os procedimentos de sua elaboração. Embora não haja o domínio do conceito científico, o indígena executa a atividade porque o ancião da aldeia, seu pai, avós ou outro familiar lhe ensinou daquela maneira. E, assim, pode resolver um problema e com suas próprias concepções explicar os fenômenos relacionados ao seu cotidiano. Acredito que a Etnofísica possibilita entender a natureza e seus fenômenos em seus aspectos mais gerais associados a uma cultura ou aos saberes populares distintos a cada grupo étnico, a partir dos conceitos operados pelos sujeitos em cada contexto. Portanto, ao fazer dialogar com as experiências e categorias coletivas em relação aos fenômenos e as soluções tecnológicas com o quadro conceitual da física científica (SOUZA; SILVEIRA, 2015) propicia-se um mútuo entendimento resultante da tradução do empírico para o abstrato e vice-versa.

3.2 Desafios da interculturalidade no Ensino de Física

Tentar entender e muitas vezes aceitar novas culturas não é uma relação fácil no nosso dia a dia. A história nos revela que muitas de tais relações entre povos e grupos

sociais diferentes têm resultado em guerras santas, genocídios, processos de colonização e de dominação. Segundo Geertz (1984, p.54), “compreender a cultura de um povo expõe a sua normalidade sem reduzir sua particularidade”, trazendo assim, segundo a história, relações profundamente conflitantes e dramáticas.

Consoante Messeder (2018, p.10), “a cultura é uma trama simbólica que organiza e orienta os sentidos coletivos de ser e estar no mundo, um mapa cognitivo e perceptivo traduzido em códigos de comportamento, de relações dos seres humanos com a natureza e entre eles mesmos”. A cultura como linguagem só pode ser entendida no seu contexto e lógica própria de concepção, enunciação e prática.

Entender, pois, tais processos de relações interculturais, torna-se a condição para compreender não só as lógicas que conduzem à destruição ou sujeição mútua, mas, sobretudo, para descobrir as possibilidades criativas e dialógicas das relações entre grupos e contextos culturais diferentes, tornando, assim, o material didático intercultural diferenciado e adequado para determinadas realidades.

Na concepção de D’Ambrósio (2002) as relações interculturais devem ser compreendidas numa dimensão planetária em que os meios de comunicação de massa facilitarão o transporte dessa pluralidade cultural. Desse modo:

[...] as relações entre indivíduos de uma mesma cultura (intraculturais) e, sobretudo, as relações entre indivíduos de culturas distintas (interculturais) representam o potencial criativo da espécie. Assim como a biodiversidade representa o caminho para o surgimento de novas espécies, a diversidade cultural representa o potencial criativo da humanidade (p. 28).

Para Fleuri (2009), as relações interculturais não são relações cujos significados se configuram a partir de perspectivas singulares, individuais, nem se consolidam em pouco tempo. A formação dos padrões culturais e os processos educativos a ela inerentes configuram-se no entrecruzamento paradoxal de muitas perspectivas que, por isso mesmo, constituem-se dinâmica e conflitualmente. E, embora cada ato tenha efeitos educativos que contribuem para a configuração e transformação dos padrões culturais, estes só se constituem em processos históricos de longa duração.

Por isso, a perspectiva intercultural implica uma compreensão complexa da educação que busca – para além das estratégias pedagógicas e mesmo das relações interpessoais imediatas – entender e promover, lenta e progressivamente, a formação de contextos relacionais e coletivos de elaboração de significados que orientem a vida das pessoas a partir de princípios colaborativos.

Estudar um povo, uma comunidade, ou apenas um grupo de trabalhadores rurais, é se inserir no cotidiano pretendido, é conversar, escutar, entender o processo, entender a origem, nunca perdendo a individualidade, mas levando em consideração a generalização das atividades, analisando cada palavra, percebendo em pequenos detalhes o fundo científico que há, lembrando que, “ainda assim, essas descrições e interpretações serão sempre do ponto de vista de uma interpretação científica” (SILVA, 2003).

Desta forma, para alcançar os objetivos propostos, acredito que a metodologia etnográfica é a que mais se adequa ao meu propósito, já que o estudo das relações interculturais só pode se desenvolver a partir dos vínculos interpessoais em sua facticidade histórica. Para uma pesquisa com este caráter,

[...] não é o acontecimento enquanto acontecimento que interessa ao etnógrafo, o discurso social bruto do qual ele não participou da construção; antes, é o significado do acontecimento do falar – atos de fala, de algumas pequenas partes do discurso do informante – que pode levar à compreensão da realidade (Ibidem, p. 4)

Neste sentido, a relação entre pessoas é uma relação entre projetos, propostas, significados. E a relação entre culturas, que ocorre no encontro entre pessoas de culturas diferentes, coloca em questão todos os aparatos simbólicos a partir dos quais cada sujeito se orienta. É nisso que consiste, ao meu ver, a relação intercultural. Sujeitos, pessoas de culturas diferentes que atribuem significados diferenciados às suas ações, ao interagirem colocam em questão não só o sentido de sua ação ou de seu discurso, mas põem em xeque todo o seu referencial cultural que lhes permite dar sentidos a cada uma de suas ações, escolhas, palavras e sentimentos (FLEURY, 1996).

Dessa forma, a relação do ensino de Física e, conseqüentemente, do livro didático de Física com o estudante, deve ter como base epistemológica o contexto intercultural e etnográfico, possibilitando, assim, o diálogo da comunidade, que traz intrinsecamente seus conhecimentos prévios, ou seja, mais gerais, servindo de ponte para conhecimentos mais específicos, ou seja, científicos. Reconhecendo-se, destarte, a importância da cultura na construção e valorização do conhecimento local ou de uma etnia.

Capítulo 4 – Discutindo o livro didático

4.1 Construção do livro didático

O livro didático elaborado como um dos produtos do doutoramento (que se encontra na seção dos Anexos desta Tese) foi pensado e construído juntamente com os professores, alunos e a comunidade indígena Pataxó, com o intuito de buscar alternativas de ensino encontradas nos Livros didáticos de Física tradicionais, de forma a se tornar um material alternativo pedagógico, que valoriza a cultura indígena no Ensino de Física, o que por muito tempo foi negligenciado pelas culturas ocidentais dominantes.

A proposta do nosso livro – digo “nosso” porque partiu de várias discussões com os meus bolsistas do PIBID DIVERSIDADE, alunos e orientandos de TCC do curso de Licenciatura Intercultural em Educação Escolar Indígena – LICEEI/UNEB, com a perspectiva de elaborar novas propostas de materiais didáticos aplicáveis nas escolas indígenas numa tentativa de substituir o modelo geral do sistema educacional vigente para todo o estado da Bahia – é apoiada pelo método intercultural e a aprendizagem significativa de David Ausubel, na qual valorizamos, através das atividades cotidianas das comunidades indígenas, os conhecimentos prévios dos envolvidos no processo, ou seja, a cultura de forma contextualizada nos temas abordados no estudo de Física.

Os textos presentes no livro foram construídos através do processo pedagógico intercultural, pois, na realidade indígena, o material didático, via de regra, é o único suporte pedagógico para o professor indígena. O que se espera dessa nova proposta é mostrar caminhos alternativos para os professores indígenas viabilizarem a ascensão do saber contextualizado com o cotidiano local no âmbito do ensino de Física.

Graças aos trabalhos interdisciplinares que realizamos em pesquisas na LICEEI e no PIBID DIVERSIDADE nas escolas indígenas Pataxó, Pataxó Hahahãe e Tupinambá, trago minha experiência, possibilitando o aprofundamento dos conceitos relativos aos temas de Física com as atividades cotidianas significativas para o povo indígena.

As atividades descritas no livro aconteceram respeitando-se a diversidade e o calendário escolar da comunidade. Observei também que as atividades propostas pelos

indígenas ocorrem na comunidade com uma grande participação dos alunos, e, muitas vezes, dos pais. As tarefas apresentadas oportunizaram o aprofundamento da cultura indígena com os temas estudados em Física do Primeiro Ano do Ensino Médio, nascendo, assim, diversas vezes, a oportunidade da articulação dos conhecimentos tradicionais físicos com conhecimentos prévios dos alunos.

O Livro mostra que os conhecimentos físicos tradicionais associados à interculturalidade estão fortemente ligados à cultura indígena Pataxó. Atividades como os Jogos Escolares Indígenas, festas culturais, visita à feira de artesanato da comunidade, observação do céu à noite, o Toré, entre outras, fortalecem sua cultura e possibilitam a articulação com o ensino de Física.

Organizei o livro por capítulos, considerando os temas estudados mais relevantes da Mecânica Clássica no primeiro ano do Ensino Médio em Física, apoiado pela valorização cultural e a contextualização dos saberes indígenas. Trouxe em cada capítulo, de forma estruturada: uma introdução; aplicação dos conceitos e suas características; aplicações com atividades para serem realizadas em sala de aula e fora dela; e, exercícios para serem discutidos e respondidos por professores e alunos. Como também, uma proposta de atividade experimental, buscando uma maior relação do tema estudado com a prática científica. Tomei o cuidado, nesta primeira edição, de trazer todas as respostas no livro, já que é voltado aos professores indígenas.

4.2 Considerações sobre o livro “Pensando Física”

Depois de produzido o material didático de Física para o nível médio indígena, apliquei o teste de usabilidade na Escola Indígena Pataxó de Coroa Vermelha, para verificar a facilidade de sua utilização pelos alunos e professores. Foram realizados testes com alunos do Primeiro Ano do Ensino Médio. Os alunos foram incentivados a usar o material num ambiente monitorado, sendo suas ações avaliadas continuamente por mim e pelos professores indígenas. Dessa forma, o professor atuou como facilitador, pois ficou ao lado do aluno para guiá-lo pelo teste, incentivando-o que verbalizasse seus problemas e desconfortos. Os alunos e os professores indígenas

trabalharam com o material, em sessões distribuídas no período aproximado de um ano letivo.

Antes da aplicação do livro “Pensando Física”, foi administrado o questionário intitulado “Planilha de Avaliação do Livro Didático da Escola”, exposto no Anexo 02, que me norteou sobre a visão do aluno e professor em relação ao livro didático “Ser Protagonista, Física, Ensino Médio (1º ano)”, utilizado em sala de aula, para que eu conseguisse equipará-lo ao livro “Pensando Física”, construído com a participação dos indígenas. Enquanto observador, alguns relatos me preocuparam, como por exemplo: a) “Há dificuldade em compreender os conteúdos, devido serem dissociados com a realidade da aldeia (sic)”; b) “Interpretação de texto e contas também, porque tenho muita dificuldade em aprender essas questões (sic)”; c) “Interpretação de texto, porque as vezes colocam palavras que não tem como falarmos, então dificulta entender a questão (sic)”; d) “Muitos pegam o conteúdo rápido, outros não, porque muitas vezes os exercícios são muito difíceis (sic)”; e) “Dificuldade em números, mas na prática nenhum livro é bom (sic)”.²

Causou-me muita inquietação o desânimo do professor, como também dos alunos em relação à disciplina de Física, e, como na concepção deles o ensino de Física era matemático e tradicional, ou seja, a Física estudada em sala de aula era pura aplicação de fórmula e leitura de texto. Dessa forma, havia desmotivação dos alunos, pois muitos apresentam deficiência da matemática básica e na interpretação de texto.

Nesse mesmo questionário, pude identificar que a carga horária semanal da disciplina de Física era insuficiente para abordar todos os temas relacionados no livro didático, causando preocupação ao docente relacionada à conclusão dos conteúdos, o que fazia com que ele solicitasse resumos e leituras como atividade em sala de aula, para que todos os conteúdos fossem estudados no ano letivo, mesmo que sucintamente.

² Informações verbais:

- a) Informação verbal – externada por professor indígena durante avaliação do livro didático “Ser Protagonista, Física, Ensino Médio (1º ano)”.
- b) Informação verbal – externada por aluno do Primeiro Ano durante avaliação do livro didático “Ser Protagonista, Física, Ensino Médio (1º ano)”.
- c) Informação verbal – externada por aluna do Primeiro Ano durante avaliação do livro didático “Ser Protagonista, Física, Ensino Médio (1º ano)”.
- d) Informação verbal – externada por aluna do Primeiro Ano durante avaliação do livro didático “Ser Protagonista, Física, Ensino Médio (1º ano)”.
- e) Informação verbal – externada por aluno do Primeiro Ano durante avaliação do livro didático “Ser Protagonista, Física, Ensino Médio (1º ano)”.

Em sala de aula, observei que o livro era utilizado principalmente na leitura em classe por parte do professor e alunos, como também para resoluções de exercícios. Ao questionar o professor sobre essa metodologia, ele me relatou: “Lemos o livro para que eles prestem atenção e peço também que façam um resumo do assunto para praticarem. Depois resolvo algumas questões (sic)”.³

Por conseguinte, na opinião de 87% dos alunos da escola existia livro didático de Física e o professor utilizava em sala de aula; e 67% destes alunos não acreditavam que os exemplos trazidos pelo livro didático de Física estavam presentes no seu cotidiano. O docente que ministra a disciplina ressaltou que o livro didático não apresenta exemplos do cotidiano da aldeia.

Com relação às atividades práticas de Física como experiências, observei que quando ocorriam eram em sala de aula, pois o docente não via a possibilidade de construção de experimentos ou práticas voltadas ao ensino de Física além da sala de aula: “não existe laboratório na escola, dificultando a prática de experiências, como também os materiais são muito caros para comprar e fazer igual ao do livro (sic)”.⁴

Depois desses relatos e fatos sobre o livro utilizado na escola, apliquei em sala de aula e fora de dela o livro “Pensando Física”, construído por mim, com participação efetiva dos indígenas Pataxós, durante o ano letivo. E, antes do encerramento das atividades escolares, aplicamos um novo questionário, presente no Anexo 03, colhendo a opinião de alunos e professores sobre o livro.

Destarte, para o docente: “O livro é um bom material para as comunidades indígenas porque fala da realidade do povo e traz conteúdos que são aplicados ao cotidiano, traz exemplos do cotidiano da aldeia. O livro traz a possibilidade de experimentação em sala de aula e fora dela, como na cabana da aldeia. Levei meus alunos para o campo de Futebol para ensinar cinemática e vetores, eles gostaram muito”. Doravante, sugeri melhorias: “O livro deveria apresentar atividades na língua materna Pataxó”. Achei muito interessante, mas refletimos que seria mais conveniente para um próximo trabalho (sic)”.⁵

³ Informação verbal – externada por professor indígena após ministrar aula.

⁴ Informação verbal – externada por professor indígena em entrevista.

⁵ Informação verbal – externada por professor indígena em entrevista.

A seguir, opiniões dos alunos do Primeiro ano do Ensino Médio acerca do livro “Pensando Física”: a) “É bom que ensina algumas coisas que não sei. Muito bom que aprende várias coisas novas e as atividades são boas para o cérebro. No nosso livro anterior não apresentava atividades do nosso cotidiano (sic)”; b) “Bom. Aprendi muitas coisas interessantes. Tinha muitas coisas que não conseguia entender no outro livro e o professor é muito bom, mas mesmo assim ele explicando as vezes não conseguia entender (sic)”; c) “Achei ótimo, as questões com nossos nomes e envolvendo coisas da comunidade facilita o aprendizado nosso. As questões são em relação à comunidade, sobre artesanato e atividades indígenas (sic)”; d) “Eu gostei, ele é bem legal. Tem algumas coisas diferentes do nosso livro anterior. Nosso livro anterior não tinha exemplos do nosso cotidiano. As imagens são diferentes (sic)”; e) “O livro esclarece os assuntos melhor e pegamos o assunto mais fácil (sic)”.⁶

De igual modo, os alunos também foram questionados acerca de melhorias que o livro poderia apresentar: a) “Para melhorar tem que ter mais aulas práticas, porque são poucas aulas de Física na semana (sic)”; b) “Fazer mais experiências com o professor (sic)” e; c) “Precisa ter mais atividades na língua patoxohã (sic)”.⁷

Refletindo sobre os questionamentos de melhoria que o livro didático deveria apresentar, na visão dos alunos, pude observar que, na verdade, os alunos buscam uma valorização da sua cultura por pedirem mais atividades propostas no final de cada tema na sua língua, como também uma maior carga horária de aulas de Física.

Ao comparar as avaliações em relação à utilização dos livros de Física como recurso didático, “Ser Protagonista” e “Pensando Física”, pude observar que o livro construído com a participação dos indígenas (“Pensando Física”) deixou de ser utilizado apenas para leitura em sala de aula e passou a ser um instrumento diário nas aulas, seja

⁶Informações verbais:

- a) Informação verbal – externada por aluno indígena em entrevista.
- b) Informação verbal – externada por aluno indígena em entrevista.
- c) Informação verbal – externada por aluno indígena em entrevista.
- d) Informação verbal – externada por aluno indígena em entrevista.
- e) Informação verbal – externada por aluno indígena em entrevista.

⁷Informações verbais:

- a) Informação verbal – externada por aluno indígena em entrevista.
- b) Informação verbal – externada por aluno indígena em entrevista.
- c) Informação verbal – externada por aluno indígena em entrevista.

através de resoluções de exercícios, como suporte para aulas experimentais dentro e fora da sala de aula, seja para a preparação das aulas do docente.

O professor que ministrava a disciplina narrou: “Pedia aos alunos que leiam o livro antes porque também tenho dificuldade de entender o que o livro quer. Já com esse que fizemos, achei mais fácil de entender. Dá para preparar as aulas e os alunos entendem melhor (sic)”.⁸

Pude entender a dificuldade do professor em preparar suas aulas, pois, na sua totalidade, os entrevistados que ministram as aulas de Física não apresentam formação na área. Dessa forma, acredito que um material didático intercultural na área de Física possibilitou uma maior aceitação por parte dos docentes e discentes.

Outro fator que me chamou atenção foi a possibilidade de que o livro trouxe para as aulas de Física ao final de cada capítulo, e de que as propostas de experimentação dentro e fora da sala de aula pudessem ser utilizadas como um facilitador de aprendizagem e contextualizador do ensino.

Em paralelo a essas atividades, foi desenvolvida a proposta da construção de um laboratório móvel de Física, na tentativa de sanar esse problema frequente nas escolas indígenas, que é a falta de laboratórios nas unidades escolares, pelo que o professor justifica: “Os alunos ficam mais empolgados quando chega no ‘Aprenda Brincando’, pois eles constroem os experimentos e aprendem brincando. A partir desse tópico do livro que veio a ideia da construção de um laboratório móvel (sic)”.⁹

Para ficar mais claro, o laboratório móvel é uma caixa em que os alunos deixam todos os experimentos construídos por eles. Quando o professor vai ministrar determinado conteúdo, leva esta caixa e monta os aparatos em sala de aula. Vale ressaltar que todos esses experimentos foram construídos com materiais encontrados na comunidade. O professor me relatou o processo do seguinte modo: “Os pais dos alunos ajudam também na construção desses experimentos, pois na sua grande maioria são

⁸ Informação verbal – externada por professor indígena em entrevista.

⁹ Informação verbal – externada por professor indígena em entrevista.

artesãos e pescadores. Estão construindo os experimentos também com que aprenderam com seus pais (sic)¹⁰.

Trago abaixo alguns exemplos de experimentos construídos no ano letivo da fase de aplicação do material didático, os quais foram abordados os conteúdos ministrados no livro “Pensando Física”. Destaco que os alunos e seus pais autorizaram a utilização das imagens aqui reproduzidas.

1) Anel Inercial

Este aparato é construído por um pedaço de cano PVC 32 mm com 7 cm de comprimento, uma tábua 10cm x cm x 2cm, um pedaço de cano PVC com 2 cm de comprimento e um prego grande. O cano de PVC de 32 mm foi fixado com *durepoxi*, paralelamente à tábua, ou seja, a 90°. Sobre ele foi colocado o cano de 100 mm, sobre o qual foi posto o prego. O experimento se dá no momento em que o cano de 100 mm é puxado bruscamente, como podemos observar na figura 4, fazendo com que o prego caia dentro do cano de 32 mm.

Figura 4. Anel inercial.



Fonte: banco de dados do autor.

A construção do anel inercial possibilita ao aluno o entendimento das Leis da Dinâmica, observando claramente a 1ª Lei de Newton, chamada de Lei da Inércia. Essa Lei é bastante aplicada em armadilhas para caçar animais encontradas na comunidade, conhecidas como arapucas. Uma arapuca, ao ser desarmada, executa os mesmos princípios do anel inercial, no qual a inércia atua quando o suporte que sustenta a armadilha é retirado.

¹⁰ Informação verbal – externada por professor indígena em entrevista.

Figura 5. Arapuca



Fonte: banco de dados do autor.

2) O disco Inercial

O Disco Inercial segue o mesmo princípio do anel inercial. O experimento incluiu seis discos de madeira com 5 cm de diâmetro e 1 cm de espessura, e uma régua de madeira com 50 cm de comprimento, 2 cm de largura e 0,5 cm de espessura. O aluno pôde observar a Primeira e a Terceira Leis de Newton quando os seis discos estão empilhados e o aluno ao deslocar, com um movimento brusco, o primeiro disco com a régua provoca o fenômeno de que o próximo disco cai exatamente onde estava o primeiro disco. O acontecimento se repete com os outros discos, quando são deslocados.

Figura 6. Disco Inercial



Fonte: banco de dados do autor.

Na comunidade, o conceito dos discos inerciais também é observado em uma armadilha chamada de mundéu, utilizada pelos índios Pataxó para capturar animais de médio porte.

Figura 7. Mundéu



Fonte: banco de dados do autor.

3) Bloco de Newton

No bloco de Newton, observamos a Primeira Lei e a Segunda Lei. Um bloco de madeira foi pendurado por uma linha de barbante, como representado na Figura 9.

Figura 8. Bloco de Newton



Fonte: banco de dados do autor.

Na comunidade, o conceito do bloco de Newton está associado às competições de cabo de guerra praticadas nos Jogos Indígenas; e permite representar a noção de força e a tendência de um corpo permanecer em movimento ou em repouso.

Figura 9. Cabo de Guerra nos Jogos Indígenas



Fonte: banco de dados do autor.

4) Gravidade com Pregos

Esse aparato consistiu em fixar um prego em uma tábua de 10 cm de comprimento por 5 cm de largura e 2 cm de espessura. Após, colocaram-se 10 pregos sobre o prego fixado à tábua, com o cuidado para que não despenquem da formação, como representado na Figura 10, dando a noção ao aluno de centro de gravidade.

Figura 10. Centro de Gravidade com pregos



Fonte: banco de dados do autor.

Na comunidade, sua aplicação é usual: nos telhados das cabanas Pataxó existe apenas um tronco no cume do telhado, no qual os esteios não são necessários, sendo que os caibros sustentam-se uns aos outros, devido à gravidade.

Figura 11. Representação da cobertura de uma cabana indígena Pataxó



Fonte: banco de dados do autor.

5) Calha Cinemática

A Calha Cinemática foi feita com uma tábua de cerca de 30 cm de comprimento por 15 cm de largura. Em uma extremidade da tábua foi fixado um bloco de madeira de 10 cm de altura e um de 15 cm. Na outra extremidade foram fixados dois blocos de 5 cm de altura. Os blocos de madeira das extremidades opostas foram interligados por duas calhas de tubo PVC de 40 mm. Como os blocos têm alturas diferentes, as calhas apresentam inclinações distintas. Assim, ao colocar-se um objeto deslizante (uma bolinha de gude, por exemplo) na parte de cima das calhas, nota-se que o objeto colocado na calha de maior inclinação desliza mais rapidamente e que, quanto maior for a inclinação, maior será a velocidade desenvolvida.

Figura 12. Calha cinemática



Fonte: banco de dados do autor

Na comunidade, a Calha Cinemática é bastante comum no telhados das casas e da escola da comunidade, como representado na Figura 13. Os alunos verificam que

quanto maior for a inclinação dos telhados, melhor será a caída da água das chuvas por eles captada. Quando o telhado tem um ângulo pequeno, o risco de vazamento é maior.

Figura 13. Imagem Lateral da Escola Tingui do Guaxuma



Fonte: banco de dados do autor.

6) Transmissão em Correia

Este aparato consiste em um suporte de madeira de 40 cm de comprimento por 15 cm de largura. A este suporte são fixadas duas polias, uma de 8 cm de diâmetro e uma de 20 cm de diâmetro, que podem ser de madeira ou de borracha. As polias são interligadas por uma borracha de soro, um fio ou um barbante, como representado na Figura 14, podendo auxiliar o aluno a associá-las o estudo do movimento circular e engrenagens.

Figura 14. Transmissão de correia



Fonte: banco de dados do autor

Na comunidade Pataxó, este experimento assemelha-se a uma roda muito utilizada para o processamento da mandioca na produção de farinha.

Figura 15. Roda de Processamento de Mandioca



Fonte: banco de dados do autor

Vale ressaltar que no ano letivo foram construídos mais de 30 (trinta) experimentos que abordaram os conteúdos presentes no livro didático “Pensando Física”. Esta proposta de produção dos equipamentos a partir de materiais utilizados na comunidade ajudou a detectar as necessidades dos professores, facilitando a compreensão dos alunos sobre as atividades abordadas, como demonstra a tabela abaixo:

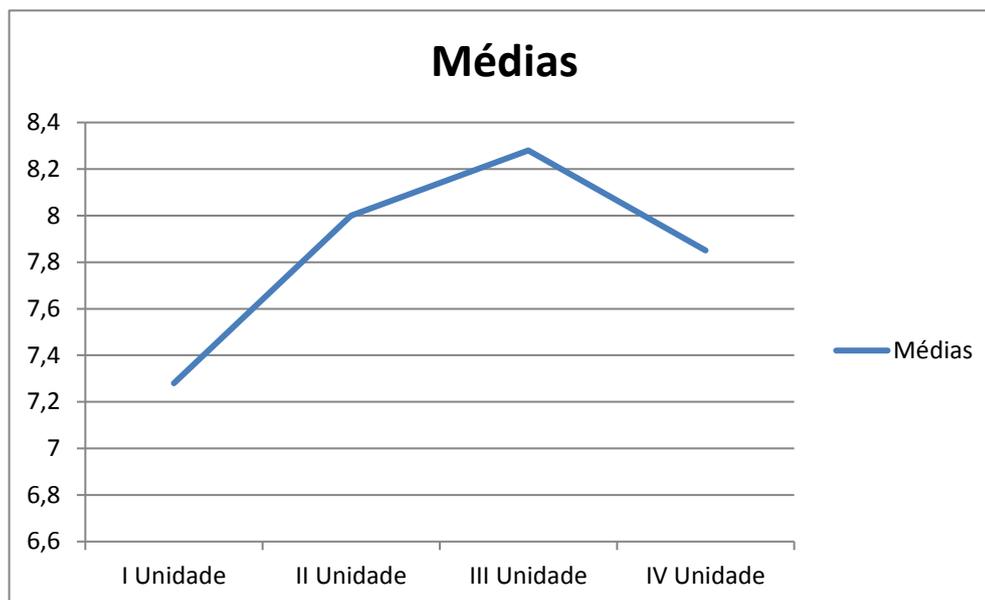
Tabela 2. Médias relativas às unidades letivas

Rendimento de Física do 1º ano com o livro tradicional	
UNIDADE	MÉDIA
I	7,28
II	8,34
III	8,28
IV	7,85

Fonte: Secretaria da escola Indígena Pataxó Tingui do Gaxuma (EIP TG), 2018.

As médias da tabela estão representadas no gráfico a seguir:

Figura 16. Médias do 1º ano da EIPTG



Fonte: banco de dados do autor.

A tabela e o gráfico acima mostram a evolução do rendimento dos alunos do 1º ano da Escola Indígena Pataxó de Cora Vermelha, ano que marcou a inclusão do material didático. O rendimento médio teve um aumento significativo, refletido nas notas dos alunos. Na I Unidade, quando o projeto ainda não era aplicado na escola, as notas tiveram média de 7,28 pontos. A partir da II Unidade, início da experimentação, as médias tiveram uma significativa evolução, sendo a média 8,34 pontos; o mesmo progresso foi observado nas unidades seguintes, atingindo as médias 8,28 e 7,85 (nas unidades III e IV, respectivamente).

O decréscimo visualizado no gráfico representa o relaxamento dos alunos quando obtém média geral para aprovação anual.

Para minha surpresa, a proposta de Ensino intercultural de Física com o livro didático “Pensando em Física”, ultrapassou as fronteiras da Escola Indígena Pataxó de Coroa Vermelha. Um dos professores que ministrava as aulas de Física distribuiu o material, sem meu conhecimento, para um colega professor da Escola Estadual Indígena Bom Jesus. Essa situação permitiu-me concluir que a evolução das médias dos alunos desta escola foi ainda melhor, pois as notas evoluíram a cada unidade, como mostram a tabela e o gráfico abaixo:

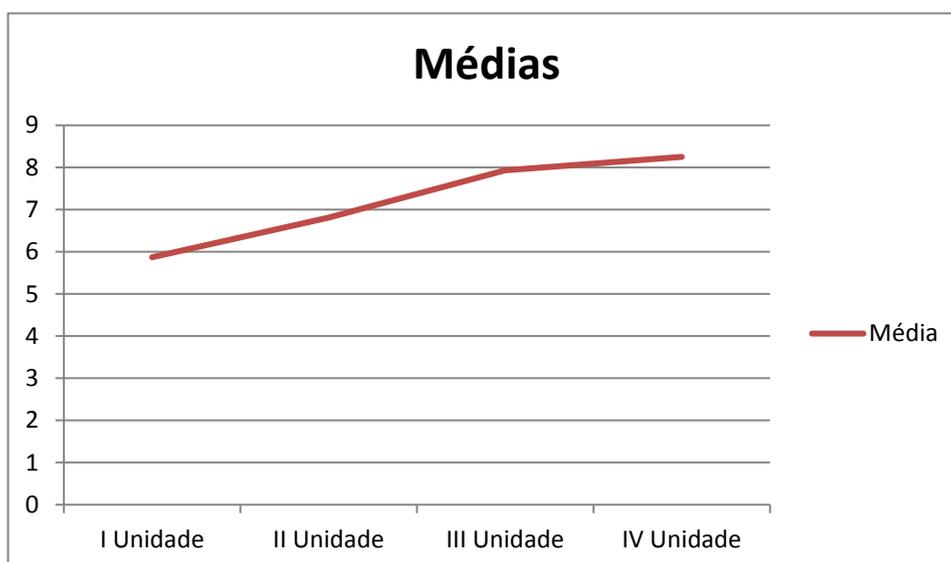
Tabela 3. Médias relativas às unidades letivas da Escola Estadual Indígena Bom Jesus

Rendimento de Ciências do 1º ano 2018 da Escola Estadual Indígena Bom Jesus	
Unidade	Média
I	5,87
II	6,81
III	7,93
IV	8,25

Fonte: Secretaria da Escola Est. Ind. Bom Jesus, 2018.

O gráfico abaixo interpreta a evolução das médias da tabela.

Figura 17. Médias 1º ano, EEIBJ



Fonte: banco de dados do autor

A partir dos dados apresentados acima, verifiquei que o material didático de Física construído com a participação dos professores e alunos indígenas, tendo uma proposta epistemológica intercultural e operacionalização didática dos conteúdos balizada pelo modelo cognitivista ausubeliano, permitiu a exploração de forma hierárquica do universo cognitivo do professor e do aluno indígena, como também possibilitou a manipulação deliberada deste universo para propiciar uma aprendizagem significativa.

Considerações finais

Esta tese teve como objetivo verificar a possibilidade de um diálogo intercultural no ensino e elaboração de um material didático de Física voltado para alunos do primeiro ano do Ensino Médio, além de investigar o papel que o ensino de Física ocupa no contexto escolar indígena do Ensino Médio. Sua trajetória foi orientada pelo cognitivismo ausubeliano, paralelo ao conceito de interculturalidade. Nesse sentido, foram trabalhados os conceitos norteadores da aprendizagem significativa junto aos pilares conceituais da interculturalidade, valorizando o saber indígena em todo o percurso.

O estudo convenceu-me da grande vantagem didático-conceitual da utilização do saber etnofísico para representar e modelar os principais conceitos da Física. Isto se deve em grande parte à capacidade do diálogo existente entre a cultura indígena e os fenômenos naturais estudados em Física. A relação da valorização cultural no contexto indígena foi fundamental para a construção do material didático e aceitação pela comunidade escolar. Acredito que as concepções locais, as práticas pedagógicas dos professores e a compreensão do processo foram fundamentais para a resposta significativa por parte dos alunos indígenas.

A compatibilidade entre o material didático produzido e o contexto local, tendo como proposta a valorização cultural do povo indígena no estudo da Física, foi fundamental para uma aprendizagem significativa dos processos físicos voltados aos alunos do primeiro ano do Ensino Médio. Ao mesmo tempo, a relação entre professor, aluno e comunidade apresentou-se como diferencial de uma educação intercultural em todo processo da educação escolar indígena.

Após anos ministrando aulas para alunos e professores indígenas, acredito que a construção do livro didático de Física no contexto indígena, de certa forma, não se restringe a transmitir conhecimentos e informações, deve se tornar parte integral desses mesmos conhecimentos e informações, no qual o diálogo intercultural precisa de estar presente no desenvolvimento, conectando a Física ao contexto indígena. Concluo, portanto, que, para o livro de Física ter sentido em um contexto escolar indígena, deve ser vivenciado pelos docentes e estudantes indígenas em sua comunidade de forma contextual e valorativa dos processos prévios de aprendizagem.

Outro fator que considero importante na construção deste material é que as atividades propostas possam ser utilizadas tanto em sala de aula como fora dela, pois são fatores que facilitam a ação pedagógica e que estão relacionados aos temas mais relevantes que são trabalhados pelos alunos indígenas – já que vários temas estudados em Física estão relacionados aos fenômenos encontrados na natureza e nas aldeias, afinal, para os indígenas, a natureza ensina muito. O conteúdo do livro didático é, desta forma, apresentado a partir de ideias mais gerais e amplas para as mais específicas. Esta aprendizagem associada aos fenômenos naturais permite uma melhor integração das habilidades do saber com a vida no contexto do aluno.

O livro didático “Pensando Física” mostra-se bastante eficiente no âmbito escolar indígena, porquanto a seleção dos aspectos mais relevantes de um determinado conteúdo foi privilegiada e os conceitos/ideias mais gerais servem como âncora para futuras aprendizagens. Diferentemente do livro adotado pelas escolas, que apresenta conceitos mais específicos, os quais não são potencialmente significativos para os alunos, tendo em vista a falta de ideias de esteios mais relevantes, justamente associadas aos conceitos mais amplos.

Dessa forma, o desafio do professor indígena de ensinar Física e escolher um ou mais materiais didáticos, consiste em compreender que sua cultura e particularidades vinculadas ao senso comum da respectiva etnia podem dialogar com a ciência normal. Portanto, seu conhecimento cultural é essencial e deve ser valorizado em todas as etapas do ensino, já que a Física é fundamentada também como parte de tradições sociais e culturais.

Acredito que o meu questionamento acerca da possibilidade do diálogo intercultural na construção do ensino de Física foi respondido positivamente. Porém, a construção de um diálogo entre o conhecimento cultural e o conhecimento da Física em um material didático leva o pesquisador a incontáveis reflexões, destarte, o saber etnofísico muitas vezes não se apresenta como um saber científico, e sim, como senso comum, dificultando a construção de um material didático científico. Entretanto, o senso comum na educação escolar indígena apresenta-se como subsunor para a apresentação de um novo conhecimento, pois dialoga com os conhecimentos prévios existentes no cognitivo dos alunos e professores.

Sendo assim, a participação dos professores indígenas e da comunidade, mostrou-se singular na busca das similaridades e diferenças entre as ideias que são representadas na cultura indígena e o saber científico propriamente dito, cujos conteúdos apresentados no livro estabeleceram relações que produziram significados para o aluno indígena, configurando uma situação típica de aprendizagem.

Percebi, então, que a construção de um livro didático de Física intercultural requer o respeito a todas as características expressas nas singularidades da educação escolar indígena, aos costumes, religião, danças, jogos, entre outros, legitimando o caráter diferenciado da educação escolar indígena porque se reflete ao longo da história como uma busca incessante do fortalecimento da sua cultura.

Em que pese esta compreensão, tenho consciência de que vários aspectos das relações entre os regimes de conhecimento (Carneiro da Cunha, 2009) não foram explorados com profundidade neste trabalho, como descrições e análises mais detalhadas dos diálogos estabelecidos na construção do material. Comungo assim com a ideia de que é preciso pensar: “(...) que a interculturalidade é um processo dialógico tenso e permanente, que é algo parecido com o próprio exercício da hermenêutica antropológica como defendida por Geertz¹¹ (op. cit.). O estranho do outro é uma forma de desembotar os sentidos e entender a sua normalidade em sua especificidade. Afaste-se aqui qualquer possibilidade de uma visão de dentro ser o próprio ponto de vista do nativo, mas a construção de uma interpretação sobre este ponto de vista de forma sistematizada.” (MESSEDER, 2017: 90).

Evidentemente, esta tese reflete-se no anseio dos professores indígenas Pataxó quanto à busca de materiais didáticos alternativos com propostas curriculares aplicáveis à sua cultura, de forma a complementar o modelo geral do sistema educacional vigente. Trata-se de viabilizar soluções para métodos ineficazes no modelo atual da educação escolar indígena. Indubitavelmente, os aspectos interculturais são essenciais para o ensino de Física nas escolas indígenas da Bahia, sendo apenas o ponto de partida para uma longa jornada em busca de horizontes alargados que podem ser promovidos por uma educação intercultural.

¹¹ GEERTZ, Clifford. Os Usos da Diversidade. In: Nova Luz sobre a Antropologia. Rio de Janeiro, Zahar, 2001.

Referências

- ACEVEDO DÍAZ, J. A.; VÁZQUEZ ALONSO, A.; MANASSERO MAS, M. A. **El movimiento Ciencia, tecnología y sociedad y la enseñanza de las ciencias**. Sala de Lecturas CTS+I de la OEI, 2002. Disponível em: < <http://www.campus-oei.org/salactsi/acevedo13.htm> > Acesso em: 7 jul. 2005.
- ALONSO, M.; FINN, E. J. **Física: um curso universitário**. São Paulo: E. Blucher, 1972
- ARAGÃO, R. M. R. **Teoria da aprendizagem significativa de David P. Ausubel: sistematização dos aspectos teóricos fundamentais**. Campinas, São Paulo, 1976. (Tese de Doutorado – UNICAMP).
- AUSUBEL, D., NOVAK, J.; HANESIAN, H. **Educational Psychology: A Cognitive View** (2nd Ed.). New York: Holt, Rinehart & Winston, 1978.
- AUSUBEL, D. **The Psychology of Meaningful Verbal Learning**. New York: Grune & Stratton, 1963.
- _____. **In defense of advance organizers: A reply to the critics**. Review of Educational Research, V. 48, p. 251-257, 1978.
- _____. **Aquisição e Retenção do Conhecimento: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Editora Plátano, 2003.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2000.
- BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. (P. A. Guareschi, Trad.). Petrópolis: Vozes, 2002. (Originalmente publicado em 2000).
- BITTENCOURT, C. M. F. **Em foco: história, produção e memória do livro didático**. São Paulo. Educação e Pesquisa, V. 30, n. 3, 2003.
- BIZZO, N. **Ciências: fácil ou difícil?** São Paulo: Editora Ática, 1998.
- _____. **A avaliação oficial de Materiais Didáticos de Ciências para o Ensino Fundamental no Brasil**. In: Encontro perspectivas do ensino de Biologia – EPEB 7. São Paulo, p. 54-58, 2000.
- BOURDIEU, P. **Razões práticas: sobre a teoria da ação**. 3. ed. Campinas, SP: Papirus, 2003.
- BRASIL. [LDB (1996)]. **Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Brasília, DF: Presidência da República, [2017]. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm. Acesso em: 6 ago. 2017.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Referencial curricular nacional para as escolas indígenas**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. **Referenciais para a formação de professores indígenas**. Brasília: MEC, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica, Fundo Nacional do Desenvolvimento da Educação. **Física: catálogo do Programa Nacional do Livro do Ensino Médio – PNLEM 2017**. Brasília: MEC, 2016.

BRASIL. Resolução CNE/CEB nº 5, de 22 de junho de 2012. **Define Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Escolar Indígena na Educação Básica**. Brasília: Diário Oficial da União, DF, Seção I, p. 7, jun. 2012.

BRASIL. **Diretrizes Curriculares de Física para a Educação Básica**. Secretaria de Educação do Paraná. Curitiba: 2006.

CARVALHO, J. B. P. de. **Políticas públicas e o livro didático de matemática**. Bolema, Ano 21, n. 29. p.1-11. Rio Claro: abr. 2008.

CUNHA, Manuela Carneiro da. **“Relações e dissensões entre saberes tradicionais e saber científico”**. In: CUNHA, Manuela Carneiro da. Cultura com aspas e outros ensaios. São Paulo, Cosac Naify, 2009, pp. 301-310.

CASSAB, M.; MARTINS, I. **Significações de professores de Ciências a respeito do livro didático**. Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, V. 10, n. 1, p. 97-116, 2008.

DUARTE, N. **O compromisso político do educador no ensino da matemática: In: DUARTE, N.; OLIVEIRA, B. Socialização do saber escolar**. São Paulo: Cortez, 1987.

D’AMBRÓSIO, U. **Etnomatemática se ensina?** Bolema – Boletim de Educação Matemática, Rio Claro, V. 3, n. 04, 1988.

_____. **Etnomatemática: um programa por Ubiratam D'Ambrosio**. Educação Matemática em Revista, Ano 1, n. 1, 1993.

_____. **História da Matemática: Questões historiográficas e políticas e reflexos na Educação matemática**. In: BICUDO, M.A.V (Org.). Pesquisa em Educação Matemática: Concepções e perspectivas (Seminários & Debates). 3. ed. São Paulo-SP: UNESP, p. 97-115, 1999.

_____. **Etnomatemática – Elo entre as Tradições e a Modernidade**, Belo Horizonte, Ed. Autêntica, 2001.

_____. **Etnomatemática: um programa**. Revista da Sociedade Brasileira de Educação Matemática. Educação matemática em Revista. São Paulo. Ano 9, n. 1, p. 22, reedição, 2002.

EL-HANI, C. N., *et al.* Brazilian High School Biology Textbooks: Main Conceptual Problems in Genetics and Cell & Molecular Biology. In: **Proceedings of the International Meeting on Critical Analysis of School Science Textbook**, Tunísia, IOSTE, p. 505 - 516, 2007a.

EL-HANI, C. N., *et al.* Brazilian High School Biology Textbooks: Results from a National Program. In: **Proceedings of the International Meeting on Critical Analysis of School Science Textbook**, Tunísia, IOSTE, p. 494 - 504, 2007.

FARIA, A. L. G. de. **Ideologia no livro didático**. 4. ed. São Paulo: Cortez e Autores Associados, 1989.

FERREIRA, C. A. **A avaliação formativa vivida pelos professores do 1º ciclo do ensino básico**. Revista Portuguesa de Pedagogia, n. 40, p. 71-94, 2006.

FERREIRA, C. A. **A Avaliação no Quotidiano da Sala de Aula**. Porto: Porto Editora, 2007.

FREITAG, B.; MOTTA, V. R.; COSTA, W. F. da. **O livro didático em questão**. São Paulo: Cortez, 1989.

FLEURY, M. T. L. **O desvendar a cultura de uma organização: uma discussão metodológica**. In: FLEURY, M. T. L.; FISCHER, R. M. Cultura e poder nas organizações, pp. 15-27. São Paulo: Atlas, 1996.

GADOTTI, M. **História das ideias pedagógicas**. 8. ed. São Paulo: Ática, 2005.

GEERTZ, C. **A interpretação das culturas**. Rio de Janeiro: LTC, 1989.

_____. **Nova luz sobre a antropologia**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2001b.

_____. **O saber local: novos ensaios em antropologia interpretativa**. Petrópolis: Vozes, 2001a.

GONÇALVES, E.; MELLO, F. **Educação Indígena**. Curitiba, 2009.

GOULART, I. B. **Piaget: experiências básicas para utilização pelo professor**. 24ª ed. rev. Ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

GRECA, I. M. **Cambio conceptual: analysis crítico propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo**. Ciência & Educação, V.9, n. 2, p. 301-315, 2003

GRUPIONNI, L.D.B. **Olhar longe, porque o future é longe: cultura, escola e professores indígenas do Brasil**. Universidade de São Paulo, 2008. (Tese de Doutorado em Antropologia Social).

HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. ed.9, editora Bookman, São Paulo, 2002.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 6. ed. São Paulo: Editora Perspectiva S.A, 2009.

LUCIANO, G. S. **O índio brasileiro: o que você precisa saber sobre os povos indígenas no Brasil de hoje**. Brasília: MEC/SECAD; LACED/Museu Nacional, 2006. (Coleção Educação Para Todos. Série Vias dos Saberes n. 1)

MACIEL, D.M., *et al.* **Ciência, Tecnologia e Sociedade: pesquisa e ensino**. São Paulo: Terracota, 2010.

MATHEUS, T. A. M., *et al.* **A Resolução de situações problemáticas experimentais em Física Geral à luz da Teoria dos Campos Conceituais**. XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física. Porto Alegre: 2005, pp 10-18.

MARÍN, J. **Perú: Estado e Indigenismo en mutación. El Caso de la Amazonía peruana**. In: AUROI, C.; BOSSIO, S. (Ed.). *A Dónde va el Perú. Balance del Fujimorismo y preguntas para el futuro*. Cusco – Genève: CBC; IUED, 2002.

_____. **Globalization, Education and Cultural Diversity**. In: DASEN, P.; AKKARI, A. (Ed.). *Educational Theories and practices from the majority World*. New Delhi: Sage Publications, 2008.

_____. **Globalización, Diversidad cultural y práctica educativa**. *Revista Diálogo Educacional*, Curitiba: Champagnat, V. 4, n. 8, p. 11-32, 2006.

MEGID NETO, J.; FRACALANZA, H. **O livro didático de ciências: problemas e soluções**. *Ciência & Educação*, V.9, n.2, p.147-157, 2009.

MESSEDER, M. L. **A construção da licenciatura indígena da UNEB: os dilemas, os desafios, os limites e as possibilidades**. In CESAR, A.; COSTA, S. (orgs.). *Pesquisa e escola: experiências em educação indígena na Bahia*. Salvador, Bahia: Quarteto, 2013, p. 37-54.

_____. **Docência e dilemas do diálogo intercultural na relação universidade e educação básica**. In: RIOS, Jane A. V. P. (org.) *Diferenças e Desigualdades no Cotidiano da Educação Básica*, Campinas, Mercado das Letras, 2017, pp. 73-105.

MINAYO, M. C. de S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 12 ed. São Paulo: Hucitec, 2010.

MOLINA, O. **Quem engana quem? Professor x livro didático**. Campinas, Papirus, 1987.

MORAES, M. C. M. de. **Iluminismo às avessas: produção de conhecimento e política de formação docente**. Rio de Janeiro: DP&A, 2003.

_____. **Recuo da teoria: dilemas na pesquisa em educação**. *Revista Portuguesa de Educação*. V. 14, n. 001, Portugal, 2001.

_____. **Indagações sobre o conhecimento no campo da educação**. Mimeo (texto base para mini-curso do GT-17). 30ª Reunião Anual da ANPEd, Caxambu, 2007.

MOREIRA, A. M. **O Ensino experimental e a questão do equipamento de baixo custo.** Revista Brasileira de Ensino de Física, V. 13, p. 97-103, 1991.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. **Aprendizagem significativa: Teoria de David Ausubel.** São Paulo: Centauro, 2001.

_____. **Ensino de Física no Brasil: Retrospectiva e Perspectivas.** Rev. Bras. Ens. Fis, V. 22, n.1, 2000.

_____. **Aprendizagem significativa: um conceito subjacente.** Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo. Burgos, España. pp. 19-44, 1997. Disponível em: < <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/apsigsubport.pdf> > Acesso em: 2 mar. 2004.

MUNARI, A. **Jean Piaget.** Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010.

NEVES, J. L. **Pesquisa qualitativa – características, usos e possibilidades.** Caderno de pesquisas em administração, V.1, n.3, 1996.

NOSELLA, M. L. C. D. **As belas mentiras: a ideologia subjacente aos textos didáticos.** São Paulo: Moraes, 1981.

NOVAK, J. D.; MINTZES, J. J.; WANDERSEE, J. H. **Ensinando Ciência para a Compreensão.** Plátano: Lisboa: 2000.

OLIVEIRA, J. B. A.; GUIMARÃES, S. D. P.; BOMÉNY, H. M. B. **A política do livro didático.** São Paulo: Sannus, 1984.

PENHA, S. **A Carência de Professores de Ensino de Física – Um Estudo de Caso Sobre esta Carência na Região Serrana do Rio de Janeiro.** Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2003.

PIAGET, J. **A Psicologia da Inteligência.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2013.

PORTO-GONCALVES, C. W. **Os caminhos do meio ambiente.** São Paulo: Contexto, 2006.

_____. **O desafio ambiental.** In: SADER, E. (Org.). Os porquês da desordem mundial. Mestres explicam a Globalização. Rio de Janeiro; São Paulo: Editorial Record, 2006.

QUIJANO, A. **A Colonialidade do saber.** In: LANDER, E. (Org.). A colonialidade do saber. Eurocentrismo e Ciências Sociais. Perspectivas latinoamericanas. São Paulo: CLACSO Livros, 2005.

_____. **Don Quijote y los molinos de viento.** In: SORIA, J. I. L. (Ed.). Andinos y Mediterráneos: Claves para pensar Iberoamérica. Lima: Fondo Editorial del Congreso de la República, 2007.

RADECK, E. **Interculturalidade: um desafio para educação escolar indígena.** FURB. Santa Catarina. 2011. 76 f. (Dissertação de Mestrado em Educação. Disponível em: < http://proxy.furb.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=797 >. Acesso em: 29 out. 2017.

SAAD, D. F. **Demonstrações em Ciências – Explorando os fenômenos da pressão do ar e dos líquidos através de experimentos simples.** São Paulo: Editora livraria da Física. 2005.

SANT'ANNA, D. C.; BITTENCOURT, J.; OLSSON, S. **Transposição e mediação didática no ensino de frações.** Bolema, n. 27, p. 71-91, 2007.

SANTOS, S. M. O. **Critérios para avaliação de livros didáticos de química para o ensino médio.** Brasília, 2006. (Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências – Universidade de Brasília.

SANTOS, B. P. **A Etnomatemática e suas Possibilidades Pedagógicas: Algumas Indicações Pautadas numa Professora e em seus Alunos e Alunas de 5ª série.** FE/USP, São Paulo, 2002. (Dissertação de Mestrado).

SAVIANI, D. **História das ideias pedagógicas no Brasil.** Campinas: Autores Associados, 2007.

_____. **Pedagogia histórico-crítica: primeiras aproximações.** 10. ed. rev. Campinas, SP: Autores Associados, 2008.

SANTOS, M.P.A. **Inclusão e as relações entre família e escola.** Revista INES, p 40-43, 1999.

SANTOS, E. I; PIASSI, L. P. C; FERREIRA, N. C. **Atividades Experimentais de Baixo Custo como Estratégia de Construção da Autonomia de Professores de Física: Uma Experiência em Formação Continuada.** IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física. Belo Horizonte/MG, 2004.

SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Influências histórico-culturais nas representações sobre as estações do ano em livros didáticos de ciências,** Ciência & Educação, V. 9, n. 2, 2004.

SILVA, H. C.; ALMEIDA, M. J. P. M. **Condições de produção da leitura em aulas de física no ensino médio: um estudo de caso.** In: ALMEIDA, M.; SILVA, H. (org.). Linguagens, leituras e ensino de ciências. Campinas, SP: Mercado de Letras, 1998.

SILVA, J. B. **A pesquisa etnográfica na construção de uma análise discursiva.** Espaço científico, Int. Luterano de Ensino Superior de Santarém, V. 4, p. 33-43, 2003.

SOUSA, A. B. **Investigação em Educação.** Lisboa: Livros Horizonte, 2005.

SOUZA, J. V. A. de. **Licenciaturas na UFMG: desafios, possibilidades e limites**. In: _____ (Org.). Formação de professores para a educação básica: dez anos da LDB. Belo Horizonte: UFMG, 2007. p. 27-44.

_____. **Os profissionais do ensino como mediadores das culturas na escola**. In: _____ (Org.). Formação de professores e condição docente. Belo Horizonte: UFMG, 2013. (no prelo).

SCHROEDER, C. **A Importância da Física nas Quatro Primeiras Séries do Ensino Fundamental**. Revista Brasileira de Física, V. 29, n. 1, p. 89-94, 2007.

TONET, I. **Educação, cidadania e emancipação humana**. Ijuí: Editora Unijuí, 2005.

_____. **Marxismo para o século XXI**. In: _____. **Em defesa do futuro**. Maceió: EDUFAL, 2005b.

Anexo 01 – Material alternativo didático de ensino

Ao Professor Indígena,

Este livro didático alternativo é a tentativa de buscar uma nova percepção para o aluno no que diz respeito ao ensino e aprendizagem de Física. Esta obra está em processo de aprimoramento permanente e versátil, para se adequar à realidade indígena local. O texto, embora se apresente com uma linguagem um pouco rebuscada, não chega a ser excessivamente formal, pois foi construído com a ajuda permanente dos professores indígenas, buscando alternativas de inclusão da interculturalidade no conteúdo apresentado em sala de aula.

Minha grande preocupação na sua construção foi à possibilidade da percepção do aluno e professor da sua cultura no conteúdo programático e nas atividades propostas, como nos exemplos e respostas dos exercícios no final do conteúdo. Desta forma, dividimos em cinco capítulos nosso material, devido à realidade de exposição dos conteúdos no ano letivo. Pois, geralmente, o número de aulas é insuficiente para toda apresentação dos conteúdos.

No capítulo I são apresentadas noções básicas de vetores, na assimilação da diferença entre grandezas escalares e vetoriais, como também a operacionalização com vetores. O conteúdo de vetores é essencial para compreensão da mecânica como também outras partes da Física, como a Eletrostática e Eletromagnetismo. Esperamos, com isso, que o aluno fique apto a somar, subtrair e decompor vetores. Consequentemente, utilizem de forma adequada as regras do polígono, do paralelogramo e Lei dos cossenos, traduzindo-se, assim, numa aprendizagem significativa o conceito de grandezas vetoriais.

No capítulo II são desenvolvidas as noções básicas de Cinemática Escalar do ponto material. É importante destacar que os conceitos estudados nesse capítulo serão fundamentais para o estudo do próximo capítulo. Por isso, o aluno deverá inicialmente conhecer meios de determinar a posição de um corpo, ou seja, saber informar onde o corpo está. Para isso, ele precisa assimilar o conceito de referencial, no qual toda física newtoniana está fundamentada. Sugiro que apresente o conceito de referencial através de uma árvore próxima da escola e a partir disto, determinar a posição de um aluno, ônibus escolar ou de um avião em relação à árvore ou da própria escola. Tornando o aluno apto a perceber que posição e movimento estão relacionados a um referencial.

Em seguida, precisamos falar de tempo e das conversões dessa grandeza escalar. Mostrando o instante que um determinado corpo está em um determinado local e o intervalo de tempo entre dois acontecimentos, por exemplo, quanto tempo durou a corrida do maraká, em relação à largada e chegada do vencedor. Pois, a mudança ou não de posição do corredor na corrida do maraká no decorrer do tempo leva aos conceitos de movimento e repouso.

Na sequência, o aluno deverá estar apto sobre o conceito de trajetória e tipos de trajetórias, retilínea e parabólica, que está relativo a um referencial adotado. Pois, em movimentos que ocorrem em trajetórias, a posição de um corpo é dada pelo espaço. Sendo assim, é importante mostrar o significado da função horária do espaço. Vale ressaltar que a variação do espaço ocorrida em um determinado intervalo de tempo introduz o conceito de velocidade escalar – podendo ser facilmente entendida na corrida do maraká, no lançamento do arco e flecha e na disputa da zarabatana.

Outro conceito fundamental é o da aceleração escalar, cuja definição deriva da variação da velocidade escalar num certo intervalo de tempo. Facilmente representadas nas freadas (desaceleração) e arrancadas (aceleração) dos automóveis e animais.

O capítulo III traz os conceitos de força e massa, bem como as Leis de Newton, que nortearão o estudo da Dinâmica. Podemos dizer, sem sombra de dúvidas, que este capítulo nos traz várias possibilidades de aplicação do conteúdo com o cotidiano do aluno, bem como a possibilidade de contextualização e caracterização de fenômenos naturais. Despertando a curiosidade e conseqüentemente um maior envolvimento do aluno em sala de aula e fora dela. É fundamental que o discente observe que a força é uma grandeza vetorial capaz de provocar variações de velocidade, que também é uma grandeza vetorial, em um determinado corpo.

Lembre-se que é importante trazer para a sala de aula o contexto histórico desde as ideias aristotélicas de força, como também as ideias de Galileu Galilei sobre inércia até o momento histórico de Isaac Newton. Lembrando que a ciência é uma constante quebra de paradigmas, que está em constante evolução. É preciso enfatizar as principais forças encontradas na natureza, exemplificando no cotidiano do aluno. É preciso ratificar que as forças de ação e reação nunca se equilibram mutuamente, já que ocorre em corpos distintos. Aconselho que tragam vários exemplos para a sala de aula e instiguem o aluno a trazer também.

Na sequência, no capítulo IV trago os conceitos norteadores da hidrostática, fundamentais pelo seu caráter histórico como também por sua praticidade e

aplicabilidade no dia a dia do aluno. A hidrostática ou Estática dos fluidos é baseada nos teoremas de Stevin, Pascal e Arquimedes. Inicialmente é importante apresentar ao aluno as definições de densidade e pressão, que servirão de subsunçores para os demais conteúdos. Na sequência, apresentamos os demais teoremas, discorrendo suas aplicações no cotidiano. Este capítulo nos traz várias possibilidades de aplicação no cotidiano do aluno, como por exemplo a navegação em canoas – podendo contextualizar com os conceitos de densidade, pressão e empuxo.

Por fim, o capítulo V nos traz os conceitos da Gravitação Universal, que contextualmente instigam aos alunos a buscar outros conhecimentos paralelos, como por exemplo Astronomia e Astrofísica. Basicamente, as ideias apresentadas são as três Leis de Kepler e a Lei da Gravitação de Newton. Sugiro que a apresentação da gravitação traga uma abordagem histórica sobre os modelos dos planetas geocêntrico e heliocêntrico. Temas como: Big-bang e a condição do planeta-anão Plutão instigam a curiosidade do aluno.

Vale ressaltar que ao final de cada capítulo propomos desenvolver atividades experimentais com o intuito de complementar e fortalecer a compreensão dos assuntos abordados em sala de aula. Pois o ensino de Física, associado à realização de experimentos, desenvolve o espírito crítico e reflexivo do aluno, como também facilita a socialização com o assunto abordado, já que possibilita o manuseio do experimento em cada etapa da investigação experimental, permitindo uma aprendizagem significativa dos tópicos estudados.

Procurou-se, ao elaborar os roteiros, não se prender a uma fundamentação teórica muito extensa, pois isto pode ser encontrado nos livros-texto. Buscou-se idealizar experiências simples, que explicitem fenômenos fundamentais da Física e que complementem o conteúdo abordado pelo livro texto, sendo que os experimentos destacam claramente os princípios envolvidos, facilitando a compreensão do tópico estudado pelo aluno.

CAPÍTULO 1

VETORES

1.1 Introdução

Imagine-se de pé bem no meio de um campo de futebol prestes a começar o campeonato regional de futebol indígena, na comunidade Coroa vermelha, voltado para o gol do time adversário. De repente, o técnico lhe oferece o seguinte comando:

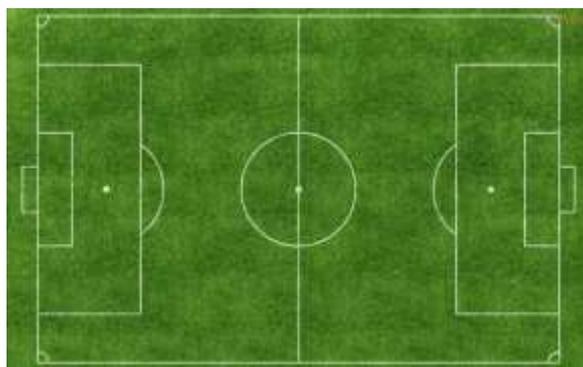


Fig. 01 – Campo de Futebol

Dê 05 passos a partir do local em que se encontra; em seguida, dê mais 03 passos e, por último, mova-se mais 05 passos. Após efetuar esses movimentos, é possível responder a quantos passos você estaria da posição inicial? 10 passos? 15 passos? No ponto de partida?

As opções anteriores são apenas três de inúmeras possíveis respostas para essa situação. Uma resposta seguramente correta só pode ser dada com o conhecimento de uma informação fundamental: **para onde** foram dados os passos? Algumas grandezas físicas, como o deslocamento, somente ficam bem definidas se indicarmos além de seu valor numérico, seguido de sua unidade, sua direção e seu sentido. Se tais indicações não são feitas, a informação é incompleta e, portanto, incorreta.

No nosso cotidiano muitas vezes trabalhamos com grandezas em que restringimos os cálculos às situações em que bastava determinar o módulo (intensidade) e a unidade. A partir de agora, a discussão se torna um pouco mais complexa, pois é necessário estabelecer também a orientação destas grandezas e, para isso, vamos introduzir uma importante ferramenta matemática, o **VETOR**.

1.2 Grandezas escalares e vetoriais

Existem dois tipos de grandezas físicas: as **escalares** e as **vetoriais**. Uma grandeza escalar é caracterizada apenas pela sua intensidade (módulo), ou seja, o valor numérico, acompanhado de sua unidade de medida. O tempo, massa, temperatura e distância percorrida de um corpo são exemplos de grandezas escalares. Já as grandezas vetoriais necessitam, além da intensidade, a informação quanto à sua direção e ao seu sentido. Ao dizer, por exemplo, que uma flecha se move a 25 km/h, a informação sobre sua velocidade está incompleta.

Definição:

Para representarmos uma grandeza vetorial, utilizamos os **vetores**, que são segmentos de retas orientados. Na fotografia abaixo a flecha será disparada pelo atleta com uma certa velocidade. A velocidade da flecha seria representada por um vetor, já que se trata de uma grandeza vetorial.



Fig.02 – Arco e flecha

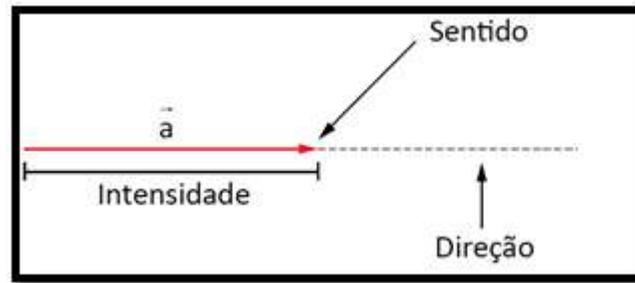
1.3 Diferenciações entre direção e sentido

A velocidade é uma grandeza vetorial e, portanto, é necessário informar a direção e o sentido de deslocamento da flecha. Neste caso, poderia ser dito que a flecha trafega no campo de futebol (direção) em sentido ao rio (sentido).

1.3.2 Elementos de um vetor

O vetor é um segmento de reta orientado, muito poderoso no que se refere à descrição de seus atributos. E, pode-se dizer, que um vetor é o conjunto de todos os segmentos orientados que têm a mesma direção, o mesmo comprimento e o mesmo sentido. O vetor carrega consigo todas as informações necessárias para definir as grandezas

vetoriais: o módulo ou intensidade está associado ao comprimento do segmento de reta, a direção do vetor é a direção do segmento de reta (direção horizontal), e o sentido é fornecido pela seta (sentido da esquerda para a direita) como associado na figura abaixo.



Vejam quais são seus atributos:

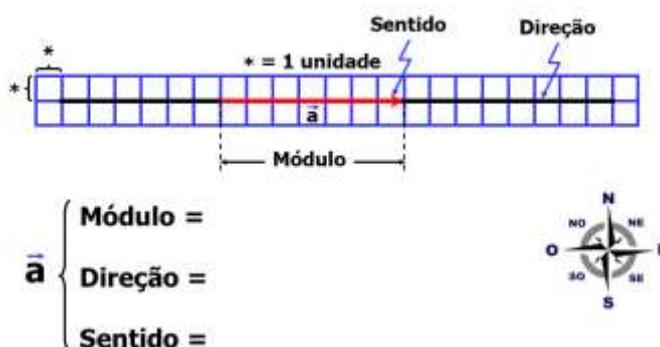
- a) **Intensidade:** seu comprimento é proporcional à intensidade da grandeza vetorial.
- b) **Direção:** é a reta suporte do vetor.
- c) **Sentido:** é a orientação do segmento de reta.

Observação: Os vetores podem ser representados por uma letra qualquer, maiúscula ou minúscula, com uma seta em cima (\vec{a} ou \vec{A}) para indicar que se trata de uma **grandeza vetorial**.

→ **Vetores iguais** – Dois vetores são iguais quando possuem o mesmo módulo, a mesma direção e o mesmo sentido.

→ **Vetores opostos** – Dois vetores são opostos quando possuem o mesmo módulo e mesma direção, mas sentidos opostos.

Desta forma, observando o desenho abaixo, determine você mesmo o módulo, a direção e o sentido do vetor representado abaixo:



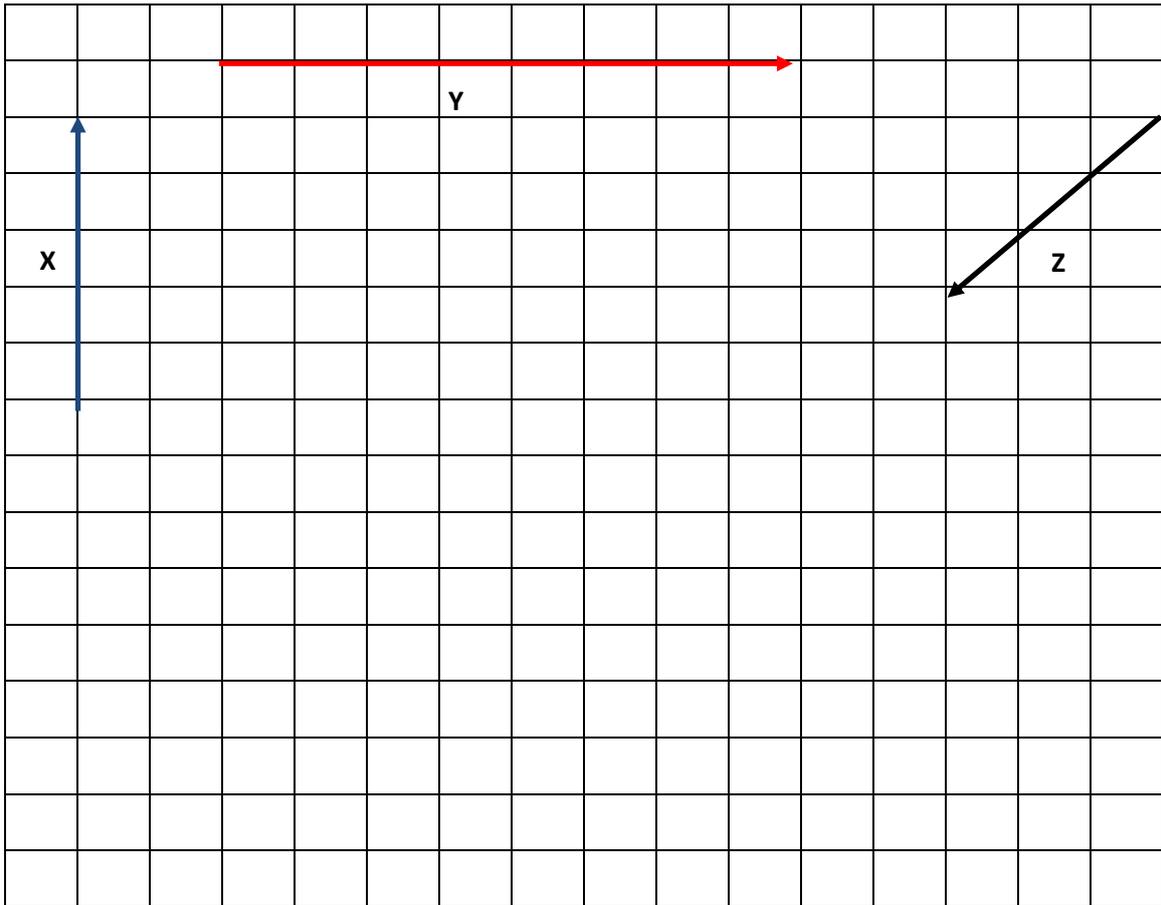
1.3.3 Adição vetorial

1.3.3.1 Polígono

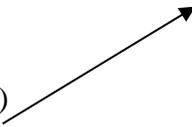
As grandezas vetoriais podem ser somadas (ou adicionadas), porém, essa operação é realizada de modo diferente da soma de grandezas escalares. Por exemplo, ao efetuar a soma de 1kg de tomates com mais 2kg de tomates, o resultado sempre será 3kg de tomates. No entanto, outra abordagem é necessária para somarmos vetores. Assim como as grandezas escalares, as grandezas vetoriais também estão submetidas a regras de operações matemáticas, como adição, subtração e multiplicação. No caso das adições vetoriais estudaremos dois processos para a sua realização: o método do polígono e o método do paralelogramo.

Na adição de dois ou mais vetores, pode-se utilizar uma regra conhecida como a regra do polígono. Esta regra consiste em transladar os vetores, ou seja, mudar sua posição no espaço sem alterar nenhum de seus atributos, de modo que a extremidade de um coincida com a origem do outro, independentemente da ordem. Assim, os vetores são colocados numa sequência qualquer, de forma que o vetor soma (\vec{S}) é obtido unindo-se a origem do 1º vetor à extremidade do último vetor, conforme a figura do exercício a seguir.

A figura abaixo representa três vetores \vec{x} , \vec{y} , \vec{z} representados sobre um papel quadriculado onde cada quadrícula possui módulo igual a uma unidade. Determine, após reproduzir os vetores no quadro abaixo por meio do método do polígono, a indicação de qual dos vetores abaixo melhor representa a direção e o sentido do vetor soma $\vec{S} = \vec{x} + \vec{y} + \vec{z}$.



a) 

d) 

b) 

e) 

c) 

Ainda com base na questão anterior pode-se dizer que o módulo do vetor soma \vec{S} é de:

- a) $2u$
- b) $3u$
- c) $4u$
- d) $5u$
- e) $6u$

1.3.3.2 Paralelogramo

O método do paralelogramo traz uma restrição em relação ao método do polígono. Enquanto no método anterior tínhamos a liberdade para somar dois ou mais vetores, neste método do polígono, os vetores só podem ser somados dois a dois. Assim, no caso particular da adição de dois vetores, podemos utilizar também a regra do paralelogramo, como mostrado a abaixo:



Os vetores, neste caso, são aproximados de modo a terem suas origens no mesmo ponto. Em seguida, a partir da extremidade do vetor \vec{a} , traçamos uma paralela ao vetor \vec{b} e, da extremidade do vetor \vec{b} , traçamos uma paralela ao vetor \vec{a} . Finalmente, ligamos o ponto que corresponde à origem comum dos vetores ao ponto de encontro das paralelas aos vetores, obtendo o vetor soma. O seu sentido é da origem dos vetores para o encontro das paralelas, conforme a figura anterior.

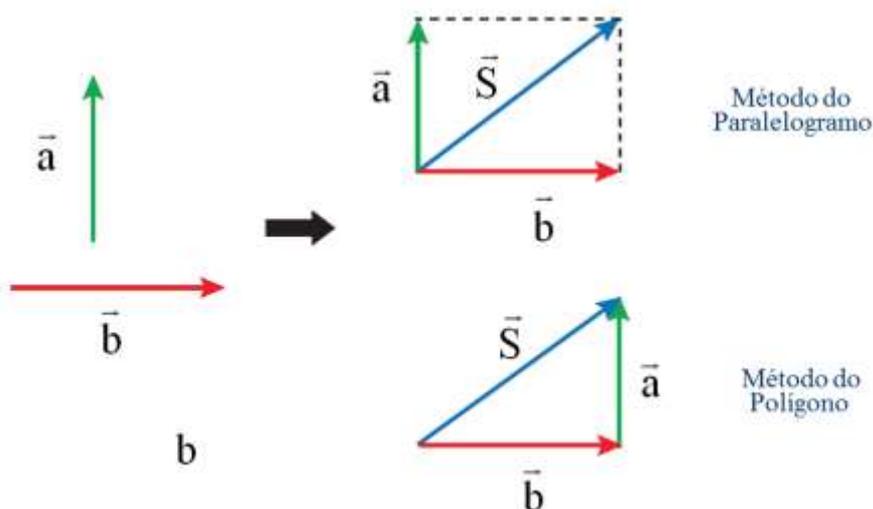
Quando desejarmos **somar mais de 2 vetores**, o método **do polígono** é o que **mais convenientemente** deverá ser utilizado, pois o método do paralelogramo somente permite somar 2 vetores **de cada vez**. Obviamente, **os dois métodos** de soma vetorial

apresentados devem conduzir ao **mesmo resultado**, isto é, o vetor S obtido pelos dois métodos deve ter o mesmo módulo, a mesma direção e o mesmo sentido. Observe esta verificação no esquema abaixo onde: $\vec{V}_S = \vec{V}_1 + \vec{V}_2$.

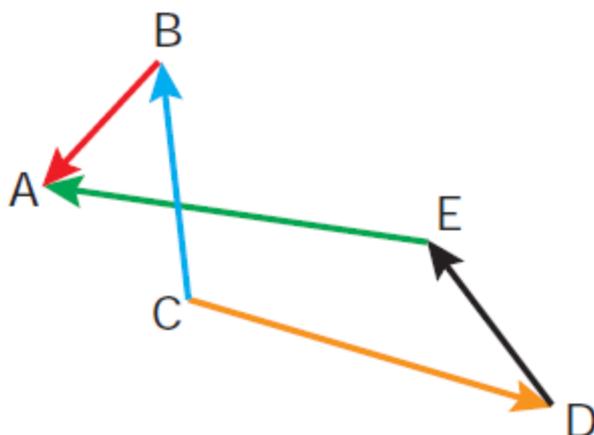
Exemplo 01:



Exemplo 2:



Exemplo: Analisando a disposição dos vetores BA, EA, CB, CD e DE, conforme figura a seguir, assinale a alternativa que contém a relação vetorial CORRETA.



- a) $\overrightarrow{CD} + \overrightarrow{DE} = \overrightarrow{CB} + \overrightarrow{BA}$.
- b) $\overrightarrow{CB} + \overrightarrow{BA} = \overrightarrow{CD} - \overrightarrow{DE}$.
- c) $\overrightarrow{CB} + \overrightarrow{BA} = \overrightarrow{CD} + \overrightarrow{DE} + \overrightarrow{EA}$.
- d) $\overrightarrow{EA} - \overrightarrow{BA} - \overrightarrow{CB} = \overrightarrow{CD} + \overrightarrow{DE}$.
- e) $\overrightarrow{CD} - \overrightarrow{DE} = \overrightarrow{CB} + \overrightarrow{BA}$.

APLICAÇÃO

(01) Uma grandeza física vetorial fica perfeitamente definida quando dela se conhecem:

- a) Valor numérico, desvio e unidade.
- b) Valor numérico, desvio, unidade e sentido.
- c) Desvio, direção, sentido e unidade.
- d) Valor numérico, unidade, direção e sentido.
- e) Magnitude, desvio e proporção.

Resposta: d

(02) São grandezas escalares:

- a) Tempo, deslocamento e força.
- b) Força, velocidade e aceleração.
- c) Tempo, temperatura e volume.
- d) Temperatura, velocidade e volume.
- e) Tempo, temperatura e deslocamento.

Resposta: c

(03) Observe a figura abaixo e com base nela julgue a alternativa que melhor justifica a frase entre aspas:

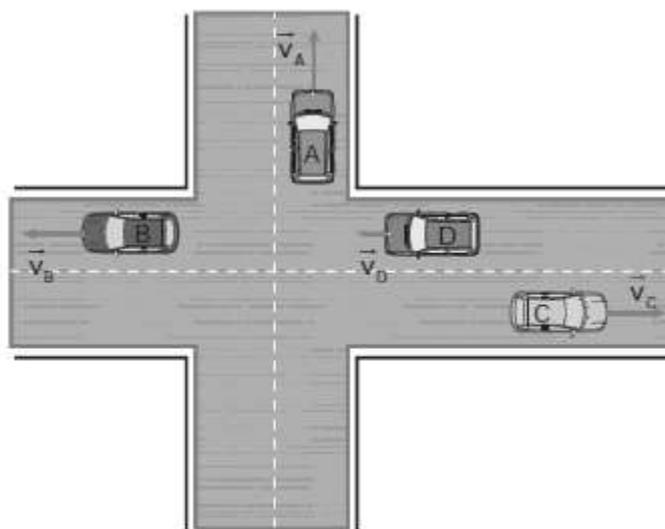


Se "toda direção tem sempre dois sentidos", então a direção e os dois sentidos podem ser representados, respectivamente, por:

- a) Linha AB; de B para A; de A para B.
- b) De A para B; linha AB; de B para A.
- c) De B para A; de A para B; linha AB.
- d) De B para A; linha AB; de A para B.
- e) De B para A; linha AB; linha AB.

Resposta: a

(04) A figura a seguir representa os vetores velocidade de quatro automóveis em uma esquina da cidade Porto Seguro. Assinale V apenas afirmativas verdadeiras (atenção ao tamanho das setas representadas no esquema) e F para as falsas. Em seguida, assinale a opção que apresenta a sequência correta para a classificação das assertivas.



\vec{v}_B e \vec{v}_D têm mesma direção ()

\vec{v}_B e \vec{v}_C têm mesma direção ()

\vec{v}_B e \vec{v}_D têm mesma direção e sentidos opostos ()

\vec{v}_A e \vec{v}_D têm mesmo sentido ()

\vec{V}_C e \vec{V}_D têm a mesma direção e sentidos opostos ()

\vec{V}_A e \vec{V}_C têm módulos diferentes ()

\vec{V}_B e \vec{V}_D são iguais ()

- a) VF FFVFV.
- b) FVFFVFV.
- c) FFVVVFV.
- d) FFFVVVF.
- e) VVFFVFV.

Resposta: e

(05) Desprezando-se a **força** de resistência do ar, a **aceleração** de queda de um maraká nas proximidades da superfície terrestre é, aproximadamente, igual a 10m/s^2 . Nestas condições, um maraká que cai durante o **tempo** de 3 segundos, a partir do repouso, atinge o solo com **velocidade** igual a v , após percorrer no ar que se encontra a uma **temperatura** t , uma **distância** h .

Das grandezas físicas citadas, têm natureza vetorial:

- a) Aceleração, velocidade e força.
- b) Força, aceleração e tempo.
- c) Tempo, velocidade e distância.
- d) Distância, tempo e aceleração.
- e) Tempo, força e temperatura.

Resposta: a

(06) A figura a seguir foi retirada de uma página da Internet relacionada ao estudo de conceitos de Física.

$$\begin{array}{l}
 \xrightarrow{5} + \xrightarrow{5} = \xrightarrow{10} \\
 \xrightarrow{5} + \xleftarrow{-5} = 0 \\
 \xrightarrow{5} + \xrightarrow{10} = \xrightarrow{15}
 \end{array}$$

Pode-se associar a figura com o seguinte tema:

- a) Somatório de forças.
- b) Intervalos de tempo.
- c) Somatório de volumes.
- d) Velocidade relativa de veículos.
- e) Somatório de massas.

Resposta: a

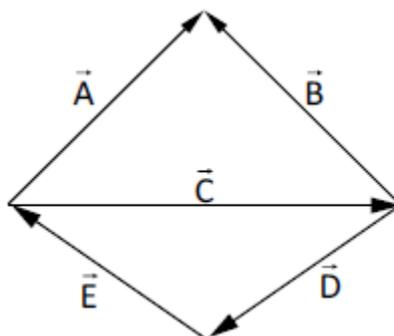
(07) A utilização dos rios como via de transporte/ navegação/ pesca sempre foi presente na história indígena. No Brasil, o transporte fluvial é muito utilizado na região Norte devido ao elevado número de rios e devido à escassez de rodovias. Uma característica positiva desse meio de transporte é o baixo custo e o baixo impacto ambiental. Um dos principais problemas desse tipo de transporte está ligado à irregularidade da superfície (topografia), que deve ser plana, além de levar em conta aspectos de caráter natural, como os períodos de cheias e de vazantes dos rios, ambas relacionadas ao volume de água que sofrem variações e que interferem na navegação. Assim como as estradas, os rios apresentam suas regras de tráfego para os barcos. Barcos que descem o rio o fazem movimentando-se sempre no meio do rio, enquanto que os barcos que sobem o rio o fazem trafegando sempre próximo às margens. A característica dos rios que melhor explica as regras do tráfego descritas é:

- a) A diferença do nível de água do rio entre o período de cheias e o período de seca.
- b) A menor velocidade da água do rio próximo à margem em comparação à posição central.
- c) O desgaste desigual das margens direita e esquerda dos rios devido à rotação da Terra.

- d) O desnível das diferentes partes do rio no seu curso superior, intermediário e inferior.
 e) O fato de os rios apresentarem maior profundidade do seu leito na parte central que nas margens.

Resposta: b

(08) Observando a figura, assinale a proposição que apresenta a operação vetorial que pode ser considerada verdadeira. (Dado: Considere os segmentos de reta como flechas).



- a) $\vec{C} + \vec{D} + \vec{E} = 0$.
 b) $\vec{D} + \vec{E} = \vec{A} + \vec{B}$.
 c) $\vec{A} + \vec{B} = \vec{C}$.
 d) $\vec{D} + \vec{B} = \vec{C}$.
 e) $\vec{A} + \vec{B} + \vec{C} + \vec{D} + \vec{E} = \vec{A} + \vec{B} + \vec{C} + \vec{D} + \vec{E}$.

Resposta: a

(09) Os ponteiros de hora e minuto do relógio da secretaria da Escola Estadual Indígena de Coroa Vermelha têm, respectivamente, 1 cm e 2 cm. Supondo que cada ponteiro do relógio é um vetor que sai do centro do relógio e aponta na direção dos números na extremidade do relógio, pode-se, então, dizer que quando o relógio estiver marcando 6h em ponto os vetores correspondentes aos ponteiros das horas e minutos terão:

- a) Mesmo módulo, mesma direção e mesmo sentido.
 b) Módulos distintos, mesma direção e sentidos opostos.
 c) Mesmos módulos, direções distintas e mesmo sentido.

- d) Mesmo módulo, mesma direção e sentidos opostos.
- e) Módulos diferentes, direções diferentes e sentidos diferentes.

Resposta: b

(10) Sobre vetores é correto afirmar:

- a) O módulo de um vetor está associado ao seu sentido.
- b) O módulo da resultante de duas forças, cujos módulos são diferentes de zero, e atuam juntos sobre um ponto material, será máximo quando o ângulo entre elas for 90° .
- c) Vetores opostos são, também, diferentes.
- d) Vetor é uma semirreta orientada.
- e) O módulo do vetor nulo é diferente de zero.

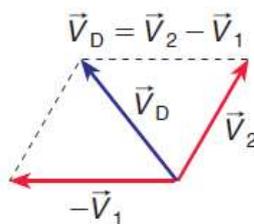
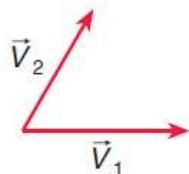
Resposta: c

2.0 Vetores

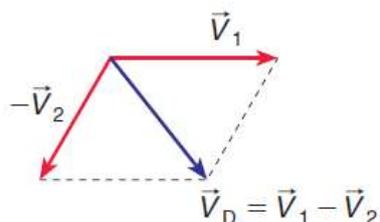
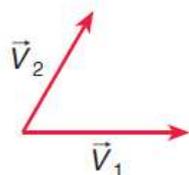
2.1 Subtração vetorial

Toda subtração de vetores é, na verdade, um caso particular da soma. Assim, quem aprendeu a somar vetores certamente não terá dificuldade em compreender o processo de subtração de vetores. A subtração de um vetor com outro pode ser vista como a soma do primeiro vetor com o oposto do outro, ou seja: $\vec{a} - \vec{b} = \vec{a} + (-\vec{b})$. A figura abaixo permite verificar uma propriedade importante. Ao contrário da soma, na subtração vetorial a ordem dos vetores que estão sendo subtraídos modifica completamente o vetor diferença \vec{V}_D , ou seja: $\vec{V}_2 - \vec{V}_1 \neq \vec{V}_1 - \vec{V}_2$.

$$\bullet \vec{V}_D = \vec{V}_2 - \vec{V}_1$$



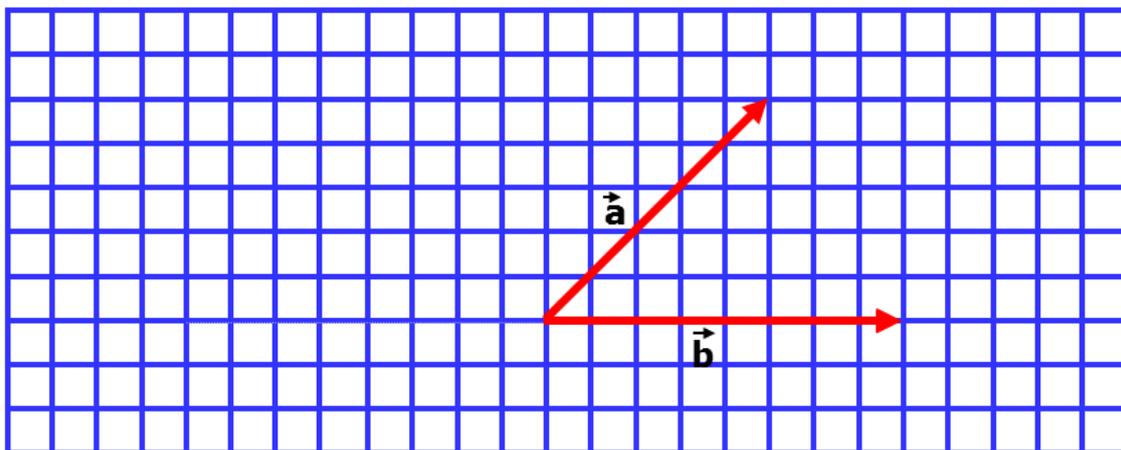
$$\bullet \vec{V}_D = \vec{V}_1 - \vec{V}_2$$



Com base na análise do diagrama vetorial abaixo, determine graficamente o vetor soma e o vetor diferença.

a) $\vec{S} = \vec{a} + \vec{b}$ (vetor soma).

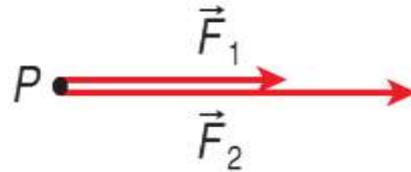
b) $\vec{D} = \vec{a} - \vec{b}$ (vetor diferença).



2.2 Determinação do módulo

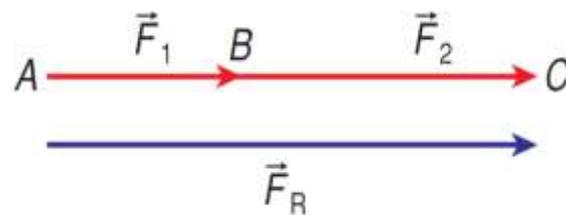
2.2.1 Mesmo sentido

→ Se o ângulo $\alpha = 0^\circ$ (formado entre os vetores), os vetores \vec{F}_1 e \vec{F}_2 possuem a mesma direção e sentido.



2.2.2 Sentidos

Nesse caso, o módulo do vetor soma é dado por:



$$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

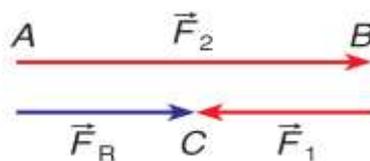
$$F_R = F_1 + F_2$$

2.2.2 Sentidos opostos

→ Se o ângulo $\alpha = 180^\circ$ (formado entre os vetores), os vetores \vec{F}_1 e \vec{F}_2 possuem a mesma direção e sentidos opostos.



Nesse caso, o módulo do vetor soma é dado por:

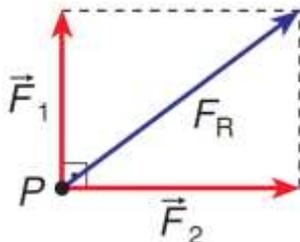


$$\vec{F}_R = \vec{F}_1 + \vec{F}_2$$

$$F_R = F_2 - F_1 (F_2 > F_1)$$

2.2.3 Perpendiculares

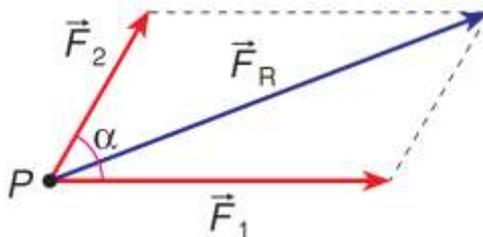
→ Se o ângulo $\alpha = 90^\circ$ (formado entre os vetores), os vetores \vec{F}_1 e \vec{F}_2 possuem direções perpendiculares entre si.



Nesse caso, o módulo do vetor soma é dado por: $F_R^2 = F_1^2 + F_2^2$

2.2.4 Regra geral (Lei dos Cossenos)

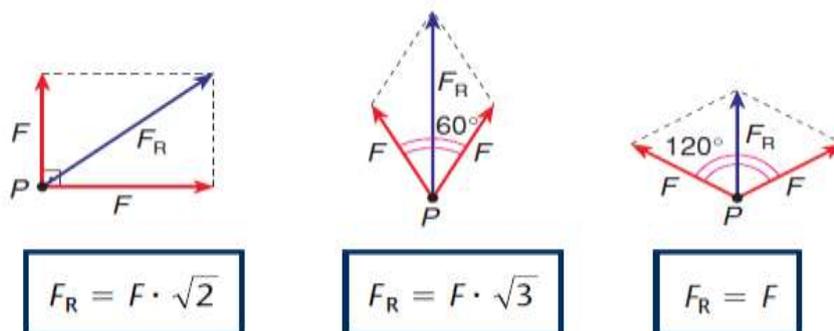
• Se o ângulo $\alpha \neq 0^\circ \neq 90^\circ \neq 180^\circ$ (formado entre os vetores), os vetores \vec{F}_1 e \vec{F}_2 não terão nem o mesmo sentido, nem sentidos opostos nem serão perpendiculares entre si. Neste caso deveremos usar a regra geral. Este método somente será usado caso você não possa usar nenhum dos métodos anteriores.



Nesse caso, o módulo do vetor soma é dado por: $F_R^2 = F_1^2 + F_2^2 + 2 \cdot F_1 \cdot F_2 \cdot \cos \alpha$

2.3 Casos particulares

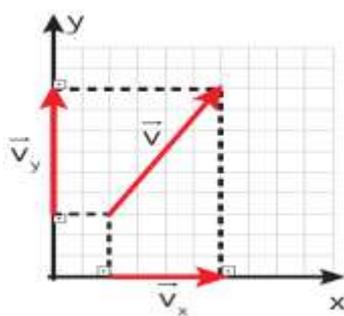
Com os quatro métodos anteriores você já é capaz de resolver qualquer questão. Entretanto existem alguns casos particulares que caso sejam conhecidos permitirão que você resolva os exercícios de maneira bem mais simples e objetiva. Observe as situações abaixo:



2.4 Decomposição vetorial

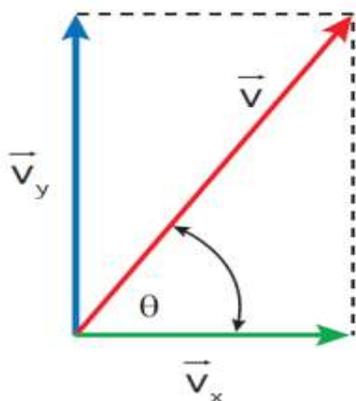
Muitas vezes é útil decompor um vetor em seus vetores componentes. Existem vários tipos de decomposição de vetores e, neste módulo, descreveremos a decomposição ortogonal, na qual um vetor é decomposto em suas partes constituintes, segundo eixos perpendiculares entre si.

No item anterior, viu-se que, dados dois vetores, pode-se representá-los por meio de um terceiro vetor que é dado pela adição dos dois primeiros. Agora, a operação realizada será a inversa. Ao invés de somarmos dois vetores para transformar em um só, faremos o processo inverso. Um dado um vetor será decomposto em dois outros, denominados componentes, perpendiculares entre si.



Os vetores \vec{V}_x e \vec{V}_y , resultantes da decomposição do vetor \vec{V} , são denominados componentes ortogonais do vetor \vec{V} ou projeções do vetor \vec{V} nos eixos x e y , respectivamente.

É importante ressaltar que, ao decompor o vetor \vec{V} , este deixa de existir. Ou seja, ou temos o vetor \vec{V} , ou temos seus componentes \vec{V}_x e \vec{V}_y . Os módulos dos componentes do vetor \vec{V} podem ser encontrados utilizando-se as relações trigonométricas nos triângulos retângulos:

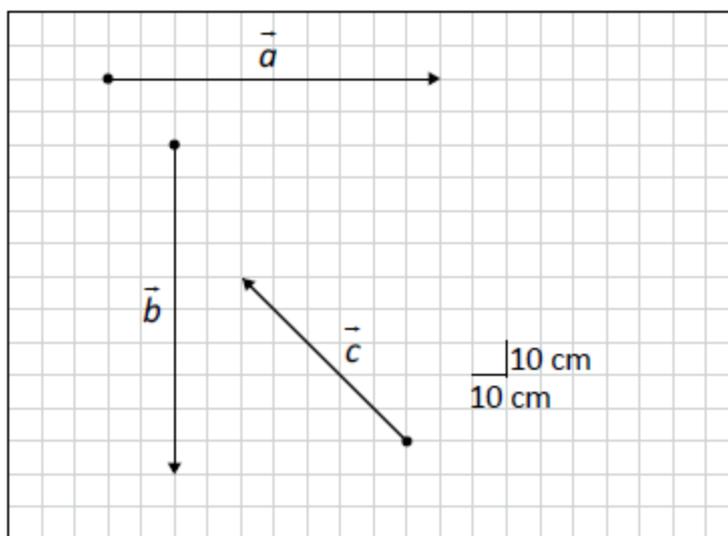


$$\text{sen } \theta = \frac{v_y}{v} \Rightarrow v_y = v \cdot \text{sen } \theta$$

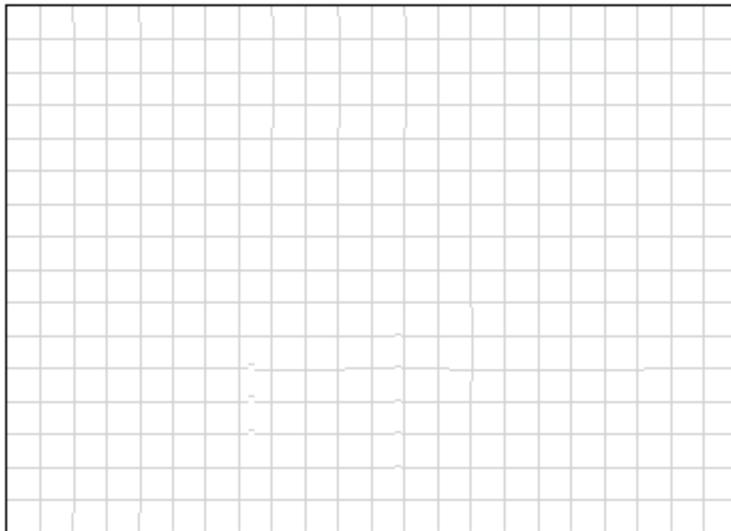
$$\text{cos } \theta = \frac{v_x}{v} \Rightarrow v_x = v \cdot \text{cos } \theta$$

APLICAÇÃO

(01) O módulo do vetor soma dos três vetores, $\vec{S} = \vec{a} + \vec{b} + \vec{c}$ dados na figura, conforme escala indicada é:



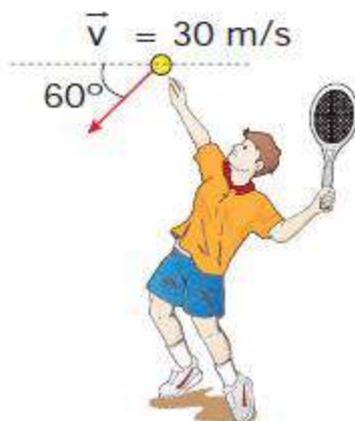
Espaço para a resolução:



- a) 100.
- b) $50\sqrt{2}$.
- c) 50.
- d) $20\sqrt{5}$.
- e) Zero.

Resposta: b

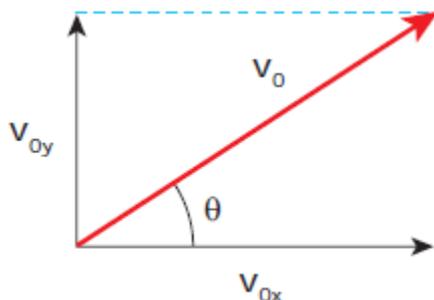
(02) Um jogador de tênis efetua um saque, imprimindo na bola uma velocidade de 30 m/s, como ilustra a figura. Calcular a componente da velocidade responsável pelo deslocamento horizontal da bola. Dados: $\sin 60^\circ = 0,86$ e $\cos 60^\circ = 0,5$



- a) 05 m/s.
- b) 10 m/s.
- c) 15 m/s.
- d) 20 m/s.
- e) 30 m/s.

Resposta: c

(03) Durante o campeonato de futebol na Escola Indígena Pataxó, uma bola é chutada obliquamente em relação ao solo. Uma estudante representa vetorialmente a velocidade inicial (V_0) da bola e suas componentes ortogonais. A representação feita por ela é mostrada na figura a seguir.



Ela distribuiu seu diagrama a 5 colegas de grupo e cada uma das colegas elaborou um comentário sobre o esquema.

Carolina: Os módulos dos vetores V_{0x} e V_{0y} podem se tornar maiores que o módulo do vetor V_0 , caso o valor de θ varie.

Marina: A soma dos módulos dos vetores V_{0x} e V_{0y} sempre será igual ao valor do módulo do vetor V_0 .

Fernanda: O vetor V_{0y} pode ser obtido por meio da soma vetorial do vetor V_0 com o vetor V_{0x} .

Isabela: Apesar de o diagrama mostrar três vetores, os vetores V_0 , V_{0x} e V_{0y} não possuem existência concomitante.

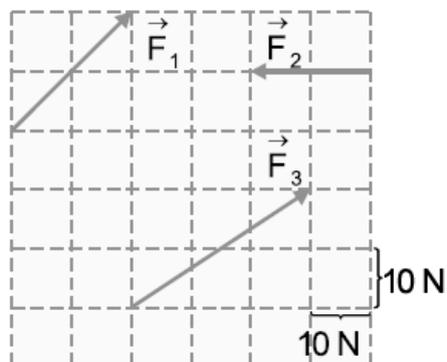
Larissa: Esse diagrama não poderia ser utilizado para representar outras grandezas vetoriais.

O comentário correto foi feito pela estudante:

- a) Carolina.
- b) Marina.
- c) Fernanda.
- d) Isabela.
- e) Larissa.

Resposta: d

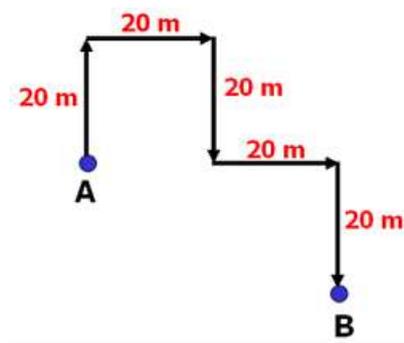
(04) São dados os vetores F_1 , F_2 e F_3 que possuem seus módulos, direções e sentidos apresentados no esquema abaixo. O lado de cada quadradinho corresponde a 10N. Assim, com base nas teorias vetoriais, pode-se afirmar que:



- a) A componente horizontal de F_1 é igual a F_2 .
- b) Os vetores F_1 e F_3 possuem a mesma direção.
- c) A componente vertical do vetor F_3 possui o mesmo módulo que componente horizontal de F_1 .
- d) O vetor dado por $F_1+F_2+F_3$ apresenta resultante nula.
- e) F_1+F_2 é um vetor de módulo 20N, direção vertical e sentido oeste.

Resposta: c

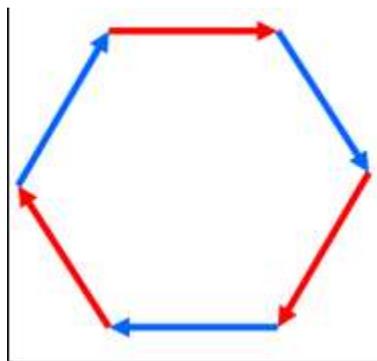
(05) A figura abaixo representa os deslocamentos de um estudante no parque do Monte Pascoal em várias etapas. Cada vetor tem módulo igual a 20m. O módulo do vetor que indica a soma vetorial de todos os vetores deslocamentos vale:



- a) $20\sqrt{5}$.
- b) 20.
- c) $40\sqrt{5}$.
- d) $20\sqrt{5}$.
- e) $20\sqrt{6}$.

Resposta: a

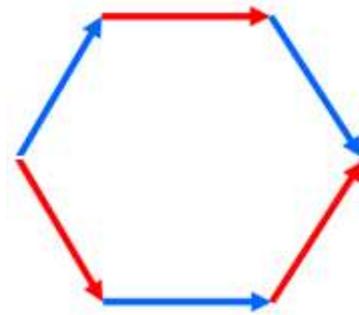
(06) Seis flechas, cada uma de módulo igual a 10 unidades, fecham um hexágono regular, dando uma resultante nula. Se trocarmos o sentido de três deles, alternadamente, a resultante terá módulo igual a:



- a) Nula.
- b) 10 u.
- c) $10\sqrt{5}$ u.
- d) $20\sqrt{2}$ u.
- e) $30\sqrt{3}$ u.

Resposta: a

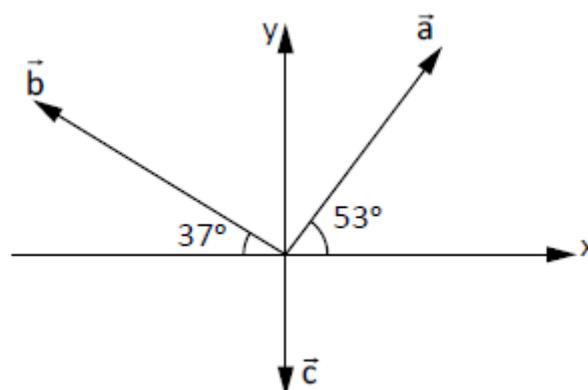
(07) Com seis vetores de módulos iguais a 8 construiu-se o hexágono regular a seguir. O módulo do vetor resultante desses vetores é:



- a) 8.
- b) 16.
- c) 32.
- d) $8\sqrt{2}$.
- e) $16\sqrt{2}$.

Resposta: c

(08) A soma vetorial dos três vetores dados na figura é zero



Sendo:

- $a = 12 \text{ cm}$;
- $\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0,60$;

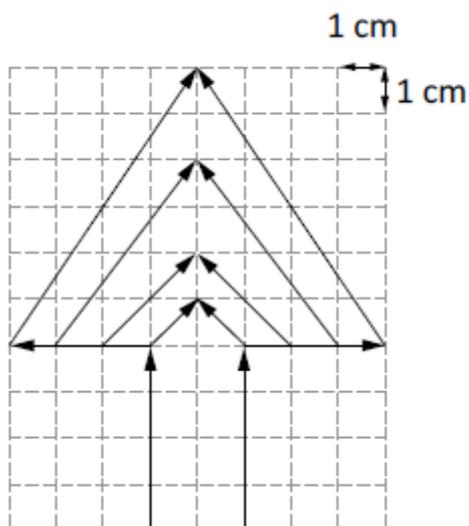
• $\text{sen } 53^\circ = \text{cos } 37^\circ = 0,80$

Assim sendo, os módulos dos vetores \vec{b} e \vec{c} valem, respectivamente:

- a) 9 cm e 15 cm.
- b) 12 cm e 24 cm.
- c) 15 cm e 9 cm.
- d) 9 cm e 21 cm.
- e) 24 cm e 15 cm.

Resposta: a

(09) A figura apresenta uma “árvore vetorial” cuja resultante da soma de todos os vetores representados tem módulo, em cm, igual a:



- a) 8.
- b) 26.
- c) 34.
- d) 40.
- e) 52.

Resposta: c

(10) Dois vetores perpendiculares F_1 e F_2 representam forças de intensidades 12N e 16N, respectivamente. Os módulos, em newtons, de F_1+F_2 e F_1-F_2 são, respectivamente:

- a) 20 e 20.
- b) 40 e 40.
- c) 4 e 28.
- d) $12\sqrt{2}$ e 34.
- e) 12 e 16.

Resposta: a

APRENDA BRINCANDO

Objetivos:

- Diferenciar grandezas escalares de grandezas vetoriais.
- Verificar experimentalmente a soma de vetores.

Material:

Item	Descrição	Quantidade
01	Quadro magnetizado	1
02	Vetores magnetizados (vários tamanhos)	6
03	Transferidor	1
04	Relógio de ponteiros	1
05	Régua de 50 cm graduada em milímetros.	1

Introdução

Várias grandezas físicas no cotidiano ficam completamente especificadas quando conhecida sua intensidade ou módulo, acrescidas da unidade correspondente. Essas grandezas são chamadas escalares. Entretanto, existem outras grandezas, que não ficam completamente definidas quando se fornece apenas o seu módulo. Estas, por sua vez, para se tornarem bem caracterizadas, sem margem de dúvidas, devem ser fornecidas, além de sua intensidade, sua direção e sentido. Tais grandezas são denominadas de grandezas vetoriais.

Procedimento:

↗ Represente o valor do tempo registrado pelo ponteiro de minutos do relógio, que é:
Tempo

↗ Observe que para representar esta grandeza (tempo) você usou um valor numérico e uma unidade, que neste caso é: _____

↗ A grandeza ficou completamente especificada? _____

↗ Você classificaria a grandeza tempo como escalar ou vetorial?

Por que? _____

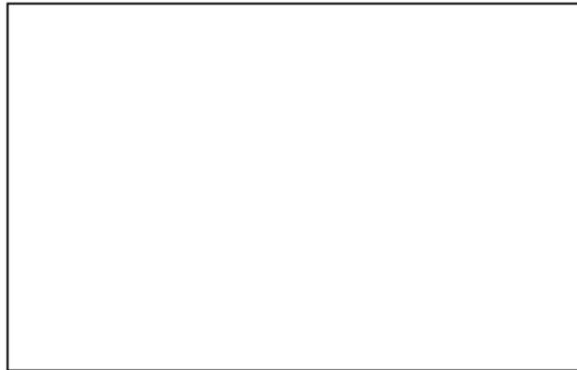
↗ Cite alguns exemplos de grandezas escalares que você conhece? _____

1. Para realizar as tarefas seguintes você disporá de vetores vermelhos \vec{v}_1 e \vec{v}_2 de módulos 16 e 12 cm, respectivamente. Eles serão somados de diversas maneiras e o resultado da soma deles será dado pelos vetores de cor amarela, podendo ser chamados de vetores, resultantes ou soma, \vec{s} .

a) Utilize o quadro magnético, coloque o vetor \vec{v}_1 cujo módulo é 16 cm de comprimento com a origem no início da margem esquerda do quadro, numa direção horizontal e

sentido para a direita. A partir de sua extremidade, coloque a origem do vetor \vec{v}_2 de módulo 12 cm, também horizontalmente para a direita. Encontre entre os vetores que você recebeu, o vetor que corresponde à soma desses dois. Qual entre os vetores soma corresponde a resultante $\vec{v}_1 + \vec{v}_2$? Qual o seu módulo?

Desenho:



b) Inverta o sentido do vetor \vec{v}_2 , de 12 unidades fazendo ainda coincidir sua origem com a extremidade do vetor \vec{v}_1 de 16 cm. E agora, qual é o vetor resultante da soma dos dois vetores? A que operação entre os dois vetores \vec{v}_1 e \vec{v}_2 , corresponde o módulo do vetor resultante?

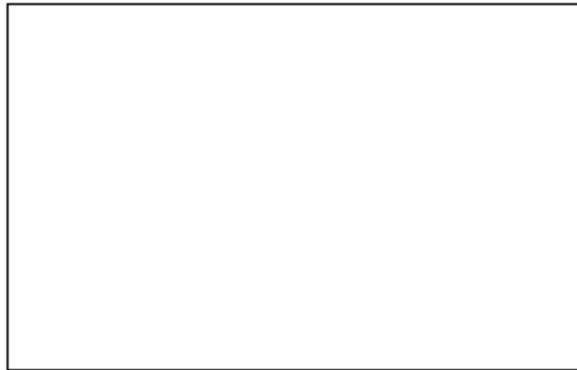
Desenho:



c) No quadro magnético coloque a origem do vetor \vec{v}_2 de modo a coincidir com a extremidade do vetor \vec{v}_1 , formando com este um ângulo de 90° . Encontre o vetor cuja origem coincida com a origem do vetor \vec{v}_1 e a extremidade com a extremidade do vetor \vec{v}_2 . O vetor soma é Quanto mede este vetor?..... Como determinar o módulo do vetor resultante por meio de cálculos matemáticos?

.....

.....
Desenho:



d) Repita o procedimento da letra c, mudando o ângulo entre os dois vetores \vec{v}_1 e \vec{v}_2 , de 90 para 60 graus. Qual é vetor resultante?

Qual o seu módulo?.....

Determine este módulo usando a lei dos cossenos

.....

Desenho:



Para Pensar:

Porque o peso é uma grandeza vetorial se está sempre apontada para o centro da Terra?

Faça um desenho justificando sua resposta.

CAPÍTULO II

CINEMÁTICA

A cinemática é o ramo da Física que se ocupa da descrição dos movimentos associados aos corpos, sem se preocupar com a análise de suas causas que determinam o estado do repouso ou as características do estado do movimento. Geralmente, trabalha-se aqui com partículas ou pontos materiais, corpos em que todos os seus pontos se movem de maneira igual e em que são desprezadas suas dimensões em relação ao problema. Lembremos que as grandezas físicas fundamentais de que a cinemática se vale são o comprimento e o tempo.

1.0 - Conceitos:

A) Referencial

É um corpo ou um conjunto de corpos em relação ao qual são definidas as posições de outros corpos. Por exemplo, quando o movimento do dardo é analisado a partir de um referencial que está preso à Terra, imaginemos um observador ligado à ela e nos transmitindo as imagens do fenômeno como ele o vê.

B) Ponto Material

É um corpo (objeto) cujas dimensões possam ser desprezadas em relação a outras dimensões envolvidas no fenômeno que se esteja examinando. Por exemplo: O tamanho do dardo em relação ao alvo (árvore) ou ao campo, no qual está ocorrendo a competição.



Fig. 01 – Dardo (ponto material) em relação à árvore.

C) Corpo extenso

É todo corpo cujas dimensões interferem no estudo de um determinado fenômeno. Por exemplo: O tamanho do dardo em relação a zarabatana.



Fig. 02 – Dardos (esquerda) e Zarabatana (direita).

D) Movimento e repouso

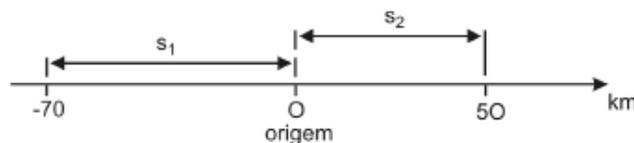
Um corpo está em movimento em relação a um dado referencial quando as sucessivas posições ocupadas pelo corpo, em relação a esse referencial, se modificam no decorrer do tempo. Caso contrário, dizemos que o corpo está em repouso em relação a esse mesmo referencial. Por exemplo, quando o dardo sai da zarabatana e atinge um determinado alvo, como o dardo deslocou-se em relação a zarabatana, ele movimentou-se, caso o dardo não tivesse se deslocado, estaria em repouso.

E) Trajetória

Corresponde à linha geométrica descrita por um ponto material ao se deslocar em relação a um dado referencial. A forma assumida pela trajetória depende do referencial adotado, podendo ser retilínea ou parabólica.

F) Espaço

Representado pela letra S , é a medida algébrica, ao longo de uma determinada trajetória, da distância do ponto onde se encontra o móvel ao ponto de referência adotado como origem.



No Sistema Internacional (SI), a unidade de velocidade é metro (m).

G) Deslocamento Escalar

É a variação do espaço, representamos por ΔS , dado pela diferença entre o espaço final e o espaço inicial.

$$\Delta S = S_f - S_i$$

No Sistema Internacional (SI), a unidade de deslocamento é metro (m).

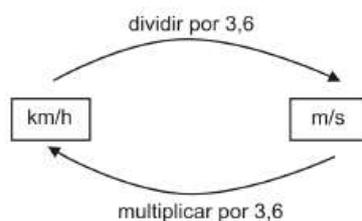
H) Velocidade Escalar

Imaginemos uma formiga em movimento e um homem andando sem correr. Qual deles é o mais rápido? Certamente o homem é o mais rápido, pois, num mesmo intervalo de tempo, o homem percorrerá uma distância muito maior do que a percorrida pela formiga. Em vez de dizer que o homem é o mais rápido, podemos dizer que a velocidade do homem é maior do que a velocidade da formiga.

A velocidade escalar média é a relação entre o deslocamento escalar ΔS e o correspondente intervalo de tempo Δt .

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta t}$$

No Sistema Internacional (SI), a unidade de velocidade é metro por segundo (m/s). É também muito comum o emprego da unidade quilômetro por hora (km/h). Pode-se demonstrar que 1 m/s é equivalente a 3,6 km/h. Assim temos:



I) Aceleração Escalar

É a variação da velocidade escalar ocorrida, em média, por unidade de tempo.

$$a = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V - V_0}{t - t_0}$$

No Sistema Internacional (SI), a unidade de aceleração é metro por segundo ao quadrado (m/s^2).

A aplicação da teoria nos jogos e brincadeiras indígenas:

ZARABATANA

A zarabatana é um instrumento artesanal de sopro, usado para caçar animais de porte médio e também para defesa das aldeias, é confeccionada com bambu ou taboca e enfeitada com penas, são usadas pequenas setas (dardos) de madeira de aproximadamente 15 (quinze) centímetros de comprimento. É uma arma bastante utilizada pelos índios pataxó para caçar animais e aves, por ser silenciosa e precisa, mas também bastante utilizada em competições esportivas na escola, com o intuito de valorizar as tradições da etnia.



Fig. 03 – Disputa com a Zarabatana

Como aplicar:

Põe-se um alvo numa distância de 10 m. Cada participante tem direito a 3 tentativas. A pontuação é de acordo com o desenho do animal. Por exemplo:



Fig. 04 – Alvo em forma de Pássaro

O uso da Zarabatana como instrumento pedagógico pelo docente indígena será de suma importância no estudo de conceitos físicos da mecânica clássica, como por exemplo: ponto material, corpo extenso, referencial, movimento e repouso, tempo, trajetória, espaço, deslocamento escalar e velocidade. Que são conceitos norteadores do (8º) oitavo e (9º) nono ano do ensino fundamental II e do (1º) primeiro ano do ensino médio.

APLICAÇÃO:

01) Um caju desprende-se do galho do cajueiro e cai no chão, dia sem vento. Qual é a trajetória descrita pelo fruto em relação ao chão, considerando-se o caju como um ponto material?

Resposta: Segmento de reta

02) Uma motocicleta pilotada pelo professor Leonardo está chegando na Escola Pataxó de Coroa Vermelha, onde alguns alunos estão sentados na quadra poliesportiva.

a) Em relação à quadra poliesportiva, a motocicleta e os alunos estão em movimento?

b) Em relação a motocicleta, a quadra poliesportiva e os alunos estão em movimento?

Resposta:

a) Em relação a escola, a motocicleta está em movimento, mas os alunos estão parados.

b) Em relação a motocicleta, tanto a escola como os alunos ali sentados estão em movimento, com a mesma velocidade.

03) Uma oca pode ser considerada um referencial? Justifique

Resposta: Sim, pois ela não muda de posição com o tempo. E a partir dela podemos analisar se um corpo está em movimento ou repouso.

04) A distância entre a Escola indígena Pataxó Coroa Vermelha e o centro de Porto Seguro é de 20km aproximadamente. Sabendo-se que a velocidade escalar média de uma motocicleta é 72km/h, qual o intervalo de tempo gasto pela motocicleta para percorrer essa distância.

Resposta:

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta T} \rightarrow \Delta T = \frac{\Delta S}{V_m} = \frac{20000 \text{ m}}{20 \text{ m/s}} \rightarrow \Delta T = 1000\text{s} \cong 17\text{min}$$

Lembrete:

$$\Delta S = 20\text{km} = 20.000\text{m} \quad (1\text{Km} = 1.000\text{m})$$

$$V_m = \frac{72\text{km}}{\text{h}} \div 3,6 = 20\text{m/s}$$

05) Um professor de física, verificando em sala de aula que todos os seus alunos encontram-se sentados, passou a fazer algumas afirmações para que eles refletissem e recordassem alguns conceitos sobre movimentos. Das afirmações seguintes formuladas pelo professor, a única correta é:

a) Pedro pataxó (aluno da sala) está em repouso em relação aos demais colegas, mas todos nós estamos em movimento em relação à Terra.

b) A velocidade dos alunos que eu consigo observar agora, sentados em seus lugares, é nula para qualquer observador humano.

c) Como não há repouso absoluto, nenhum de nós está em repouso, em relação a nenhum referencial.

d) O Sol está em repouso em relação a qualquer referencial.

e) N.d.r

Resposta: alternativa a

06) Na disputa de uma corrida nas olimpíadas indígenas de 2015, dois indígenas, Lenilson e Flávio, partem juntos, mantendo constante o sentido do movimento. O pataxó Lenilson percorre 12km nos primeiros 10 minutos, 20km nos 15 minutos seguintes e 4km nos 5 minutos finais. Já o pataxó Flávio mantém durante todo o percurso uma velocidade constante. Ao final da corrida, eles chegam juntos, isto é, empatam. A velocidade constante do ciclista Flávio, em km/h, é:

$$V_m = \frac{\Delta S}{\Delta T} = \frac{12km + 20km + 4km}{10' + 15' + 5'} = \frac{36km}{30'} = \frac{36km}{0,5h} = 72km/h$$

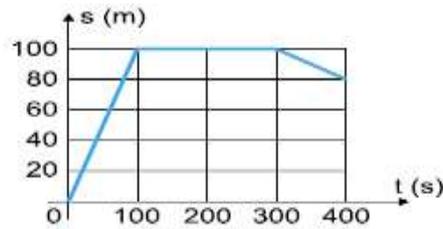
07) Na competição dos jogos indígenas a modalidade escolhida foi a Zarabatana, no qual foram escolhidos três indígenas de etnias diferentes para competir: Pataxó, Tupinambá e Kiriri. Em seguida, todos os indígenas lançaram os dardos com a Zarabatana e foi registrado a distância que cada dardo alcançou. O dardo do indígena Pataxó alcançou 10m, do Tupinambá 15m e o indígena Kiriri 20m. Se consideramos o tempo de voo igual a 10s para todos os dardos. Que etnia atingiu a maior velocidade para o dardo?

$$Pataxó \rightarrow V_m = \frac{\Delta S}{\Delta T} = \frac{10}{10} = 1m/s$$

$$Tupinambá \rightarrow V_m = \frac{\Delta S}{\Delta T} = \frac{15}{10} = 1,5m/s$$

$$Kiriri \rightarrow V_m = \frac{\Delta S}{\Delta T} = \frac{20}{10} = 2m/s$$

08) O gráfico ilustra a posição s , em função do tempo t , do pataxó Sandoval caminhando em linha reta durante 400 segundos em busca de água.



Com base no gráfico, analise as afirmações a seguir.

- I. Em nenhum instante Sandoval parou.
- II. O deslocamento de Sandoval, durante os 400 s, foi 180 m.
- III. A distância percorrida por Sandoval, durante os 400 s, foi 120 m.

Está correto apenas o que se afirma em:

- a) I. b) II. c) III. d) I e II. e) III.

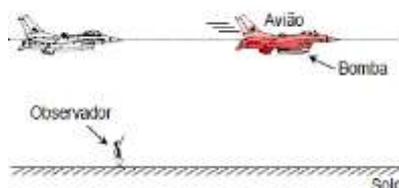
Resposta: alternativa c (100m +20m = 120m)

09) Sandoval de 2,05 m de altura e seu amigo Flávio de apenas 1,6 m partem juntos para uma caminhada de 5km ao longo da Reserva da Jaqueira em Porto Seguro – Bahia. Com passadas que medem o dobro das de Flávio, Sandoval caminhou os primeiros 2 km, tendo sempre ao seu lado o seu companheiro Flávio, quando teve que parar por um momento, mas pediu que Flávio seguissem frente. Flávio manteve seu ritmo e depois de certo tempo Sandoval o alcança completando a caminhada lado a lado. Podemos afirmar:

- a) Nos primeiros 2km a velocidade de Sandoval é a o dobro da de Flávio.
- b) Nos primeiros 2km a velocidade de Flávio foi o dobro da de Sandoval.
- c) Ambos completaram a caminhada de 5km com a mesma velocidade média.
- d) Ao longo dos 5km a velocidade média de Sandoval foi maior que a de Flávio.
- e) Como as passadas de Sandoval medem o dobro das de Flávio, a aceleração de Sandoval sempre foi maior que a de Flávio.

Resposta: Alternativa c, pois como Sandoval e Flávio tiveram a mesma variação de espaço no mesmo intervalo de tempo (Ambos completaram a caminhada lado a lado) eles tem a mesma velocidade média.

10) A figura ilustra um avião que realiza um movimento retilíneo, deslocando-se paralelamente ao solo horizontal com velocidade escalar constante, sobrevoando a cidade de Porto Seguro - Bahia. Num determinado instante, uma caixa de mantimentos solta-se do avião. Nestas circunstâncias (quaisquer efeitos de atrito e resistência do ar são desprezados), pode-se dizer que a trajetória da caixa de mantimentos com relação a um observador em repouso no solo é um:



- a) Segmento de reta formando um ângulo de 45° com o solo.
- b) Arco de circunferência.
- c) Segmento de reta formando um ângulo de 90° com o solo.
- d) Arco de parábola.
- e) Segmento de hélice (trajetória helicoidal).

Resposta: alternativa d.

Observação: Outra disputa bastante comum nas escolas da aldeia indígena Pataxó é a corrida com Maraká, na qual é disputada por duas equipes ou mais, onde os participantes devem correr com o Maracá na mão numa distância de 100 m ida e volta até o ponto estipulado, fazendo a volta, e entregar o Maracá na mão do próximo participante da mesma equipe sem deixar cair. Ganha a equipe cujos os participantes concluírem o trajeto primeiro.

Material:

- 1) 1 Maraká (um instrumento feito com coco ou cabaça);

- 2) 20 a 50 sementes até o som ficar bom;
- 3) 1 pedaço de madeira de 20 cm para o cabo;



Fig.05 – Maraká da aldeia Pataxó



Fig.06 – Corrida do Maraká na aldeia Pataxó

Contextualizando a corrida do Maraká com a Física, o professor poderá estudar temas relevantes na cinemática, como por exemplo, tempo, distância percorrida, espaço, velocidade e aceleração.

Aplicação pedagógica:

- 1) Formar equipes;
- 2) Determinar, com seus alunos, a distância de 50 e 100m;
- 3) Registrar o tempo dos 50m e 100m,

Após, realizadas todas as etapas anteriores, o professor poderá calcular a velocidade média escalar e a aceleração escalar de cada participante nos 50m e 100m da corrida. Como demonstramos nos exemplos anteriores.

APRENDA BRINCANDO

OBJETIVOS:

- Introduzir o conceito de velocidade média;
- Determinar a velocidade média em situações específicas;
- Estimar a velocidade média em várias situações.

Material:

Item	Descrição	Quantidade
01	Cronômetro	1
02	Trena de 10m	1
03	Carrinho	1
04	Giz	1

INTRODUÇÃO:

Em nosso dia-a-dia sempre nos deparamos com placas sinalizando limites de velocidade do tipo:



Km/h

A placa indica que a velocidade máxima permitida é 70 km/h, a unidade km/h sugere que a velocidade é uma grandeza associada à rapidez com que um objeto se move.

Quando o valor da velocidade de um corpo não se mantém constante, dizemos que este corpo está em movimento variado. Isto ocorre, por exemplo, com um automóvel cujo ponteiro de velocímetro indica valores diferentes a cada instante. O valor indicado no velocímetro, em um dado instante, é a velocidade instantânea do automóvel naquele momento. De fato, a distância percorrida dividida pelo intervalo de tempo gasto corresponde à velocidade escalar média do objeto.

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

PROCEDIMENTO

- Marque no chão do corredor da escola, usando giz e uma trena, uma distância de aproximadamente 20m.
- Usando um cronômetro digital, registre o tempo gasto por uma pessoa para percorrer esta distância nos seguintes casos, completando a tabela abaixo:

(A) Andando

(B) Correndo

			Grupo I	Grupo II	Grupo III	Grupo IV	Média
	Δt (s)	d(m)	V_m	V_m	V_m	V_m	V_m
A		20 m					
B		20 m					

- Termine de completar a tabela acima, usando dados de outros grupos.
- Determine a média das velocidades, nas várias situações de deslocamento.

II – Determine a velocidade de um carrinho à pilha que se desloca em linha reta.

- Marque, usando giz, um percurso de 3 m divididos de 50 em 50 cm;
- Ligue o carrinho e solte-o no chão um pouco antes do marco zero;

- iii) Quando este passar pela posição zero dispare o cronômetro;
- iv) Preencha a tabela, registrando o tempo gasto pelo carrinho para efetuar os respectivos deslocamentos;

d(m)	0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
$\Delta t(s)$	0						
V_m	xxxxxx						

- v) Determine a velocidade usando diferentes intervalos de tempo e preencha a tabela acima;
- vi) Determine a V_m total;
- vii) Houve grande variação nos resultados obtidos com intervalos diferentes de tempo?.....
- viii) Que conclusão você pode chegar sobre velocidade do carrinho?
.....

Para Pensar:

EXERCÍCIOS

1. Sabendo que o semáforo para o pedestre permanece aberto durante um tempo de 30 segundos numa determinada avenida larga, determine:
- a) Qual largura máxima (em metros) poderá ter a avenida para uma pessoa conseguir atravessá-la andando antes do sinal fechar. (Use a velocidade média que você encontrou no item a da parte I).
- b) Se a largura da rua for de 15m, qual deverá ser a velocidade mínima da pessoa para atravessá-la?

c) Considere um caminhão bem grande a 72Km/h a 60m de uma faixa de pedestre de 15m de largura. Qual a velocidade mínima para que uma pessoa possa atravessar essa faixa antes que o caminhão passe por ela?

CAPÍTULO III

DINÂMICA

As leis de Newton são os pilares de sustentação da Mecânica Clássica. Elas descrevem o movimento dos corpos, tanto no céu como na terra, as órbitas dos planetas, preveem a existência de novos planetas e explicam, por exemplo, os fenômenos das marés. Mas precisamos de cautela ao interpretá-las e aplicá-las ao nosso cotidiano.

3.0 – Leis de Newton

Como vimos anteriormente as Leis de Newton são os pilares de sustentação da Mecânica Clássica. Mas precisamos de cautela ao interpretá-las e aplicá-las ao nosso cotidiano indígena.

3.1 – Força

Força é uma interação entre dois corpos capaz de produzir, pelo menos, um dos seguintes efeitos:

- Iniciar um movimento;
- Parar um movimento;
- Variar o valor da velocidade de um corpo;
- Desviar a trajetória de um corpo;
- Modificar as formas de um corpo.

Podemos notar que os quatro primeiros itens estão relacionados com a variação da velocidade em módulo, direção ou sentido e o último, com mudanças estruturais no corpo. A definição de força exige que existam dois corpos. Desta forma, expressões do tipo: “eu tenho a força” são desprovidas de sentido dentro da Física. O correto seria: “eu posso aplicar uma força de grande intensidade em todos os corpos”. Por exemplo, na disputa de cabo de guerra.

Obs.: Força é uma grandeza vetorial e, portanto, possui módulo (intensidade), direção e sentido.

Cabo de guerra: esse jogo é disputado por duas equipes compostas por 8 participantes de cada lado. Ganha o grupo que conseguir arrastar os adversários primeiro até o ponto delimitado na corda para seu lado. Esse jogo exige muita força e resistência, por isso os participantes treinam durante um período para que no dia dos jogos eles estejam preparados.



Fig. 07 – Disputa do cabo de guerra na Aldeia Pataxó Tynguí Guaxuma

Obs: Através desse jogo podemos representar as três Leis de Newton, como também a força de atrito.

3.2 – Leis de Newton

Segundo Aristóteles, tanto para colocar um corpo em movimento, como para mantê-lo em movimento é necessária a ação de uma força. Conforme ele, o movimento se divide em duas grandes classes: a do movimento natural e a do movimento violento. Aristóteles afirmava que o movimento natural decorre da “natureza” de um objeto, dependendo de qual combinação dos quatro elementos (terra, água, ar e fogo) ele fosse feito. O movimento natural poderia ser diretamente para cima ou para baixo, no caso de todas as coisas da Terra, ou ser circular, no caso dos corpos celestes. Ao contrário do movimento para cima ou para baixo, o movimento circular não possuía começo ou fim. Ele acreditava que existiam leis diferentes que se aplicavam aos céus e afirmava que os corpos celestes são esferas perfeitas, formados por uma substância perfeita e imutável, que foi denominada quintessência (quinta essência, as outras quatro sendo terra, água, ar e fogo).

O movimento violento resultava de forças que puxavam ou empurravam. Este nada mais era que o movimento imposto. Uma pessoa empurrando um carro de mão ou sustentando um objeto pesado impunha movimento, como faz alguém quando atira uma pedra ou vence um cabo-de-guerra. O conceito de movimento violento enfrentava suas dificuldades, pois empurrões e puxões nem sempre eram evidentes. As afirmações de Aristóteles a respeito do movimento constituíram o início do pensamento científico, em que suas ideias perduraram durante quase dois mil anos.

Somente no século XVI, Galileu, um dos mais importantes cientistas daquela época, demoliu as hipóteses de Aristóteles. Galileu deixou cair da torre de Pisa vários objetos com pesos diferentes e comparou suas quedas. Ao contrário do que afirmava Aristóteles, ele comprovou que uma pedra duas vezes mais pesada que outra não caía duas vezes mais rápido, exceto pelo pequeno efeito da resistência do ar. Galileu descobriu que objetos de vários pesos, soltos ao mesmo tempo, caíam juntos e atingiam o chão ao mesmo tempo. Observamos que a ideia fundamental de Aristóteles era que sempre fosse necessário empurrar ou puxar um objeto para mantê-lo em movimento. E este princípio básico foi negado por Galileu, afirmando que se não houvesse interferência sobre um objeto móvel, este deveria mover-se em linha reta para sempre, no qual, nenhum empurrão, puxão ou qualquer tipo de ação era necessário para isso.

Galileu testou suas hipóteses fazendo experiências com o movimento de diversos objetos sobre planos inclinados. Observou que bolas que rolavam para baixo adquiriam maior velocidade, enquanto as que rolavam para cima menor velocidade. Então, ele concluiu que essas bolas que rolassem no plano horizontal não deveriam torna-se mais ou menos velozes. A bola atingiria finalmente o repouso não por causa da sua “natureza”, mas por causa do atrito. Ele raciocinou que na ausência de atrito ou de forças opostas, um objeto movendo-se na horizontal continuaria movendo-se indefinidamente. A propriedade de um objeto de tender a manter-se em movimento numa linha reta foi chamada por ele de inércia.

Em 1642, no mesmo ano da morte de Galileu, nasceu Isaac Newton. Quando tinha 23 anos, ele desenvolveu suas famosas leis do movimento, que suplantaram em definitivo as ideias de Aristóteles que haviam dominado o pensamento dos cientistas por dois milênios. O conceito de inércia, como vimos anteriormente, foi conceituado pela primeira vez por Galileu e, após algumas décadas, Newton reafirmou essa ideia e

formulou o seu primeiro princípio, o qual denominou lei da inércia ou princípio da inércia.

Podemos observar que a descrição do “estado de movimento” é caracterizada pela tendência natural de um corpo ou objeto estar no seu estado de descanso ou no seu estado de movimento retilíneo, devido à própria inércia da matéria. Ou seja, a ação impressa é uma ação exercida sobre um corpo para mudar seu estado de repouso ou de movimento uniforme em linha reta. É importante enfatizarmos que a ação representada e citada anteriormente no texto acima representa o conceito de força (\vec{F}).

Essa resistência à mudança do estado representa a inércia do corpo, pois um sistema é caracterizado como sendo inercial quando uma ação externa é aplicada ao corpo e esse resiste devido ao seu estado inercial. É importante ratificarmos que podemos caracterizar o estado inercial de um corpo por assim dizer como a quantidade de matéria contida num corpo, que chamamos de massa na qual a representação dessa massa, se observamos com cuidado, determina o princípio da inércia. Pois, no princípio, Newton afirma que: "a força inata (ínsita) da matéria é um poder de resistir pelo qual cada corpo, enquanto depende dele, persevera em seu estado, seja de descanso, seja de movimento uniforme em linha reta." Ou seja, quanto maior a quantidade de matéria de um corpo, maior será a sua tendência ao repouso ou ao movimento retilíneo e uniforme.

Contudo, para especificarmos o quanto de matéria algum corpo tem, usamos o termo massa, e, quanto maior for a massa de um objeto, maior será a sua inércia. Seguindo o método axiomático de Euclides, como era costume no século XVII, Newton definiu o conceito de massa que chamava “quantidade de matéria”, como o produto da densidade e do volume. Tal definição passou a ser considerada problemática, já que ele não define o que seria “densidade”. Segue abaixo algumas definições mais recentes sobre massa:

- “A quantidade de matéria num objeto” (HEWITT, 2002).
- “É a medida da inércia ou lerdeza que um objeto apresenta em resposta a qualquer esforço feito para movê-lo, pará-lo ou alterar de algum modo o seu estado de movimento” (HEWITT, 2002).

A unidade de massa é definida em termos de um protótipo (depositado no Ofício Internacional de Pesos e Medidas em Paris), que representa o quilograma (kg), e foi construído originalmente para corresponder à massa de 1 litro de água a pressão

atmosférica e a temperatura de 4 °C. Adotaremos o Sistema internacional de medidas (SI) de unidades, onde a unidade de comprimento é metro, a de massa é quilograma e tempo é o segundos (NUSSENZVEIG, 2002).

É pela inércia da matéria que todo corpo dificilmente sai de seu estado de repouso ou de movimento. Ou seja, o que Newton chama de Inércia é a força de resistência ao movimento, que todo o corpo possui. Podemos observar outras formas de ratificar o princípio da inércia, através de outros autores, como:

- “Todo corpo persiste em seu estado de repouso, ou de movimento retilíneo e uniforme, a menos que seja compelido a modificar esse estado pela ação de forças impressas sobre ele” (NUSSENZVEIG, 2002).
- “Todo objeto permanece em seu estado de repouso ou de movimento uniforme numa linha reta, a menos que seja obrigado a mudar aquele estado por forças imprimidas sobre ele” (HEWITT, 2002).
- “Um corpo permanece em repouso ou com velocidade constante (aceleração nula), quando abandonado a si mesmo, isto é, quando forças externas não atuam sobre ele” (BERKELEY, 1973).

Salientamos que a primeira lei de Newton (inércia) não é válida para qualquer referencial. Os referenciais em que ela é válida chamam-se referenciais inerciais. Por exemplo, um referencial ligado às estrelas fixas é uma excelente aproximação de um referencial inercial. Um referencial em movimento retilíneo uniforme em relação a um referencial inercial é também inercial, porque todo corpo em repouso ou em movimento retilíneo uniforme em relação a um deles também estará em repouso ou em movimento retilíneo em relação ao outro. Logo, dispomos de um referencial inercial (ligado às estrelas fixas), conseqüentemente de uma infinidade deles.

É importante ratificarmos que Newton sabia que as suas leis sobre o movimento só faziam sentido se definissem um sistema de eixos, um referencial ou sistema de referência, em relação ao qual pudessem fazer as medidas sobre o movimento dos corpos, pois ele admitiu previamente ao enunciado das leis a existência de um espaço absoluto que na sua própria natureza, sem comparação a nada de exterior, permanece sempre o mesmo e inamovível, o que o obrigou também a definir um espaço relativo correspondendo a uma dimensão ou medida móvel do espaço absoluto. Portanto, do

ponto de vista newtoniano, o movimento a que se referem suas leis é o movimento absoluto que possui como referencial o espaço absoluto.

Tal como Newton admitiu a existência do espaço absoluto, também definiu o tempo como sendo absoluto de forma igual sem relação com qualquer coisa de exterior. Esta noção newtoniana, como a de espaço absoluto, esteve sempre sob a mira dos críticos: se o tempo fluía de uma forma igual, de modo uniforme, isto deveria implicar a existência de qualquer coisa que controlaria a forma como se desenrolava esse fluxo. No entanto, o próprio Newton acrescentava que o tempo absoluto fluía, então, não seria possível sem relação com qualquer coisa exterior controlar a uniformidade do fluir temporal. O tempo absoluto apresentava-se, assim, como uma entidade fisicamente impossível de definir, de aceitação exclusivamente metafísica. É com a teoria da relatividade que este conceito é ultrapassado, definindo-se o processo físico de comparar instantes ditos simultâneos, sem recorrer a esse termo de comparação que é o tempo absoluto.

Ou seja, define-se referencial de inércia como aquele em relação ao qual são válidas as leis de Newton para qualquer sistema de eixos. Todavia, ainda de acordo com a Primeira Lei, movendo-se com velocidade uniforme e retilineamente em relação ao referencial absoluto, também será um referencial de inércia.

3.2.1 – 1ª Lei de Newton (lei da inércia)

Uma partícula qualquer pode estar sujeita a várias forças diferentes, aplicadas em direções e sentidos distintos. A 1ª Lei de Newton afirma que se a resultante das forças que atuam em uma partícula for nula, ela estará em repouso ou em movimento retilíneo uniforme.

$$\mathbf{F}_R = \mathbf{0}(\text{Repouso ou MRU})$$

As duas situações descritas acima representam que a velocidade da partícula é constante. Diremos que estas são situações de equilíbrio. Se a partícula estiver em repouso, chamaremos de equilíbrio estático, se ela estiver em movimento, equilíbrio dinâmico. A conclusão a que chegamos é que, naturalmente, um corpo parado tende a se manter em repouso e um corpo que se desloca, tende a se manter em Movimento Retilíneo Uniforme. Esta propriedade inerente a todos os corpos chama-se inércia.

Podemos medir a quantidade de inércia de um corpo através de sua massa. Assim, um elefante possui muito mais inércia do que uma formiga. É por causa da inércia que nós somos projetados para frente quando freamos um automóvel. Em relação à rua, nós estávamos em movimento e temos, por inércia, a tendência de continuarmos em M.R.U (Movimento Retilíneo Uniforme). Quando iniciamos o movimento do automóvel novamente, temos uma sensação de compressão contra o assento. Estávamos parados e a nossa tendência era continuar nesse estado.

Contudo, uma das implicações da primeira lei da inércia é que qualquer variação da velocidade \vec{v} (intensidade, direção e sentido do movimento) de um corpo em relação a um referencial inercial, resulta numa aceleração associada à ação de forças. A lei fundamental da Mecânica Clássica é a segunda lei do movimento de Newton. Esta nos permite determinar a evolução de um sistema na Mecânica Clássica. Temos que destacar que a primeira lei pode ser considerada como um caso particular da segunda lei, pois se a força (\vec{F}) que atua sobre um corpo é nula mostra que o corpo está em repouso ou em Movimento Retilíneo Uniforme. Com isso, a segunda lei, como a primeira, só é válida num referencial inercial.

A apresentação da segunda lei de Newton implicou na existência de uma relação entre grandezas entendidas como entidades físicas mensuráveis. Mas, como foi citado anteriormente, Newton, nas suas definições prévias, nada diz sobre como medir massa e força. Logo, a Segunda Lei não se pode constituir como tal, sendo por muitos autores apresentada antes como a forma de definir a grandeza física força, pois a força é uma grandeza que resulta do produto da massa pela aceleração. Ou seja, a segunda lei de Newton corresponde efetivamente à definição de força, que é determinada pelas interações induzidas pelos corpos, uns sobre os outros, segundo as linhas que os unem.

2.2.2 – 2ª Lei de Newton

Esta lei (também chamada de Princípio Fundamental da Dinâmica) nos informa o que irá acontecer se a força resultante sobre uma partícula não for nula. Newton mostrou que a força resultante é proporcional à aceleração adquirida pela partícula. Matematicamente, podemos expressar esta Lei da seguinte forma:

$$\vec{F} = m \cdot \vec{a}$$

A força resultante sobre uma partícula é igual à massa multiplicada pela aceleração. Note que a equação descrita acima é vetorial, o que nos leva a concluir que a **força resultante e a aceleração sempre terão o mesmo sentido.**

Podemos determinar a unidade de força no sistema internacional, utilizando a 2ª Lei.

$$[F_R] = [m] \cdot [a] = \text{kg} \cdot \text{m/s}^2 = \text{newton (N)}$$

Para que se tenha uma ideia, 1 newton de força equivale ao peso de uma pequena xícara de café, aproximadamente. Outra unidade utilizada na prática é o quilograma-força (kgf). A relação entre o newton e o kgf é:

$$1\text{kgf} \cong 10\text{N}$$

2.2.3 – 3ª Lei de Newton (ação e reação)

Até agora consideramos apenas as forças exercidas sobre uma única partícula. Num sentido mais amplo, uma força é resultado da interação entre objetos. Por exemplo, boxeador ao bater no saco, mais coisas estão acontecendo além da pancada. O saco também está “batendo” o boxeador. De que forma poderíamos explicar por que as mãos do boxeador ficam doendo e avermelhadas? A mão do boxeador e o saco empurram-se mutuamente. Existe um par de forças envolvidas. A força aplicada pelo boxeador no saco e a força de volta do saco no boxeador são iguais em intensidade ou módulo, apresentam mesma direção e são opostas em sentido (NUSSENZVEIG, 2002).

É comum que nossos alunos perguntem: “Quem exerce a força e quem sofre a ação da força?” A resposta de Newton para isso foi que nenhuma força pode ser definida como “ação” e “reação”, ele concluiu que ambos os objetos devem ser tratados igualmente. Por exemplo, na interação de um martelo e um prego, o martelo exerce uma força sobre o prego, mas ele mesmo sofre uma parada neste processo. Tais observações conduziram Isaac Newton a sua terceira lei do movimento:

- “Sempre que um objeto exerce uma força sobre um outro objeto, este exerce uma força igual e oposta sobre o primeiro” (HEWITT, 2002).

- “Sempre que dois corpos interagem, a força \vec{F}_{12} no segundo corpo, devido ao primeiro, é igual e oposta à força \vec{F}_{21} no primeiro, devida ao segundo ($\vec{F}_{12} = -\vec{F}_{21}$)” (BERKELEY, 1973).

A terceira lei de Newton com frequência é enunciada assim: “A cada ação corresponde sempre uma reação igual”. Em qualquer interação há sempre um par de forças de ação e reação, que são iguais em valor e de sentidos opostos. Nenhuma força existe sem a outra, as forças aparecem em pares. O par de forças de ação e reação constitui uma interação entre as duas (HEWITT, 2002).

Ou seja, quando aproximamos um ímã de um prego bem pequeno, notamos que o segundo se desloca em direção ao primeiro. Isto nos faz concluir que o ímã atrai o prego. Por outro lado, se tivermos um ímã bem pequeno e um prego bem grande, iremos notar em uma situação oposta, o que irá mostrar que existe uma atração do prego sobre o ímã. A 3ª Lei de Newton nos informa que se um corpo **A** aplica uma força \mathbf{F}_{AB} em outro corpo **B**, então **B** irá aplicar força \mathbf{F}_{BA} em **A**.



Fig. 08 – Par de forças ação e reação

Estas duas forças (chamadas de par de forças ação e reação) terão as seguintes características:

- Mesma direção;
- Sentidos opostos;
- Mesmo módulo.

Enquanto as duas primeiras características são de fácil compreensão, a terceira pode nos causar uma certa estranheza, a princípio. Por exemplo, em uma colisão entre um ônibus e uma bicicleta, esta irá apresentar estragos muito maiores. Temos que ter cuidado com as conclusões que tiramos a partir das observações que fazemos. No caso citado, apesar

de as forças trocadas entre o ônibus e a bicicleta serem iguais em módulo, os efeitos produzidos são diferentes. Devemos perceber que a estrutura de uma bicicleta é muito mais frágil do que a de um ônibus. A mesma força de 10 newtons aplicada sobre uma formiga não irá produzir o mesmo efeito do que se for aplicada em um elefante.

Outro exemplo que podemos identificar com facilidade na terceira de Newton é a disputa de arco e flecha, bastante comum nas aldeias Pataxó e também em competições das Olimpíadas Indígenas.

Arco e flecha: é uma arma de tamanho 1m e meio de comprimento usada para caçar animais de porte médio e também para defesa das aldeias. É confeccionada com pau d'arco e pati, são usadas flechas de 1 m feitas de pati ou tucum. A pontuação será pelas somas da pontuação adquirida no lançamento das flechas. Todos terão que trazer seu arco e flecha.

Como jogar: Põe-se um alvo a uma distância de 50 m. No qual, cada participante tem direito a 3 tentativas. Ganha quem acertar o centro do alvo, que pode ser um desenho de um animal. A pontuação é contada de acordo com o desenho do animal. Ex: peixe, porco etc. (100 – olho, 50 – o corpo e 25 – abas)



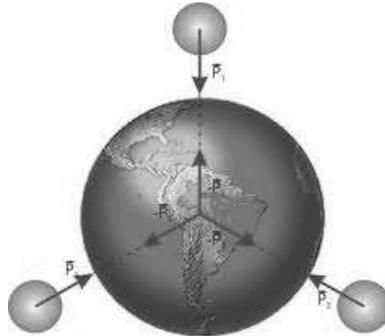
Fig. 09 – Disputa do arco e flecha (Akuã)

Obs: através desse jogo, podemos representar e calcular as forças de ação e reação, como os conceitos estudados em Cinemática.

3.3 – Principais forças na natureza

3.3.1 – Força peso (\vec{P})

Sabemos que a Terra cria em torno de si um campo gravitacional. Qualquer corpo aí inserido é atraído para o seu centro. A queda será feita em movimento acelerado e, nas proximidades da superfície da Terra, a aceleração (chamada de aceleração da gravidade, g) é cerca de 10 m/s^2 .



De acordo com a 2ª Lei de Newton, se um corpo possui uma aceleração, deve existir uma força resultante. Esta força com que a Terra atrai os corpos recebe o nome de força peso. Podemos mostrar que o peso de um corpo de massa m é calculado por:

$$\vec{P} = m \cdot \vec{g}$$

O peso tem direção radial e aponta sempre para o centro do planeta, ou seja, para baixo. Em nossos exercícios, iremos considerar o peso uma força vertical para baixo. Definimos o peso de um corpo para a Terra, mas o que foi discutido é válido para qualquer corpo celeste. Na superfície da Lua, por exemplo, onde a aceleração da gravidade é cerca de 6 vezes menor do que na da Terra, o peso de um corpo será 1/6 de seu peso em nosso planeta. No nosso dia-a-dia, utilizamos a palavra peso para designar massa. Perguntamos: “Qual é o seu peso da sua tora?” e temos como resposta: “70 quilos”. A resposta que foi dada está errada, pois 70 quilos (quilogramas) representa a sua massa. Pelo que estudamos neste item, a resposta correta deveria ser: “considerando $g = 10 \text{ m/s}^2$, o peso da minha tora é de 700N.” Pois, neste caso, efetuamos o seguinte cálculo:

$$P = mg = 70 \text{ (kg)} \cdot 10 \text{ (m/s}^2\text{)} = 700 \text{ N}$$

Corrida de tora: O povo Pataxó sempre esteve em confronto com outros grupos, por isso a corrida de tora era usada como um teste para saber se o Kacuçu (homem) estava preparado para confrontos e também para casar. O Kacuçu tem o dever de carregar uma tora com o peso da sua Jokana (mulher) até uma determinada distância. Devido ao dever que o homem tem de ajudá-la caso ocorra algo com ela na mata ou em outras circunstâncias. Vale ressaltar que, hoje, a corrida de tora também é uma das modalidades dos jogos indígenas.

Como se joga nos jogos: ela é disputada por dois participantes de cada equipe. Eles ficam a uma determinada distância um do outro. Um deles corre com a tora até o participante que está do outro lado e faz a passagem da tora para o outro retornar ao ponto inicial. Ganhando quem fizer o trajeto mais rapidamente.



Fig.10 – Disputa da corrida da tora

Através da fig.10, podemos calcular as forças: peso (\vec{P}), normal (\vec{N}) e atrito (\vec{f}). Como também os conceitos estudados em cinemática.

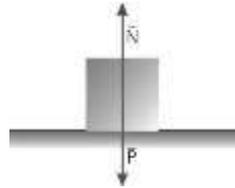
2.3.2 – Normal (\vec{N})

Vamos imaginar um bloco apoiado em uma superfície horizontal.



Já sabemos que a Terra aplica uma força de atração sobre este bloco. No caso, o Peso tem direção vertical e sentido para baixo. Por causa desta força, o bloco tende a se deslocar para o centro da Terra. Este fato não acontece, pois a superfície horizontal

aplica sobre o bloco uma força vertical para cima, que é contrária à compressão exercida pelo bloco sobre a superfície. A esta força contrária à compressão damos o nome de Reação Normal. O nome *Normal* se refere ao fato de esta força ser sempre perpendicular à superfície. A figura seguinte mostra o esquema de forças que atuam no bloco.



Note que, neste caso, as forças Peso e Normal possuem mesma direção, sentidos opostos e mesmo módulo. Por isso, estas forças se equilibram, produzindo uma força resultante nula.

Observação: Normal e Peso não representam um par de forças ação e reação, pois atuam em um mesmo corpo.

2.3.3 – Força de tração exercida por um fio ideal (\vec{T})

Dado um sistema onde um corpo é puxado por um fio ideal, ou seja, que seja inextensível, flexível e tem massa desprezível.

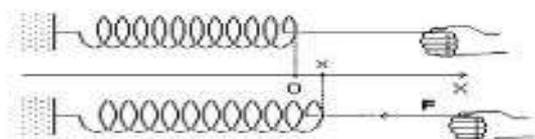


Podemos considerar que a força é aplicada no fio, que por sua vez, aplica uma força no corpo, na qual chamamos força de Tração (\vec{T}).



2.3.4 – Força elástica (\vec{F}_{el})

Imagine uma mola presa em uma das extremidades a um suporte, e em estado de repouso (sem ação de nenhuma força).



Quando aplicamos uma força F na outra extremidade, a mola tende a deformar (esticar ou comprimir, dependendo do sentido da força aplicada). Ao estudar as deformações de molas e as forças aplicadas, Robert Hooke (1635-1703), verificou que a deformação da mola aumenta proporcionalmente à força. Daí estabeleceu-se a seguinte lei, chamada Lei de Hooke:

$$\vec{F}_{el} = k \cdot x$$

Onde:

F : intensidade da força aplicada (N);

k : constante elástica da mola (N/m);

x : deformação da mola (m).

A constante elástica da mola depende principalmente da natureza do material de fabricação da mola e de suas dimensões. Sua unidade mais usual é o N/m (newton por metro) mas também encontramos N/cm; kgf/m, etc.

2.3.5 – Força de atrito (\vec{f})

Você já deve ter percebido que, em uma corrida de Fórmula 1, os pneus dos carros para dias de chuva contêm frisos, ao passo que, para os dias de tempo bom, os pneus possuem menos frisos. O motivo dessa diferença é que, com a pista molhada, o atrito tende a diminuir, sendo necessário um tipo especial de pneu para que os carros possam

efetuar as voltas com um mínimo de segurança. Da mesma maneira, um tênis de solado liso pode provocar mais quedas do que outro cuja sola é frisada. A força de atrito está relacionada com esses exemplos e é responsável por uma infinidade de outras situações cotidianas. Antes de iniciarmos um estudo quantitativo desta força, faremos uma análise qualitativa, no sentido de entendermos o motivo da existência do atrito.

Por mais polida que uma superfície possa nos parecer, ela apresenta, microscopicamente, inúmeras irregularidades. Imagine, então, que duas destas superfícies irregulares estejam em contato e exista entre elas, um movimento efetivo ou a tendência de movimento. Podemos concluir que, por causa destas irregularidades, haverá uma força contrária ao movimento (ou à sua tendência). Esta força será chamada de atrito. Note que, quanto mais rugosas forem as superfícies em contato, mais intenso será o módulo da força de atrito. Para podermos encontrar uma fórmula matemática que nos permita calcular o valor desse atrito, vamos seguir o seguinte raciocínio: estamos querendo mover um bloco que está apoiado em uma superfície horizontal.



- Inicialmente iremos aplicar uma força F_1 , mas o corpo continuará em repouso. Isto pode ser explicado pela força de atrito que está atuando no bloco, no sentido contrário ao da força F_1 . De acordo com a 1ª Lei de Newton:

$$\vec{F}_1 = \vec{F}_{a1}$$

- Agora, vamos aumentar a força aplicada para F_2 ($F_2 > F_1$). Considere que, mesmo assim, o corpo continua parado. A explicação a que podemos chegar é que o atrito também aumentou, tendo, agora, o mesmo valor de F_2 .



- Iremos, então, aumentar ainda mais o valor da força aplicada, produzindo uma força F_3 ($F_3 > F_2$). Ainda assim, o bloco permaneceu em repouso. Mais uma vez, a força de atrito teve seu valor aumentado para $f_{a3} = F_3$. Porém, podemos notar que o corpo está quase se

movimentando. Se aumentarmos um pouco mais a força aplicada, poderemos colocar o bloco em movimento.



Podemos dizer que, neste caso, o atrito já atingiu o seu valor máximo.

- A partir desta situação, se aumentarmos um pouco mais a força, o bloco entrará em movimento. É interessante notar que, quando o corpo está em movimento, a força de atrito que sobre ele atua é constante e possui um valor menor do que o módulo do atrito máximo descrito anteriormente.



A conclusão a que chegamos é que, enquanto o corpo estiver em repouso, a força de atrito é variável, tendo sempre o mesmo valor da força que tende a gerar o movimento. Quando o corpo entra em movimento, a força de atrito passa a possuir um valor constante que é menor do que o atrito máximo que atuava no corpo em repouso.

2.3.6 – Tipos de atrito

2.3.6.1 – Força de atrito estático

É o nome que damos à força de atrito que atua nos corpos em repouso. De acordo com o que vimos, este atrito possui as seguintes características:

1. Possui módulo variável – depende da força motriz aplicada.
2. Admite um valor máximo.

Este valor máximo é proporcional à força normal aplicada sobre o corpo e pode ser calculado pela seguinte expressão:

$$F_{ae} = \mu_e \cdot N$$

Onde: μ_e é chamado de coeficiente de atrito estático e depende da rugosidade das superfícies em contato.

2.3.6.2 – Força de atrito cinético

É a força de atrito que atua nos corpos em movimento. Como já vimos, este tipo de atrito possui um módulo constante. O seu valor é dado por:

$$F_{ac} = \mu_c \cdot N$$

Onde: μ_c é o coeficiente de atrito cinético e também depende da rugosidade das superfícies em contato.

Já que a força de atrito cinético é menor do que a força de atrito estático máximo, podemos admitir que é mais fácil manter um certo corpo em movimento uniforme do que iniciar o movimento deste corpo. A conclusão a que podemos chegar é que, para um mesmo par de superfícies: $\mu_e > \mu_c$. O gráfico da força de atrito em função da força motriz aplicada será, então:



Observação: A força de atrito em objetos rígidos não depende da área de contato entre as superfícies.

APLICAÇÃO

(01) Em feiras-livres em comunidades Pataxó é muito comum esse tipo de diálogo:

Comprador: – Moço, por favor, quanto pesa esse pedaço de queijo?

Vendedor: – Mais ou menos dois quilos.

Do ponto de vista da Física, os termos sublinhados, utilizados nesse diálogo, são:

- a) Corretos, massa e peso são apenas denominações diferentes para uma mesma grandeza física.
- b) Corretos, pois embora massa e peso tenham significados diferentes, ambos podem ser medidos através das mesmas unidades.
- c) Incorretos, pois o comprador pergunta sobre quantidade de massa, e o vendedor responde em peso, que é uma força da gravidade.
- d) Corretos, uma vez que há correspondência $1 \text{ kg} = 9,81 \text{ N}$, igual a duas grandezas com as mesmas dimensões.
- e) Incorretos, pois o comprador pergunta sobre peso, que é uma força, e o vendedor responde em quantidade de massa.

Resposta: e

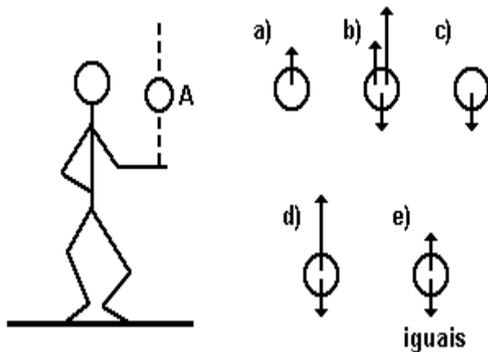
(02) Tendo-se em vista a primeira lei de Newton, pode-se afirmar que:

- a) Se um objeto está em repouso, não há forças atuando nele.
- b) É uma tendência natural dos objetos buscarem permanecer em repouso.
- c) Ela se aplica tanto a objetos em movimento quanto a objetos em repouso.
- d) Uma força sempre causa o movimento de um objeto.
- e) N.d.r

Resposta: c

(03) Um indígena na Aldeia Pataxó Aldeia Velha lança uma bola verticalmente para cima. O ponto A no desenho representa a posição da bola em um instante qualquer entre o seu lançamento e o ponto mais alto da trajetória. É desprezível a força de resistência

do ar sobre a bola. As setas nos desenhos das alternativas a seguir indicam a(s) força(s) que atua(m) na bola. Qual dos desenhos abaixo melhor representa a(s) força(s) que atua(m) na bola no ponto A, quando a bola está subindo?



Resposta: c, pois independentemente da trajetória a força peso sempre estará apontada para o centro da terra.

(04) Numa aula experimental de física, o professor, após discutir com seus alunos os movimentos dos corpos sob efeito da gravidade, estabelece a seguinte atividade: Coloquem dentro de uma tampa de caixa de sapatos objetos de formas e pesos diversos: pedaço de papel amassado, pedaço de papel não amassado, pena, esfera de aço, e uma bolinha de algodão. Em seguida, posicionem a tampa horizontalmente a 2 metros de altura em relação ao solo, e a soltem deixando-a cair. Com a execução da atividade proposta pelo professor, observando o que ocorreu, os alunos chegaram a algumas hipóteses:

- I. A esfera de aço chegou primeiro no chão, por ser mais pesada que todos os outros objetos.
- II. Depois da esfera de aço, o que chegou logo ao chão foi o pedaço de papel amassado, porque o ar não impediu o seu movimento, contrário ao que ocorreu com os outros objetos dispostos na tampa.
- III. Todos os objetos chegaram igualmente ao chão, uma vez que a tampa da caixa impediu que o ar interferisse na queda.

IV. Os objetos chegaram ao chão, conforme a seguinte ordem: 1º- tampa da caixa e esfera de aço; 2º- pedaço de papel amassado; 3º- bolinha de algodão; 4º- pena e 5º- pedaço de papel não amassado.

Após análise das hipóteses acima apontadas pelos alunos, é correto afirmar que:

- a) Apenas II está correta.
- b) Apenas I está correta.
- c) Apenas III está correta.
- d) Apenas IV está correta.
- e) Estão corretas I e II.

Resposta: c, como desconsideramos a resistência do ar, o tempo de queda será o mesmo para todos os corpos.

(05) Nas olimpíadas indígenas na modalidade de arco e flecha dois concorrentes discutem sobre a Física que está contida na arte do arqueiro. Surge então a seguinte dúvida: quando o arco está esticado, no momento do lançamento da flecha, a força exercida sobre a corda pela mão do arqueiro é igual à:

- I. Força exercida pela sua outra mão sobre a madeira do arco.
- II. Tensão da corda.
- III. Força exercida sobre a flecha pela corda no momento em que o arqueiro larga a corda.

Neste caso:

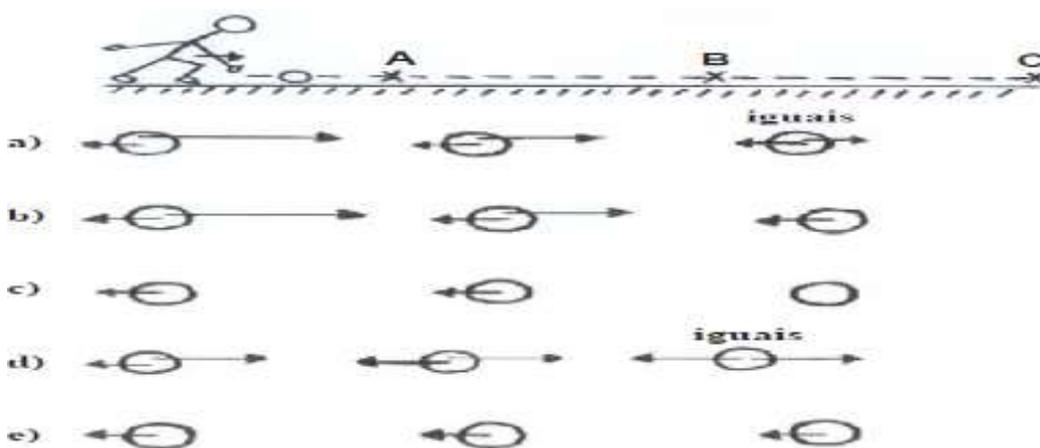
- a) Todas as afirmativas são verdadeiras.
- b) todas as afirmativas são falsas.
- c) Somente I e III são verdadeiras.

d) Somente I e II são verdadeiras.

e) Somente II é verdadeira.

Resposta: b

(06) A figura a seguir se refere ao índio (Thirry) Pataxó que lança com grande velocidade uma bola sobre uma superfície horizontal com atrito. Os pontos A, B e C são pontos da trajetória da bola, após o lançamento; no ponto C a bola está finalmente parada. As setas nos desenhos seguintes simbolizam as forças horizontais sobre a bola nos pontos A, B e C. Qual dos esquemas melhor representa a(s) força(s) sobre a bola?



Resposta: c, pois a força de atrito está na direção e sentido oposto do movimento.

(07) Uma professora de física, com o propósito de verificar se as ideias que os seus alunos traziam sobre a queda dos corpos se aproximavam da ideia defendida por Aristóteles, ou se estavam mais de acordo com a de Galileu, criou um diálogo entre dois colegas, os quais discutiam sobre o motivo de os corpos caírem de forma diferente, um tentando convencer o outro de que sua ideia era a mais correta.

Colega A: o corpo mais pesado cai mais rápido do que um menos pesado, quando largado de uma mesma altura. Eu provo, largando uma pedra e uma rolha. A pedra chega antes. Pronto! Tá provado!

Colega B: eu não acho! Peguei uma folha de papel esticado e deixei cair. Quando amassei, ela caiu mais rápido. Como é isso possível? Se era a mesma folha de papel, deveria cair do mesmo jeito. Tem que ter outra explicação!

A partir do diálogo criado pela professora, alguns alunos deram as seguintes explicações que ela transcreveu na lousa:

I - Concordo com o colega A, pois isto acontece porque os corpos têm densidades diferentes.

II - Concordo com o colega B, pois durante a queda os corpos sofrem a resistência do ar.

III - Concordo com o colega A, porque a diferença de tempo na queda dos corpos se deve à resistência imposta ao movimento pelo ar.

IV - Concordo com o colega B, porque o tempo de queda de cada corpo depende, também, de sua forma.

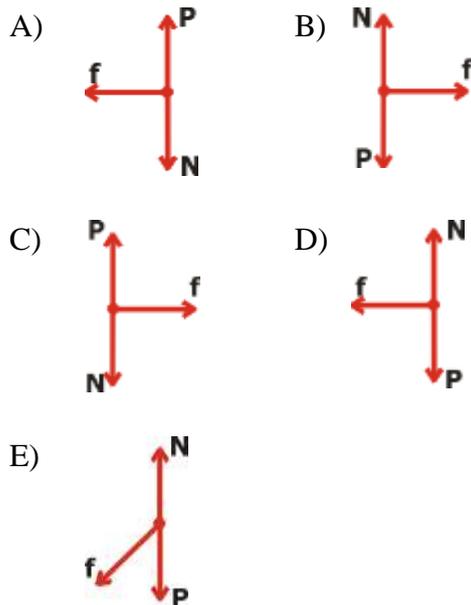
Das explicações dadas pelos alunos nas proposições supracitadas, identifique qual(is) dela(s) está(ão) corretamente de acordo com as ideias de Galileu Galilei:

- a) Apenas II e IV.
- b) Apenas I.
- c) Apenas III e IV.
- d) Apenas I e III.
- e) Apenas II.

Resposta: a

(08) Uma carroça de boi (Manaitê) transporta um caixote em uma estrada reta e horizontal com uma velocidade v , da esquerda para a direita. O carroceiro aplica os “freios” imprimindo uma desaceleração constante. Durante a fase de desaceleração, o

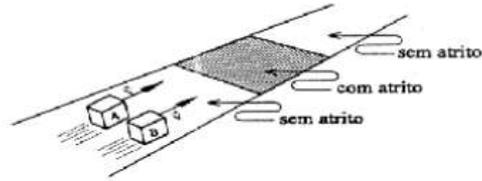
caixote não desliza sobre a carroceria da carroça. Sabendo-se que as forças que atuam sobre o caixote são: o peso do caixote P , a reação normal da superfície N e a força de atrito f , qual dos diagramas abaixo representa as forças que agem sobre o caixote durante a desaceleração?



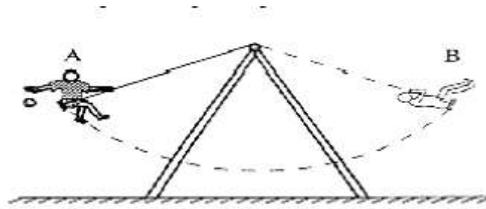
Resposta: d

(09) Segundo os fundamentos da mecânica newtoniana, conhecendo-se as forças que atuam em um objeto é possível determinar o estado de movimento. Em relação a este assunto, analise as proposições a seguir:

I. Dois blocos, A e B, deslizam com a mesma velocidade, sobre uma superfície plana e sem atrito, conforme mostra a figura abaixo. Sabendo-se que o bloco A tem massa maior que o bloco B e que os coeficientes de atrito entre os blocos e a região *hachurada* são iguais. Assim, após atravessarem a região com atrito, o bloco A deslizará com maior velocidade que o bloco B.



II. Na situação ilustrada na figura a seguir, um garoto está brincando em um balanço que oscila entre os pontos A e B. Se ele soltar uma pedra no exato instante em que atingir o ponto A, esta cairá verticalmente para uma pessoa parada em frente ao balanço.



III. As estatísticas indicam que o uso do cinto de segurança deve ser obrigatório para prevenir lesões mais graves em motoristas e passageiros no caso de acidentes.

Pode-se afirmar fisicamente que a função do cinto está relacionada com a Primeira Lei de Newton.

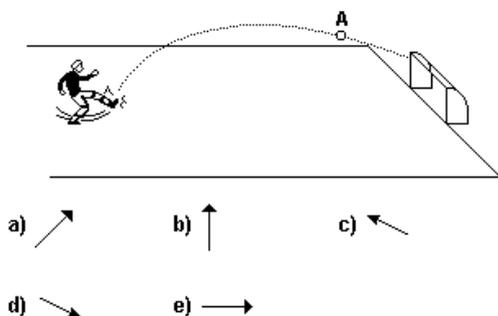
Com base na análise feita, assinale a alternativa correta:

- a) Apenas as proposições I e III são verdadeiras.
- b) Apenas as proposições II e III são verdadeiras.
- c) Apenas a proposição I é verdadeira.
- d) Apenas a proposição II é verdadeira.
- e) Nenhuma das proposições são verdadeiras.

Resposta: b

(10) No último jogo do clube PATAXÓ contra o TUPINAMBÁ, um certo jogador chutou a bola e a trajetória vista por um repórter, que estava parado em uma das laterais

do campo, é mostrada na figura a seguir. Admita que a trajetória não é uma parábola perfeita e que existe atrito da bola com o ar durante a sua trajetória. No ponto A, o segmento de reta orientado que melhor representa a força de atrito atuante na bola é:



Resposta: c

APRENDA BRINCANDO

Objetivo

- Determinar o coeficiente de atrito dinâmico entre um bloco e um plano inclinado e estudar a relação entre o coeficiente de atrito e o coeficiente angular.

Lista de material

Item	Descrição	Quantidade
01	Plano inclinado	01
02	Bloco de madeira polida	01
03	Fita métrica	01

Introdução

1.1 Plano inclinado

Primeiramente, analisamos o comportamento de um bloco de massa M apoiado sobre um plano inclinado de um ângulo α em relação a horizontal, desprezamos o atrito para realizarmos a decomposição das forças. (Fig 1 e 2)

Acrescente na figura a seguir a força peso \mathbf{P} e normal \mathbf{N} .

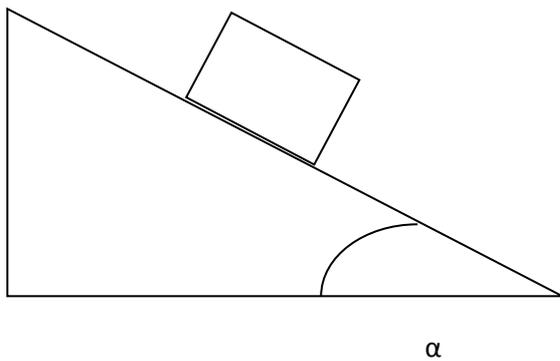


Fig. 01

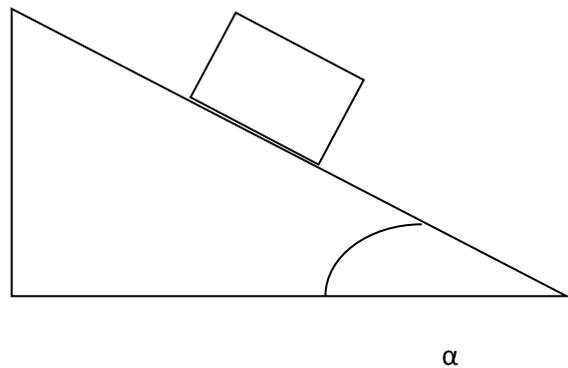


Fig. 02

Como podemos observar na figura 1 as forças que atuam sobre o bloco são:

\mathbf{P} : peso do bloco

\mathbf{N} : reação normal do plano de apoio sobre o bloco.

Para simplificar a análise matemática desse tipo de problema, costumamos decompor a força peso que atua sobre o bloco em duas direções:

Peso Tangente: paralela ao plano inclinado; \mathbf{P}_T

Peso Normal: perpendicular à direção do plano; \mathbf{P}_N .

Mostre na figura 3 a seguir as componentes da força peso e as demais forças quando se tem também o atrito; e o bloco está na iminência de se movimentar.

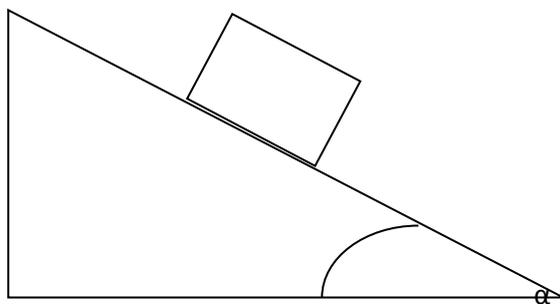


Fig. 03

1.2 Plano horizontal

Seja A um bloco inicialmente em repouso sobre um plano e apliquemos a esse corpo a força F , como se vê na figura 4, verificamos que, mesmo tendo sido aplicada ao corpo uma força, esse corpo nunca se moverá.

Se isso ocorre, concluímos que sobre ele estará agindo outra força, de mesmo módulo e em sentido oposto a F . A essa força denominamos força de atrito.

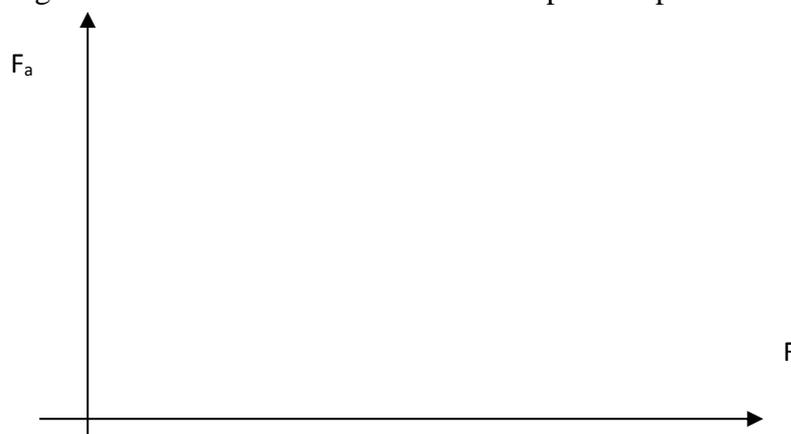


Fig. 04

Podemos, a seguir, aumentar gradativamente o valor da força F e verificaremos que o corpo continuará em repouso.

À medida que aumentamos a intensidade da força F , a intensidade da força de atrito também aumentou, de tal forma que a resultante das forças atuantes no bloco continuasse nula. Mas a prática nos mostra que, a partir de um determinado momento, o bloco passa a se deslocar no sentido da força F . A interpretação desse fenômeno é a seguinte: embora a intensidade da força de atrito possa aumentar à medida que aumentamos a intensidade da força solicitante F , a força de atrito F_a atinge um determinado valor máximo; a partir desse momento, a tendência do bloco é sair do repouso.

Faça um gráfico ilustrando o observado nesta etapa do experimento.



O valor máximo atingido pela força de atrito na fase estática é diretamente proporcional à intensidade da reação normal N no bloco. Esse resultado, experimental, pode ser expresso na forma:

Nessa expressão, μ é o coeficiente de atrito estático entre o bloco e a superfície. Uma vez atingido o valor máximo da força de atrito, se aumentarmos a intensidade da força F , o corpo entrará em movimento acelerado, no sentido de F .

Nessa segunda fase, denominada dinâmica, a intensidade da força de atrito permanecerá constante em módulo.

Nessa expressão, μ é o coeficiente de atrito dinâmico entre o bloco e a superfície.

Atenção: Experimentalmente, verifica-se que μ estático $>$ μ dinâmico, ou seja,

Observemos, ainda que o coeficiente de atrito μ não possui unidades, pois se trata de uma relação entre os valores de duas forças.

EXERCICIO:

Mostre que para este plano inclinado o coeficiente de atrito pode ser dado pela tangente do ângulo de inclinação.

Parte experimental:

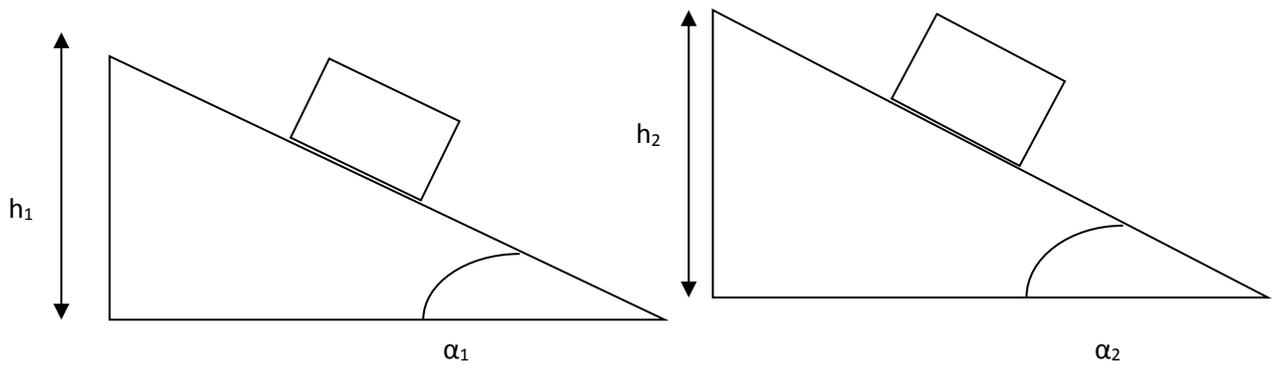
Montagem

Coloque o bloco de madeira sobre a lâmina de madeira na horizontal.

EXECUÇÃO

Após a montagem, iniciamos o experimento da seguinte forma:

Elevamos a parte móvel do suporte até que o bloco inicie o movimento e no momento de iminência paramos de elevar o suporte, onde se encontra uma das extremidades da lâmina de madeira, como mostra a figura abaixo.



Após fixarmos a parte móvel do suporte, executamos as medidas da base e da altura, que são os dados necessários para encontrar o coeficiente angular \cdot .

Procedimento 2

a) Após fazer as três medidas, encontre o valor para cada coeficiente angular μ ;

Valor da base =.....

Altura	H 1	H2	H3	H médio
Valores				
Coeficiente de atrito				

b) Repita o experimento com o lado rugoso do bloco em contato com o plano.

Altura	H 1	H2	H3	H médio
Valores				
Coeficiente de atrito				

CÁPITULO IV

HIDROSTÁTICA

A hidrostática ou a estática dos fluidos é a parte da física que estuda os líquidos em equilíbrio. Um líquido encontra-se em equilíbrio quando sua aceleração é nula; portanto, um líquido está em equilíbrio quando estiver em repouso ou em movimento retilíneo uniforme.

4.1 Densidade Absoluta

Densidade absoluta ou massa específica é a razão entre a massa e o volume de um corpo. Quando falamos de densidade absoluta estamos relacionando uma porção compacta de uma substância e o volume que ocupa.

$$d = \frac{m}{V}$$

Obs: é importante se notar que a densidade absoluta é uma característica do material que compõe o corpo, ou seja, para qualquer par de valores da massa e do volume de um corpo maciço feito de um certo material, a razão m/V será constante. A unidade da densidade será a razão entre uma unidade de massa e uma de volume. Trabalharemos, basicamente, com três: $d = \frac{kg}{m^3}$ (*S. I.*), $\frac{g}{cm^3}$ e $\frac{kg}{l}$.

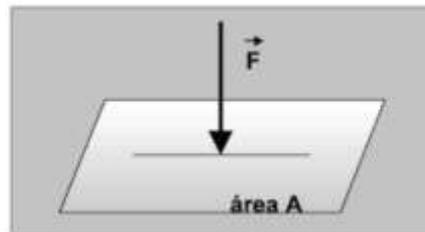
Observação: podemos trabalhar, também, com a **densidade de um corpo**. Apesar de a definição ser a mesma apresentada nesta seção, não existe a necessidade de o corpo ser maciço. Dessa forma, podemos ter um corpo de madeira (canoa), com uma certa massa, apresentando diversas densidades diferentes, desde que o volume deste corpo seja diferente.



Fig. 01 – Canoa de madeira de Pequi

4.2 Pressão (P)

Quando aplicamos uma força de intensidade **F** em um corpo, notamos que este fica comprimido pela força. A figura abaixo representa a força aplicada perpendicularmente a uma área **A**.



Definimos como pressão a razão entre a intensidade da força aplicada e a área de aplicação desta força.

$$P = \frac{F}{A}$$

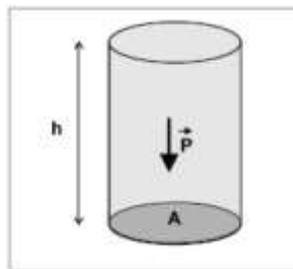
Para o cálculo da pressão, estamos levando em conta que a força aplicada é perpendicular à área de aplicação. Caso esta força seja inclinada em relação à área, devemos considerar somente a componente perpendicular. Note que, para uma mesma força, quanto menor for a área de contato, maior será a pressão aplicada. É por este motivo que os pregos, facas e outros objetos que têm como função penetrar em certas superfícies possuem uma forma pontiaguda. Na ponta, a área de contato é menor e, portanto, a pressão aplicada tende a ser maior.

Existem várias unidades para a pressão. Veja as principais: $\frac{N}{m^2}$ (*S.I.*), *atm*, *cm Hg*

Obs: $1,0 \text{ atm} = 76 \text{ cmHg} = 1,0 \times 10^5 \text{ Pa}$

4.3 – Pressão hidrostática

Após termos estudado a pressão de uma maneira genérica, vamos trabalhar com a pressão exercida por um fluido. Imaginemos um recipiente cilíndrico completamente cheio por um líquido qualquer.



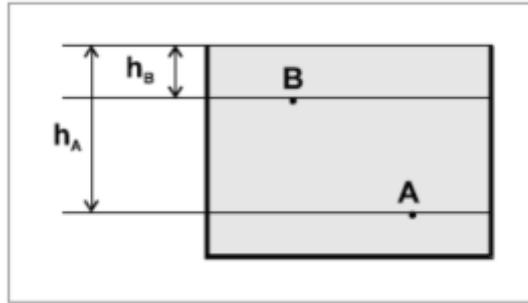
$$P_L = d_L \cdot g \cdot h$$

Observações:

- 1) Como podemos perceber na expressão deduzida nesta seção, a pressão exercida por um fluido não depende da área da base do recipiente.
- 2) O valor da altura h deve ser medido em relação à superfície do fluido. Em uma piscina, por exemplo, quanto mais fundo mergulhamos, maior o valor de h e, portanto, maior a pressão exercida pela água.
- 3) Chamamos de pressão atmosférica à pressão exercida pelo ar atmosférico. É fácil de se perceber que, ao nível do mar, a coluna de ar sobre as nossas cabeças é maior do que no alto de uma montanha. Assim, a pressão atmosférica em uma cidade litorânea é maior do que em uma cidade que se localiza no alto de uma serra, por exemplo.

4.4 – Teorema de Stevin

A figura abaixo está representando um recipiente contendo um líquido homogêneo e dois pontos no interior deste líquido.



O ponto A está localizado a uma profundidade maior. Logo, a pressão neste ponto será maior do que em B. Essas pressões podem ser calculadas da seguinte forma:

$$P_A = d_L \cdot g \cdot h_A$$

$$P_B = d_L \cdot g \cdot h_B$$

A diferença de pressão entre os pontos A e B é, portanto:

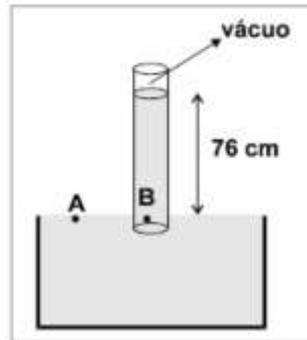
$$P_A - P_B = d_L \cdot g \cdot h_A - d_L \cdot g \cdot h_B = d_L \cdot g \cdot (h_A - h_B)$$

“A diferença de pressão entre dois pontos em um fluido é proporcional à diferença de profundidade entre esses pontos”.

Obs: a partir da análise deste teorema, podemos concluir que se dois ou mais pontos estiverem alinhados horizontalmente (mesma profundidade) em um mesmo fluido, as suas pressões serão iguais.

4.5 – Experiência de Torricelli

O físico italiano Evangelista Torricelli, baseando-se no teorema de Stevin, preparou uma experiência muito simples com o objetivo de calcular a pressão atmosférica. A figura seguinte mostra um esquema simplificado do seu experimento.

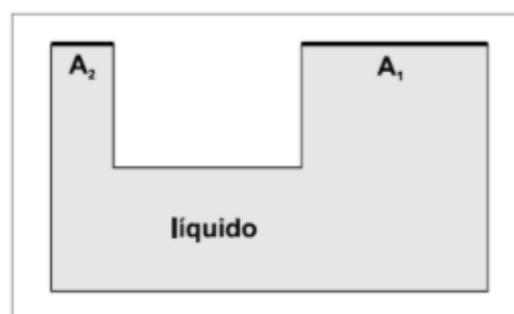


Enchendo o tubo de mercúrio, Torricelli o introduziu, com a abertura voltada para baixo, na bacia que estava parcialmente preenchida de mercúrio. Ao ser atingida a configuração de equilíbrio, havia, dentro do tubo, uma coluna de 76 centímetros de mercúrio acima do nível do mercúrio na bacia. Torricelli concluiu que a pressão exercida pelos 76 cm de mercúrio era igual à pressão atmosférica, uma vez que os pontos A e B da figura anterior estão alinhados horizontalmente e pertencem a um mesmo fluido. Com isso, estava definida a unidade de pressão chamada de centímetro de mercúrio.

Observação: a princípio, esta experiência pode ser feita com qualquer líquido. Se repetirmos todo o processo utilizando água, iremos encontrar uma coluna de cerca de 10 metros! A vantagem de se utilizar o mercúrio é que este possui uma densidade muito elevada ($13,6 \text{ g/cm}^3$).

4.6 – Princípio de Pascal

Pascal descobriu que a variação de pressão em um ponto de um fluido qualquer é transmitida integralmente a todos os outros pontos deste fluido. Como se pode observar, esta conclusão também é uma consequência do teorema de Stevin.



Quando você vai a um posto de gasolina e o carro tem que ser levantado, a máquina utilizada para tal fim (chamada de Prensa Hidráulica) funciona com base no princípio de Pascal. Esta máquina consiste em um tubo em forma de ‘U’ onde existe um líquido homogêneo e incompressível. As extremidades deste tubo possuem secções retas diferentes e estão lacradas por êmbolos móveis. Imagine um corpo de massa M_1 sobre o êmbolo maior. Devido ao seu peso, este corpo faz com que os pontos próximos ao êmbolo fiquem sujeitos a um aumento de pressão ΔP_1 .

De acordo com princípio de Pascal, este acréscimo de pressão deve ser transmitido a todos os outros pontos do líquido. Dessa forma, os pontos próximos ao êmbolo menor verificarão um aumento igual na pressão ΔP_2 . Porém, como a área deste êmbolo é menor, a força necessária para se produzir o equilíbrio também é menor.

$$\Delta P_1 = \Delta P_2 = \frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$$

Este dispositivo pode ser utilizado em qualquer ação em que seja necessária a multiplicação de uma força. Normalmente, um ser humano não consegue elevar um automóvel através da aplicação direta de uma força. Com o auxílio da prensa hidráulica, é possível que uma pessoa aplique uma força de pequena intensidade no êmbolo pequeno que, ao ser transmitida pelo líquido, é aumentada consideravelmente.

4.7 – Princípio de Arquimedes

Quando mergulhamos uma bola de plástico em uma piscina, temos a sensação de que a água aplica, na bola, uma força vertical para cima no sentido de impedir a imersão. Esta força que sentimos é a mesma que nos faz boiar e que sustenta um navio no mar e um avião no ar. Chamaremos esta força de EMPUXO (**E**). Conta a lenda que Arquimedes ao entrar em uma banheira completamente cheia de água percebeu que o volume de água que entornava (chamado de volume deslocado) era igual ao volume de seu corpo que entrava na banheira.

$$\mathbf{E} = \mathbf{P}_{\text{Fluido deslocado}} = \mathbf{m}_{\text{Fluido deslocado}} \cdot \mathbf{g}$$

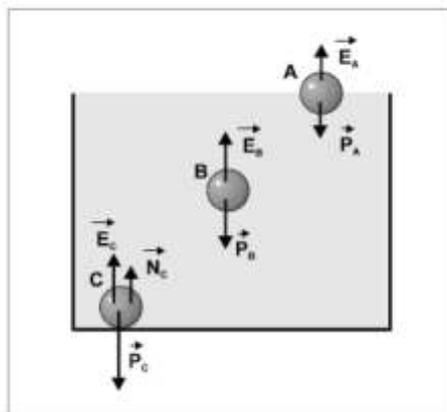
Como:

$$d = \frac{m}{V} \rightarrow m_{\text{Fluido deslocado}} = d_{\text{Fluido}} \cdot V_{\text{Fluido deslocado}}$$

Então:

$$E = d_{\text{Fluido}} = V_{\text{Fluido deslocado}} \cdot g$$

Obs: a existência da força de Empuxo está relacionada com este volume deslocado. Segundo o princípio de Arquimedes: “Um corpo total ou parcialmente imerso em um fluido recebe deste uma força vertical para cima que tem intensidade igual ao peso do fluido deslocado por este corpo”. Veja:



Observação: um corpo sólido introduzido em um fluido, dependendo de sua densidade, pode apresentar uma das seguintes configurações: Na situação **A**, o corpo permanece parcialmente imerso no fluido. Isso acontece quando a densidade do corpo é menor do que a densidade do fluido.

Neste caso, o empuxo aplicado pelo fluido é igual, em módulo, ao peso do corpo. Na situação **B**, o corpo fica em equilíbrio no interior do fluido, totalmente imerso. Dizemos que a densidade do corpo é igual à do fluido. Também neste caso, o empuxo aplicado pelo fluido tem a mesma intensidade do peso do corpo. Na situação **C**, o corpo possui uma densidade maior do que a do fluido e, por isso, se dirige para o fundo do recipiente.

O empuxo aplicado pelo fluido não é suficiente para equilibrar o peso do corpo. Podemos perceber que, devido ao contato entre o corpo e o recipiente, há a aplicação de uma força normal sobre o corpo.

Aplicação na comunidade: a construção de canoas na comunidade Pataxó vem sendo realizada desde a década de 50, com o intuito da navegação para a pesca como forma de sustento das famílias. Décadas atrás a pesca era mais frequente nos rios, porém hoje é mais comum no mar. As canoas que navegavam no rio poderiam ter no máximo 4m de extensão, diferentemente das que navegam no mar, que tem extensão de 5m a 7m, com capacidade para no máximo 03 pessoas.



Fig.02 - Índios Pataxós pescando

Obs: podemos representar, através desta figura, o princípio de Arquimedes e o conceito de densidade do corpo.

APLICAÇÃO

(01) O disco na coluna vertebral pode suportar uma pressão média de $11,0\text{N/mm}^2$ antes de romper. Considerando-se que a seção transversal de um disco é, aproximadamente, igual $9,8\text{cm}^2$, pode-se afirmar que a intensidade da força máxima suportada, imediatamente, antes que a ruptura ocorra, em kN, é igual a

a) 12,43.

b) 11,2.

- c) 10,78.
- d) 9,75.
- e) 8,84.

Resposta: c

(02) Hipócrates, o pai da medicina, descreveu o glaucoma. O físico Anders Celsius acreditava que essa doença era provocada por falha do cristalino e, por causa disso, muitas cirurgias foram realizadas. O oftalmologista William Mackenzie foi o primeiro a afirmar que o glaucoma era resultante do aumento da pressão no interior do globo ocular. Atualmente, sabe-se que nem sempre o paciente com glaucoma tem pressão ocular acima de 21,0mmHg. Além da pressão, é importante saber as condições do nervo óptico para definir o diagnóstico. Sabendo-se que a densidade do mercúrio é $13,6\text{g/cm}^3$ e considerando-se o módulo da aceleração da gravidade como sendo 10m/s^2 , a força aplicada a cada um milímetro quadrado de área no interior do globo ocular de um paciente com pressão ocular de 22,0mmHg é, no SI, aproximadamente,

- a) $1,8 \cdot 10^{-1}$.
- b) $2,1 \cdot 10^{-2}$.
- c) $2,5 \cdot 10^{-2}$.
- d) $3,0 \cdot 10^{-3}$.
- e) $3,6 \cdot 10^{-3}$.

Resposta: d

(03) No trabalho cotidiano do médico no município de Porto Seguro, as pressões são frequentemente medidas em unidades de mm de água porque, tipicamente, os fluidos

corpóreos têm a mesma densidade que a água. Considerando-se que um tubo oco é inserido na coluna vertebral de um paciente, que o fluido subiu até uma altura de 160mm e as densidades da água e do mercúrio são iguais, respectivamente, a $1,0\text{g/cm}^3$ e $13,6\text{g/cm}^3$, a altura correspondente que o mercúrio subiria, em mm, é aproximadamente igual a:

- a) 11,4.
- b) 11,5.
- c) 11,6.
- d) 11,7.
- e) 11,8.

Resposta: e

(04) O organismo humano pode ser submetido à pressão de, no máximo $4,0 \cdot 10^5 \text{N/m}^2$, sem consequências prejudiciais à saúde. Considerando-se a pressão atmosférica igual a $1 \cdot 10^5 \text{N/m}^2$, conclui-se que, nessas condições, a máxima profundidade recomendada a um mergulhador no mar de Porto Seguro é igual, em m, a:

- a) 20.
- b) 25.
- c) 30.
- d) 35.
- e) 40.

Resposta: c

(05) A Terra está envolta por uma camada de fluido gasoso, a atmosfera, que é atraída devido à gravidade que exerce sobre a superfície terrestre e sobre todos os corpos existentes nessa superfície uma pressão atmosférica, em que $1,0\text{atm}$ é igual a 10^5Pa . Considerando-se que a pressão no fundo de um lago é $1,8\text{atm}$, em um local em que o módulo da aceleração da gravidade é igual a 10m/s^2 , e a densidade da água é $1,0\text{ g/cm}^3$, conclui-se que a profundidade do lago, em m, é igual a

- a) 5,0.
- b) 6,0.
- c) 7,0.
- d) 8,0.
- e) 9,0.

Resposta: d

(06) Tratando-se dos conhecimentos sobre a hidrostática, analise as afirmativas e marque com **V** as verdadeiras e com **F**, as falsas.

- () O princípio de Arquimedes é formulado a partir da lei de Stevin.
- () Um manômetro de mercúrio é uma aplicação do princípio de Pascal.
- () O funcionamento de uma prensa hidráulica é alicerçado pelo princípio de Pascal.
- () A razão entre o volume imerso do iceberg e o seu volume total é igual à razão entre a densidade da água do mar e a densidade do gelo.

A alternativa que indica a sequência correta, de cima para baixo, é a

- A) V F F V.
- B) F V V F.
- C) V V V F.

D) V V F V.

E) F V V V.

Resposta: c

(07) Com base nos conhecimentos sobre a hidrostática, é correto afirmar:

- a) Um objeto completamente submerso em um líquido, com a massa específica e a temperatura constante, sofre a ação de um empuxo que independe da profundidade do objeto.
- b) O princípio de funcionamento de uma prensa hidráulica é fundamentado pelo princípio de Arquimedes e de Stevin.
- c) A pressão sobre uma área deve-se à resultante das forças tangenciais e das normais que atuam sobre a superfície.
- d) A densidade relativa e a massa específica são grandezas escalares equivalentes.

Resposta: a

(08) Os fluidos desempenham papel fundamental em muitos aspectos da vida cotidiana. Bebe-se, respira-se e nada-se em fluidos, os aviões voam através deles e as canoas flutuam sobre eles.

Considerando-se um vaso cilíndrico cheio de um líquido homogêneo de densidade μ , é correto afirmar:

- A) Um corpo parcialmente imerso nesse líquido sofre uma força de baixo para cima igual ao peso do volume do líquido deslocado pelo corpo, denominada de empuxo.
- B) A pressão que a atmosfera exerce é denominada de pressão atmosférica e seu valor aumenta com a altitude.

C) A pressão em uma profundidade h desse líquido é diferente em cada ponto dessa superfície.

D) Quanto maior for a densidade do líquido, maior será a parte do corpo submersa.

E) A pressão e a força são grandezas escalares.

Resposta: a

(09) Um pedaço de gelo flutua em equilíbrio térmico com uma certa quantidade de água depositada em um balde. À medida que o gelo derrete, podemos afirmar que:

a) O nível da água no balde aumenta, pois, haverá uma queda de temperatura da água.

b) O nível da água no balde diminui, pois, haverá uma queda de temperatura da água.

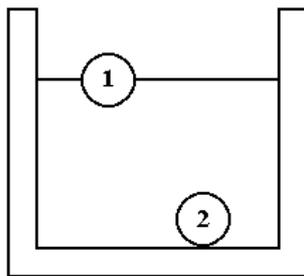
c) O nível da água no balde aumenta, pois, a densidade da água é maior que a densidade do gelo.

d) O nível da água no balde diminui, pois, a densidade da água é maior que a densidade do gelo.

e) o nível da água no balde não se altera.

Resposta: e

(10) Duas esferas de volumes iguais e densidades d_1 e d_2 são colocadas num recipiente contendo um líquido de densidade d . A esfera 1 flutua e a esfera 2 afunda, como mostra a figura a seguir. Qual das relações entre as densidades é verdadeira?



- a) $d_2 > d_1 > d$.
- b) $d_1 > d_2 > d$.
- c) $d_2 > d > d_1$.
- d) $d > d_2 > d_1$.
- e) $d_1 > d > d_2$.

Resposta: c

APRENDA BRINCANDO

Objetivos:

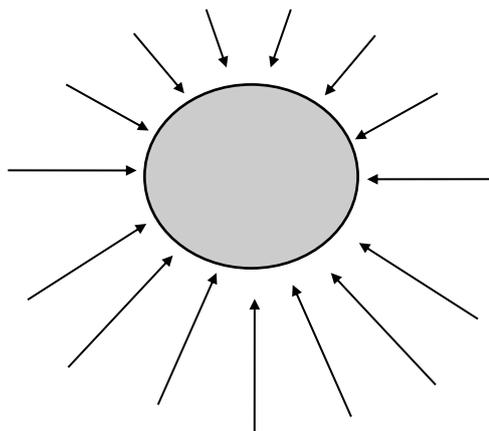
- Mostrar que um fluido exerce uma força sobre um sólido mergulhado nele, dirigida para cima.
- Mostrar que essa força só depende de fluido e do volume imerso.

Material:

Item	Descrição	Quantidade
01	Béquer	2
02	Dinamômetro	1
03	Álcool	100 ml
04	Haste suporte	1
	Empuxômetro	1
	Cilindros de matérias diferentes	3

INTRODUÇÃO

Quando um corpo está mergulhado em um fluido ele fica sujeito a forças exercidas pelo fluido sobre sua superfície. Como a pressão em cada ponto depende da profundidade, as forças normais à superfície do corpo serão diferentes, mais intensas nos pontos mais profundos. Logo, a resultante das forças exercidas pelo fluido sobre o corpo será vertical e dirigida para cima. A essa força dá-se o nome de EMPUXO.



Forças exercidas pelo fluido em repouso sobre um corpo imerso
 Empuxo = Resultante das Forças

Procedimento - 1ª Parte:

- Meça o peso dos cilindros no ar (peso real) e anote na tabela abaixo.
- Meça o peso dos cilindros na água, mergulhados totalmente (peso aparente). Anote na tabela.
- Determine a diferença entre o peso real e o peso aparente e complete a tabela.

Cilindro	No ar Peso Real	Na água Peso Aparente	Diferença Peso Real - Peso Ap.
Madeira			
Alumínio			
Latão			

- v) Faça um diagrama representando as forças que atuam no cilindro quando este está dentro e fora d'água.



- vi) O empuxo depende do material que é feito o cilindro?
-

Observe o diagrama de forças ao lado.

No equilíbrio temos:

$$F_1 = mg = \text{peso real};$$

$$F_2 = mg - E = \text{peso aparente}.$$



Logo

$$E = mg - F_2 = F_1 - F_2;$$

$$E = \text{peso real} - \text{peso aparente}.$$

Importante:

Observar que todos os cilindros sofreram o mesmo empuxo quando mergulhados em água, porque têm o mesmo volume.

- d) Repita a operação mergulhando os cilindros em álcool.

Cilindro	no ar	no álcool	Empuxo
	Peso Real	Peso Aparente	Peso Real - Peso Ap
Madeira			
Alumínio			
Latão			

a) O empuxo ainda é igual em todos os cilindros?

.....

b) Compare o empuxo encontrado com o valor obtido quando os cilindros estavam mergulhados em água.

.....

c) O que também influi no empuxo além do volume do cilindro?

CONCLUSÕES:

O empuxo não depende do material de que é feito cada cilindro e nem da massa do cilindro.

O empuxo depende do fluido em que os cilindros foram mergulhados.

2ª Parte:

Objetivo:

- Mostrar que o empuxo é igual ao peso do fluido deslocado.

Procedimento:

- a) Observe que o volume do cilindro é igual ao volume interno do copinho.
- b) Pendure no dinamômetro o copinho e o cilindro como mostra a figura.
- c) Anote o peso indicado pelo dinamômetro na tabela abaixo.
- d) Mergulhe o cilindro totalmente em água e anote novamente a leitura no dinamômetro.

- e) Calcule o empuxo.
- f) Mantendo o cilindro mergulhado, encha o copinho de água. Anote a indicação do dinamômetro.
- g) Calcule o peso da água colocada no copinho.

LEITURA DO DINAMÔMETRO	
Conjunto no ar	
c/ o cilindro imerso	Empuxo =
c/ água no copinho	peso da água =

a) Quando mergulhou o cilindro dentro d'água o que aconteceu com a leitura do dinamômetro?.....

.....

b) Quando acrescentou água no copinho o que ocorreu?

.....

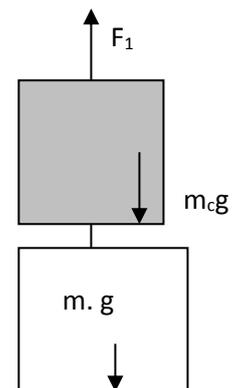
.....

Na figura ao lado, temos que, no equilíbrio:

$$F_1 = m_c g + mg.$$

$$F_2 = m_c g + mg - E.$$

$$F_3 = (m_c + m_a)g = mg - E.$$



Observa-se que

$$F_3 = F_1.$$

$$m_c g + m_a g + mg - E = m_c g + mg.$$

$$m_a g - E = 0 \therefore E = m_a g.$$

Importante: Observar que, ao encher o copinho com água, a leitura no dinamômetro voltou a ser a mesma leitura inicial. Lembrar que o volume de água no copinho é igual ao volume de água deslocado pelo cilindro quando imerso.

CONCLUSÕES: - O empuxo é igual ao peso da água colocada no copinho.

O peso de água no copinho é igual ao peso da água deslocada pelo cilindro no interior do béquer.

PRINCÍPIO DE
ARQUIMEDES

*PORTANTO, O EMPUXO É IGUAL AO PESO DO
FLUIDO DESLOCADO PELO CORPO IMERSO.*

Sendo d_a a densidade do fluido, V_a o volume de fluido deslocado e g a aceleração da gravidade temos

$$m_a = d_a V_a$$

Podemos

$$E = d_a V_a g$$

Escrever

Finalmente,

Como todos os cilindros utilizados na 1ª Parte têm o mesmo volume, eles deslocam o mesmo volume de água quando estão totalmente imersos; logo, os empuxos são iguais.

CAPÍTULO V

GRAVITAÇÃO UNIVERSAL

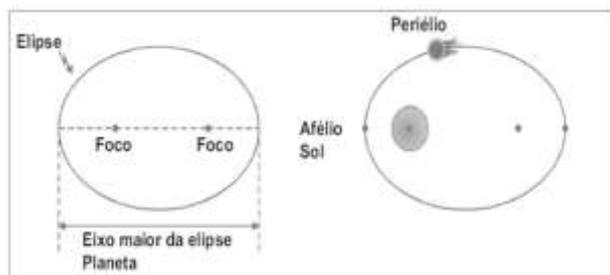
Estudaremos as leis que regem o movimento dos planetas, dos satélites e dos sistemas solares. Com este estudo, poderemos entender um pouco mais a respeito do universo que nos cerca e seremos capazes de compreender as relações básicas entre as grandezas que estão relacionadas com a Gravitação Universal.

Desde os tempos mais remotos, o homem tenta compreender o universo. No início, acreditou-se que o Sol e a Lua eram deuses. Mais tarde, houve uma teoria (chamada Geocêntrica) em que a Terra era o centro do universo e todos os corpos celestes giravam em torno dela. Já há algum tempo, acreditamos no modelo Heliocêntrico, onde é a Terra (junto com os outros sete planetas) que gira em torno do Sol. No entanto, como já vimos no início, os dois modelos são válidos, dependendo do referencial adotado. Vamos trabalhar, a partir de agora, com as Leis de Kepler e com a Lei de Newton para a gravitação e suas consequências.

5.0 Leis de Kepler

5.1 - 1ª Lei de Kepler: Lei das órbitas

“Os planetas giram ao redor do Sol com órbitas elípticas, sendo que o Sol ocupa um dos focos dessa elipse”.

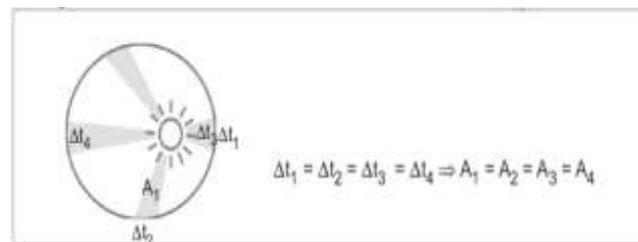


Esta lei mostra apenas a forma da órbita e é válida não só para o movimento dos planetas em torno do Sol. Se estivermos estudando o movimento de translação da Lua, a sua órbita será, também, uma elipse e a Terra ocupará um dos focos dessa elipse. A

principal consequência dessa lei é mostrar que a distância entre o Sol e um planeta não é constante. No caso particular da Terra, há uma época do ano em que estamos mais próximos do Sol e, em outro período, estamos mais afastados do Sol. A posição de maior aproximação do Sol chama-se PERIÉLIO e a de maior afastamento, AFÉLIO. Ao contrário do que parece para muitas pessoas, não é esta variação de distância que provoca as estações do ano.

5.2- 2ª Lei de Kepler: Lei das áreas

“A linha imaginária que liga um planeta ao Sol descreve áreas iguais em tempos iguais”.



Note que, para que a área percorrida seja igual nas duas regiões da figura anterior, é necessário que a distância percorrida seja maior na região do periélio do que na região do afélio. Como o tempo gasto nas suas regiões é o mesmo, podemos concluir que a velocidade de um planeta é maior quando ele está mais próximo do Sol.

5.3 - 3ª Lei de Kepler: Lei dos períodos

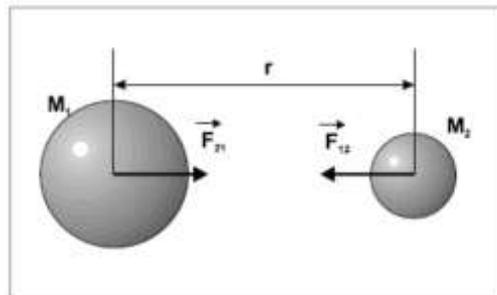
“Para um mesmo sistema orbital, o quadrado do período de translação de um planeta é proporcional ao cubo de sua distância média ao Sol”.

$$T^2 = k \cdot R^3$$

Dessa lei tiramos a conclusão de que, quanto mais afastado do Sol um planeta estiver, maior será o tempo por ele gasto para completar uma volta. Assim, o planeta que possui o menor período de translação no sistema solar é Mercúrio (cerca de 88 dias terrestres).

5.4 Lei da Gravitação Universal

No mesmo ano em que descobriu as três leis do movimento que levam o seu nome, o inglês Isaac Newton também conseguiu unificar os movimentos do céu e da terra através da sua lei da gravitação universal. Vamos imaginar dois corpos (dois planetas, por exemplo) cujas massas são M_1 e M_2 e cujos centros geométricos estão separados por uma distância r , de acordo com a figura.



Newton conseguiu demonstrar que estes corpos irão se atrair gravitacionalmente com uma força cuja intensidade é diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância entre os seus centros. A expressão matemática desta lei é:

$$\vec{F}_G = G \cdot \frac{M_1 \cdot M_2}{r^2}$$

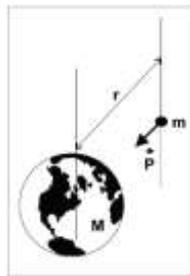
Onde G é a constante universal de gravitação e vale: $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$.

Quando estamos estudando a atração que a Terra exerce sobre a Lua ou a atração que o Sol exerce sobre Júpiter, podemos perceber que estas forças possuem valores elevados pelo fato de as massas serem muito grandes. Porém, mesmo para pequenas massas (duas maçãs, por exemplo) há a ação de uma força gravitacional. Neste caso, a intensidade da força é muito pequena e, por isso, não conseguimos percebê-la.

5.5 Aceleração da gravidade

Anteriormente, estudamos os lançamentos próximos à superfície da Terra, onde consideramos que a aceleração da gravidade era constante. Veremos, nesta seção, que a

intensidade da aceleração da gravidade em um ponto depende da distância entre o ponto considerado e o centro da Terra. Vamos imaginar que um corpo de massa m seja colocado em um ponto dentro do campo gravitacional terrestre. Haverá uma força de atração gravitacional entre este corpo e a Terra.



Essa atração é chamada de força Peso.

$$\vec{F}_G = \vec{P}$$

$$G \cdot \frac{M_1 \cdot m}{r^2} = m \cdot g$$

$$g = G \cdot \frac{M_1}{r^2}$$

Assim:

Desta expressão, podemos perceber que a aceleração da gravidade depende da massa do planeta que estamos estudando (no caso, a Terra) e a distância entre o ponto considerado e o centro deste planeta. Note que a aceleração da gravidade não depende da massa m do corpo.

Observação: Imagine um corpo localizado na superfície da Terra. A aceleração da gravidade que atua sobre este corpo depende da latitude em que ele está. A menor aceleração da gravidade ocorre na linha do equador e a maior, nos polos.

5.6 Movimento orbital

Vamos considerar um satélite de massa m que se movimenta em uma órbita quase circular em torno da Terra. Para este satélite, podemos dizer que a força gravitacional funciona como força centrípeta, pois em todos os instantes de tempo ela altera a direção do vetor velocidade. Para o satélite, podemos escrever:

$$F_c = F_g \rightarrow m \cdot \frac{v^2}{r} = G \cdot \frac{M \cdot m}{r^2} \Rightarrow v = \sqrt{G \frac{M}{r}}$$

Esta é a relação entre a velocidade que o satélite deve possuir e a sua respectiva distância ao centro do planeta. Podemos concluir que quanto mais próximo da superfície do planeta for a órbita do satélite, maior deve ser a sua velocidade para que ele continue em órbita. A conclusão a que chegamos é válida também para o caso dos planetas que orbitam em torno do Sol. O planeta de maior velocidade orbital é Mercúrio. Isto, aliado ao fato de Mercúrio percorrer a menor distância no espaço durante uma volta, faz com que ele possua o menor período de translação.

Uma outra observação interessante diz respeito à ideia comumente aceita de que “*não existe gravidade em uma órbita*” ou “*um astronauta em órbita em torno da Terra não possui peso*”. De acordo com a Lei da Inércia (1ª Lei de Newton), se não houvesse uma força gravitacional, o satélite (e o astronauta) não estariam descrevendo uma órbita.

Qual o motivo, então, da sensação de ausência de gravidade? Neste ponto, Isaac Newton demonstrou toda a sua genialidade. Imagine uma montanha tão alta que atinja pontos fora dos limites da atmosfera terrestre. Se lançarmos um objeto do alto dessa montanha, ele irá descrever um movimento parabólico e, após um certo tempo, chegará ao solo. A distância (medida na superfície da Terra) entre o ponto de lançamento e o ponto onde o objeto tocou o solo chama-se alcance. Se aumentarmos a velocidade de lançamento, o alcance também irá aumentar.

Pense, agora, que vamos arremessar o objeto com uma velocidade grande o suficiente para colocá-lo em órbita. Como o objeto não toca mais o solo, diremos que o alcance é

infinito. Porém, a força responsável pela queda livre é a mesma que mantém a órbita. Newton concluiu que o movimento orbital é uma queda livre, ou seja, um astronauta em órbita está “caindo” no campo gravitacional terrestre juntamente com a sua nave. Como ambos estão caindo, a nave não consegue fornecer a noção de sustentação (não aplica uma força normal ao astronauta), dando-lhe a sensação da ausência de peso.

5.7 Velocidade de escape

Para o caso simples do escape de um único corpo, a velocidade de escape é tal que a correspondente energia cinética é igual a menos a energia potencial gravitacional. Isto porque a energia cinética positiva é necessária para aumentar o potencial gravitacional negativo para zero, que é o caso para um objeto a distância infinita.

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot v_e^2 = G \cdot \frac{M \cdot m}{r} \Rightarrow v_e = \sqrt{\frac{2GM}{r}} = \sqrt{\frac{2\mu}{r}} = \sqrt{2gr}$$

Onde v_e é a velocidade de escape, G é a constante gravitacional, M é a massa do corpo do qual se está escapando, m é a massa do corpo que está escapando, g é a aceleração da gravidade, e r é a distância entre o centro do corpo e o ponto no qual a velocidade de escape está sendo calculada, e μ é o parâmetro gravitacional padrão.

APLICAÇÃO

(01) ... nossos próprios olhos nos mostram quatro estrelas que viajam ao redor de Júpiter como o faz a Lua ao redor da Terra, enquanto todos juntos traçam uma grande revolução ao redor do Sol.

(Galileu Galilei)

O advento do telescópio favoreceu a observação dos corpos celestes, permitindo conclusões como a citada por Galileu, que se refere ao comportamento das quatro maiores luas de Júpiter: Io, Calisto, Europa e Ganimedes. Baseado nos estudos de Galileu e Tycho Brahe, Kepler formulou três leis a respeito dos movimentos planetários.

Análise:

I. A lei dos períodos refere-se ao tempo de que um planeta necessita para dar a volta em torno do Sol.

II. Na lei das áreas, o tema em questão remete à velocidade que o planeta desenvolve em sua translação em torno do Sol.

III. A lei das órbitas trata da heliocentricidade do sistema solar.

Está correto o contido em:

- a) III, apenas.
- b) I e II, apenas.
- c) I e III, apenas.
- d) II e III, apenas.
- e) I, II e III.

Resposta: e

(02) O astronauta Neil Armstrong foi o primeiro homem a pisar na superfície da Lua, em 1969. Na ocasião, realizou uma experiência que consistia em largar, ao mesmo tempo e a partir do repouso, um martelo e uma pena, deixando-os cair sobre a superfície lunar, e observou que o(s):

- a) Martelo caiu e a pena subiu.
- b) Martelo caiu mais rápido do que a pena.
- c) Dois corpos ficaram flutuando em repouso.
- d) Dois corpos tocaram o solo lunar ao mesmo tempo.
- e) Dois corpos começaram a subir, afastando-se da superfície lunar.

Resposta: d

(03) As telecomunicações atuais dependem progressivamente do uso de satélites geo-estacionários. A respeito desses satélites, é correto dizer que:

- a) Seus planos orbitais podem ser quaisquer.
- b) Todos se encontram à mesma altura em relação ao nível do mar.
- c) A altura em relação ao nível do mar depende da massa do satélite.
- d) Os que servem os países do hemisfério norte estão verticalmente acima do pólo norte.
- e) Mantêm-se no espaço devido à energia solar.

Resposta: b

(04) É oficial: Plutão foi rebaixado. A partir de agora, o sistema solar é composto por oito planetas (de Mercúrio a Netuno), por planetas anões (incluindo Plutão) e por corpos pequenos (asteróides, cometas). A decisão saiu da Assembléia Geral da União Astronômica Internacional (IAU), realizada em Praga, capital da República Checa. Os astrônomos seguirão trabalhando para classificar os casos duvidosos entre as categorias de "planeta anão" e "corpo pequeno do sistema solar". Dois corpos celestes do sistema solar que tinham sido cotados para promoção a planetas, o asteróide Ceres e o planetóide 2003 UB313, de codinome Xena, ganham a condição de "planeta anão".

Com base no texto, é correto afirmar:

- a) A partir de agora, o sistema solar é composto exclusivamente por oito planetas.
- b) O planetóide 2003 UB313 pertence ao sistema solar e foi classificado como “planeta anão”.
- c) A decisão de excluir Plutão do sistema solar foi tomada pela União Astronômica Internacional (IAU).
- d) Corpos pequenos como asteróides e cometas serão agora classificados como “anões”.

e) Os asteróides Ceres e o planetóide 2003 UB313 foram promovidos a planetas.

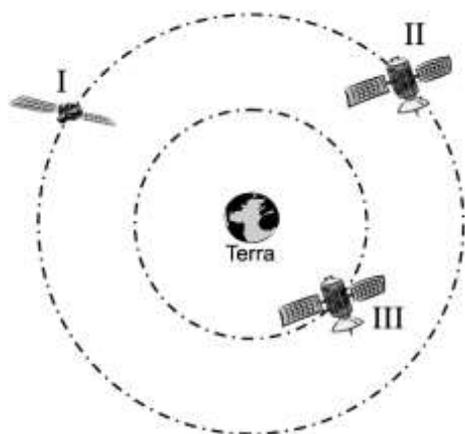
Resposta: b

(05) Três satélites – **I**, **II** e **III** – movem-se em órbitas circulares ao redor da Terra.

O satélite **I** tem massa m e os satélites **II** e **III** têm, cada um, massa $2m$.

Os satélites **I** e **II** estão em uma mesma órbita de raio r e o raio da órbita do satélite **III** é $r/2$.

Nesta figura (fora de escala), está representada a posição de cada um desses três satélites:

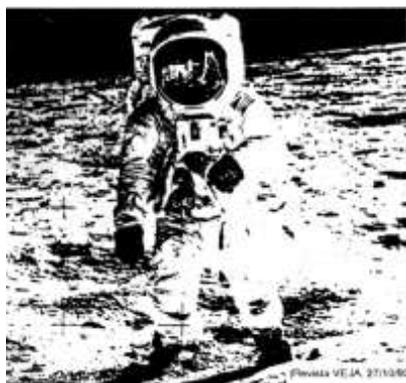


Sejam F_I , F_{II} e F_{III} os módulos das forças gravitacionais da Terra sobre, respectivamente, os satélites **I**, **II** e **III**. Considerando-se essas informações, é CORRETO afirmar que

- a) $F_I = F_{II} < F_{III}$.
- b) $F_I = F_{II} > F_{III}$.
- c) $F_I < F_{II} < F_{III}$.
- d) $F_I < F_{II} = F_{III}$.

Resposta: c

(06) Neil Armstrong foi o primeiro terráqueo a pisar o solo de nosso satélite. Considere que o equipamento - traje espacial, capacete tubos de oxigênio, etc. - tenha uma massa de 60 kg.



Sabe-se que a aceleração da gravidade lunar é aproximadamente 6 vezes menor que a aceleração da gravidade terrestre. Assim, o esforço feito pelo astronauta, na Lua, para sustentar esse equipamento de 60 kg foi equivalente ao que faria, aqui na Terra, para sustentar um equipamento de:

- a) 0,36 kg
- b) 0,60 kg
- c) 10 kg
- d) 50 kg
- e) 60 kg

Resposta: c

(07) De acordo com as leis de Kepler, um planeta girando em torno do Sol

- a) Descreve órbitas circulares.
- b) Tem velocidade linear constante.

- c) É mais veloz ao passar pelo afélio.
- d) É localizado por um raio vetor que varre áreas iguais em tempos iguais.
- e) Possui período de revolução maior que outro planeta mais distante.

Resposta: d

(08) A melhor explicação para o fato de a Lua não cair sobre a Terra é que:

- a) A gravidade terrestre não chega até a Lua.
- b) A Lua gira em torno da Terra.
- c) A Terra gira em torno do seu eixo.
- d) A Lua também é atraída pelo Sol.
- e) A gravidade da Lua é menor que a da Terra.

Resposta: b

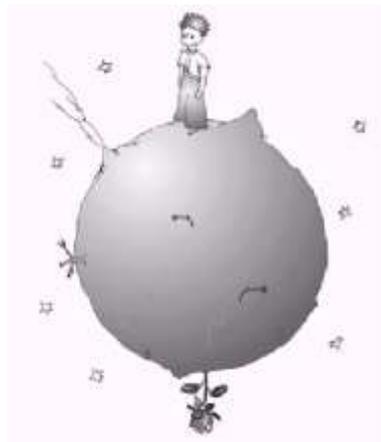
(09) A respeito do sistema solar, é correto afirmar que:

- a) A linha imaginária que une os centros do Sol e de um planeta varre uma área proporcional ao tempo de varredura.
- b) Os planetas descrevem órbitas circulares ao redor do Sol
- c) O cubo do período de um planeta é proporcional ao quadrado de uma distância ao Sol.
- d) A linha imaginária que une os centros do Sol e de um planeta varre uma área inversamente proporcional ao tempo de varredura.
- e) O quadrado do período de um planeta é inversamente proporcional ao cubo de sua distância ao Sol.

Resposta: a

(10) O Pequeno Príncipe, do livro de mesmo nome, de Antoine de Saint-Exupéry, vive em um asteroide pouco maior que esse personagem, que tem a altura de uma criança terrestre.

Em certo ponto desse asteroide, existe uma rosa, como ilustrado nesta figura:



Após observar essa figura, Júlia formula as seguintes hipóteses:

- I. O Pequeno Príncipe não pode ficar de pé ao lado da rosa, porque o módulo da força gravitacional é menor que o módulo do peso do personagem.
- II. Se a massa desse asteroide for igual à da Terra, uma pedra solta pelo Pequeno Príncipe chegará ao solo antes de uma que é solta na Terra, da mesma altura.

Analisando-se essas hipóteses, pode-se concluir que

- a) Apenas a I está correta.
- b) Apenas a II está correta.
- c) As duas estão corretas.
- d) Nenhuma das duas está correta.

Resposta: b

APRENDA BRINCANDO

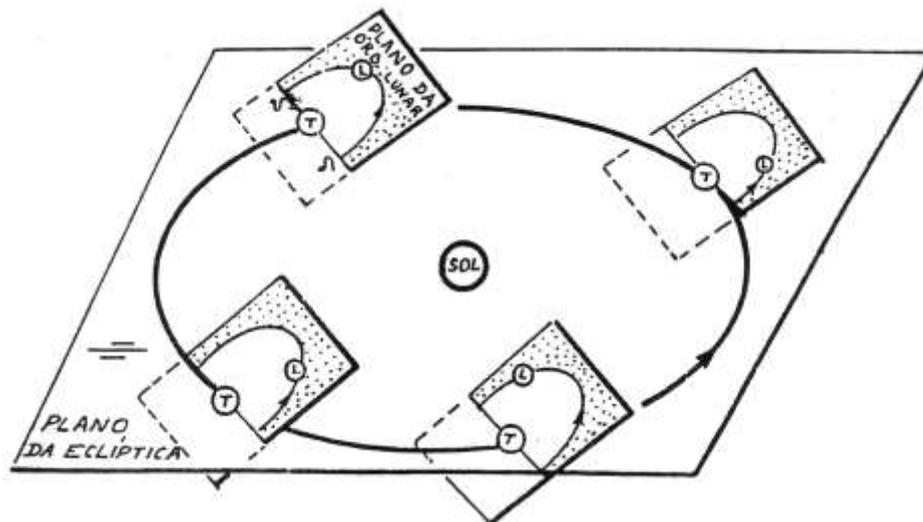
Objetivo:

- Identificar os tipos de Eclipses que ocorrem na natureza

Materiais necessários

Item	Descrição	Quantidade
01	Bolinhas de isopor de 7 ou 8 cm de diâmetro	4
02	Bolinhas de isopor de 3cm	4
03	Globo de plástico ou bolinha de isopor com 15 cm	1
04	Folha de cartolina colorida	1
05	Pedaços de arame com cerca de 1m	4
06	Mesa ou quatro bases para fixação das hastes	1

A Terra gira ao redor do Sol num plano. Por exemplo, supondo que o Sol esteja no centro da face superior de uma mesa, a Terra se move em torno do Sol no nível desta superfície. Ao mesmo tempo a Lua gira em torno da Terra, mas o plano de órbita lunar é inclinado um pouco mais de 5° em relação à face da mesa (como na figura abaixo).



Embora a Terra projete sempre a sua sombra no espaço não a percebemos porque geralmente a Lua passa acima ou abaixo da sombra.

Assim, quando a Lua cruza o plano da órbita da Terra, ou seja, passa por um nodo, e além disso o Sol, a Lua e a Terra ficam alinhados, ocorre um eclipse lunar. Em outras palavras, os eclipses lunares ocorrem quando a Lua penetra no cone de sombra da Terra, o que só pode acontecer na fase de Lua cheia.

Quando a Lua cruza o plano da órbita da Terra, passa pelo outro nodo (v), e, além disso, o Sol, a Lua e a Terra ficam alinhados, ocorre um eclipse solar. Os eclipses solares ocorrem quando a Lua interpõe-se entre o Sol e a Terra, isto é, quando está em fase de Lua nova.

Um modelo para explicar os eclipses pode ser feito usando bolinhas de isopor para representação da Lua e do Sol e globinhos terrestres.

Como mostram as figuras abaixo, deve-se montar, cada globo terrestre em uma haste e em outra amarrar ou soldar um anel de arame que transpassa uma bolinha de isopor de 3cm. As duas hastes devem estar fixadas em uma base.

Cada uma das quatro bases deve ser colocada em forma de cruz sobre uma mesa e fazendo com que o plano do anel fique inclinado com relação à mesa. O globo que representa o Sol deve ficar ao centro e, se necessário, apoiado sobre algo para mantê-lo à mesma altura dos globos terrestres.

Os anéis que representam o plano de órbita lunar devem estar paralelos, ou seja, inclinados na mesma direção.

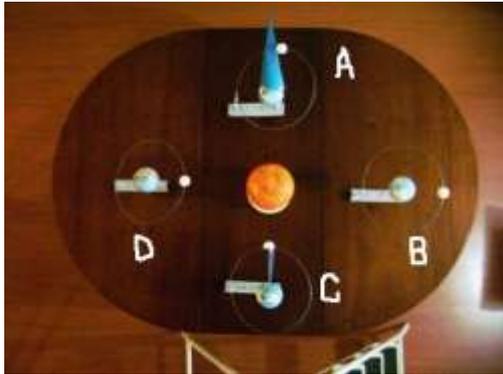


Figura 1:



Figura 2:

Nas posições marcadas com as letras B e D não devem ocorrer eclipses. Isto se deve ao fato de que a Lua passa acima ou abaixo do alinhamento entre o Sol e a Terra como mostram as Figuras 3 e 4, referentes à posição B.

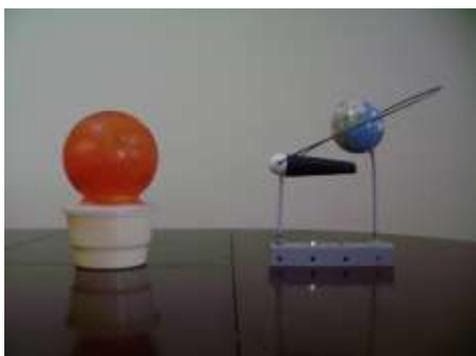


Figura 3:

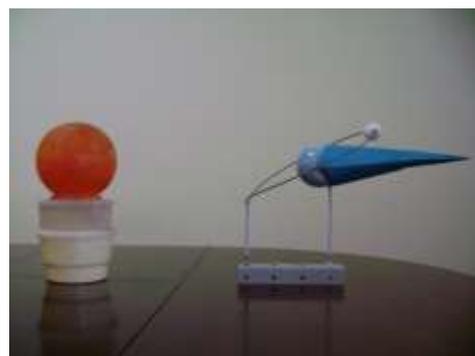


Figura 4:

Contudo, nas posições A e C devem ocorrer eclipses.

A Figura 5 mostra que quando o cone de sombra da Lua é projetado na Terra, temos um eclipse solar, na posição C. Certamente, ainda com a Terra na posição C, estando a Lua na posição diametralmente oposta, ocorreria um eclipse lunar.

Contudo, isto é mostrado na Figura 6, referente à posição A, quando a Lua entra no cone de sombra da Terra temos um eclipse lunar. Também estando a Terra nesta posição, estando a Lua na posição diametralmente oposta, ocorreria um eclipse solar.



Figura 5:

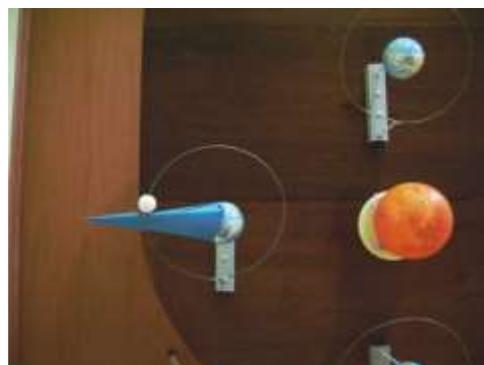


Figura 6:

Ainda estando a Terra na posição A, a Figura 7 mostra a Lua entrando na sombra da Terra, num eclipse lunar.

A Figura 8 mostra o conjunto de perfil para evidenciar a inclinação dos arcos que representam a órbita da Lua bem como a inclinação do eixo da Terra, que também pode ser feito, entortando um pouco as hastes que seguram os globos terrestres.

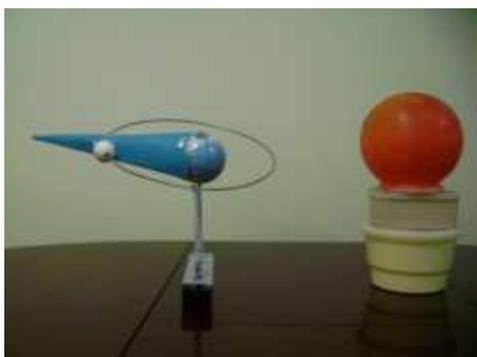


Figura 7:



Figura 8:

Anexo 02 - Planilha de avaliação do livro didático da escola (avaliação dos discentes)

1. O que você achou do livro “Pensando Física”?

2. Você notou algo diferente em relação ao livro anterior? Caso positivo, exemplifique.

Sim.

Não.

3. O seu livro traz exemplos do seu cotidiano com a Física?

Sim.

Não.

4. Como você avalia o livro didático de Física?

a) Ótima.

b) Boa.

c) Regular.

d) Ruim.

5. Em que momentos o livro didático é usado?

- a) Na resolução de exercícios.
- b) Na leitura em sala de aula.
- c) Em nenhum momento.
- d) Na aplicação das atividades práticas propostas no livro.

6. Você acha que o livro didático de Física precisa melhorar?

- Sim. Não.

Descreva essas melhorias, caso sua resposta tenha sido **sim**.

7. Quais os conteúdos teóricos foram aprendidos?

8. O professor realiza atividades práticas com outros materiais didáticos?

- Sim. Não.

9. Realiza estas atividades em que local?

- a) Na sala de aula.

b) No espaço reservado para o laboratório.

c) No pátio.

d) Manda os alunos fazerem em casa.

e) Em outro local. Especificar:

10. Quem providencia os materiais didáticos alternativos?

a) O professor.

b) Os alunos.

c) A escola dispõe deste tipo de material.

d) A coordenação pedagógica.

e) Outro. Especificar: _____

11. Quais são as dificuldades encontradas no livro didático de Física? Por quê?

12. O livro traz a possibilidade da experimentação em sala de aula? Você acha importante ter experiências em sala de aula?

Anexo 03 – Planilha de avaliação do livro didático da escola (avaliação dos discentes)

1. Qual a carga horária semanal da disciplina de Física?

a) 2 horas-aulas semanais.

b) 3 horas-aulas semanais.

c) 4 horas-aulas semanais.

d) Mais de 4 horas-semanais.

2. Existe livro didático de Física na escola?

Sim.

Não.

3. O professor de Física usa o livro didático em sala de aula?

Sim.

Não.

4. O seu livro didático de Física traz exemplos do seu cotidiano com a Física?

Sim.

Não.

5. Como você avalia o seu livro didático de Física?

a) Ótima.

b) Boa.

c) Regular.

d) Ruim.

6. Em que momentos o livro didático é usado?

- a) Na resolução de exercícios.
- b) Na leitura em sala de aula.
- c) Em nenhum momento.
- d) Na aplicação das atividades práticas propostas no livro.

7. Você acha que o livro didático de Física precisa melhorar?

- Sim. Não.

Descreva essas melhorias, caso sua resposta tenha sido **sim**.

8. Qual a importância do Livro didático de Física para reforçar os conteúdos teóricos?

- a) Muito importante.
- b) Importante.
- c) Pouco importante.
- d) Não tem importância.

9. O professor realiza atividades práticas com outros materiais didáticos?

- Sim. Não.

10. Realiza estas atividades em que local?

a) Na sala de aula.

b) No espaço reservado para o laboratório.

c) No pátio.

d) Manda os alunos fazerem em casa.

e) Em _____ outro _____ local. Especificar:

11. Quem providencia os materiais didáticos alternativos?

a) O professor.

b) Os alunos.

c) A escola dispõe deste tipo de material.

d) A coordenação pedagógica.

e) Outro. Especificar: _____

12. Quais são as dificuldades encontradas no livro didático de Física? Por quê?

Anexo 04 – Planilha de avaliação do livro didático da escola (avaliação dos docentes)

1. O que você achou do livro “Pensando Física”?

2. Você notou algo diferente em relação ao livro anterior? Caso positivo, exemplifique.

Sim.

Não.

3. O livro traz exemplos do seu cotidiano com a Física?

Sim.

Não.

4. Como você avalia o livro didático de Física?

a) Ótima.

- b) Boa.
- c) Regular.
- d) Ruim.

5. Em que momentos o livro didático é usado?

- a) Na resolução de exercícios.
- b) Na leitura em sala de aula.
- c) Em nenhum momento.
- d) Na aplicação das atividades práticas propostas no livro.

6. Você acha que o livro didático de Física precisa melhorar?

- Sim. Não.

Descreva essas melhorias, caso sua resposta tenha sido **sim**.

7. Quais os conteúdos teóricos foram aprendidos?

8. O professor realiza atividades práticas com outros materiais didáticos?

Sim.

Não.

9. Realiza estas atividades em que local?

a) Na sala de aula.

b) No espaço reservado para o laboratório.

c) No pátio.

d) Manda os alunos fazerem em casa.

e) Em outro local.

Especificar:

10. Quem providencia os materiais didáticos alternativos?

a) O professor.

b) Os alunos.

c) A escola dispõe deste tipo de material.

d) A coordenação pedagógica.

e) Outro. Especificar: _____

11. Quais são as dificuldades encontradas no livro didático de Física? Por quê?

12. O livro traz a possibilidade da experimentação em sala de aula? Você acha importante ter experiências em sala de aula?
