

UFRRJ
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE EDUCAÇÃO EM
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

DISSERTAÇÃO

DO CONCRETO AO ABSTRATO: CONSTRUINDO
CONCEITOS BASILARES EM FÍSICA

Natália Alves Machado

2017



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE EDUCAÇÃO EM
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**DO CONCRETO AO ABSTRATO: CONSTRUINDO CONCEITOS
BASILARES EM FÍSICA**

Natália Alves Machado

Sob a orientação do Professor
Frederico Alan de Oliveira Cruz

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática– Área de concentração: Ensino e Aprendizagem de Ciências e Matemática.

**Seropédica, RJ
Fevereiro de 2017**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M113c MACHADO, NATALIA ALVES, 1992-
DO CONCRETO AO ABSTRATO: CONSTRUINDO CONCEITOS
BASILARES EM FÍSICA / NATALIA ALVES MACHADO. - 2017.
128 f.

Orientador: FREDERICO ALAN DE OLIVEIRA CRUZ.
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural
do Rio de Janeiro, PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E MATEMÁTICA, 2017.

1. FÍSICA. 2. CONCRETO. 3. ABSTRATO. 4. CONCEITOS
BASILARES. I. CRUZ, FREDERICO ALAN DE OLIVEIRA, 1973
, orient. II Universidade Federal Rural do Rio de
Janeiro. PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA**

NATÁLIA ALVES MACHADO

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação em Ciências e Matemática**, no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Área de Concentração em Ensino e Aprendizagem de Ciências e Matemática

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 10/02/2017

Frederico Alan de Oliveira Cruz. Dr., UFRRJ
Orientador

Professor Dr. Cláudio Maia Porto – UFRRJ

Professor Dr. Luciano Gomes de Medeiros Junior - INFES/UFF

DEDICATÓRIA

Dedico todo esse trabalho à minha maior fonte de
inspiração e sabedoria, minha mãe. Obrigada por dividir
comigo todas as aflições e conquistas.

AGRADECIMENTOS

Á Deus que esteve ao meu lado me iluminando e guiando meus caminhos.

Aos meus pais, Déia e Italo, e ao meu irmão Igor por todo amor, carinho, compreensão e dedicação. Obrigada por me apoiarem não só durante essa etapa, mas durante toda a minha vida, me sustentando nos momentos mais difíceis e se alegrando com cada vitória.

Ao meu orientador, Frederico Cruz, que desde a época da graduação acreditou em mim e nunca me deixou desistir. Obrigada pela parceria nesse trabalho, foi maravilhoso dividir tudo isso com você, cresci e amadureci demais como pessoa e profissional, pois você é um orientador na essência da palavra, por isso tenho muito orgulho e respeito. Além de ser uma pessoa incrível que enxerga os detalhes mais simples e sensíveis. Por todas as nossas conversas, dedico a você esse pensamento de Mario Quintana, que reflete bem o seu olhar para a vida: “Faça o que for necessário para ser feliz. Mas não se esqueça que a felicidade é um sentimento simples, você pode encontrá-la e deixá-la ir embora por não perceber sua simplicidade.”

Á Vanessa que me ajudou muito na adaptação dos materiais desenvolvidos nesse trabalho. Obrigada por ter me ensinado sobre como as diferenças nos tornam iguais. Seu carinho e amizade foram extremamente importantes nessa etapa da minha vida.

Aos meus alunos que com muita paciência e alegria realizaram essas atividades. Foi graças a vocês que tive força e determinação para desenvolver cada atividade, na tentativa de melhorar e fazer a diferença, mesmo que pequena, no aprendizado de vocês.

Aos meus queridos amigos e colegas de caminhada, pelos conselhos, apoio, força, aprendizado e cumplicidade. Mas deixo um agradecimento especial ao Arthur por todos os incentivos, conversas e trocas que tivemos durante esses anos de parceria, à Marta, a irmã que a UFRRJ me presenteou e que está comigo em todos os momentos, seja de alegria ou tristeza. Aos meus amigos Bruno, Ana Carolina, Alexandre, Lidiane, Thais, Luciana, João, Hugo, Luana, Manuella e Ana Flávia por me acompanharem nessa caminhada árdua, mas recompensadora e por tudo que passamos na UFRRJ e fora dela. E aos meus amigos Thaynara, Pollyana, Tarcila, Nathália, Mayron, Aline, Vânia, Márcio, Maria Eduarda, Mariana, Isabelle e todos os outros que sempre tiveram uma palavra de ânimo, incentivo e carinho durante essa e outras etapas da minha vida. Vocês são verdadeiros presentes que a vida me deu. Sem vocês tudo teria sido mais difícil.

Aos meus familiares pelo apoio, carinho e orações.

À todos os bons Professores que passaram pela minha vida, vocês sempre foram motivo de grande inspiração e tornaram-se eternos em minha vida, afinal, como diz Rubem Alves: “Ensinar é um exercício de imortalidade. De alguma forma continuamos a viver naqueles cujos olhos aprenderam a ver o mundo pela magia da nossa palavra. O professor, assim, não morre jamais...”.

RESUMO

MACHADO, Natália Alves. Do Concreto ao Abstrato: construindo conceitos basilares em Física 2017. 128p. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática). Instituto de Educação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

Muitos alunos chegam ao Ensino Médio com uma grande dificuldade de entender os conteúdos básicos de Física, justamente por não terem aprendido de maneira concreta os conceitos básicos, como por exemplos as unidades de medidas, as operações básicas etc. Isto acaba se tornando um dos maiores desafios enfrentados por nós, professores, nas salas de aula, que buscamos tornar as aulas atrativas e significativas para a aprendizagem dos alunos. Na busca por tornar o processo mais colaborativo, isto é, fazendo com que os alunos participem da discussão dos temas, muitas técnicas têm sido desenvolvidas. Neste trabalho serão discutidos alguns conceitos basilares em Física– grandezas e suas unidades de medidas, comprimento, razão e proporção, área e volume - na tentativa de investigar como os alunos compreendem esses conceitos e como algumas atividades concretas realizadas em sala de aula, com alunos de qualquer ano escolar, ajudam a formar conceitos mais avançados e abstratos da Física. Elaborar materiais concretos simples traz muitas possibilidades, tanto para alunos quanto para os professores. Com a manipulação e experimentação desses, os alunos compreenderão os fenômenos básicos envolvidos, já os professores poderão repensar suas aulas, além de discutir como os alunos necessitam passar pelo “pensamento” concreto para então conseguir pensar nas grandezas de forma mais abstrata, o que fazemos, na maior parte das vezes, no Ensino de Física. Deste modo, pretende-se expor uma ampla discussão sobre a necessidade e importância do concreto para melhorar a compreensão dos alunos, com o intuito de melhorar as aulas, estimular os alunos e fazer com que esses sejam capazes de se apropriar dos temas que são apresentados a eles na Física.

Palavras Chaves: Física. Concreto. Abstrato. Conceitos Basilares

ABSTRACT

MACHADO, Natália Alves. From Concrete to Abstract: building basic concepts in Physics 2017. 128p. Dissertation (Professional Master in Science and Mathematics). Instituto de Educação, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2017.

A large amount of students come to high school having great difficulties to understand the basics Physics contents, precisely because they did not truly understand the basics concepts, such as the elementary operations and etc. It turns into be one of the biggest challenges faced by us, the teachers, in the classroom, who seek to make classes attractive and meaningful for the students learning process. In the search to make the process more cooperative, that is to say, by having students actively participating in the discussion of themes several techniques have been developed. In this paper, we will discuss some fundamental concepts in Physics – magnitudes and its measurement units, length, ratio and proportion, area and volume – in the attempt to investigate how students understand these concepts and how some tangible activities done inside the classroom with students of any school year help them to set more advanced and abstracts Physics concepts. Elaborating simple and concrete material brings many possibilities either for students or for teachers. With the handling and experimentation of these materials, students will understand the basic phenomena associated to it, so teachers could rethink their own lessons, in addition to discuss with the students how they need to go through the concrete “thought” so they can think of the magnitudes in a more abstract way, which we do, in most cases, in Physics teaching. Thereby this paper exposes a wide-ranging discussion about the need and the importance of the concrete to improve students learning in order to enhance classes, stimulate the students and enable them to be able to appropriate the themes that are presented to them in Physics.

Key Words: Physics. Concrete. Abstract. Basic Concepts

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.1: Modelo de educação encontrado na maioria das escolas brasileiras.	16
Figura 1.2: TICs utilizadas em sala de aula.....	21
Figura 1.3: Possibilidades do Lúdico na Educação	22
Figura 2.1: Ensino de Física no Brasil.....	27
Figura 2.2: Localização geográfica do município de Seropédica (GM,2017).....	30
Figura 2.3: Principais fatores de influência negativa sobre a aprendizagem (DOMINGOS, 2007).....	33
Figura 2.4: Forma de exposição de conteúdos aos alunos.....	34
Figura 3.1: Processo de construção do conhecimento (CRUZ et al, 2015).....	36
Figura 3.2: Representação da corrente elétrica presente na maioria dos livros didáticos..	38
Figura 3.3: Representação da construção de um terceiro objeto pela soma de outros dois.....	40
Figura 3.4 - Processo de conceituação.....	40
Figura 3.5: Representação de um jogo de tabuleiro (PEREIRA at al, 2009)	42
Figura 3.6: Representação de um jogo de cartas (DIAS, 2015)	43
Figura 4.1: Representação do termo Física na escrita e na representação das mãos.....	48
Figura 4.2: Conjunto de cartas relacionadas a grandeza comprimento.....	49
Figura 4.3: Conjunto de cartas relacionadas a grandeza força.....	49
Figura 4.4 – Conjunto de cartas relacionadas à grandeza massa.....	51
Figura 4.5 – Representação da balança de dois braços.....	53
Figura 4.6 – Conjunto de cartas relacionadas à grandeza tempo.....	53
Figura 4.7 – Conjunto de cartas relacionadas à grandeza temperatura	54
Figura 4.8 – Conjunto de cartas relacionadas à grandeza corrente elétrica.....	55
Figura 4.9 – Conjunto de cartas relacionadas à grandeza tensão elétrica.....	55
Figura 4.10 – Conjunto de cartas relacionadas à grandeza volume.....	56
Figura 4.11 – Conjunto de cartas relacionadas à grandeza velocidade	56
Figura 4.12 – Conjunto de cartas relacionadas à grandeza pressão.....	57
Figura 4.13 – Medidas com parte do corpo	58
Figura 4.14 – Linhas desenhadas no quadro para os alunos identificarem o comprimento de cada uma.....	59
Figura 4.15 – Materiais Utilizados Para Medir Comprimento (Acervo Do Autor)..	62
Figura 4.16 – Representação das ações envolvidas durante o processo de medição e definição do padrão pelos alunos..	62
Figura 4.17 – Câmara Escura..	63

Figura 4.18 – Reprodução da obra de "Viagem pelas Maravilhas de Recife e Olinda", de André Cunha.....	64
Figura 4.19: Figura 4.18: Anuncio indicativo sobre o preço relacionado com o metro quadrado..	67
Figura 4.20: Estimativa de Multidões. (DANTAS, 2015).....	68
Figura 4.21: Materiais utilizados para medir o volume dos líquidos (acervo do autor).....	69
Figura 5.1: Atividade proposta sobre medidas de comprimento feita com partes do corpo. ..	71
Figura 5.2: Resposta apresentada por um dos alunos participantes na atividade, sendo este identificado nesse trabalho por aluno x (acervo do autor).....	74
Figura 5.3: Resposta apresentada por um dos alunos participantes na atividade, sendo este identificado nesse trabalho por aluno y (acervo do autor).....	75
Figuras 5.4: Definição de medir e grandezas.....	76
Figura 5.5: Definição de Comprimento.....	78
Figuras 5.6: Reprodução da obra “o estádio olímpico”, de Fábio Sombra (IG, 2015).....	78
Figura 5.7: Definição de Escala.....	80
Figura 5.8: Notícia sobre as manifestações do Rio de Janeiro..	80
Figura 5.9: Definição de Área..	81
Figura 5.10: Foto dos alunos dentro do quadrado, desenhado no chão, de área igual a 1 m ²	81
Figura 5.11: Resposta apresentada por um dos alunos que participou dessa atividade, sendo este identificado nesse trabalho por Aluno a (Acervo do autor).....	83
Figura 5.12: Tabela apresentada aos alunos com a conversão de outras unidades de medidas de áreas..	83
Figura 5.13 : Opinião dada por um dos alunos que participou dessa atividade, sendo este identificado nesse trabalho por Aluno c (Acervo do autor).....	84
Figura 5.14: Opinião dada por um dos alunos que participou dessa atividade (Acervo do autor).....	84
Figura 5.15: Definição de Volume..	85
Figura 5.16: Notícias sobre as chuvas no Rio de Janeiro..	85
Figura 5.17: Foto de um dos alunos realizando a atividade Notícias sobre as chuvas no Rio de Janeiro.....	86
Figura 5.18: Depoimento de um dos alunos, identificado como aluno j, sobre a atividade de volume (acervo do autor).....	87
Figura 5.19: Depoimento de um dos alunos, identificado como aluno k, sobre a atividade de volume (acervo do autor).....	88

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1.1: Gráfico dos países participantes do PISA 2015 (OCDE,2016).....	17
Gráfico 1.2: Gráfico de Evolução de Matrículas no Ensino Superior (INEP, 2013)	17
Gráfico 1.3: Gráfico origem dos alunos do curso de Licenciatura em Física da UFRRJ (MACHADO et al, 2013)	18
Gráfico 1.4: Percentual geral das atividades realizada atualmente pelos concluintes dos últimos 5 anos (MACHADO et al, 2013).....	19
Gráfico 2.1: Gráfico IDH dos Estados Brasileiros, sendo destacados em vermelho os estados com índice abaixo de 0,7 (PNUD, 2010).	29
Gráfico 2.2: Gráfico 2.2: Escolaridade da população com 25 anos ou mais (PNUD, 2017)..	31
Figura 4.1 – Gráfico resposta dos alunos.	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Perguntas feitas para analisar os livros didáticos.	46
Tabela 4.2 – Equivalência entre unidades de massa.....	51
Tabela 4.3 – Relação dos pontos fixos para algumas escalas termométricas.....	54
Tabela 4.4 – Valores da pressão atmosférica em diferentes unidades.....	57
Tabela 4.5 – Equivalência entre unidades de medida e o metro.....	61
Tabela 4.6 – Exemplo de tabela a ser preenchido pelos alunos..	65
Tabela 4.7 – Exemplo de tabela a ser preenchido pelos alunos para a atividade de área.....	68
Tabela 4.8 – Exemplo de tabela a ser preenchido pelos alunos para a atividade de volume. .	70
Tabela 5.1: Resposta das análises dos livros.	72
Tabela 5.2 – Conversão dos múltiplos e submúltiplos do metro.....	77
Tabela 5.3 – Exemplo da tabela preenchida..	79
Tabela 5.4 – Exemplo da tabela preenchida por um dos grupos..	82
Tabela 5.5: Exemplo da tabela preenchida com as medidas de um paralelepípedo..	86
Tabela 5.6: Exemplo da tabela preenchida com as medidas de um cilindro..	87

LISTA DE ANEXOS

Anexo A – Apostila da atividade de comprimento.....	101
Anexo B – Apostila da atividade de razão e proporção.....	105
Anexo C – Representação da imagem utilizada na atividade de razão e proporção..	107
Anexo D – Apostila da atividade de área..	108
Anexo E – Apostila da atividade de volume..	114

LISTA DE SIGLAS

UNESCO - Organização das Nações Unidas para a educação, a ciência e a cultura.

OECD - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Económico

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira

ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio

IDEB - Índice de Desenvolvimento da Educação Básica

IDH - Índice de Desenvolvimento Humano IES - Instituto de Ensino Superior

PSSC - Comitê de Estudo de Ciências Físicas

TIC - Tecnologia de informação e comunicação

CPT - Centros de Produções Técnicas

UFRRJ - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Sumário

1	INTRODUÇÃO	16
2	IMPACTO SOCIAL E PROFISSIONAL NO ENSINO DE FÍSICA	25
2.1	Evolução do Ensino de Física no Brasil	25
2.2	Cenário educacional brasileiro	28
2.3	Realidade Educacional do município de seropédica	31
2.4	Dificuldades de Aprendizagem	33
3	ABSTRAÇÃO, CONCRETUDE E LUDICIDADE.	37
3.1	Definições de concreto e abstrato	37
3.2	O concreto e o abstrato na Educação	39
3.3	O Lúdico o o Ensino	42
4	METODOLOGIA	45
4.1	Análise dos Livros Didáticos	45
4.2	Atividade 1: grandezas, escalas e medidas.	48
4.3	Atividade 2: Medida do comprimento	59
4.4	Atividade 3 - Razão e Proporção	63
4.5	Atividade 4 – Área	66
4.6	Atividade 5 - volume	69
5	ANÁLISES E DISCUSSÕES	71
5.1	Os livros didáticos	71
5.2	Atividade 1	74
5.3	Atividade 2	76
5.4	Atividade 3	78
5.5	Atividade 4	80
5.6	Atividade 5	85
6	CONCLUSÕES	90
7	REFERÊNCIAS	92
8	ANEXOS	102

1 INTRODUÇÃO

No atual cenário da educação brasileira o modelo de ensino está baseado num aluno como elemento passivo no processo, onde o conteúdo é apresentado, na maioria das vezes, apenas de forma teórica e sem interação com o objeto de estudo (LOPES, 2014). Isso ocorre, muitas vezes, devido à infraestrutura precária existente na maioria das escolas públicas e de algumas escolas particulares, bem como pela falta de propostas claras para a exposição dos conteúdos de forma demonstrativa, assim como o ensino dos conceitos que são meramente teóricos.

Pelo fato da exposição de conteúdos serem realizadas sem atividades de laboratório ou demonstrativas em sala de aula, para que os alunos possam compreender de fato o que está sendo discutido, considera-se que a soma de apresentações teóricas do problema, das equações que descrevem o mesmo e a realização de uma bateria exaustiva de exercícios fornecerá a aprendizagem num esquema no qual se supõem um somatório de atividades (Fig 1.1) (DIAS et al, 2015).

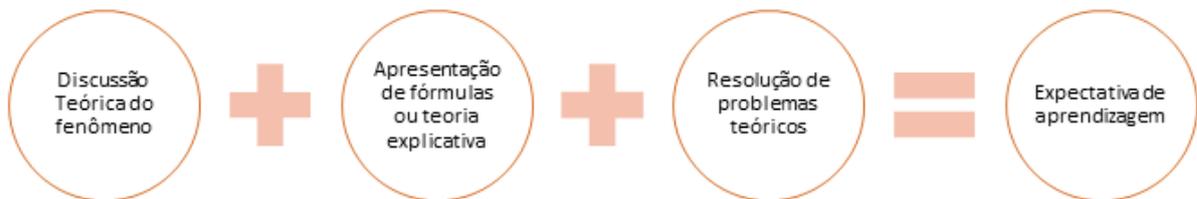


Figura 1.1: Modelo de educação encontrado na maioria das escolas brasileiras (DIAS et al, 2015).

Segundo pesquisas da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO¹), o Ensino de Ciências, que englobam temas de Física, Química e Biologia, se dá de maneira fraca e desinteressante para os alunos brasileiros (UNESCO, 2005). Essas aulas são em geral de forma expositiva, com a utilização da lousa², em escolas com infraestrutura precária em relação ao conforto ambiental para que o processo de ensino aprendizagem seja produtivo e também a formação inadequada da maioria dos profissionais que ministram esses temas (BORGES, 2002, VIEIRA, 2007, SOARES & OLIVEIRA, 2013).

Se somarmos todos os elementos citados, haverá a médio e longo prazo certa dificuldade de formação científica dos alunos ao longo dos anos de escolaridade, que resultará no desprezo dos alunos por temas científicos de forma geral.

Esse cenário de falta de conhecimento científico básico é mostrado nas avaliações internacionais sobre conhecimentos de ciências de forma geral (Física, Química e Biologia),

¹ Sigla baseada na escrita em inglês: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

² Em alguns lugares o quadro utilizado como recurso pedagógico é também conhecido como quadro negro.

no qual os alunos brasileiros tiveram o desempenho médio na avaliação de ciências de 401 pontos, quase 20% menor que a média dos países que também participam dessa avaliação (493) (Gráfico 1.1).

Quando associado ao baixo desempenho nas disciplinas de códigos e linguagem (Matemática, Língua Estrangeira e Língua Portuguesa) o cenário atual provocará um impacto na formação de novos cientistas e que prejudicará o futuro do país no desenvolvimento intelectual para a criação de novas tecnologias (OECD, 2016).

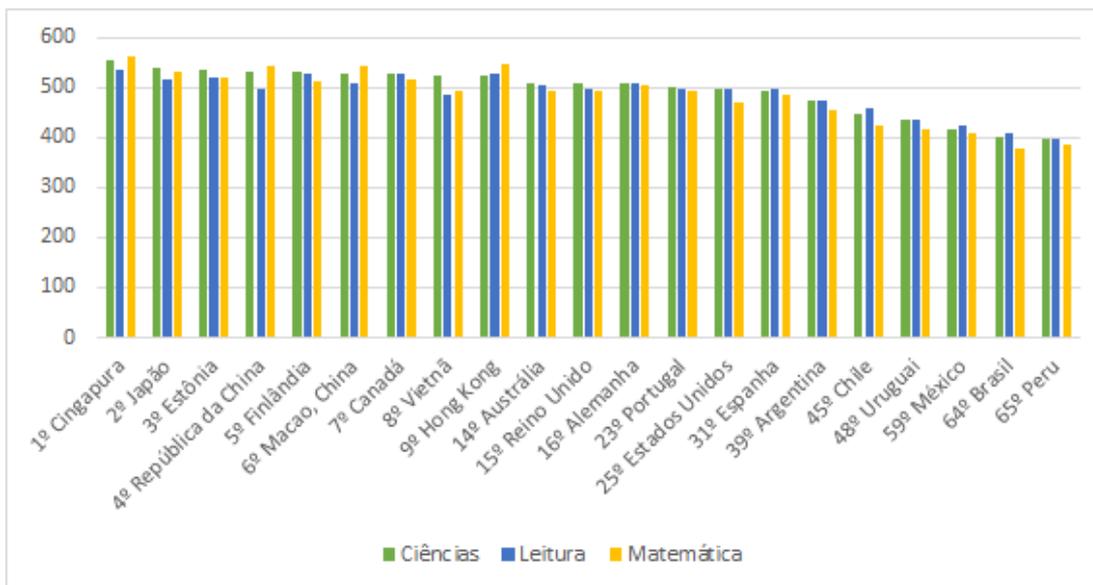


Gráfico 1.1: Gráfico dos países participantes do PISA 2015 (OCDE, 2016).

O desinteresse pelas áreas científicas e tecnológicas, de forma geral, aumentou consideravelmente desde o início do século XXI no Brasil. Apesar da procura pelos cursos de engenharia ter se tornado maior em todo país nos últimos doze anos, muito em função da criação de mais vagas nas instituições de ensino superior³, ela ocorreu basicamente no campo da Engenharia Civil, devido aumento na oferta de emprego e não pelo desejo de desenvolvimento científico e tecnológico (FIALHO et al, 2014).

O impacto no caso dos cursos de licenciatura pelo desinteresse nas áreas tecnológicas é mais dramático, visto que além do desinteresse são somados os efeitos dos baixos salários e as grandes cargas horárias às quais se submete um profissional da educação. O que ocorre é que as áreas de ensino, de forma geral, são pouco procuradas em relação às demais, e muitos dos formandos dos cursos sequer têm como objetivo exercer a carreira docente (MANDELLI, 2012; FCC, 2009; JUSTINO, 2015).

³ Projeto de expansão de ampliação de cursos e vagas criadas durante o governo do Presidente Luiz Inácio Lula da Silva, em 2008, e denominado de Programa de Apoio a Planos de Reestruturação e Expansão das Universidades Federais (REUNI).

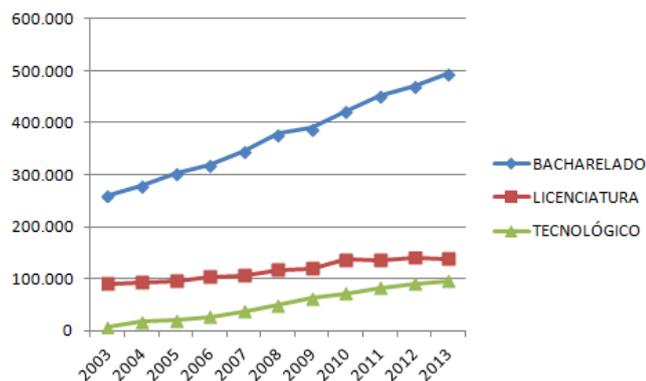


Gráfico 1.2: Gráfico de Evolução de Matrículas no Ensino Superior, por Grau Acadêmico (INEP, 2013).

Apesar do aumento expressivo no número de matrículas, de modo geral, ao avaliar os graus acadêmicos, como por exemplo, no período 2012-2013, percebe-se que as matrículas nos cursos de bacharelado cresceram 4,4%, nos cursos de formação tecnológica esse aumento foi de 5,4%, contrastando com a realidade que vemos nos cursos de licenciatura onde o aumento foi apenas de 0,6% (INEP, 2013).

De forma geral os alunos que buscam a formação nas licenciaturas, seja por vocação ou por necessidade de ascensão, são oriundos de classes pouco favorecidas economicamente e por isso aproximadamente 67,0% tem origem escolar de instituições públicas, sendo que desse grupo 88,0% deles são oriundos da rede pública estadual. Tomando a realidade do curso de Licenciatura em Física na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), por exemplo, as regiões que mais atendem esse curso de Licenciatura, possuem resultados para o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e para o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM⁴) abaixo do ideal (Fig.1.4), mostrando os alunos são oriundos majoritariamente de regiões com baixo desenvolvimento social e educacional (MACHADO et al, 2013).

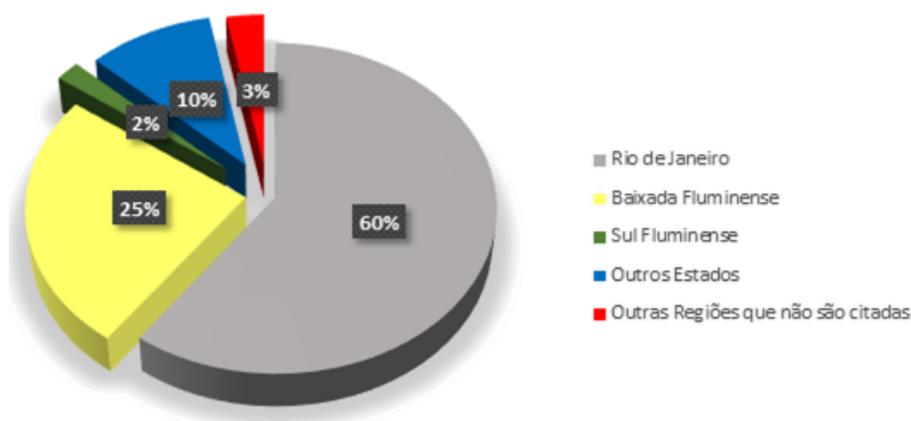


Gráfico 1.3: Origem dos alunos do curso de Licenciatura em Física da UFRRJ (MACHADO et al, 2013).

⁴ O exame além de servir como instrumento de avaliação do ensino médio, passou a ser instrumento de acesso IES em 2009.

Na maioria das Universidades, os alunos da licenciatura se deparam com cursos de qualidade inferior ao que se espera, graças a inúmeros problemas que se acumulam. Podem ser notadas extensas cargas teóricas nas grades curriculares, bem como condições institucionais incompatíveis com a necessidade desses cursos de formação. (GATTI, 2010; PALAZZO & GOMES, 2012).

O problema se agrava ainda mais quando observamos que, além do baixo número de matrículas, a desistência dos cursos de licenciatura são maiores que em outros cursos de graduação (LIMA & MACHADO, 2014). Um exemplo dessa desistência foi verificado em uma pesquisa com os formandos do curso de licenciatura em Física da UFRRJ, considerando a relação dos concluintes durante o período de quatro anos (2008-1 a 2011-1⁵). Para esse grupo observou-se que, aproximadamente, 74% dos formandos estão em atividades que não aquelas para as quais foram formados, isto é, em algumas situações buscaram novos cursos de graduação ou mesmo buscaram outra atividade profissional, enquanto apenas 26% atuam como docentes em turmas do ensino médio. (MACHADO et al, 2013).

O primeiro fato negativo que pode ser avaliado por esses dados é que um número expressivo deles não está lecionando em turma de Ensino Médio, isto é, apesar do investimento público na formação desses profissionais esse retorno social não ocorre. No caso daqueles que continuam os estudos em cursos de pós-graduação, a maioria deles prefere atuar no ensino superior a atuar na carreira para a qual foi formado (Gráfico 1.4).

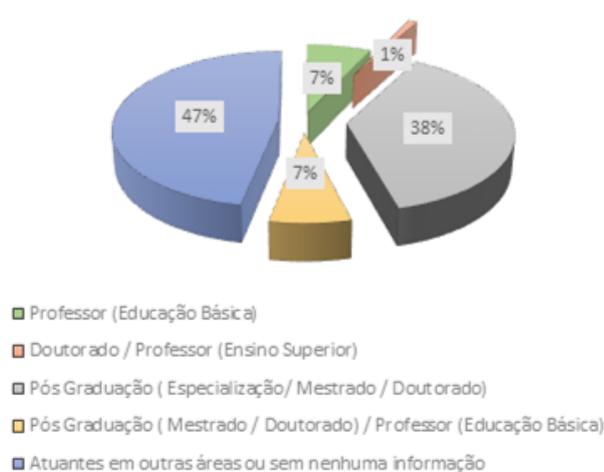


Gráfico 1.4: Percentual geral das atividades realizada atualmente pelos concluintes dos últimos cinco anos (MACHADO et al, 2013).

Uma vez que a docência é uma profissão de suma importância para qualquer país, na verdade, ela é a parte nevrálgica de todo sistema, a formação desses profissionais deveria ser discutida e melhorada de maneira mais efetiva. Os estudantes que buscam esses cursos deveriam ter mais apoio na sua formação desde a entrada nos cursos de licenciatura até sua formatura, onde ao longo do processo deveriam ser amplamente discutidos e avaliados todos os pontos para melhorar a formação, de forma que estes cursos possam ser elemento de profunda e positiva transformação.

⁵ Indicativo do primeiro semestre do ano letivo, compreendido no Brasil entre os meses de fevereiro a julho.

A formação inadequada de muitos alunos que finalizam os cursos de licenciaturas, devido aos problemas anteriormente relatados, e a falta de profissionais habilitados para certas áreas acarretam para o sistema educacional graves problemas (PASSOS & OLIVEIRA, 2008). Uma vez que muitos profissionais responsáveis pela educação de milhares de jovens do país não possui formação adequada ele produzirá, na maioria das vezes, um ciclo vicioso difícil de ser rompido: alunos com uma formação deficiente, no que diz respeito a alguns conceitos fundamentais para o prosseguimento da sua educação, chegam ao Ensino Médio com um olhar ora focado no mercado de trabalho, ora para serem aprovadas nas avaliações de acesso as instituições de ensino superior existentes no país e quando estes chegam aos cursos de ensino superior dos seus interesses, o processo se perpetua, e quando são finalmente licenciados retornam as salas de aula retornando ao início do ciclo de desinformação e despreparo.

Durante a atuação em sala de aula, o recém-formado e agora profissional se considera detentor de todo o saber necessário para a formação dos alunos, visto que muitas vezes esses profissionais consideram que seus alunos possuem pouca experiências e vivências que não contribuem no momento das aulas. No entanto essa visão, estreita e limita a atuação desse profissional e também a possibilidade de desenvolvimento dos alunos (PORTILHO & BRUZAMOLIN, 2005).

Nesse sentido, mudar a formação profissional brasileira, principalmente nas áreas de formação de professores que serão responsáveis pelo ensino de ciências de forma geral, se faz necessária e imediata, já que, devido a isso e a outros fatores, temos uma terrível consequência: a baixa qualidade do ensino brasileiro. Repensar o currículo docente, a formação continuada e as práticas em sala de aula servirão para reconstruir as bases do sistema educacional brasileiro permitindo grandes mudanças, que acarretarão novas perspectivas para o futuro educacional de nosso país.

Os professores brasileiros poucas vezes se entendem como elemento modificador da sociedade, considerando muitas vezes que sua ação em sala de aula não produz impacto a médio e longo prazo. Dado o cenário educacional que vivenciamos, este muitas vezes se acomoda e tornando-se um ser totalmente passivo que em nenhum momento é capaz de se tornar transformador do seu meio. Essa estática docente é terrivelmente agravada com o grande avanço das tecnologias, pois os alunos possuem acesso rápido a todas as informações que necessitam em suas mãos, colocando a profissão docente, já tão desvalorizada, em situação pior ao olhar deles. Contudo, se os professores utilizarem de ferramentas para melhorar suas aulas, como por exemplo, o utilizando experimentos que são lúdicos e simples, tornando essas mais motivadoras, poderão ter uma inversão dessa caótica situação.

Porém quando não existem problemas tão graves na formação e o profissional tem a noção exata da sua importância profissional, é comum que este passe a recorrer a diversas ferramentas para que os temas apresentados em sala de aula tornem-se interessantes para os alunos, permitindo que eles possam se apropriar do que está sendo abordado.

Por outro lado, é comum o professor achar que apenas o uso das diversas possibilidades de aparelhos relacionados às tecnologias da informação e comunicação (TIC) como o caso dos computadores pessoais (*notebooks*) e os atuais telefones móveis, que possuem acesso à rede mundial de computadores e que permitem comunicação por meio de ligações textuais e/ou visuais (*smartphones*), pode atrair a atenção dos alunos para certo conteúdo (Fig.1.6).

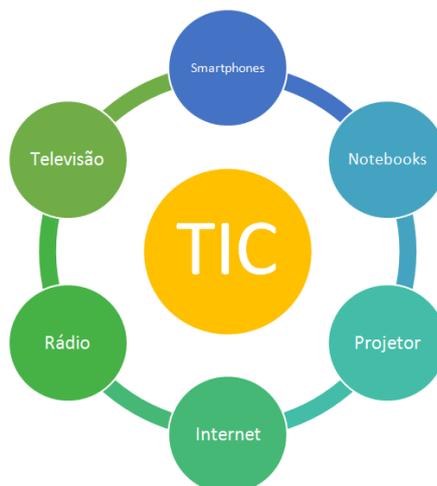


Figura 1.2: TICs utilizadas em sala de aula

O rápido desenvolvimento da tecnologia nos faz achar que, com essas ferramentas, as aulas se tornariam mais atrativas, tornando a relação aluno-professor ainda melhor e fazendo com que os alunos interagissem mais. Contudo essas tecnologias ainda são tímidas ao penetrar no mundo educacional. Algumas coisas implicam nessa timidez de ações, como a falta de estrutura das instituições de ensino que não disponibilizam recursos para isso ou professores que trabalham numa realidade social na qual não se permite o uso dessa ferramenta.

É fato que a rede mundial de computadores (*internet*) é um item que atualmente faz parte da vida de muitas pessoas. Essa nova ferramenta nos trouxe uma mudança comportamental: passamos a delegar a ela funções que antes eram estritamente nossa, deixando inclusive de nos preocuparmos em memorizar coisas como números de telefone. Utilizar essa ferramenta de forma consciente e como algo que acrescente e melhore a nossa educação tornou-se papel do professor, isso porque essa pode ser uma ótima aliada para vencermos a crise educacional que vivenciamos.

Mesmo que consideremos o uso da internet um aliado importante, a utilização de ferramentas de ensino que não fazem uso de tecnologias digitais pode contribuir muito no processo de ensino aprendizagem (ANDREIS & SCHEID, 2010; CAVALCANTE, 2010; MELO, 2010; VIEIRA et al, 2011). Como o cenário educacional brasileiro enfrenta uma grave crise, pensar em atividades simples e de custo reduzido, que desperte no aluno a autonomia e interesse pelos estudos se faz extremamente necessário, principalmente no Ensino de Ciências, para formar os futuros cidadãos do país.

A alternativa às TICs se faz pela inserção de atividades simples que possam ser manipuladas pelos alunos, como por exemplo, as atividades lúdicas. Nelas é possível educar e ensinar⁶ por meio de ações de interação com vários indivíduos fora do ambiente virtual, que podem contribuir para um meio favorável ao processo de ensino e aprendizagem. A utilização de atividades lúdicas no ensino tem se mostrado importante no processo de discussão de temas em sala de aula. Isso ocorre, pois elas são capazes de conectar de forma mais direta os temas apresentados e os envolvidos no processo por meio de respeito às regras estabelecidas e

⁶ Ensino é a maneira pela qual o conhecimento é transmitido, enquanto a educação está relacionada aos valores humanos e sociais (BEVILACQUA, 2016).

necessidade muitas vezes de ações colaborativas (Fig. 1.7) (SCHAEFFER, 2006; DAMIANI, 2008; OLIVEIRA et al, 2015).

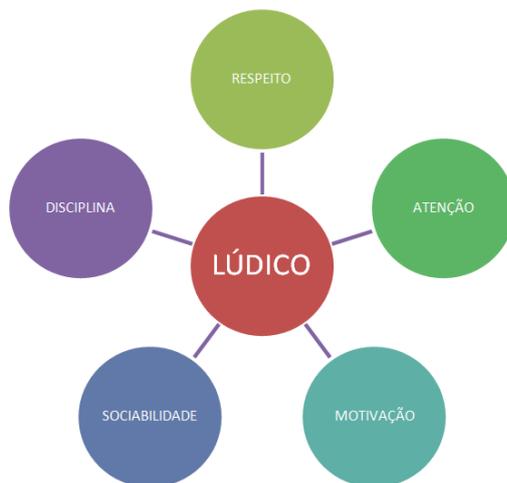


Figura 1.3: Possibilidades do Lúdico na Educação

Apesar de serem vistas apenas como uma brincadeira, por quem não percebe o processo inteiro, esse tipo de intervenção pedagógica exige que o professor tenha uma formação bem consolidada para que ele possa estabelecer uma ação que permita a ele compreender os nuances da mesma durante a sua realização (DIAS, 2013).

Devido à heterogeneidade de formação social e cultural dos alunos presentes nas salas de aula, os alunos não devem ser expostos a uma única estratégia formal de ensino. Sendo assim, acreditamos que é fundamental que o professor busque novas formas de ensino para que o processo de aprendizagem seja equânime para todos os indivíduos e a utilização do lúdico pode ser um bom caminho para isso.

Sabemos que os alunos aprendem melhor quando existe um bom relacionamento professor-aluno-família, onde o respeito é o alicerce fundamental para promover a autoconfiança dos alunos. Quando o professor usa estratégias que contemplem diferentes modos de pensar e de aprendizagem, que aliem o conhecimento, experiências e competências prévias dos alunos, com atividades distintas do usual e as tecnologias presentes no cotidiano dos alunos, a conexão entre esses dois atores do processo de ensino aprendizagem se torna mais forte.

Por fim se acrescentamos a esse cenário as questões relativas à presença de alunos com algum tipo de deficiência, permanente ou transitória, a existência de estratégias diferenciadas para o ensino ganha um reforço considerável e assim podemos efetivamente considerar que está havendo um processo onde a escola fará sentido para todos os envolvidos.

No entanto além das condições das escolas e da formação dos professores não serem as mais adequadas, outro problema relevante que ainda persiste no atual sistema educacional brasileiro e em todo mundo, é a grande burocracia que todos os participantes desse processo enfrentam (SADOWSKA & KAMINSKA, 2010). A quantidade de documentos e formulários que é necessário o professor seguir e redigir traz dificuldades e limitações para a preparação de aulas mais interessantes aos alunos, ocorrendo muitas vezes a reprodução dos textos

presentes nos livros didáticos⁷ utilizados pelas instituições de ensino. Essas burocracias atingem principalmente os professores que, apesar das dificuldades existentes, tem interesse em produzir aulas mais interessantes para os seus alunos. A impossibilidade de se reinventar e até superar essa subordinação da educação ao mercado de trabalho pode ser forte aliada na tentativa de reaver a função mais profunda da educação - a busca pelo conhecimento – uma mente aberta ao pensamento criativo, a maior contribuição que pode ser dada a sociedade.

Por isso, nesse trabalho busca-se pensar em atividades simples que podem ser utilizadas em qualquer realidade educacional, visto a realidade tão diversificada que vivemos no Brasil. Elas têm como tema principal a discussão dos conceitos mais basilares da Física para que os alunos possam experimentar, partindo do concreto para então, posteriormente, compreender conceitos mais abstratos, que são muito usuais no campo da Física. Deste modo, essas atividades que serão propostas aqui pretendem alcançar o desenvolvimento cognitivo do aluno, ajudando-o a conquistar desafios, superar dificuldades e resolver problemas, além de auxiliar no desenvolvimento emocional, pois quando essas atividades forem utilizadas em sala de aula, o aluno, ao buscar soluções, aprenderá a lidar com frustrações e supera-las. Ademais, busca-se também ajudar o professor a melhorar suas aulas, tornando seus alunos críticos e participativos, pois educar é fazer um investimento na sociedade para os próximos 100 anos, pelo menos.

Dentro dessa perspectiva, nesse trabalho serão abordados:

Capítulo 1 – IMPACTO SOCIAL E PROFISSIONAL NO ENSINO DE FÍSICA. Aqui serão apresentados a evolução do ensino de física no Brasil para compreender, historicamente, a realidade que temos hoje. Serão apresentados também alguns dados sobre o atual cenário educacional brasileiro, buscando discutir a realidade das escolas públicas brasileiras, dada a grande diversidade cultural e social presente em nosso país, e assim discutir sobre o que e como realmente deve ser lecionado nessa área para que seja algo efetivo e importante para os alunos. A realidade do município de Seropédica, na qual a UFRRJ está inserida também será apresentada, justificando a necessidade de repensarmos as atividades pedagógicas. Por fim discutiremos nesse capítulo um pouco sobre as dificuldades de aprendizagem dos alunos, principalmente no ensino de física.

Capítulo 2 – ABSTRAÇÃO, CONCRETUDE E LUDICIDADE. Serão abordadas nesse capítulo as bases conceituais do significado de abstrato, concreto e ludicidade, mostrando a importância desses temas na educação e principalmente no Ensino de Física. Isso porque muitos conceitos físicos são abstratos e o aluno precisa ter experimentado, seja utilizando materiais concretos ou atividades lúdicas sobre alguns conceitos básicos, para que possam compreender conceitos físicos abstratos, o que não ocorre atualmente na educação, principalmente nos anos iniciais (ensinos infantil e fundamental).

Capítulo 3 – METODOLOGIA. Nesse capítulo será detalhada a proposta de intervenção pedagógica realizada, na tentativa de construir com os alunos alguns conceitos basilares na área da física (grandezas e suas unidades de medida, comprimento, razão e proporção, área e volume). No intuito de mostrar a necessidade de compreensão de diferentes grandezas, relacionando-as com suas unidades e com os instrumentos de medida, além de reconhecer e ser capaz de dimensionar, de forma adequada, as grandezas que são amplamente estudadas na Física.

⁷ São os livros de caráter exclusivamente pedagógico.

Capítulo 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES. Por fim será apresentada todos os resultados das atividades desenvolvidas quando essas foram aplicadas em sala de aula, fazendo uma ampla discussão sobre o que foi observado nas salas e como os alunos reagiram a esses tipos de atividades. O objetivo nesse capítulo é mostrar a importância dessas atividades para alunos e professores, analisando e ampliando as discussões sobre como essas atividades fazem diferença no ensino de física.

2 IMPACTO SOCIAL E PROFISSIONAL NO ENSINO DE FÍSICA

Nesse capítulo serão apresentados alguns dados sobre a evolução do Ensino de Física no Brasil, o atual cenário educacional brasileiro, a realidade do município onde a Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) está localizada e para que possa ser observado, dentro de todo esse cenário, quais são as dificuldades encontradas por professores e alunos. Buscando compreender e discutir a realidade das escolas públicas brasileiras e dos alunos dada à grande diversidade cultural e social presente em nosso país para então discutir sobre o que e como deve realmente ser lecionado na área de ensino de física, principalmente, para que seja algo efetivo e importante para os alunos.

Mostrar a realidade educacional brasileira se faz necessária para fundamentar e mostrar que, mesmo com esse universo vasto, com realidades muito diferentes e complexas, é possível pensar em atividades básicas que podem ser lecionadas e aplicadas em qualquer lugar e situação. Um aluno, por exemplo, no sertão do Ceará, tem a mesma necessidade de aprender sobre comprimento do que um aluno que está em uma metrópole como São Paulo. Para isso ambos precisam experimentar para que esses conceitos se tornam totalmente concretos e aplicáveis em sua realidade.

2.1 EVOLUÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL

Para compreendermos o atual cenário da educação brasileira é fundamental fazermos uma viagem aos primórdios do ensino de ciências em nosso país. A primeira escola em terras brasileiras foi inaugurada na Bahia, no ano de 1549⁸, e tinha como principal objetivo ensinar gramática, retórica⁹ e escolástica¹⁰, sendo a Ordem dos Jesuítas¹¹ responsável pela educação em Portugal e em suas colônias. Como o foco era catequizar e ensinar os alunos a ler e escrever, o ensino de ciências não fazia parte desse currículo, existiam apenas algumas aulas de astronomia ao ar livre (LEITE et al, 2014).

Com a invasão Holandesa em 1637 as primeiras atividades científicas foram desenvolvidas no Brasil, por um grupo de cientistas indicados pelo Conde Nassau. Entre eles estava o físico J. Marcgrave, que ensinou sobre lentes de observação astronômica, previsões meteorológicas, eclipses e outras práticas para jovens aprendizes:

[...] se inaugurou no Brasil colonial uma época de atividades científicas, realizadas pelo grupo de homens de ciência que o Conde Nassau mandou vir a Pernambuco. Essa importante missão,

⁸ Ano de fundação da cidade de Salvador.

⁹ Disciplina ligada ao conjunto de regras necessárias à oratória.

¹⁰ Filosofia religiosa que tentava conciliar a razão e a fé

¹¹ Também conhecida como Companhia de Jesus e que tinha como objetivo catequizar os índios.

a primeira que aportou no Brasil, chegou a Recife em 1637, um século depois do começo do povoamento, pelos portugueses, das terras descobertas. Dela faziam parte, entre outros, Guilherme Piso, médico de Amsterdã, o fundador, com J. Bontius, da medicina colonial, e J. Marcgrave, naturalista alemão, [...] (AZEVEDO, 1996, p. 363)

Apesar dessa importante contribuição para o início das atividades científicas no Brasil, depois de 1644, com a expulsão dos holandeses o ensino de ciências foi novamente sufocado e todos os trabalhos desenvolvidos por Marcgrave desapareceram (ALMEIDA JÚNIOR, 1980). Se o sistema apresentava falhas na formação científica, com expulsão dos jesuítas em 1759, houve também um retrocesso nos conhecimentos humanísticos, que contribuiu para uma crescente destruição do sistema educacional brasileiro como um todo.

Em 1772 foi fundada a Sociedade Científica do Rio de Janeiro, por Antonio de Almeida Soares e Portugal, Vice-rei do Brasil. Contudo em 1794 essa Sociedade teve seu fim decretado por motivos políticos (PEREIRA & RODRIGUES, 1904). Em relação à educação, nenhum dos integrantes dessa sociedade demonstrou interesse em criar escolas ou disseminar o Ensino de Ciências no Brasil.

A institucionalização do ensino de ciências no Brasil teve seu marco com a fundação da nova Academia Militar em 1792. Embora o foco principal fosse o estudo da ciência bélica ela trouxe o pensamento da necessidade de discussão de temas ligados às ciências exatas e naturais (FILGUEIRAS, 2015). Mesmo assim, poucas mudanças efetivas aconteceram no incentivo do desenvolvimento científico no Brasil, evidenciando que não houve nada de significativo na evolução do ensino de ciências, e principalmente no ensino de física antes do Brasil Imperial.

Com a fundação do Seminário de Nossa Senhora das Graças de Olinda, em 1800, o Bispo Azeredo Coutinho inseriu no currículo as cadeiras de Física, Química, Mineralogia, Botânica e Desenho, iniciando no Brasil os estudos de matérias científicas dentro das escolas, mas nada muito significativo (ALMEIDA et al, 2008).

Com a vinda da Família Real em 1808, as ciências, assim como outros setores, começaram a se desenvolver, como bem decretado por Dom João VI¹²:

“[...] Hei por mim que na minha actual corte e cidade do Rio de Janeiro se estabeleça huma Academia Real Militar para um curso completo de Sciencias Matematicas, de Sciencias da observação quaes a Physica, Chimica Mineralogia, Metallurgia e Historia Natural.” (SILVA, 2003, p. 32).

¹² O regente esteve em terras brasileiras entre os anos de 1808 e 1821.

Com a Independência do Brasil, uma nova orientação na política educacional se instaurou, prova disso foi à fundação do Colégio Pedro II em 1837, que foi um marco para a Educação Brasileira, quebrando a exclusividade do ensino humanístico graças à ampliação das disciplinas nos cursos, utilizando como exemplo os colégios franceses. Porém, mesmo com esse avanço, as ciências naturais e a matemática eram atropeladas pelo ensino humanístico, já que durante anos esse dominou a educação brasileira.

Em 1870, foi criada a Escola de Minas de Ouro Preto sendo esse um fato importante e significativo para a educação em ciências no Brasil, visto que nessa época não se havia interesse nem incentivos significativos voltados para a pesquisa na área de ciências. Na mesma época, coincidindo com a evolução da indústria em todo o mundo, as escolas brasileiras começaram a desenvolver mais o ensino de ciências e principalmente o ensino de Física para atender essa demanda. Contudo, isso não durou por muito tempo: livros ruins, professores despreparados, conteúdos muito densos e problemas sociais e econômicos não geravam a formação necessária para a demanda industrial essencial naquela época. As aulas de ciências eram expositivas, como as atuais, eram pouco demonstrativas, priorizando a memorização e a repetição.

As mudanças significativas no ensino de ciências e principalmente no ensino de Física no Brasil ocorrem com a fundação da USP em 1934, quando muitos cientistas europeus chegaram ao Brasil. Cindo anos depois, em 1939, são transferidos para o Rio de Janeiro cursos da Universidade do Distrito Federal, organizando-se assim a Faculdade Nacional de Filosofia que, dentre muitos cursos, possuía o curso de bacharel em Física. Quase três décadas após, em 1966, a Sociedade Brasileira de Física (SBF) é criada e ela passa a ser a incentivadora das pesquisas em vários campos da área e também no ensino.

Ainda na década de sessenta, mais exatamente no ano de 1964 um projeto vindo dos EUA conhecido como Comitê de Estudo de Ciências Físicas (PSSC¹³) trouxe mudanças relevantes à chamada aprendizagem por descoberta e ao ensino experimental, além de dar ênfase curricular da "estrutura da ciência" (MOREIRA, 1986). Mesmo com essas mudanças, esse projeto não conseguiu chegar ao ponto que se esperava, mas incentivou outros projetos da mesma época como (ALMEIDA, 1978):

- Física Auto Instrutivo;
- Eletricidade;
- Projeto de Ensino de Física.

Segundo Saad (1977), até o início da década de setenta não se tinha qualquer preocupação com os aspectos metodológicos referentes ao ensino de Física no Brasil. Portanto, até esse período a física continuava sendo vista como uma disciplina com métodos tradicionais. Contudo com as discussões sobre a educação dialogada, fortemente defendida por Paulo Freire, em 1980, começaram a ocorrer discussões sobre a necessidade da utilização de outras informações para a contextualização dos temas, como a história e filosofia da ciência na educação. Apesar dessas propostas, não houve fortes alterações na formatação das propostas oficiais ou mesmo no cenário educativo da disciplina, sendo essa realidade ainda presente na exposição de conteúdos na maioria das escolas.

Até os dias atuais, apesar de todas as pesquisas realizadas no Brasil, o ensino de física continua estático (Fig. 2.1) apresentando aos alunos uma física dogmática, concreta e

¹³ Sigla para Physical Science Study Committee.

complexa, totalmente “mecanizada”, que, na maioria das vezes, inibe o aluno e não o torna criativo e autônomo.

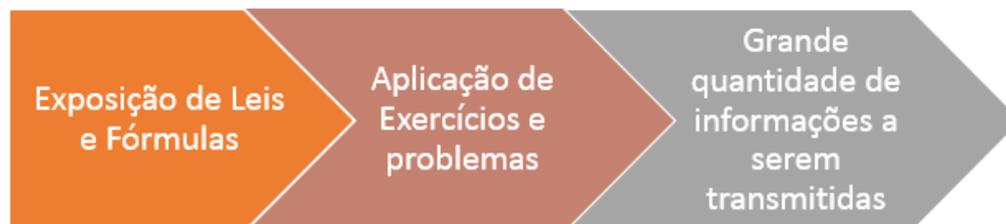


Figura 2.1: Ensino de Física no Brasil

Nesse sentido, o ensino de ciências e as escolas falham nas oportunidades que deveriam proporcionar aos seus alunos, que seriam:

"oportunidades de desenvolver aptidões que lhes possibilitem enfrentar o conhecimento em evolução. Não se resolverão os problemas pessoais e sociais exigindo-se que os alunos assimilem cada vez maior quantidade de matéria, inaplicável depois de alguns anos. Serão resolvidos unicamente quando a escola ajudar o aluno a aprender como aprender e como analisar e avaliar progressivamente aquilo que vem ao seu encontro." (LEMBO, 1975, p. 66)

Toda a evolução histórica da educação brasileira mostra como o ensino de ciências sempre foi deixado para um segundo momento e nunca foi efetivamente transformado. A formação de professores é o principal ponto a ser transformado para que essas falhas não se repliquem mais. Deste modo ela deve ser melhorada de maneira que os professores possibilitem aos alunos interligar o aprendizado em sala de aula à sua realidade, modificando a mesma e modificando também os fatores sociais, educacionais e tecnológicos alarmantes que temos hoje.

2.2 CENÁRIO EDUCACIONAL BRASILEIRO

O atual cenário da educação brasileira tem se mostrado, devido a inúmeros fatores, pouco eficiente para a formação cidadã em sua plenitude. É consenso que atualmente a escola não é vista como essencial na vida dos alunos e também não é capaz de preparar os jovens de forma que ao concluírem a educação básica tenham a capacidade real de compreensão de textos simples e de operações matemáticas básicas (YOKOTA, 2014).

Esse cenário é o resultado da soma de um conjunto de fatores, como o baixo investimento e má administração dos recursos, por parte de estados, municípios e das próprias escolas, a falta de professores de determinadas disciplinas, dos baixos salários de professores e agentes de educação, que se sentem desmotivados a realizar suas funções, a péssima infraestrutura escolar e também da violência que se faz presente dentro do ambiente escolar (FREITAS, 2014, MARRIEL, 2006). Estas realidades tornam esses espaços pouco produtivos na formação dos jovens brasileiros, sendo apenas um momento de convívio social e não um ambiente de formação intelectual e profissional.

Questões de caráter social também produzem grande impacto na formação dos alunos, visto que existe uma forte relação entre a baixa escolaridade dos pais e o desempenho escolar dos alunos. Na maioria dos casos, os mais pobres colocam a vivência escolar em segundo plano para buscar uma melhoria de renda familiar (RAPOPORT & SILVA, 2013). Nesse cenário, sem ações que torne as aulas mais atrativas, os alunos não se sentem efetivamente motivados a compreender os temas que são apresentados a eles e assim não entenderão o processo de escolarização como uma etapa fundamental para alcançar melhorias profissionais e sociais.

Se as questões sociais influenciam diretamente no desempenho dos alunos, de forma geral fatores associados à prática docente tem grande contribuição no desinteresse pelos temas ligados a ciências. Podem ser citados, no caso específico das disciplinas de ciências exatas alguns fatores, para a falta de interesse e compreensão do que está sendo apresentado em sala de aula: prática excessiva de desenvolvimento matemático, sem que sejam contextualizados com a realidade do aluno e que, em sua grande maioria, não trazem elementos de contribuição para o desenvolvimento cognitivo deles, aulas de caráter meramente expositivo e sem a participação direta dos alunos e, finalmente, a falta de formação adequada por parte de muitos professores que não possuem habilidade para a discussão de alguns temas em sala de aula (SILVÉRIO, 2001).

As possibilidades para mudar esse quadro muitas vezes esbarram na percepção do professor em achar que apenas o uso de ferramentas que estão presentes no cotidiano dos alunos pode atrair a atenção deles para certo conteúdo, como já citado anteriormente. Apesar delas serem importantes e existirem excelentes propostas, em diversas áreas, para sua aplicação em sala de aula, é importante ter em mente que a utilização das ferramentas de ensino, independente da sua complexidade e modernidade, deve num primeiro momento despertar a curiosidade e a pró-atividade dos alunos para o aprendizado de um tema específico e também dispersar do ambiente a suposta hierarquia professor aluno (SANTOS, 2005).

Se quando existem professores o problema é grande, a falta deles gera um cenário catastrófico. No caso específico das disciplinas de Ensino Médio, por exemplo, existe um déficit de 32,7 mil professores, principalmente em áreas como Biologia, Física, Química e Sociologia (ESTADÃO, 2014), implicando a possibilidade de muitos alunos estarem sem aulas dessas disciplinas ou estarem sendo ensinados por profissionais não habilitados de forma correta dentro do conteúdo dessas disciplinas.

Lecionar conteúdos de ciências de forma geral, e no caso da Física mais especificamente, é permitir que o aluno seja capaz de se apropriar dos temas que são apresentados a eles, o que necessita uma boa formação do profissional envolvido. A grande barreira existente para que isso ocorra é que na maioria das vezes os conteúdos apresentados não fazem parte da realidade do aluno e/ou necessitam de um grande grau de abstração para seu entendimento. Essa dificuldade por parte dos alunos tem origens diversas, que estão relacionadas de muitas maneiras e que produzem o baixo desempenho verificado nos testes

propostos pelos diversos órgãos nacionais e internacionais que medem o conhecimento de ciências (WAISELFISZ, 2009).

Se existem problemas relacionados à infraestrutura e à formação dos profissionais, por exemplo, outro ponto que traz uma reflexão importante é quais são os conteúdos que devem ser abordados em determinadas disciplinas. No caso específico dos conteúdos em Física dois fatores devem ser levados em conta, como já foi dito: o primeiro relacionado à falta de professores e o segundo, é quais os conteúdos que são realmente importantes para a formação de um cidadão para que tenha os conhecimentos fundamentais para sua vida.

A importância de discutir o que deve ser ensinado nas escolas públicas brasileiras está relacionada à grande diversidade cultural e social presente em nosso país. Dados fornecidos pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) mostram que o Brasil possui um IDH¹⁴ em torno de 0,744, isto é, o país possui alto desenvolvimento humano dentro dos critérios adotados para essa avaliação (PNUD, 2013).

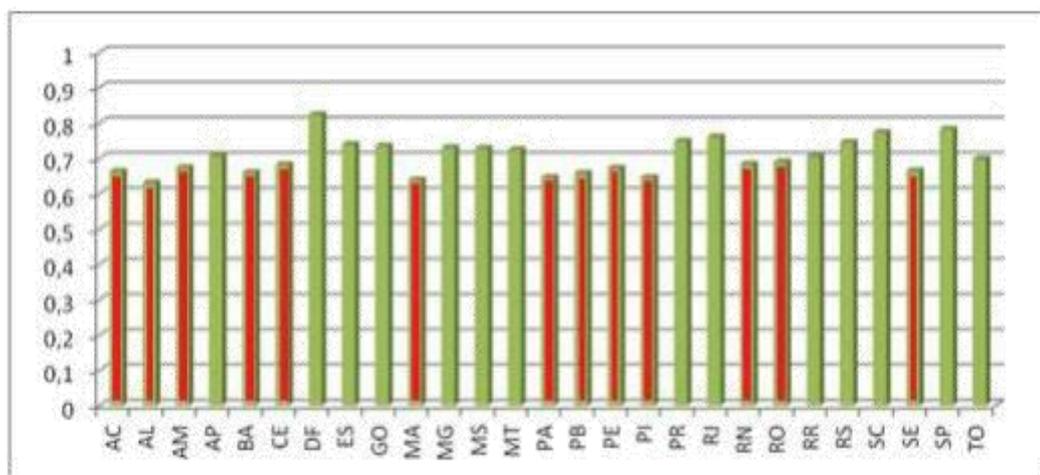


Gráfico 2.1: Gráfico do IDH dos Estados Brasileiros, sendo destacados em vermelho os estados com índice abaixo de 0,7 (PNUD, 2010).

Se existem estados que não atingiram 0,7 na escala de IDH conforme detalhado no gráfico (Fig. 2.2) a situação se torna ainda mais preocupante quando analisamos esse índice para os municípios brasileiros, onde apenas 0,79% deles possuem alto desenvolvimento humano e piora quando percebe-se que existem municípios com índice em torno de 0,55%, isto é, estão em situação de baixo desenvolvimento humano (PNUD, 2013). Dentro desse perfil complexo fica a questão de qual deve ser o caminho para ensinar os conteúdos de ciências de maneira geral e de Física, mais especificamente, dentro das instituições de ensino, visto que durante a formação do futuro profissional de educação as questões sobre o desenvolvimento de cada região não são abordadas de forma conveniente.

¹⁴ Escala que varia de 0 a 1 e tem como critérios os seguintes valores:

- IDH \geq 0,800 - Muito Alto
- $0,7 \leq$ IDH 0,8 - Alto
- $0,600 \leq$ IDH 0,7 - Médio
- $0,500 \leq$ IDH 0,6 - Baixo
- $0,000 \leq$ IDH 0,5 - Muito Baixo

Essa interrupção precoce dos estudos, produz uma mão de obra não especializada levando esses indivíduos a ter um futuro sem expectativa de crescimento profissional. Contudo, anos depois de seu afastamento, retorna os estudos na tentativa de melhorar os aspectos financeiros e conseqüentemente sociais. Porém o aproveitamento do ensino e a qualidade já não são mais a mesma, já que as etapas do Ensino mudam de responsabilidade.

Segundo o Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) nas etapas educacionais de responsabilidade do município, em 2013, na avaliação do Índice de Desenvolvimento da Educação Básica (IDEB), aplicado em 23 escolas, apenas quatro delas possuíam média acima de cinco e, mesmo assim, com valor inferior à nota necessária para que o Brasil atinja a meta dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que é seis. Na mesma avaliação percebeu-se que para os anos finais do ensino fundamental, que são o quinto ano e o nono ano, as escolas do município de Seropédica obtiveram respectivamente médias iguais a 4,7 e 3,4. (BRASIL, 2013).

Esta situação alarmante é ocasionada por inúmeros problemas enfrentados pelo município. Analisando os dados educacionais, vemos que 3.630 estudantes, matriculados em 2010, cursavam a modalidade de Educação de Jovens e Adultos (EJA). Esse número, somado aos 9% de analfabetos completos existentes no município, resulta em quase 13,6% de toda população de Seropédica não possui uma educação minimamente necessária para as atividades diárias, mesmo considerando os atuais modelos utilizados na modalidade do EJA (INEP, 2010).

Todas as modalidades de ensino deveriam receber mais atenção, tanto a modalidade de Ensino EJA quanto na, dita, regular, e principalmente os analfabetos deveriam receber atenção especial. Porém como o EJA tem a maioria dos seus alunos retornando os estudos em busca de melhores oportunidades de emprego ou inserção no mercado de trabalho, essa deveria os preparar minimamente para isso, porém, pelos dados analisados, não é esse o resultado que observamos.

Na educação regular, o IDEB deixa transparente que a atual crise que o ensino enfrenta é fortalecida pelas grandes taxas de desistências, provando que deve haver melhores práticas para uma significativa mudança. Os analfabetos do município são reflexos de uma péssima estrutura social. Esses fatos, somados às grandes taxas de desistências que acontecem no ensino médio, tornam o problema mais grave, apesar desses números aumentarem de maneira pouco significativa ao longo dos anos (Gráfico 2.2). Em duas das principais escolas do município, a taxa média de desistência da escola, entre os anos de 2006 e 2008, não foi inferior a 18% (CRUZ & BIGANSOLLI, 2011).

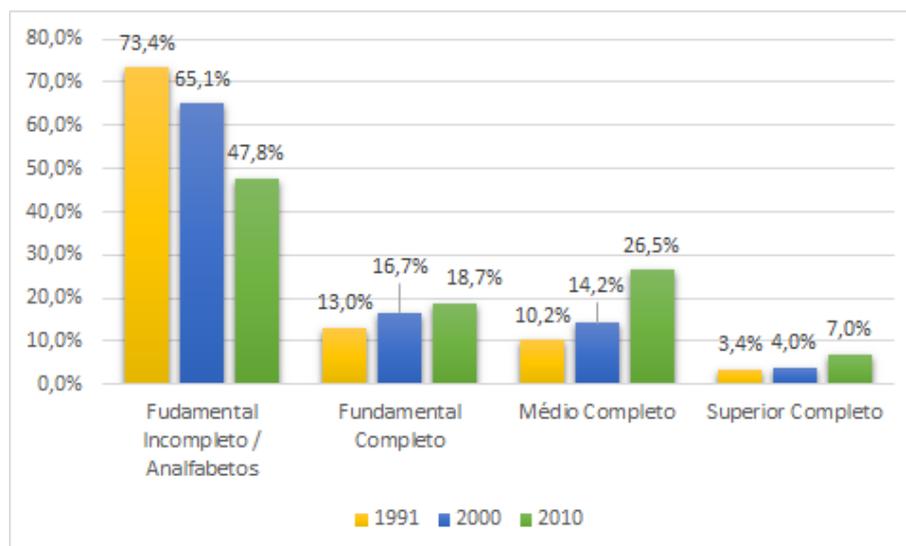


Gráfico 2.2: Escolaridade da população com 25 anos ou mais (PNUD, 2010).

Visto todo esse cenário social, econômico e educacional do município de Seropédica, poucas vezes a utilização das TIC's se faz presente. Pensar em atividades simples e de custo reduzido, que desperte no aluno a autonomia e interesse pelos estudos se faz extremamente necessária, principalmente no Ensino de Ciências.

2.4 DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM

A grande dificuldade existente durante a apresentação dos conteúdos de Física, nas turmas de ensino médio, está na maioria das vezes relacionada à dificuldade dos alunos em compreender conceitos básicos ligados ao tema que está sendo apresentado. Essas dificuldades são somadas à falta de habilidade com as ferramentas matemáticas, problemas na interpretação de gráficos e pouca discussão sobre os conceitos físicos básicos.

A utilização excessiva da matemática para ensinar os fenômenos físicos torna o processo pouco atrativo e induz o pensamento nos alunos de que a Física é somente aplicação matemática. Por mais que a história da ciência nos mostre que alguns conceitos matemáticos mais abstratos podem ser interpretados pela Física, reduzir o pensamento filosófico ao processo algébrico é um erro que acarreta prejuízos graves para a formação dos alunos (KARAM & PIETROCOLA, 2009).

No caso dos exercícios-problemas, por exemplo, em Química grande parte dos alunos não gostam da disciplina, pois os temas são apresentados a eles de forma que são levados em conta apenas a realização de operações matemáticas e a memorização de fórmulas, enquanto que na Matemática os problemas não estão relacionados à discussão e resolução de uma situação real (SILVA, 2005; PAZ et al, 2010). Isso ocorre visto que a maioria dos livros didáticos existentes no mercado focaliza principalmente em ter um grande número de exercícios, já que um número considerável de instituições de ensino tem como objetivo preparar os seus alunos para a resolução de questões das principais avaliações para o acesso nas instituições de ensino superior existente no país (SANTOS et al, 2010). O resultado disso

é que os alunos aprendem formatos de resolução de exercícios, sem entender o real significado do que está sendo realizado e do resultado final encontrado.

Esse cenário apenas contribui para o afastamento entre professores e alunos, tornando ínfimas as possibilidades de diálogos produtivos para a construção de um ambiente que favoreça a aprendizagem. O resultado disso é que o processo de ensino e aprendizagem se torna cada vez mais embasado em três elementos preocupantes e ruins para a educação: o primeiro é a fonte do conhecimento, que na maioria das vezes é concretizada na figura do professor; o segundo é o aluno receptor das informações transmitidas a ele; e o último a junção do aprendiz e do professor, que transformam as informações passadas em conhecimento, ocorrendo assim a aprendizagem (SPINELLO, 2014).

Além de fatores já mencionados, muitos professores se sentem pressionados a cumprir um programa que pode não estar agregado à realidade do seu público, pelo simples fato de seguir as normas impostas pela escola que ele trabalha, pelo município, ou até mesmo pelo estado, já que na maioria das vezes o projeto pedagógico do colégio se dá de forma vertical, de cima para baixo, e assim não permiti que ele possa explorar todas as possibilidades de discussão dos temas que são ensinados.

No caso dos alunos, as dificuldades de aprendizagem quase sempre se apresentam associadas a problemas comportamentais, emocionais, familiares, escolares e culturais (Fig. 2.4) (STEVANATO et al, 2003; DOMINGOS, 2007).



Figura 2.3: Principais fatores de influência negativa sobre a aprendizagem (DOMINGOS, 2007).

Para que haja aprendizagem o aluno precisa estar em condições de buscar o conhecimento, que ele constrói por meio de uma série de significados que resultam das interações que ele faz e continua fazendo durante a exposição do conteúdo. Para que isso ocorra estes alunos necessitam estar motivados, pois apenas assim é possível que a aprendizagem aconteça, visto que é essa condição que dará a ele para participar e ser coautor do seu processo de aprendizagem (SOUZA, 2009).

Uma vez que as relações humanas são peças fundamentais na realização comportamental e profissional de um indivíduo, é importante que a relação professor-aluno seja composta de vínculos onde o professor consiga despertar a curiosidade dos alunos acompanhando suas ações no desenvolver das atividades (CORTEZ & FARIAS, 2011). Visto que os maiores desafios encarados pelos professores de ciências nos dias atuais, independentemente do nível escolar, é permitir que os alunos compreendam, na sua plenitude, os conceitos apresentados a eles, mostrando que as aulas meramente expositivas não contribuem em nada para o ensino de ciências.

Dentro das possibilidades de abordagem dos conteúdos de ciências pelos professores podemos destacar (CPT, 2016):

- a aula expositiva clássica, onde o professor discorre sobre determinado assunto durante algum tempo e a postura dos alunos é totalmente passiva;
- a aula dialogada, onde o professor cria um ambiente para maior atividade dos alunos por meio de questionamentos a serem respondidos por eles;
- a aula demonstrativa, onde são usados equipamentos e outros materiais para a demonstração de uma lei ou fenômeno;
- e a aula prática onde os alunos realizam atividades experimentais para, em geral, comprovar alguma lei ou princípio científico.

Para que os alunos compreendam os conceitos, é necessário ter uma relação entre a teoria apresentada e alguma atividade prática, mostrando para os alunos que os temas são oriundos de observações e que possuem sua explicação dada por métodos teóricos. Quando o formato de exposição dos conteúdos se faz de maneira completa, conforme descrito na figura 2.4, mostra-se aos alunos que os temas abordados estão ligados diretamente com o mundo que o cerca e assim eles poderão aplicar o conhecimento adquirido em sala em seu cotidiano (MAYER et al, 2013).

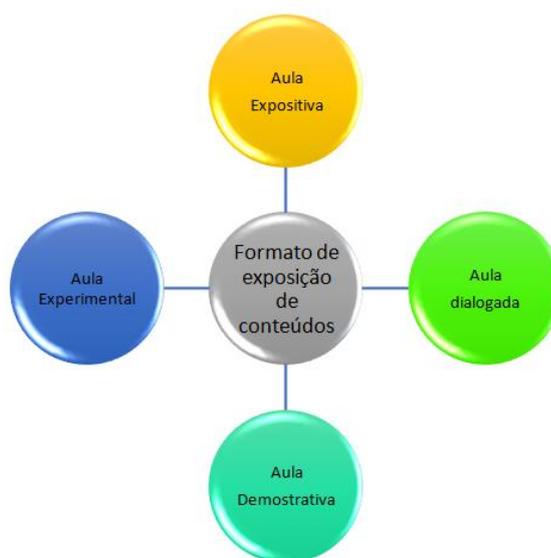


Figura 2.4: Forma de exposição de conteúdos aos alunos.

Sem a visualização dos fenômenos é improvável que os alunos desenvolvam o interesse e desenvolvimento adequado, principalmente quando essas aulas são atreladas a equações matemáticas. Nesse sentido, as atividades experimentais proporcionam um melhor conhecimento ao aluno, fazendo com que sua visualização seja o elemento primordial para a construção do conhecimento e principalmente dos conceitos ligados a essas áreas, além de serem momentos que despertam o interesse dos alunos aos fenômenos que estão ocorrendo perante seus olhos (LABURÚ, 2005).

As formas e metodologias existentes para a realização das atividades experimentais têm sido objeto de estudo em muitos trabalhos em diferentes áreas de conhecimento. Mesmo com inúmeras possibilidades, essas atividades podem ser separadas em situações que focalizam meramente a verificação de leis, teorias e outras onde são privilegiadas as condições para os alunos possam refletir e rever suas ideias a respeito dos fenômenos e conceitos abordados durante a exposição dos conteúdos (ARAÚJO & ABIB, 2003). Apesar da primeira forma de abordagem das aulas experimentais ainda ser amplamente utilizada como método de apresentação das leis estudadas, é fato que uma proposta na qual os alunos recebem um conjunto de etapas a serem seguidas e cujos resultados já são previamente conhecidos não condiz com o ensino atual (MELO, 2011).

3 ABSTRAÇÃO, CONCRETUDE E LUDICIDADE.

Serão abordadas nesse capítulo as bases conceituais linguísticas e filosóficas do significado de abstrato, concreto e lúdico, mostrando a importância de cada um na educação, mas principalmente no ensino de Física.

Definir esses conceitos e mostrar sua importância na educação é vital para fomentar esse trabalho provando a necessidade de o aluno experimentar alguns conceitos básicos, com o auxílio de materiais concretos, experimentos de baixo custo ou até mesmo jogos lúdicos, para compreender esses conceitos físicos mais abstratos. Hoje essa não é a realidade da maioria das escolas brasileiras.

3.1 DEFINIÇÕES DE CONCRETO E ABSTRATO

Um dos grandes desafios na construção do conhecimento em física está na maneira como é feita a passagem dos fenômenos naturais a sua interpretação no formato de leis e equações, diferentemente do que entendemos que deveria ser realizado e que seria levar o aluno por etapas entre a visualização do fenômeno até a resolução de problemas (Fig. 3.1). Como já dito no capítulo anterior, é fundamental que existam atividades onde o aluno possa perceber o conteúdo que está sendo apresentado. Dentro dessa perspectiva, as aulas demonstrativas, ou experimentais, reais ou virtuais, são fundamentais para que o processo de aprendizagem seja pleno.

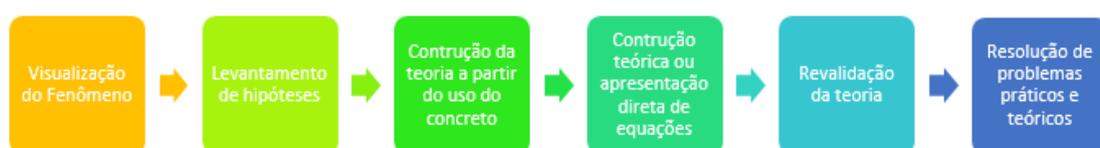


Figura 3.1: Processo de construção do conhecimento (CRUZ et al, 2015).

No entanto, a simples apresentação do fenômeno não permitirá aos alunos compreender o conceito por trás dos fenômenos apresentados; além disso, é importante que ocorra uma construção gradativa dos temas e que necessariamente passam pelo abstrato, concreto e chegam até o conceito. Sendo assim, é necessário que o profissional de educação possa compreender algumas definições dos conceitos de concreto e abstrato, bem como a diferença entre eles.

Na língua portuguesa, de acordo com o Dicionário do Aurélio, “abstrato” está definido como o que designa ideias, qualidades, estados, ações por oposição ao “concreto”. Já o “concreto” é o que designa coisas ou seres perceptíveis pelos sentidos, por oposição a “abstrato” (AURÉLIO, 2009). Na língua inglesa, recorrendo ao, Merriam Webster Dictionary temos conceitos mais simples: “abstrato” é relacionado a ideias gerais ou qualidades ao invés

de pessoas, objetos ou ações e “concreto” é uma coisa ou uma classe de “coisas reais” (MERRIAM & MERRIAM, 2017). Percebe-se então que, linguisticamente falando, o abstrato de forma geral designa ideias. Por sua vez, o concreto, está ligado a coisas ou seres perceptíveis pelos sentidos. Além disso, o abstrato está relacionado a ideias gerais, sendo este desprovido de materialidade e o concreto está ligado a uma coisa ou uma classe de coisas ou seres reais perceptíveis pelo sentido.

Na busca por concepções mais completas, definir o conceito de concreto e abstrato somente pelo que está no dicionário não nos satisfaz inteiramente, tornando necessária a apresentação da ideia relacionada aos termos. Em uma definição mais científica e filosófica, se assim podemos dizer, temos que para o filósofo e pedagogo estadunidense John Dewey o concreto é a concepção do ponto de partida e o abstrato a natureza das metas envolvidas. Deste modo o conceito de abstração não leva em conta um valor específico determinado, mas sim todos os valores possíveis de algo com que estamos lidando ou nos referindo. No entanto, quando nos referimos a algo concreto estamos assumindo que este possui um valor específico ou uma natureza mensurável de alguma forma (DEWEY, 1910).

Para Dewey a diferença entre concreto e abstrato está relacionado com o progresso intelectual de um indivíduo, ou seja, o que é abstrato em um momento em outro poderá se tornar concreto. Por exemplo, para um físico o conceito de temperatura é concreto, pois para ele essa grandeza é vivencial e muito presente no seu dia a dia, contudo para pessoas que não lidam diariamente com esses conceitos, esse pode ser um conceito completamente abstrato. O contrário também é válido: algo que é concreto, com que estamos familiarizados, pode se tornar abstrato quando envolvem fatores estranhos ou problemas não resolvidos.

Isso quer dizer, num primeiro momento, que algo concreto não precisa ser fisicamente concreto. A partir do momento que detemos uma familiaridade com uma ideia, qualidade, estado ou ação, isso pode ser entendido como algo concreto. Segundo Dewey, chamamos isto de algo mentalmente concreto, pois quando algum pensamento é utilizado com alguma finalidade este é considerado concreto. Contudo se utilizado apenas como forma de pensar é considerado abstrato.

Marx também vai além do conceito puramente sensorial, definindo o conceito de concreto como “unidade da diversidade”, ou seja, é a harmonização e a interação de todos os aspectos e momentos. Entender algo como concreto é entender sua totalidade. Desde modo podemos definir o concreto de duas formas: sensorial, que segundo Kant existe externamente ao sujeito, e lógico-racional, que é uma etapa fundamental e que supera o momento sensorial e descritivo. Por outro lado o abstrato visto o aspecto epistemológico, é interpretado como unilateral, incompleto (CORDON, 1991; GARDNER, 1995).

Estas definições de concreto e abstrato nos reafirmam que o conceito de dilatação térmica, por exemplo, ao ser ensinado utilizando-se materiais concretos não faz com que o aluno tenha um conhecimento profundo e global sobre o assunto. Isso porque um assunto pode não ser bem conceituado por um aluno, e mesmo tendo o objeto concreto para ajuda-lo, esse conceito pode continuar sendo bastante abstrato.

O primeiro passo para a internalização e apropriação da informação pelo indivíduo deve ocorrer a partir de algo que para ele é real, isto é, será concreto. Um exemplo disso é pensar no movimento de elétrons em um condutor. Uma vez que a imagem de um elétron nunca foi criada em sua mente este “ente” pode ser modelado como uma pequena esfera com características próprias.

Essa construção mental da figura esférica do elétron, que o aluno constrói a partir da ideia de uma bola de futebol, por exemplo, permite e é fundamental para que o aluno possa compreender o movimento desses num condutor. Houve então entendimento de algo abstrato, que no caso é o movimento de elétrons, que agora passa a ser concreto para este indivíduo. Com a concretização do abstrato o aluno consegue desenvolver uma ideia sobre o problema e assim pode, de forma definitiva, ter em mente o que é uma corrente elétrica, isto é, construiu-se o concreto de certa grandeza a partir de etapas de construção do concreto em abstrato, de abstrato em concreto mental e a partir dele do conceito.

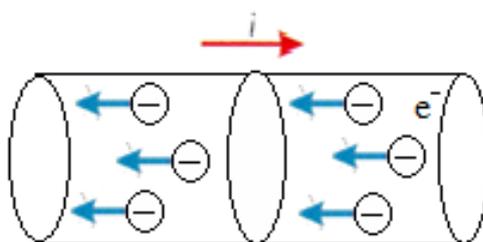


Figura 3.2: Representação da corrente elétrica presente na maioria dos livros didáticos.

3.2 O CONCRETO E O ABSTRATO NA EDUCAÇÃO

Um dos grandes desafios presentes no ato de lecionar conteúdos de ciências de forma geral, e no caso da Física mais especificamente, é permitir que o aluno seja capaz de se apropriar dos temas que são apresentados a ele. A grande barreira existente para que isso ocorra é que na maioria das vezes os conteúdos apresentados não fazem parte da realidade do aluno ou necessitam de um grande grau de abstração para seu entendimento.

A abstração é um ato fundamental para que os conceitos ligados a realidades muitas vezes impossíveis de serem observadas possam ser construídos e entendidos pelos alunos. Esses conceitos, que segundo Piaget, podem ser separados em quatro tipos básicos (PIAGET, 1995): empíricas; reflexionantes; refletidas e pseudo-empíricas; pode oferecer os recursos básicos de análise das situações apresentadas em sala de aula e ligadas às diversas situações diárias.

Quando os conceitos de concretude e abstração são trabalhados na educação, percebe-se que os estudantes aprendam de maneira mais significativa determinados conceitos com a ajuda de materiais pedagógicos concretos. Isso ocorre, pois os materiais agem como elementos de ligação úteis e atraentes para conceitos abstratos que seria difícil transmitir de outra forma. Esse processo, muitas vezes complexo, é um passo importante para a construção do conhecimento, visto que atualmente é bem aceito que a compreensão de um algo abstrato é mais eficaz quando são realizadas demonstrações concretas (GOLDSTONE & SON, 2005).

Sendo assim, a possibilidade de visualizar ou experimentar coisas reais, faz com que o aluno possa refletir individualmente e assim, transferir o que é aprendido de um contexto para outro (IVIC & COELHO, 2010). Essa ideia pode ser melhor entendida da seguinte forma:

É muito difícil, ou provavelmente impossível, para qualquer ser humano caracterizar espelho, telefone, bicicleta ou escada rolante sem ter visto, tocado ou utilizado esses objetos. Para as pessoas que já conceituaram esses objetos, quando ouvem o nome do objeto, sem precisarem dos apoios iniciais que tiveram dos atributos: tamanhos, cor, movimento, forma e peso. Os conceitos evoluem com o processo de abstração; a abstração ocorre pela separação. (LORENZATO, 2006).

É importante ressaltar que as diferenças existentes entre os termos que definem o concreto e abstrato pode distorcer o entendimento completo de ambos, pois o primeiro pode ser entendido apenas como algo empírico e o segundo, no caso da Física e da Matemática, pode ser reduzido simplesmente ao domínio de expressões matemáticas que regem algumas leis ou axiomas (GIARDINETTO, 1991).

Como já discutido, as atividades experimentais são fundamentais para aprendizagem. No entanto muitas vezes isso pode ser confundido com a utilização de equipamentos sofisticados e metodologias tão complexas que podem impedir sua utilização em diferentes realidades. A utilização de elementos do cotidiano dos alunos é uma opção para que os profissionais da educação melhorem o processo de aprendizagem, tornando-os mais atraentes. Sendo assim, pensar num conjunto de ações que possam facilitar o entendimento de certos conceitos, a partir de modelos concretos, é fundamental para o desenvolvimento cognitivo dos alunos, ocorrendo assim um processo de aprendizagem completo.

É importante que a possibilidade de apresentação, de forma concreta, para os alunos impeça que as informações por eles ouvidas sejam esquecidas. Isso ocorre, pois, com a visualização concreta de algo, este pode não mais esquecer, lembrando quando for necessário (CHIAVERINA & VOLLMER, 2005). Dessa forma, permitir inicialmente a construção desses conceitos é fundamental para que o aluno possa num momento posterior analisar situações que não represente o “aqui e agora”, mas que possa ser entendido pela modelagem a partir de um ou mais objetos concretos e que formaram a ideia final.

Considerando que na exposição de conteúdos os professores, na sua prática diária, se pautem na utilização de fala e da escrita, não havendo uma conexão entre o que está sendo exposto e a vida cotidiana dos alunos, não haverá construção mental. Um exemplo simples sobre isso é se tentássemos explicar para um indivíduo da década de 60, sem contato com a tecnologia atual, um computador. Se partirmos da utilização de elementos da sua realidade, como uma TV e uma máquina de escrever, o objeto computador poderá ser apresentado visualmente pela ideia da junção desses dois objetos (Fig. 3.2). O processo será construído do concreto para o abstrato e permitirá uma ideia de funcionamento, mesmo que o terceiro nunca seja visto.



Figura 3.3: Representação da construção de um terceiro objeto pela soma de outros dois.

No caso de ideias em física isso se torna mais relevante. Por exemplo, a construção mental da figura esférica do elétron a partir da ideia de uma bola de futebol, permite que o aluno possa compreender o movimento desses num condutor. Uma vez que consideramos o elétron uma esfera quase perfeita (CARTLIDGE, 2011) facilita para o aluno o processo de entendimento do fenômeno. No entanto o elétron poderia ser modelado mentalmente com diferentes formas geométricas. O aluno então após passar por todo processo de abstração torna aquele fenômeno ou grandeza concreta para si e passa a ter seu conceito melhor definido numa sequência que o leva de concepções equivocadas ou incompletas sobre um fenômeno até a sua total compreensão e assim conceituação (Fig. 3.3).

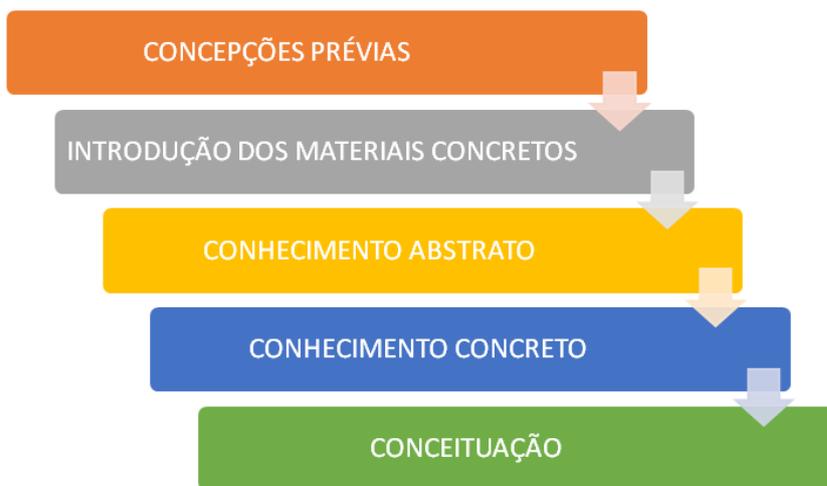


Figura 3.4 - Processo de conceituação

Sendo assim, atividades que envolvam materiais concretos tendem a promover maior interação entre os alunos, além de uma estimulação sensorial que mobiliza o indivíduo como um todo, desencadeando novas emoções e fazendo com que a rotina do aluno em sala de aula como ouvinte seja substituída por uma aprendizagem mais ativa. Deste modo o aluno passa a desenvolver mecanismos para que sua aprendizagem possa ser aplicada em atividades do seu cotidiano, buscando mudar sua própria vida.

A utilização de material para a modelagem de problemas também dá autonomia a alunos de inclusão, permitindo que esses tenham uma interação diferente da que vemos no cotidiano escolar. Com essas atividades eles interagem melhor com os outros colegas e com os professores, melhorando seu processo de aprendizagem. Assim, alunos com limitações ou

deficiências sensoriais (surdez e cegueira), bem como algumas limitações cognitivas (autismo), ao utilizarem modelos concretos terão maior facilidade para compreender o que está sendo trazido no momento da exposição dos conteúdos.

No caso de alunos com deficiência visual, o uso da experimentação proporciona as mesmas possibilidades de aprendizagem vividas pelos alunos sem essa deficiência (DANTAS NETO, 2012). No caso de alunos surdos a possibilidade de atividades permite, além dos ganhos já mencionados, trazidos pela demonstração e experimentação, a possibilidade de construção de sinais que possam contribuir para o entendimento dos temas estudados (SOUSA et al, 2010). Deste modo, trabalhar a formação de certos conceitos com materiais concretos fornece a todos os alunos autonomia em seu processo de aprendizagem.

Sendo assim, pensar num conjunto de ações que possam facilitar o entendimento de conceitos abstratos, a partir de modelos concretos, é fundamental para o desenvolvimento cognitivo de alunos com ou sem deficiência, permitindo um processo de aprendizagem pleno. Essa possibilidade de tornar o processo de ensino mais ativo é fundamental para que o aluno desenvolva mecanismos para sua própria aprendizagem, fazendo com que o conteúdo apresentado em sala possa ser percebido fora desse espaço, para então ser aplicado no seu cotidiano e assim transformar seu dia a dia.

3.3 O LÚDICO E O ENSINO

A utilização do lúdico no ensino tem sido objeto de muitos estudos nos últimos anos sendo inserido nas aulas, principalmente em física, na tentativa de facilitar o processo de aprendizagem dos alunos. Em geral as propostas têm como base substituir as aulas tradicionais por um ambiente agradável, motivador, prazeroso, e enriquecedor, proporcionando a autonomia dos alunos (MALUF, 2006; PEDROSO, 2009).

O termo lúdico tem sua origem no latim *ludus*, que tem como significado brincar e que segundo o dicionário, especificamente para o ensino, como instrumento educativo, é relativo a brincadeiras e divertimentos. Sobre o termo existe a seguinte consideração a fazer:

Convém ressaltar que, na língua portuguesa, o termo lúdico é um adjetivo lusório, embora venha sendo utilizado sem justificativas gramaticais, como substantivo e tradução do francês jeu, do inglês play e do alemão Spiel. Assim, no intuito de tentar abranger os variados termos, existe o termo ludo e, modernamente, o neologismo lúdico ou ludicidade. (CARDOSO 2008, p.57).

As “brincadeiras educativas” podem ocorrer de várias formas, sejam elas por meio de jogos de tabuleiros, cartas, atividades físicas variadas ou atualmente por meio de jogos eletrônicos, disponíveis nos computadores pessoais, telefones móveis ou mesmo na rede mundial de computadores (*internet*). No caso da física, por exemplo, são muito utilizados experimentos de baixo custo, como: caleidoscópios, câmara escura de orifício e cama de

prego entre outros. Além deles uma prática comum é a utilização de jogos, pois eles trazem grandes possibilidades e ampliam a criação de significados construtivos. Estudos sobre o uso de jogos didáticos como ferramenta de ensino mostram que eles auxiliam na ligação entre os conteúdos apresentados e a participação colaborativa entre os indivíduos envolvidos no processo (DAMIANI, 2008; OLIVEIRA et al, 2015).

Vale ressaltar que os jogos não podem e não devem ser vistos como elementos mágicos que farão os alunos aprenderem de uma hora para outra. Para que esse objeto faça o efeito esperado os professores devem ter em mente que, para participar de qualquer atividade, devem-se ter os pré-requisitos necessários para isso, ou seja, (BROUGÈRE, 1998): “...é necessário aprender a contar antes de participar de jogos que usam os números.”

No caso específico da Física algumas práticas têm sido desenvolvidas no sentido de tornar a exposição de conteúdos mais dinâmica e mais atraente para os alunos. Podem ser observadas propostas que tratam de educação ambiental, física moderna, hidrostática, termodinâmica, óptica e ondas, (SILVEIRA & SANTOS, 2007; FILGUEIRA, 2009; PEREIRA et al, 2009; PARISOTO, 2010, DIAS, 2015).



Figura 3.5: Representação de um jogo de tabuleiro (PEREIRA et al, 2009)

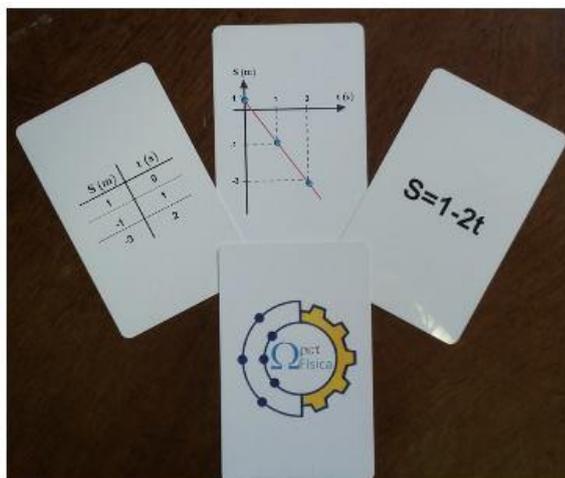


Figura 3.6: Representação de um jogo de cartas (DIAS, 2015).

Segundo Vygotsky (apud Rolim et al, 2008) a utilização de objetos que antes tinham como objetivo o lazer ajuda a criança a ser independente de estímulos do ambiente que a rodeia, assim tornando-se capaz de desenvolver toda sua potencialidade, em termos de, disciplina, atenção, respeito e a paciência (DIAS et al, 2015). Essas características poucas vezes são trabalhadas em sala de aula, especialmente quando são apresentados os temas de física, a partir de métodos tradicionais de exposição dos conteúdos. Outro ponto importante sobre o lúdico em sala de aula é que ao utilizar esse método como auxílio para melhorar o ensino de ciências e, especificamente, da Física contribuímos para que os alunos desenvolvam valores sociais, além de aguçar a curiosidade e a imaginação, tornando a aprendizagem mais prazerosa e divertida (CASAS et al, 2010).

O lúdico produz impacto também nos professores e profissionais da educação, visto que para sua utilização em sala é importante repensar e reconstruir um ambiente de aprendizado que muitas vezes encontra-se ancorado em velhas práticas de ensino. A utilização do lúdico rompe com um cenário de aprendizado desestimulante, sem graça e cansativo tradicionais, por serem repletos de conceitos, definições, termos técnicos e nomes científicos de difícil compreensão e pouco acessível aos alunos, que em muitos casos gera no professor a dúvida se o seu trabalho é realmente significativo (LIMA et al, 2015).

Em lugares onde há pouco investimento e difícil acesso à tecnologia, no caso de Seropédica, por exemplo, utilizar a ludicidade como auxílio se faz extremamente importante e necessário, pois como já foi mostrado, é uma ferramenta eficaz para melhorar o processo de aprendizagem nas áreas de ciências, principalmente.

4 METODOLOGIA

A Física tem como principal objetivo estudar e explicar os diversos fenômenos existentes, para todos os elementos da natureza. Para isso existem duas formas de abordagem desses fenômenos, que são basicamente separados em dois grupos: Teórico e Experimental.

Nos estudos teóricos busca-se prever e explicar os fenômenos físicos por intermédio de conceitos físicos conhecidos, descritos em modelos matemáticos. Já os estudos experimentais buscam, principalmente, a produção de dados para formulação teórica, além de validar e/ou corrigir as teorias científicas propostas pela Física Teórica.

A compreensão dos fenômenos é extremamente necessária para serem empregado no cotidiano, por isso a necessidade de materiais concretos e a utilização da experimentação, já que frequentemente são ensinados de maneira teórica e de maneira complexa nas aulas Física, além de muitas vezes esses conceitos serem descritos de maneira errada nos livros didáticos.

Por isso, inicialmente, foi realizada uma análise dos livros didáticos, na tentativa de compreender como os conceitos, relacionados às atividades presentes nesse trabalho, estão descritos no material que serve de referência e consulta dos alunos e de muitos professores. Posteriormente, cinco atividades relacionadas a conceitos basilares no ensino de física foram desenvolvidas para que possam tornar essa aprendizagem efetiva, de modo que o aluno, ao passar por qualquer situação cotidiana ou ao longo de seus estudos, consiga compreender fenômenos e os conceituar de maneira correta.

Ao analisar os livros didáticos, nota-se que os livros poucas vezes descrevem certos conceitos de maneira correta, alguns até mesmo nem descrevem esses conceitos. Como as atividades trabalham com medição, grandezas, comprimento, escala, área e volume, buscou-se analisar se esses conceitos estão presentes nos livros ou estão descritos de maneira correta. Como a maioria não os descrevia ou descrevia de maneira errada, definiram-se os mesmos, conceituando-os de forma correta.

4.1 ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS

O livro didático¹⁵ é um dos materiais pedagógicos mais conhecidos e utilizados na educação, desde Platão. Ele tem como fundamento de construção a ideia de conter a informação da sociedade para as próximas gerações de uma forma estruturada. No entanto, atualmente a sua concepção é de ser uma forma de dominação e reprodução de uma sociedade capitalista que deve ter conhecimento apenas dos temas necessários para compor a massa trabalhadora do processo produtivo (DOMINGUINI, 2010).

¹⁵ Os primeiros livros didáticos surgiram na Grécia antiga, como forma de divulgação da cultura grega, enquanto no Brasil os primeiros materiais desse tipo eram traduções voltadas para a Escola Militar, no século XIX (LIMA, 2008; SILVA, 2012).

Mesmo os livros sendo um material a serviço do capital, muitos profissionais de educação fazem uso deles como orientador das práticas pedagógicas que são vistos como facilitador para a transmissão do conhecimento. Se isso, num primeiro olhar, aponta como um equívoco este se torna mais grave quando o livro didático é utilizado, em muitas situações, como norteador do currículo, sendo assim, confundindo como o próprio, já que é considerado o principal dispositivo do currículo (DÍAZ, 2011).

Um dos grandes, mas não o único, problema da maioria dos livros didáticos existentes no mercado é que eles têm como foco principal possuir um grande número de exercícios. Isso pode ser pensado como algo produtivo por alguns professores, pois permitirá aos alunos exercitar o que foi apresentado em sala de aula. No entanto esse formato, adotado pelas editoras responsáveis pela criação desses materiais, visa atender a demanda da maioria das instituições de ensino que tem como objetivo preparar os seus alunos para a resolução de questões das principais avaliações para o acesso ao ensino superior (SANTOS et al, 2010). O que se percebe é que os alunos aprendem formatos de resolução de exercícios, utilizando as técnicas de “decoreba” ou de músicas para solucionar os problemas, sem entender o real significado do que está sendo realizado e/ou o que expressa o resultado final encontrado.

Se os materiais disponíveis para o ensino podem ser um entrave para a compreensão dos temas discutidos em sala, avaliar como essas possíveis fontes de informação apresentam alguns conceitos físicos básicos pode dar a ideia de o quanto são esclarecedoras. Por esse motivo, nesse estudo realizou-se um levantamento dos livros de ensino fundamental e médio utilizados na maioria das instituições de ensino para analisar como alguns conceitos são descritos para os leitores.

Nessa análise foram avaliados os seguintes livros de ensino de matemática e ciências (9º ano), nas turmas do ensino fundamental:

- Buriti Matemática (PROJETO BURITI, 2010);
- A conquista da Matemática (GIOVANNI JUNIOR & CASTRUCCI, 2011);
- Matemática: Compreensão e Prática 6º ano (SILVEIRA & MARQUES, 2008);
- Matemática: Compreensão e Prática 7º ano (SILVEIRA & MARQUES, 2008);
- Matemática: Compreensão e Prática 8º ano (SILVEIRA & MARQUES, 2008);
- Matemática: Compreensão e Prática 9º ano (SILVEIRA & MARQUES, 2008);
- Física e Química (BARROS & PAULINO, 2002);
- Observatório de Ciências (BROCKELMANN, 2011);
- Raiz do Conhecimento 9º ano (PROJETO RADIX, 2013);

Já nas turmas de ensino médio, foram avaliados os seguintes títulos:

- Universo da Física 1 (SAMPAIO & CALÇADA, 2005);
- Universo da Física 2 (SAMPAIO & CALÇADA, 2005);
- Universo da Física 3 (SAMPAIO & CALÇADA, 2005);
- Conexões com a Física 1 (MARTINI, 2013);
- Conexões com a Física 2 (MARTINI, 2013);
- Conexões com a Física 3 (MARTINI, 2013);
- Física: Contextos & Aplicações 1 (MÁXIMO & ALVARENGA, 2014);
- Física: Contextos & Aplicações 2 (MÁXIMO & ALVARENGA, 2014);
- Física: Contextos & Aplicações 3 (MÁXIMO & ALVARENGA, 2014);
- Física (TALAVERA et al, 2005);
- Física para o ensino médio (ANJOS, 2005);

- Física (UENO, 2005);
- Física Conceitual (HEWITT, 2012);
- Fundamentos da Física: Volume único (RAMALHO JR et al, 1998);

Na primeira etapa de avaliação buscou-se verificar nos livros do 9^a ano as definições, além de fazer uma análise de como os temas são relacionados com a física: comprimento, área e volume; aparecem nesses livros. Já nos livros do ensino médio, foi analisado como são realizadas as discussões dos temas acima citados, como aparecem as discussões das unidades do sistema internacional de unidades (SI), se exploram a história dessas grandezas ou apenas as mostram, afim de comparação, unidades como a polegada, braço e pé, por exemplo, que fazem parte de outros sistemas de medida. Verificamos que não há uma discussão profunda acerca desses conceitos.

Nesse sentido, para que a análise fosse equânime, buscou-se responder as mesmas perguntas (Tabela 4.1) para que a análise tivesse o mesmo peso para todos. Vale ressaltar que não foram analisados se todos os conceitos contidos nos livros estão certos ou errados, apenas foram analisados envolvimento delas nas atividades (medir, grandeza, escala, comprimento, área e volume) e para os outros temas visou-se compreender se os alunos, ao utilizar um desses livros para estudar, se sentiriam atraído ou instigado pelo mesmo.

Tabela 4.1: Perguntas feitas para analisar os livros didáticos

TEMA	PERGUNTAS
O CONTEÚDO (UM)	O conteúdo é apresentado de forma clara, sendo ele atrativo e de fácil entendimento?
AS EQUAÇÕES (DOIS)	As equações são o foco principal? Os exercícios trabalham mais com as contas do que com os fenômenos?
A TECNOLOGIA (TRÊS)	O livro traz aplicações tecnológicas sobre os conteúdos?
AS LEITURAS COMPLEMENTARES (QUATRO)	O livro sugere leituras complementares para os alunos?
OS EXPERIMENTOS (CINCO)	Apresenta atividades experimentais? Ou atividades para serem desenvolvidas em grupo, estimulando o trabalho em equipe?
HISTÓRIA (SEIS)	Apresentam temas históricos sobre os conteúdos apresentados?
AS ILUSTRAÇÕES (SETE)	As ilustrações são objetivas e de fácil compreensão?

4.2 ATIVIDADE 1: GRANDEZAS, ESCALAS E MEDIDAS.

Dentro da perspectiva de permitir aos alunos compreenderem como é realizada a etapa de construção do conhecimento de temas que não fazem parte da realidade deles, pensou-se numa atividade semelhante a um jogo da memória e que é composto por trinta cartas. Esse conjunto de cartas engloba dez grupos de informações, composto por representações de uma grandeza física, a unidade e instrumento de medidas referentes à grandeza. Esse agrupamento tem como objetivo permitir que os alunos possam articular três cartas por vez e assim compreender a relação entre elas.

O jogo foi desenvolvido com as três cartas completamente correlacionadas, sendo que as grandezas foram escolhidas levando em consideração a importância para a descrição de fenômenos mais complexos na física, passando pelas áreas básicas lecionadas nos Ensinos Fundamental e Médio. Além disso, buscou-se com esse jogo, mostrar aos professores a necessidade de desenvolver propostas de medição, que permitam aos alunos compreender importância desta e o significado de cada grandeza. Esse processo é fundamental para que os alunos possam esclarecer as dúvidas existentes nos fundamentos básicos de medida e que são necessários para o entendimento de conceitos de Física.

Assim, o primeiro grupo é o grupo de cartas são colocadas as grandezas, nela temos a grandeza descrita e um desenho associado ao seu conceito. O segundo retrata temas do Sistema Internacional de Medidas, com o nome da unidade e sua sigla, pois muitas vezes os alunos escrevem os símbolos de maneira errada, mostrando ao aluno a importância das unidades de medidas. O terceiro e último é o grupo dos instrumentos de medidas, com o nome do instrumento com sua respectiva imagem, isto porque o aluno, muitas vezes, não conhece os instrumentos, por exemplo, o multímetro e o barômetro, que são pouco comuns no cotidiano da maioria dos alunos para que eles percebam a importância do instrumento de medida associado a cada uma dessas grandezas.

Além disso, as cartas foram feitas de maneira adaptada para alunos de baixa visão, para isso foi impressa em um tamanho maior do que as cartas dos jogos comuns, e para alunos surdos, no qual introduzimos o *SignWriting* que é um sistema para escrever línguas de sinais, expressando os movimentos, as formas das mãos, as marcas não manuais e os pontos de articulação. Contudo este sistema está em processo de criação e assim como toda língua, a Língua Brasileira de Sinais¹⁶ (LIBRAS) uma língua viva, recente e sendo utilizada para comunicação entre deficientes auditivos e também entre deficientes auditivos e os chamados ouvintes, esses últimos que são as pessoas sem a deficiência. Contudo essa língua ainda não possui todos os recursos para designar tudo o que temos de simbologia em Física, por isso muitas vezes os termos aparecem soletrados, visto que ainda não possuem sinais específicos para eles.

¹⁶ Segundo o Art 1 da LEI Nº 10.436, de 24 de abril de 2002, sancionada durante o governo do então presidente Fernando Henrique Cardoso, ela é reconhecida como meio legal de comunicação e expressão.



Figura 4.1: Representação do termo Física na escrita e na representação das mãos.

A primeira etapa do trabalho foi pesquisar sobre as grandezas mais básicas e interessantes, do ponto de vista pedagógico, para serem abordadas em sala de aula e escolher os instrumentos de medidas associados a cada uma delas, ou seja, foram escolhidas as grandezas que são muito discutidas ao estudarmos fenômenos mais complexos da Física. A escolha dessas grandezas levou em consideração as quatro grandezas fundamentais da mecânica: uma que pudesse descrever a variação da posição dos corpos, uma sobre o efeito da aplicação da força, bem como aquelas que fazem parte do cotidiano dos alunos, porém são pouco discutidas. Sendo assim, foram pensadas as seguintes grandezas (THOMSON, 1882; ALONSO & FINN, 2002; EDMINISTER, 2006; MARTINI et al, 2013):

- **Comprimento (l)** – que é definido como grandeza que expressa a quantidade unidimensional, isto é, a distância entre dois pontos (Grupo 1);
- **Força (F)** – grandeza física vetorial capaz de alterar a condição de equilíbrio do corpo, produzir equilíbrio e/ou deformação (Grupo 2);
- **Massa (m)** - a grandeza física escalar definida como quantidade de matéria contida em um objeto ou corpo (Grupo 3);
- **Tempo (t)** – grandeza física escalar responsável por informar a duração de uma ação ou evento físico (Grupo 4);
- **Temperatura (T)** - grandeza física escalar que mensura a energia cinética média de cada uma das partículas de um sistema em equilíbrio térmico (Grupo 5);
- **Corrente elétrica (i)** – grandeza relacionada a transferência de energia elétrica (Grupo 6);
- **Tensão elétrica ($V_a - V_b$)** – trabalho realizado sobre uma carga elétrica de modo a deslocá-la entre dois pontos distintos (Grupo 7);
- **Volume (V)** – grandeza que expressa a quantidade tridimensional de um corpo (Grupo 8);
- **Velocidade (v)** – grandeza física vetorial que mensura a variação da posição no espaço por unidade de tempo (Grupo 9);
- **Pressão (P)** – quantidade de forças perpendiculares aplicadas em uma determinada área da superfície analisada (Grupo 10).

A primeira sequência de cartas (Grupo 1 – Fig. 4.2) é marcada pela grandeza comprimento, que é associada a sua unidade de medida fundamental, o metro (m). Essa

grandeza escalar pode ser mensurada, de forma geral, com instrumentos como a régua, o paquímetro¹⁷ e a fita métrica¹⁸, que foi utilizado para representar o objeto de medida padrão, como seu instrumento de medida.

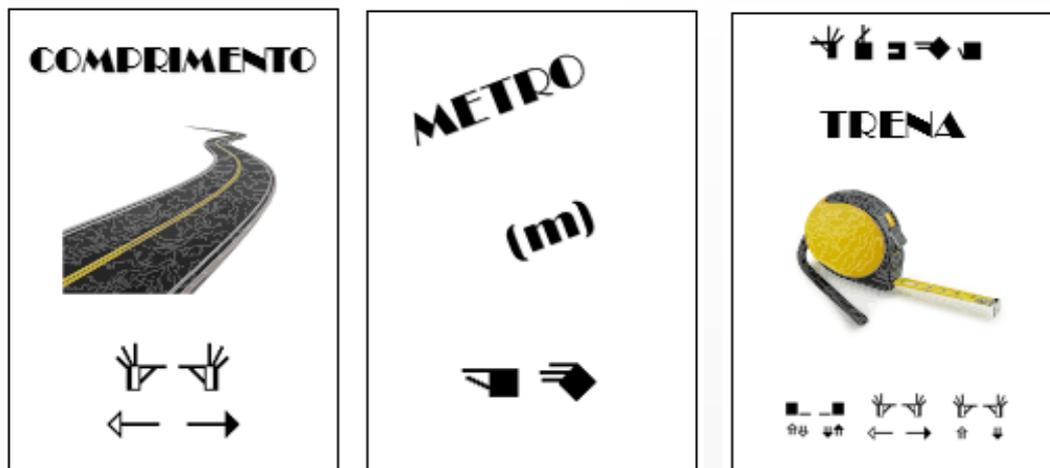


Figura 4.2: Conjunto de cartas relacionadas a grandeza comprimento.

O segundo grupo de cartas (Grupo 2 – Fig. 4.2) tem como objetivo abordar o entendimento da grandeza vetorial força (2), que foi escolhida por ser de extrema importância para os estudos dos fenômenos físicos.

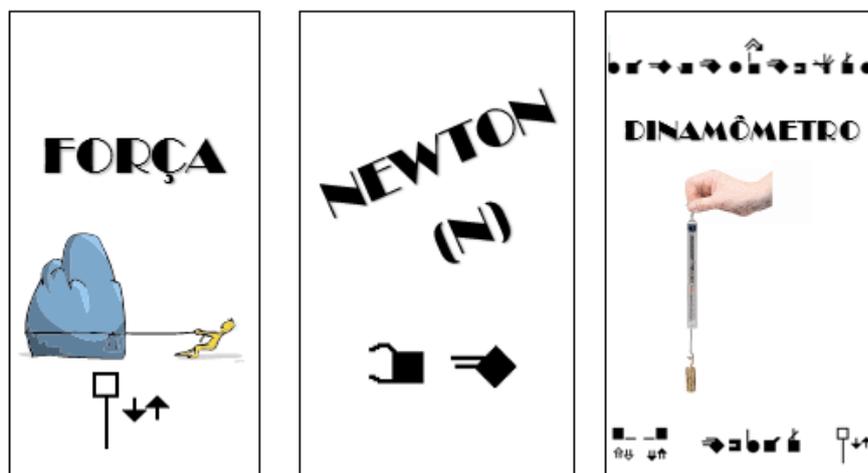


Figura 4.3: Conjunto de cartas relacionadas à grandeza força.

Em geral os alunos associam a grandeza apenas à particularização da segunda lei de Newton (Lei da Dinâmica) para uma força aplicada sobre um corpo de massa constante e escrita como (NICOLAU et al, 2007):

¹⁷ Instrumento utilizado para medir a distância entre dois lados simetricamente opostos em um objeto.

¹⁸ As fitas métricas retráteis e feitas de metal são comumente chamadas de trenas.

$$\vec{F} = m\vec{a} \quad (1)$$

sendo que a unidade de medida, da força, é o newton¹⁹, representado por N, e o instrumento de medida da força, o dinamômetro, muitas vezes não são relacionados pelos alunos com a grandeza.

Apesar do newton ser a medida de força usualmente encontrada nos livros de ensino médio (PARANÁ, 2003; SAMPAIO, 2005; NICOLAU, 2007) é importante que o professor apresente aos alunos algumas outras unidades de referência de medida de força existentes, no intuito de mostrar que em muitas situações elas podem aparecer em outras escalas.

Podem ser citados como unidades de medida da força o:

- **quilograma força (kgf)** - força exercida por uma massa de um quilograma sujeita a certa gravidade, sendo $1 \text{ kgf} \approx 9,80665 \text{ N}$ e que se encontra em desuso desde o início do século XX;
- **dina (dyn)** - força necessária para provocar uma aceleração de um centímetro por segundo quadrado em um corpo de massa igual a um grama, e equivale a 10^{-5} N ;
- **poundal (pdl)** - definida como a força necessária para acelerar uma libra-massa de 1 pé por segundo ao quadrado, onde 1 pdl é igual a $0,138254954376 \text{ N}$ exatamente.;
- **kip** - utilizada principalmente por arquitetos e engenheiros americanos para medir cargas, onde 1 kip equivale a $4448,2216 \text{ N}$;
- **libra-força (lbf)** – representa o peso (sendo o peso uma força) exercido sobre uma massa de uma libra ($0,45359237 \text{ kg}$) submetida à gravidade padrão. Assim 1 lbf é igual a $4,4482216152605 \text{ N}$.

O Grupo 3 (Fig. 4.3) tem como objetivo analisar a compreensão da massa²⁰, que é uma das grandezas fundamentais da mecânica e muitas vezes confundida com a força peso. Sua unidade fundamental é o quilograma²¹, representado como kg, e seu instrumento de medida é a balança, conhecida pela maioria dos alunos.

¹⁹ Dada pelo produto $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$.

²⁰ A massa pode ser separada em dois grupos: a massa inercial, associada à segunda Lei de Newton, e a massa gravitacional, definida em função da interação gravitacional entre dois corpos. Apesar da diferença conceitual entre elas, na mecânica clássica existe uma equivalência entre ambas.

²¹. É importante lembrar que apesar da unidade ser expressa com a letra k, o termo quilograma é incorreto.

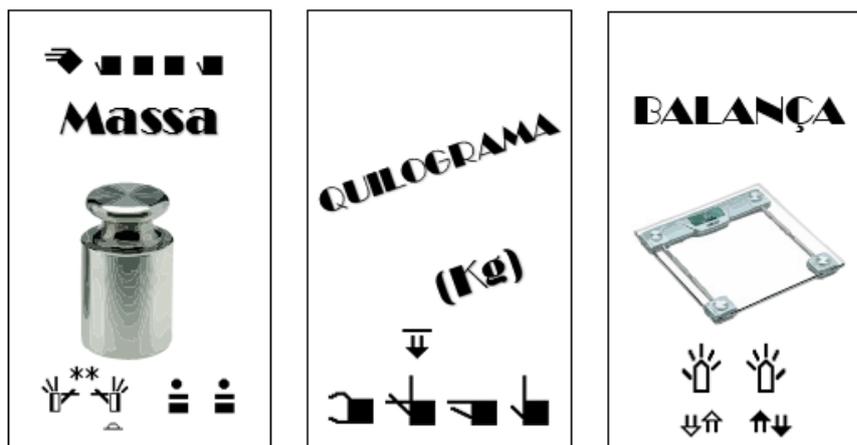


Figura 4.4: Conjunto de cartas relacionadas à grandeza massa.

Apesar de existirem diferentes unidades de massa além do kg, adotado pelo SI, e do grama, utilizado para descrever a maioria dos alimentos do nosso cotidiano, por exemplo, temos outras unidades de medida que são utilizadas em outros sistemas, são elas:

- **Onça** - unidade de massa pouco utilizada com dois valores diferentes, que depende do sistema que é utilizado: avoirdupois, pesa objetos em geral ou troy que mede a metais preciosos, gemas e medicamentos;
- **Libra** - é o nome de pelo menos três unidades de massa: a libra avoirdupois, a libra troy e a obsoleta libra imperial;
- Tonelada - unidade de medida de massa utilizada para descrever grandes quantidades;
- **Slug** - unidade de massa no Sistema Inglês, equivalente a Unidade Técnica de Massa.

Essas unidades possuem o equivalente no SI (Tabela 4.2), mas em geral não são abordadas dentro das aulas que discutem essa grandeza. Pode-se pensar que a não apresentação da relação entre elas é algo exclusivo do ensino básico, mas em muitos cursos introdutórios de Física no ensino superior, voltados aos cursos de Engenharia e Física, por exemplo, essas relações aparecem apenas no formato de tabelas no início ou final do livro.

Tabela 4.2: Equivalência entre unidades de massa

Unidades de Medidas de Massa	Fator de conversão/equivalência
Onça – 1 ounce (oz)	1 onça = 28,35g
Libra – 1 pound (lb)	1 libra = 0,4536 kg
Tonelada – 1 ton	1 tonelada = 1000 kg
Slug – 1 slug	1 slug = 14.59 kg
Arroba – 1 arroba	15 kg

Algo que deve ficar claro é que apesar de atualmente as balanças serem construídas com base em dinamômetros ou dispositivos digitais, a realidade é que a medida da massa é realizada por uma comparação (Fig. 4.5). Essa ideia nos remete a ideia da balança de dois braços, onde massa de um corpo é obtida pela comparação com certa massa padrão ou de referência²².



Figura 4.5: Representação da balança de dois braços (AFONSO & SILVA, 2004).

A grandeza tempo é analisada no quarto grupo de cartas (Fig. 4.6) e foi escolhida para fazer parte da atividade por ser uma importante grandeza física, sendo utilizada para descrever os eventos físicos com precisão. Apesar de ser algo presente no cotidiano dos alunos, contudo existe por parte deles uma certa confusão na consideração da sua unidade fundamental, que é o segundo (s). Isso ocorre pelo fato de o tempo ser medido, na maioria dos problemas existentes nos livros didáticos, fundamentalmente em segundos, distintamente do que ocorre no cotidiano dos alunos que utilizam o relógio^{23,24} como instrumento de medida para expressar o tempo, ele é representado basicamente em horas (h) e minutos (min) apenas.

²² O leitor deve lembrar que o padrão de massa está relacionado a um protótipo composto por irídio e platina, denominado de protótipo internacional do quilograma (*IPK*), e que se encontra Escritório Internacional de Pesos e Medidas (*BIPM*), localizado na França.

²³ O relógio de sol é o primeiro método de medida do tempo que se tem conhecimento, tendo como ideia fundamental marcar a passagem do tempo pela mudança da sombra de um objeto de referência, chamado de *gnômon*.

²⁴ Erroneamente se atribui a Alberto Santos Dumont a invenção do relógio de pulso, no entanto o primeiro relógio de pulso foi criado pelo relojoeiro Abraham Louis Breguet, em 1814.

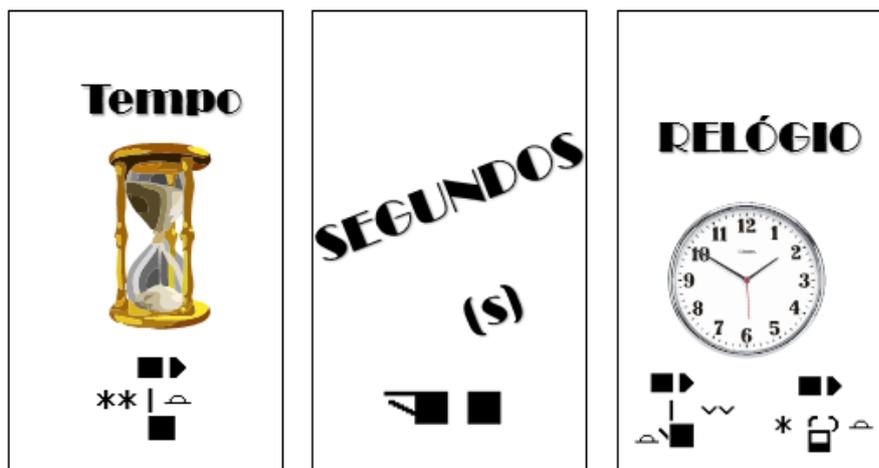


Figura 4.6: Conjunto de cartas relacionadas à grandeza tempo.

A quinta sequência de cartas (Fig. 4.7) tem como foco discutir as escalas da temperatura, que produz grande confusão por parte dos alunos visto que no Brasil a unidade de medida utilizada é o Celsius ($^{\circ}\text{C}$), ao contrário do apresentado no Sistema Internacional dessa grandeza que é o Kelvin²⁵ (K). Além de proporcionar uma ampla discussão sobre como se utiliza o termômetro²⁶ e quais são os tipos de desse instrumento de medida.

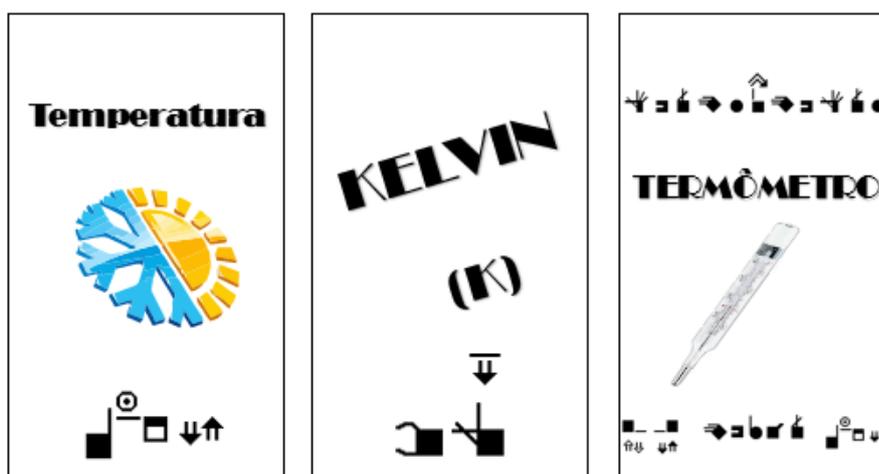


Figura 4.7: Conjunto de cartas relacionadas à grandeza temperatura.

É fato que a utilização de qualquer uma das escalas existentes - Celsius²⁷, Fahrenheit²⁸ ($^{\circ}\text{F}$), Kelvin (escala absoluta), Rankine²⁹ ($^{\circ}\text{Ra}$), Réaumur³⁰ ($^{\circ}\text{Re}$) - poderia ser utilizada. No

²⁵ Escala desenvolvida por William Thomson, também chamado de Lord Kelvin, que é independentemente das propriedades de qualquer tipo particular de material (THOMSON, 1882).

²⁶ Existem diversos tipos de termômetros, podem ser citados o bimetálico, o de gás e o de mercúrio.

²⁷ Criada em 1742, pelo astrônomo sueco Anders Celsius.

²⁸ Criada em 1724 pelo Daniel Gabriel Fahrenheit.

²⁹ Criada em 1859 pelo engenheiro e físico escocês William John Macquorn Rankine.

³⁰ Criada em 1730 pelo físico e inventor francês René-Antoine Ferchault de Réaumur.

entanto sabemos que a unidade de medida padrão da temperatura, adotada pelo Sistema Internacional de Medidas, é a escala Kelvin e por isso sua escolha, no intuito de discutir mais sobre essa escala que não está presente no cotidiano dos alunos.

Uma proposta interessante é o professor abordar os valores fixos, para a ebulição e fusão da água, nas diferentes escalas (Tabela 4.2). Para isso basta que ele mostre para os alunos que existem relações de conversão entre elas e podem ser traduzidas em equações para a relação dos valores.

Tabela 4.3: Relação dos pontos fixos para algumas escalas termométricas (BORGNAKKE & SONNTAG, 2013).

Escala	Temperatura de Fusão	Temperatura de Ebulição
Celsius (°C)	0	100
Fahrenheit (°F)	32	212
Kelvin (K)	273,15	373,15
Rankine (°Ra)	491,67	671,67
Réaumur (°Re)	0	80

Os grupos 6 (Fig. 4.8) e 7 (Fig. 4.9) apesar de estarem caracterizados por grandezas físicas distintas (tensão e corrente elétrica) elas se utilizam, no dia a dia, do mesmo instrumento de medida para realizar a leitura desejada, que é o multímetro³¹. Deste modo, esse instrumento aparece duas vezes nas cartas do jogo.

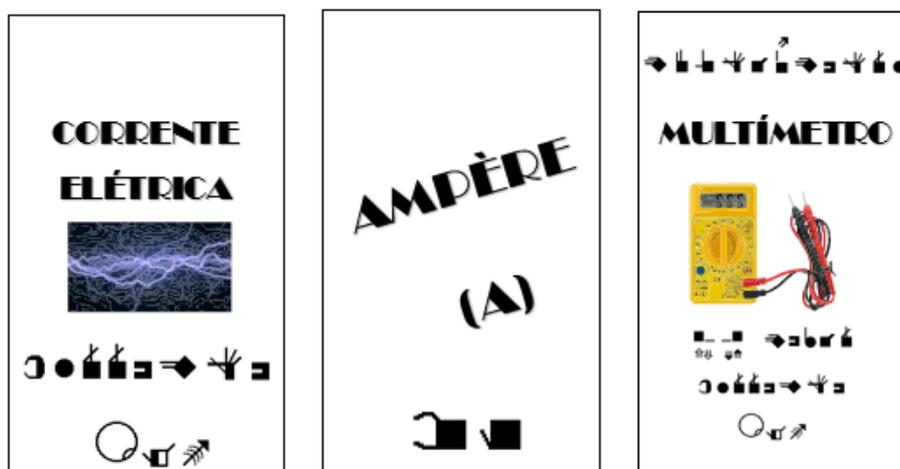


Figura 4.8: Conjunto de cartas relacionadas à grandeza corrente elétrica.

³¹ Aparelho destinado a medir e avaliar grandezas elétricas, tais como diferença de potencial elétrico, corrente elétrica e resistência.

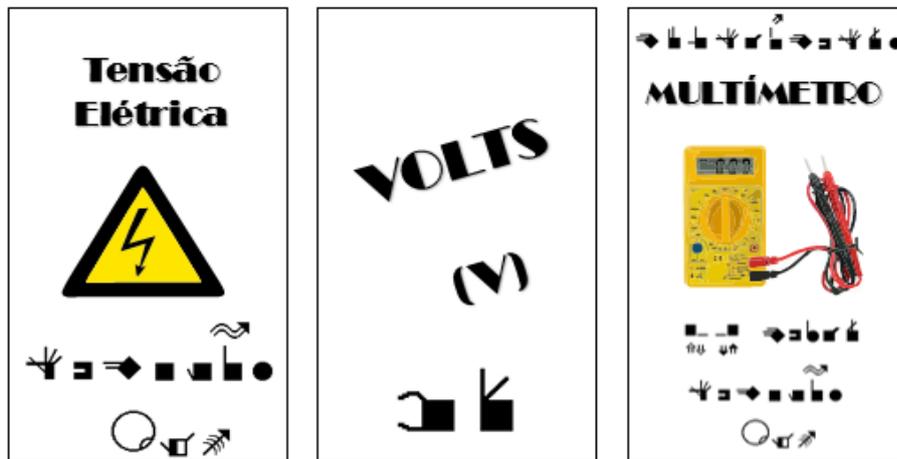


Figura 4.9: Conjunto de cartas relacionadas à grandeza tensão elétrica.

É muito comum, no caso da medida da corrente elétrica, a dúvida entre o galvanômetro e amperímetro. A diferença básica é que o galvanômetro é utilizado basicamente para a medida de corrente contínua ou corrente alternada com frequências com até 400 Hz, enquanto que o amperímetro possui um espectro de medida muito maior (RAMALHO JUNIOR et al, 1999). Em relação às unidades de medidas é fundamental que o aluno possa perceber que a corrente elétrica é medida em ampère (A) enquanto que a tensão (ou diferença de potencial ou voltagem) é medida em volts (V).

O Grupo 8 (Fig. 4.10) está relacionado à grandeza volume que, apesar de se tratar de uma característica matemática, é importante para que o aluno consiga perceber algumas relações em física.

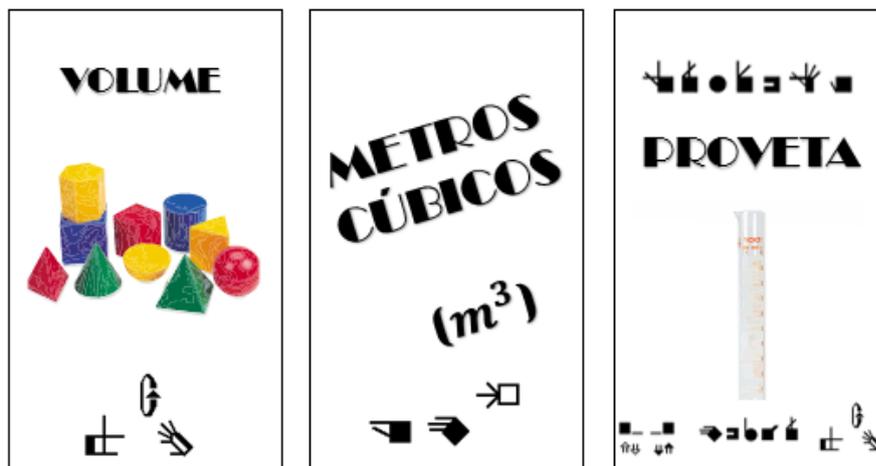


Figura 4.10: Conjunto de cartas relacionadas à grandeza volume.

Um exemplo disso está relacionado à grandeza densidade (ρ), que não será discutida nesse trabalho, mas que é definida matematicamente como a razão entre a massa de um corpo (m) e o volume (V) por ele ocupado (MARTINI et al, 2013):

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2)$$

Na representação da medida do volume temos que o instrumento é uma proveta³², utilizada para medir o volume de líquidos. A escolha ocorreu para que fosse possível mostrar aos alunos que existe uma relação entre litros (L) e metros cúbicos (m³), pois essa relação nem sempre fica clara para eles³³.

A escolha dos objetos acima não foi realizada aleatoriamente ou pela justificativa estética do instrumento, ela foi feita assim por dar a possibilidade de relacionar as grandezas, pois em geral, essa conversão gera muitas dúvidas nos alunos por ora aparecer com a unidade de medida em metros cúbicos, ora em litros.

Na penúltima sequência temos a velocidade (Fig. 4.11), que está relacionada a unidade de quilômetros por hora (km/h) no cotidiano, mas no sistema internacional é medida em metros por segundos (m/s). Na verdade os alunos não compreendem exatamente essa conversão, pois nem sempre fica claro o que se está querendo dizer com essas mudanças.



Figura 4.11: Conjunto de cartas relacionadas à grandeza velocidade.

A ideia de colocar o velocímetro do carro é poder mostrar justamente essa relação entre as unidades medidas, despertando nos alunos a curiosidade sobre a relação entre essas medidas.

O último conjunto de cartas está relacionado à grandeza pressão (Grupo 10 – Fig. 4.12). No Sistema Internacional de Unidades esta grandeza tem como unidade básica o Pascal (Pa), que corresponde a N/m², e seu instrumento de medida é o barômetro, sendo ambos pouco conhecidos pelos alunos.

³² Uma curiosidade sobre o instrumento é que ele foi utilizado nos primórdios dos estudos e práticas da inseminação artificial. O resultado disso é que as crianças nascidas com essa técnica passaram a ser chamadas de bebês de proveta.

³³ Um litro (1 L) é a quantidade de líquido que preenche por completo o interior de um cubo com um decímetro (1 dm) de aresta, isto é, com um decímetro cúbico (1 dm³) ou 1m cm de aresta.

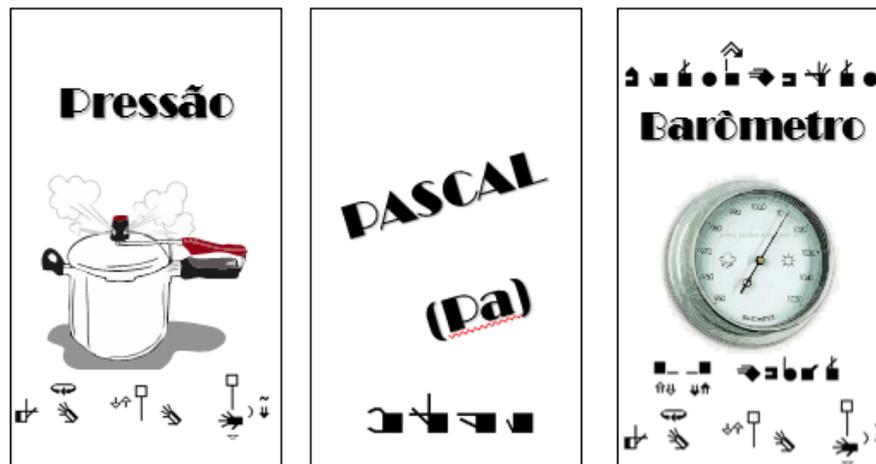


Figura 4.12: Conjunto de cartas relacionadas à grandeza pressão.

Em geral os alunos são apresentados a essa grandeza apenas pela relação matemática (STEFANOVITS, 2013):

$$P = \frac{F}{A} \quad (3)$$

que informa o resultado a ação de uma ou mais forças sobre uma determinada área.

Apesar de estar no dia a dia do aluno em muitas situações, como por exemplo, quando é necessário calibrar os pneus ou a pressão arterial, essa grandeza é pouco discutida e compreendida por eles. Dessa forma, trazer esse grupo de cartas apenas reforça questões como as outras unidades de medida da grandeza pressão (tabela 4.4) e qual é o real significado dessa grandeza.

Tabela 4.4: Valores da pressão atmosférica em diferentes unidades

Unidade	Representação	Valor numérico de 1 atm
Pascal	Pa	101.325
Milímetros de mercúrio ³⁴	mmHg ou Tor	760
Atmosfera	atm	1
Libra-força por polegada quadrada	psi	14,696
Bar	bar	1,01325

34. A medida da pressão arterial, que mede a força que o sangue exerce contra a parede das artérias, é sempre representada em mmHg. No entanto sua leitura nunca é feita da forma convencional. Segundo a Organização de Saúde (OMS) a pressão arterial normal é 120 mmHg (sistólica) por 80 mmHg (diastólica). No entanto, para facilitar o entendimento diário ela é expressa como 12 por 8 (12/8).

Esse jogo de cartas foi realizado com alunos do primeiro ano do ensino médio, de uma escola privada, localizada na Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro, cujos alunos são considerados alunos de classe média ou baixa, dado o alto número de bolsas que o colégio cede aos alunos. Os alunos foram separados em duplas, em grupos de dez componentes, pois como a turma possui aproximadamente quarenta alunos, se não fosse dividido dessa maneira, alguns não teriam nem a chance de jogar uma rodada.

As regras foram explicadas e todas as cartas, foram colocadas na mesa, viradas para cima. Assim, a dupla sorteada para iniciar o jogo escolheria uma carta. Escolhida essa carta a dupla deveria escolher outras duas cartas que se correlacionasse de maneira correta com a que foi escolhida inicialmente.

Caso a dupla acertasse, teria direito a mais uma tentativa de associar outras três cartas. Caso a dupla errasse a associação, a vez deveria passar para a dupla seguinte que se encontrava ao seu lado, no sentido horário da sequência. Venceria o grupo que no final do jogo tivesse mais cartas corretamente correlacionadas.

Ao final foi pedido que os alunos pudessem escrever em poucas linhas, sem se identificar, o que acharam do jogo e se a atividade havia apresentava alguma contribuição a sua aprendizagem.

4.3 ATIVIDADE 2: MEDIDA DO COMPRIMENTO

A maior dificuldade existente em estimar o tamanho ou as distâncias é que o aluno precisa estabelecer algo concreto para que possa perceber algo que está além do campo da experimentação. No entanto, nem sempre são realizadas atividades nesse sentido na maioria das turmas dos anos finais do ensino fundamental ou do início do ensino médio.

É fato que em algumas situações são realizadas atividades de medida do próprio corpo em turmas dos anos iniciais do ensino fundamental, para que os alunos possam se familiarizar com a noção de medida de comprimento a partir da sua altura, mas nem sempre isso é realizado e os alunos chegam às séries mais avançadas sem uma atividade concreta sobre isso (SANTOS, 2009).

Sabemos que necessidade de medir é antiga, para isso, os homens utilizavam unidades de medidas simples, como às partes do próprio corpo, como por exemplo, o comprimento dos pés, a grossura dos dedos (polegadas), o comprimento das mãos e tantos outros (Fig. 4.14). Deste modo, quando o homem começou a medir, utilizava suas próprias dimensões para isso (CRUZ, 2009).

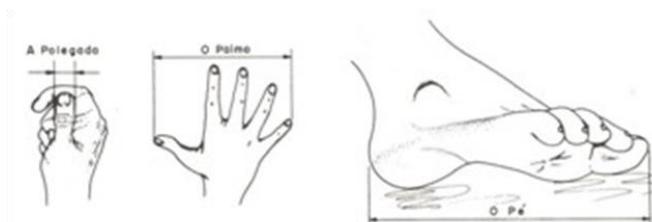


Figura 4.13. Medidas com parte do corpo (DKE, 2015).

Apesar de o comprimento ser algo relativamente simples para a maioria dos alunos, está claro que algum tipo de informação sobre a dimensionalidade dos valores não seja simples de ser percebido por eles. Mesmo estando em contato com as informações sobre a medida de algo, como por exemplo, sua própria altura ou tamanho dos móveis em um cômodo da casa, é normal constatar que a maioria dos alunos não sejam capazes de avaliar as distâncias ou tamanho de objetos simples.

Numa avaliação simples durante uma aula para alunos do 2º ano do ensino médio, foram desenhadas cinco linhas coloridas, sendo uma linha com 50 cm, uma com 1,0 m, uma com 1,20 m, uma com 30 cm e uma com 70 cm e em seguida foi realizada uma arguição sobre qual das linhas desenhadas no quadro possuía 1 m de comprimento (Fig. 4.13).

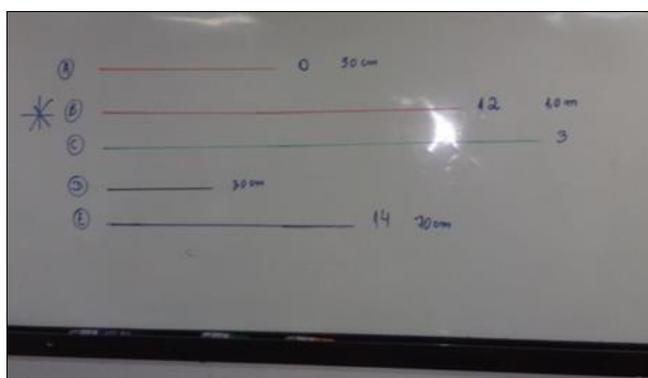


Figura 4.14: Linhas desenhadas no quadro para os alunos identificarem o comprimento de cada uma

As respostas para essa questão mostram que 3 alunos, dentre 29 alunos, consideraram que a linha de 1,20 m correspondia ao comprimento correto, talvez por essa se a maior de todas as que foram propostas e os mesmos associarem o metro a uma grande medida. Enquanto que 14 alunos consideraram que a linha que representava 70 cm correspondia a um metro de comprimento (Gráfico 4.1).

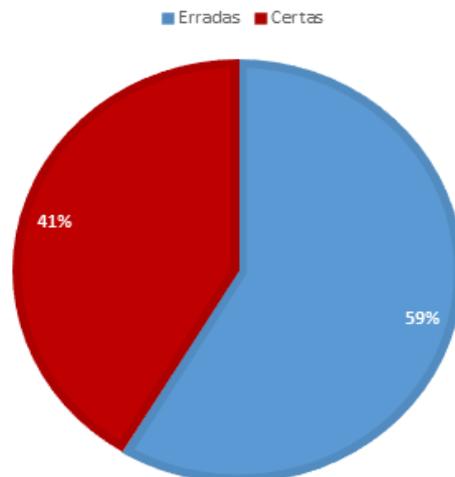


Gráfico 4.1: Gráfico das respostas dos alunos.

Podemos considerar que existiram pequenos desvios e que a olho nu esses erros aconteceriam com qualquer pessoa, mesmo que ela possua conhecimento de física ou matemática. No entanto, quando a atividade foi modificada para avaliar se um dos alunos estava a uma distância de 1 m da parede, parece que a falta de um referencial concreto de comparação que antes era o quadro, tornou a possibilidade de avaliação mais complexa.

O número de alunos que conseguiram estimar corretamente essa distância diminuiu consideravelmente, aproximadamente 50%, o que demonstra que existe uma dificuldade de estimativa, indicando que em algum momento de formação desses alunos foi incompleta no ato da experimentação de medir e avaliar. Os que acertaram, disseram que só o fizeram porque utilizaram a medida do piso para calcular um metro de distância, que é muito interessante, mostraram que mesmo com o problema, o modelaram e resolveram.

Essa falta de noção ocorre quando essas medidas não são concretas ou não são habituais em nosso cotidiano. Por exemplo, se nos dias atuais formos perguntados sobre quanto mede um cúbito sírio³⁵ por exemplo, não teremos noção, justamente, por que esse não faz parte do nosso cotidiano. No entanto, atualmente, muitos alunos não conseguem perceber que a medida de comprimento é realizada pelo metro, no Sistema Internacional de Unidades. Se usarmos a mesma lógica do cúbito sírio, esse conceito pode não ser devidamente “experimentado” pelo aluno, fazendo com que a noção dessa medida não seja compreendida. Eles realizam procedimento matemático sem efetivamente entender as quantidades em sua plenitude, ou seja, é possível que em muitas resoluções de física os resultados encontrados não possuam qualquer significado para os alunos.

A questão do que fazer numa situação como essa pode levar os professores a achar que talvez seja o momento de experimentar o uso de novas tecnologias. No entanto, apesar da visualização ser importante, o manuseio de objetos e ferramentas é uma etapa fundamental na construção das habilidades de cunho espacial, principalmente na física. Alice Beatriz Bastos descreve sobre essa necessidade ao falar sobre os signos como instrumentos intermediários, que são fundamentais e importantes para o ensino de matemática:

“Nas crianças pequenas eles são signos externos, concretos, que gradualmente podem ir sendo internalizados (por exemplo, a criança pode utilizar as mãos, enquanto objeto concreto, para contar antes de ser capaz de efetuar a operação da soma de maneira abstrata). Portanto, os signos aparecem num primeiro momento como marras externas e funcionam como um suporte concreto para a ação do homem.” (BASTOS, 2014, p.54).

A situação se torna preocupante, quando, mesmo sendo um tema importante, na maioria das vezes os livros didáticos não abordam de forma profunda as escalas, os sistemas medidas e as respectivas unidades que compõem um conjunto de informações necessárias para o desenvolvimento das habilidades para o estudo em física. Em muitos livros, existe

³⁵ Antiga medida de comprimento utilizada para determinar o “tamanho” de tecido, usada em Israel na Antiguidade, sendo correspondente ao comprimento do cotovelo de uma pessoa até a ponta do seu dedo médio estendido.

pouca relação com outras unidades usuais, como o pé e a polegada, que estão sempre aparecendo em filmes e desenhos estrangeiros. A falta da informação correta não permite aos alunos compreenderem as diferenças entre as diversas escalas (Tabela 4.5).

Tabela 4.5 – Equivalência entre unidades de medida e o metro (ALONSO & FINN, 2002).

MEDIDAS	SISTEMA MÉTRICO PADRÃO
1 pé (1 ft)	30,48 cm
1 polegada (1 in)	2,54 cm
1 palmo (1span)	22,86 cm

Isso poderia ser apenas um problema de avaliação visual das quantidades, no entanto a impossibilidade de avaliar essa grandeza traz conclusões equivocadas.

Dentro dessa perspectiva foi elaborada uma proposta de atividade simples para um grupo de alunos, do primeiro ano do ensino médio, de uma escola privada, localizada na Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro, a mesma turma que foi aplicada o jogo de cartas citado anteriormente. O intuito era de mostrar para esses alunos a necessidade de padronização e do reconhecimento das escalas de medida mais adequadas em cada caso.

Na primeira atividade os alunos avaliam as dimensões de um conjunto de materiais (Fig. 4.15) utilizando o tamanho dos seus polegares, palmos e pés. Após a atividade os alunos devem comparar as medidas que foram realizadas com cada um dos materiais e assim discutir qual deveria ser o método mais conveniente para realizar as medidas, devido à variabilidade de valores obtidos por eles.

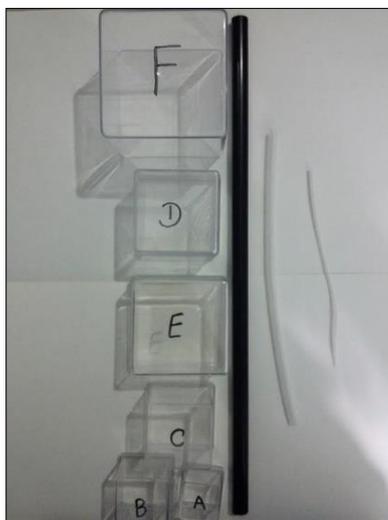


Figura 4.15. Materiais utilizados para medir comprimento (acervo do autor)

Isso mostrará aos alunos o olhar mais crítico sobre a necessidade da padronização ou de um único valor de referência que pode ser adotado por qualquer método, como por exemplo, escolher um dos polegares como medida padrão. Esse tipo de procedimento, que pode ser entendido como uma atividade experimental ilustrativa traz como elemento fundamental a compreensão pela experimentação e vivência de um problema, sem que os alunos sejam induzidos a aceitar algo que eles não conhecem (MALACARNE & STRIEDER, 2009; REGINALDO et al, 2012; BASSOLI, 2014) (Fig 4.16).

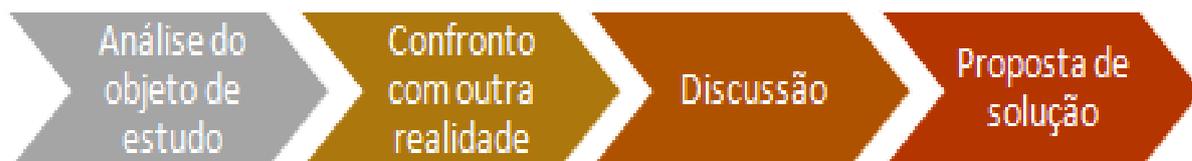


Figura 4.16. Representação das ações envolvidas durante o processo de medição e definição do padrão pelos alunos.

Essa atividade simples e motivadora deve ser acompanhada de outra ação, que diz respeito à determinação de medidas pela utilização de vários instrumentos com diferentes escalas, trazendo ao aluno o entendimento da escrita de certos valores em diferentes unidades de medida, como por exemplo, o quilômetro, o metro, o centímetro e o milímetro. Pode parecer um tanto simples a atividade, no entanto os alunos precisam desenvolver habilidades para a compreensão e a assimilação completa de ideias que estão no campo do abstrato (GIANI, 2010).

Com a utilização de uma trena, uma régua e um paquímetro, devem ser colocados os diferentes objetos sobre a mesa: um bastão de borracha, um pequeno bloco de madeira e um parafuso, por exemplo. A atividade deve consistir em medir os objetos com os três instrumentos disponíveis e avaliar qual o mais indicado em cada caso.

Depois que completam a tabela, os alunos devem responder as perguntas que vêm em seguida, porém essas perguntas só podem ser respondidas depois de uma comparação com as tabelas dos outros integrantes do grupo. Essas perguntas farão com que os alunos percebam a necessidade de um sistema padrão de medidas. Percebendo isso, a próxima discussão será sobre a utilização do metro e seus múltiplos e submúltiplos.

4.4 ATIVIDADE 3 - RAZÃO E PROPORÇÃO

Uma das grandes dificuldades presentes nas realizações de alguns procedimentos algébricos em física é o aluno compreender como duas quantidades estão relacionadas entre si e qual a razão entre elas. Um exemplo disso é a relação matemática que descreve o tamanho de um objeto em uma câmara escura de orifício (Fig.4.17), comparando-se características geométricas.

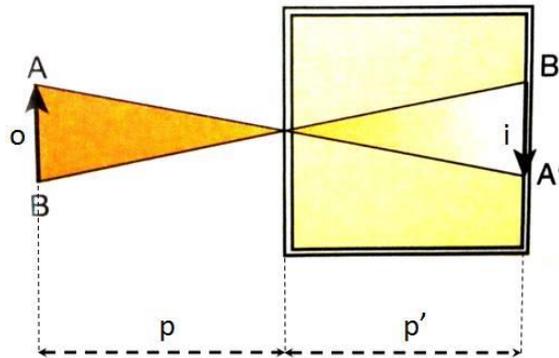


Figura 4.17 – Câmara Escura.

Sendo “*i*” o tamanho da imagem, “*o*” tamanho do objeto, “*p*” a distância do objeto ao orifício e “*p*’” a distância do orifício ao ponto de convergência dos raios à parede onde a imagem é projetada. Esses pontos estão relacionados pela expressão (MAXIMO & ALVARENGA, 2014):

$$\frac{i}{o} = \frac{p'}{p} \quad (3)$$

Mesmo sendo uma operação simples, muitos alunos não conseguem compreender o que efetivamente está sendo relacionado, pois foge deles o conceito de razão e proporção. Para isso é importante que o professor lembre que a razão nos permite comparar duas quantidades pela divisão entre elas, fornecendo assim quanto uma é maior ou menor que a outra. A proporção está relacionada pela igualdade de duas razões, que estão relacionadas pela expressão (SOUZA, 2012):

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \quad (4)$$

Apesar das várias possibilidades de se construir uma câmara escura de orifício nos dias atuais, para realizar a atividade que permita aos alunos compreender as características de razão e proporção, nem sempre é simples uma atividade desse tipo. Sendo assim, faz-se necessário que o professor possa buscar algumas possibilidades motivadoras e que permitam a ele mostrar como essas quantidades estão relacionadas.

Se realizarmos um olhar para o campo das artes, existe uma possibilidade interessante que pode ser trabalhada com os alunos. Entre o final do século XIX e início do século XX mundo da arte se viu invadido por uma série de movimentos que modificaram a forma de representar a sociedade e a natureza, criando novas formas de expressão artísticas relacionada à pintura. Entre as várias surgidas nesse período, podemos citar: o cubismo, a

pintura “naïf”, o fauvismo, o abstracionismo, o surrealismo entre outras (ANDRADE & HENRIQUES, 2009).

No caso específico da arte “naïf”, esta tem sinônimo de uma arte ingênua ou instintiva, por ter origem no latim *nativus*, que significa nascente, natural, espontâneo, primitivo, os artistas presentes nessa linha não estão livres de exigência de qualidade nas suas obras e nem estas são inferiores as demais técnicas. Os adeptos desse tipo de arte costumam considerá-la como uma arte desprovida de padrões artísticos e que estão mais ligadas aos sentimentos do artista no momento da criação (FINKELSTEIN, 2001).

Facilmente observada, uma característica importante apresentada nessa técnica é a falta de preocupação com o respeito à ordem de grandeza e proporções dos objetos retratados por ela, como mostrado no quadro "Viagem pelas Maravilhas de Recife e Olinda", do artista plástico André Cunha (Fig. 4.18). Nele é possível perceber que objetos e pessoas são retratados sem a preocupação de dimensionar na obra as possíveis diferenças do tamanho entre eles.

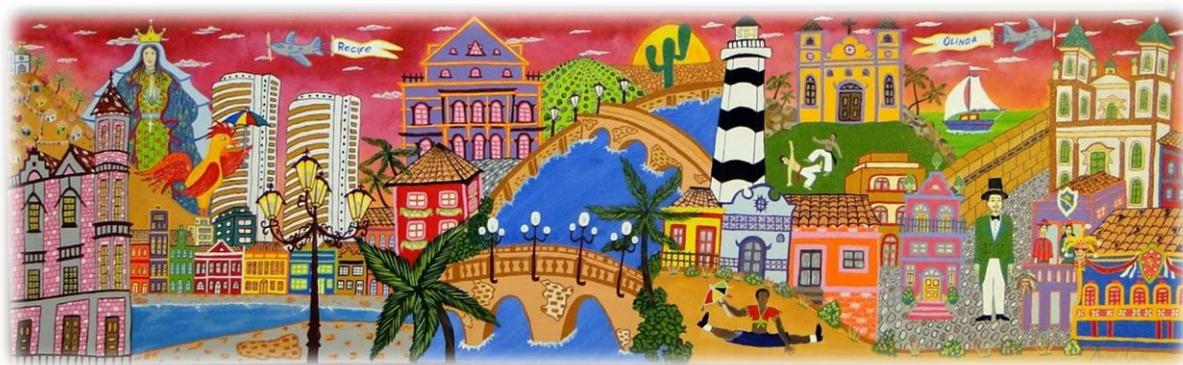


Figura 4.18: Reprodução da obra de "Viagem pelas Maravilhas de Recife e Olinda", de André Cunha (MATEUS, 2016).

Se essas obras são desprovidas da ideia de proporção, podemos trabalhar com os alunos em sala de aula esse conceito. É fundamental que inicialmente o professor responsável pela atividade busque de forma prévia alguma imagem com características naïf, para ser trabalhada em sala. A imagem deve ser impressa em uma folha de papel com tamanho A4 e fornecida aos alunos para que esses possam identificar algumas figuras presentes na imagem e já definidas pelo professor.

Após a fase de identificação o professor deverá pedir aos alunos que realizem uma pesquisa, caso a escola disponha de recursos tecnológicos, do tamanho médio das figuras selecionadas e preencham a Tabela 4.6. É importante dizer que caso não seja possível realizar a pesquisa em sala de aula, os alunos podem preencher em casa por meio de pesquisa que seja conveniente a eles.

Tabela 4.6 – Exemplo de tabela a ser preenchido pelos alunos.

Objeto	Tamanho real	Medida régua	Tamanho estimado naïf

No passo seguinte os alunos realizarão a medida, com uma régua, dos tamanhos reais dos objetos selecionados e que estão presentes na figura, preenchendo o referido campo na Tabela 4.6.

Usando o tamanho de uma pessoa com padrão de medida, os alunos utilizarão a equação (4) para estabelecer as relações de proporção entre os objetos medidos e o suposto tamanho apresentado.

Essa atividade complementa as anteriores, além de auxiliar o aluno a resolver questões matemáticas simples, como a razão e a proporção, que comumente são utilizadas na Física para determinar o valor numérico de algumas grandezas.

4.5 ATIVIDADE 4 – ÁREA

Apesar do conceito de área ser um tema muito discutido nas aulas de matemática, já que os alunos iniciam seus estudos sobre áreas no Ensino Fundamental I e no Ensino Fundamental II (6º até 9º ano), visto a análise feita nos livros didáticos e no Ensino Médio retomam esses estudos novamente, porém de maneira mais aprofundada, o conceito não fica claro e bem definido para os alunos, a ponto de ser aplicados em outros contextos.

Quando os alunos do Ensino Médio são arguidos sobre a definição do conceito de área de uma figura ou quantas dimensões existe em uma figura plana na qual se pretende calcular a área, menos da metade sabem responder de maneira correta, eles apenas descrevem a forma como se calculam essas áreas.

É necessária essa discussão inicial, pois para os estudos na área da Física, utilizamos essa ideia para descrever o conceito de pressão, por exemplo, que é definida como a força perpendicular aplicada numa determinada área (5). No entanto, como os alunos possuem pouco entendimento sobre área, muitas vezes o conceito de pressão é confundido com a própria força e assim são repetidas frases que não tem o menor sentido científico.

$$P = \frac{F}{A} \quad (5)$$

Na tentativa de esclarecer essas dúvidas de maneira simples e contextualizada, buscou-se desenvolver uma apostila de atividades mostrando a definição, a história de como o cálculo das áreas começou, além de mostrar para os alunos como esse tema aparece nas notícias cotidianas, seja de jornais, revistas ou em telejornais, questionando os alunos sobre o cálculo de estimativas de pessoas presentes em um determinado evento público, como por exemplo, um comício ou uma manifestação.

Para desenvolver a atividade, os alunos são inicialmente instigados pela história do cálculo das áreas, sabendo que a ciência, na maioria das vezes, se desenvolve por intermédio da necessidade econômica do homem. Uma das explicações históricas para iniciação do cálculo da área de algumas figuras, diz que os sacerdotes cobradores de impostos calculavam pela observação visual, forma intuitiva a extensão dos campos delimitando o espaço das cobranças, na época da Idade Média. Nessa mesma época, trabalhadores revestiam um pedaço de terra retangular, por exemplo, com pedras quadradas e para determinar quantas pedras usariam bastava contar a quantidade de pedra quadrada das fileiras e multiplicar pelo número de fileiras existentes. Esse é o cálculo que fazemos hoje para determinar a área de um retângulo, realizando a multiplicação do comprimento da base desse retângulo pela sua altura.

Em nosso cotidiano esse tema está intimamente ligado com a construção de casas, por exemplo, se comprarem pisos cujos preços comumente relacionados ao metro quadrado de piso (Fig. 4.19).



Figura 4.19: Anuncio indicativo sobre o preço relacionado com o metro quadrado.

Mas para elaborar essa atividade escolheu-se um exemplo que apareceu muitas vezes nos noticiários nos últimos três anos, graças às intensas manifestações públicas ocorridas, a estimativa de pessoas presentes nas mesmas.

Primeiramente, para que os alunos tenham noção do que é um metro quadrado e quantas pessoas cabem dentro dele sem muito problema, realiza-se uma atividade, dividindo os alunos em grupos de dez pessoas, este número surgiu em razão de as turmas do primeiro ano do Ensino Médio (as mesmas turmas que realizaram as atividades de grandeza e comprimento), na qual a atividade foi aplicada, possuem em média quarenta alunos, de tal modo que dividi-los possibilita que todos se envolvam na atividade.

Após cada grupo desenhar no chão da sala de aula, com giz, um quadrado com uma área de um metro quadrado, os alunos entram, um a um, no quadrado, até que seja atingido um número de pessoas suficiente para que a mobilidade não seja muito prejudicada. Essa atividade mostrará aos alunos o como é feito o cálculo médio de pessoas por metro quadrado em uma manifestação, por exemplo.

A segunda atividade é sobre o próprio cálculo do número de pessoas. Apesar de existir várias maneiras para realizar o cálculo de multidões, é apresentado a eles, um método muito utilizado, o mais simples e conhecido, chamado “Método de Jacob”, em homenagem ao seu criador, Herbert Jacobs (ASM, 2015).

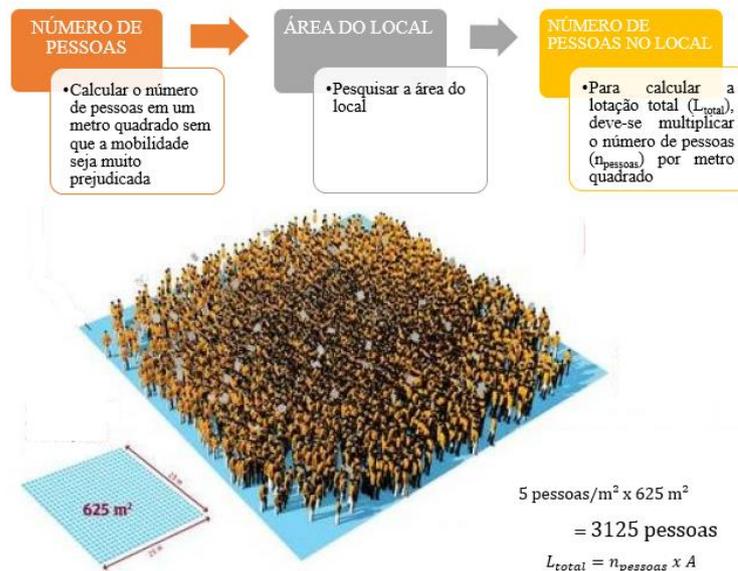


Figura 4.20: Estimativa de Multidões. (DANTAS, 2015).

A partir disso pede-se para que os alunos estimem a quantidade de pessoas de um local, conhecido por ele, completando a Tabela 4.7, segundo a média que o grupo concluiu na atividade anterior.

Tabela 4.7 – Exemplo de tabela a ser preenchido pelos alunos para a atividade de área.

LOCAL	ÁREA	ESTIMATIVA DE PESSOAS

Quando essa estimativa é divulgada pela mídia, nota-se uma discrepância entre os números dos organizadores do evento e da polícia, por exemplo. Para que os alunos entendam essa diferença, pede-se que eles estimem o número de pessoas da manifestação noticiada no início da atividade (“Mais de 300 mil pessoas foram às ruas do Rio de Janeiro”). Considerando que essa manifestação foi realizada na Avenida Presidente Vargas no Centro do Rio de Janeiro que tem, segundo dados do Google, extensão de 1,4 km e 120 m de largura, o aluno perceberá que seus números não batem com o noticiado pela mídia.

Por fim, para o entendimento das conversões de medidas, algo muito usado nos cálculos na Física, porém que geram uma série de dúvidas foi proposta uma última atividade.

Dada uma figura de um quadrado, utilizando uma régua os alunos devem medir os lados do quadrado em centímetros e calcular sua área em centímetros quadrados. Posteriormente, utiliza-se a mesma figura para medir os lados, mas agora em milímetros e calcula-se sua área em milímetros quadrados.

Os alunos medem a mesma área, mas em unidades de medida diferentes para que entendam a relação entre elas compreendendo a transformação das unidades de medida de área. O professor então generaliza essas transformações depois que os próprios alunos entenderam como são feitas.

4.6 ATIVIDADE 5 - VOLUME

A necessidade de calcular o volume de alguns sólidos é muito antiga e se desenvolve junto com evolução da humanidade. Apesar de ter uma rica história por traz desses cálculos, ao serem apresentadas aos alunos, as discussões sobre o tema giram apenas em torno das diversas expressões para calcular o volume de certos sólidos. Além disso, poucas vezes os alunos visualizam o objeto no qual estão calculando o volume, dificultando ainda mais o processo de abstração desse conceito.

Por causa dessa vaga discussão, percebe-se que os alunos possuem muitas dificuldades nesse assunto e por isso acabam apenas decorando as expressões, que ao longo do tempo e com falta da prática esquecem. Essa falta de habilidade em relação ao conteúdo de volume é nítida quando os alunos iniciam seus estudos na Física, ao estudarem, por exemplo, a parte de Hidrostática e Termodinâmica, nas quais muito se discute sobre volume. Graças a essa dificuldade acredita-se que se os alunos não compreenderem bem a definição e o porquê dos cálculos de volumes de sólidos, líquidos e gases, os alunos não compreendem de maneira clara outros estudos envolvendo o conceito de volume, tal como a densidade.

Desta forma, a atividade sobre volume foi desenvolvida para que o aluno, por intermédio da prática de pequenas atividades experimentais entenda como são calculados os volumes de alguns sólidos, como, a partir desses sólidos, calculamos o volume dos líquidos (Fig. 4.21), e como fazemos as transformações das unidades de medidas envolvidas em ambos os casos.

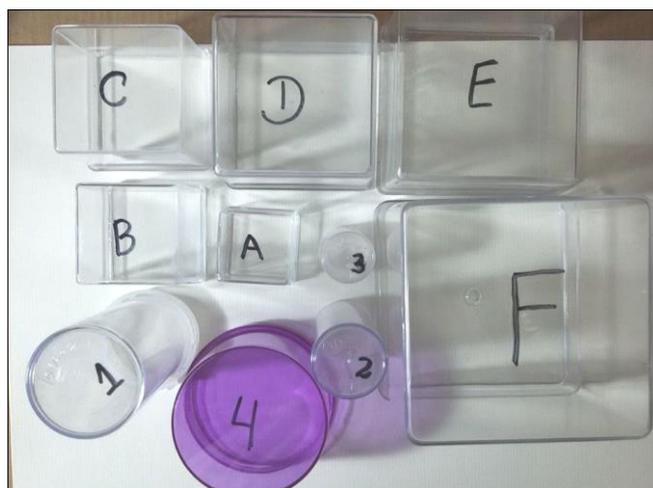


Figura 4.21: Materiais utilizados para medir o volume dos líquidos (acervo do autor)

A atividade é iniciada com a própria história do cálculo dos volumes e em seguida são apresentadas ao aluno notícias sobre o volume de chuvas que constantemente aparecem nos noticiários. Porém apesar da sua importância para o entendimento em muitas situações do cotidiano, a grandeza volume (V) é abordada sem que os alunos compreendam exatamente o seu significado, fazendo com que muitas das vezes as pessoas não compreendam como é feito esse cálculo de volume de chuva em uma determinada região.

Nesse sentido, buscar textos que possam apresentar a grandeza no dia a dia é importante para que os alunos percebam que sua compreensão é fundamental para avaliar as situações cotidianas que acontecem ao seu redor. Por exemplo, o volume de chuvas é sempre calculado em milímetros e não em litros, que é a unidade mais utilizada para medir volume dos líquidos. Uma notícia como esta é útil justamente para que o aluno entenda como o volume dos sólidos está ligado com o volume dos líquidos, apesar de expressos em unidades de medidas diferentes.

Após fazer as medições dos volumes desses sólidos, os alunos completam duas tabelas iguais, mudando apenas os materiais que eles mesmos escolheram (Tabela 4.8) para que possam calcular o volume de cada um. A partir disso respondem algumas perguntas que os levarão a compreender que noticiar que o volume de chuva é de 1,0 mm por metro quadrado, é a mesma coisa que dizer que o volume de chuva será de 1,0 L, concluindo então que calcular o volume de chuva em litros simplifica o entendimento. As conclusões devem ser debatidas entre os próprios alunos e o professor.

Tabela 4.8 – Exemplo de tabela a ser preenchido pelos alunos para a atividade de volume.

UNIDADE DE MEDIA	COMPRIMENTO	ALTURA	LARGURA	VOLUME
CENTÍMETRO				
MILÍMETRO				

5 ANÁLISES E DISCUSSÕES

5.1 OS LIVROS DIDÁTICOS

Apesar de ser um objeto muito utilizado, os livros didáticos assumem diferentes funções nas situações escolares. Ao analisar os livros didáticos, trazemos reflexões importantes sobre esse objeto enquanto produto cultural, como mercadoria do mundo editorial, como suporte para os conhecimentos e métodos de ensino ou como objeto que transmite valores ideológicos e culturais. (BITTENCOURT, 2003). A análise aqui realizada se limitou a descrever o livro didático enquanto um suporte para os conhecimentos e métodos de ensinamentos voltados para o ensino de Física, buscando compreender se os alunos, ao utilizarem os principais livros de Ciência, Matemática e Física para seus estudos, são desafiados, estimulados ou até mesmo se sentem atraídos por essa leitura.

Os livros dos anos finais do ensino fundamental que foram analisados, de maneira geral, se mostram pouco interessantes para o aluno, possuem textos muito extensos e poucas vezes, ou, dependendo do assunto, nenhuma vez propõe atividades lúdicas sobre os temas que são discutidos, demonstrando que o livro didático não deve ser usado como principal elemento didático em sala de aula. O professor precisa complementá-lo, principalmente com atividades concretas para que os alunos possam experimentar e a partir disso compreender o conteúdo.

Os conteúdos sobre unidades de medidas de comprimento, por exemplo, em todos os livros aparecem de forma sucinta e há poucas atividades voltadas para que o aluno possa efetivamente medir imagens ou objetos, fazendo com que a compreensão de espaço quase não seja compreendida por ele. Além disso, todos os livros de matemática do ensino fundamental discutem primeiro sobre figuras tridimensionais para depois discutirem sobre os elementos básicos da geometria e poucas vezes utilizam a história, o cotidiano e a experimentação como aliados para esses temas. Um dos livros, ao invés de propor atividades onde o próprio aluno experimentasse, utilizando seu corpo para medir os objetos encontrados em sua sala de aula, por exemplo, ele propõe a atividade mostrada na figura 5.1. A atividade seria mais efetiva se os alunos a realizassem com os objetos que possuem em sala de aula.



Figura 5.1: Atividade proposta sobre medidas de comprimento feitas com partes do corpo.

Em todos os livros, a linguagem utilizada afasta o aluno, sendo uma linguagem pouco acessível, de difícil entendimento e muitas vezes os conceitos são definidos de maneira vaga. Nos livros do último ano do ensino fundamental, o 9º ano, os estudos sobre áreas, além de terem o complicador da linguagem, tem como foco principal as fórmulas utilizadas para calcular a área de cada figura, tendo todos os exercícios voltados para esses cálculos.

Os livros de ciências analisados foram apenas do 9º ano, pois é nesse ano que os estudos são direcionados especificamente para as áreas de Física e Química. Todos eles focalizam muito as equações, já iniciando os estudos da Física totalmente voltados o excesso de “algebrismo” e poucos enfatizam a discussão dos conceitos, propondo atividades mais concretas para a visualização dos fenômenos, algo que possui extrema importância na conceituação das grandezas em Física. No geral, esses livros de ciências para o 9º ano são resumos dos livros de Física do Ensino Médio, por isso possuem uma metodologia que infelizmente desestimula a maioria dos alunos, pois já iniciam seus estudos nessa área achando que a Física é pura aplicação matemática e não que é uma ciência na qual se estuda os fenômenos da natureza e que se utiliza da matemática como linguagem.

Para a análise dos livros do ensino médio, foram respondidas as sete perguntas que foram tabuladas abaixo (Tabela 5.1).

Tabela 5.1: Resposta das análises dos livros

LIVROS/ PERGUNTAS	UM	DOIS	TRÊS	QUATRO	CINCO	SEIS	SETE
Universo da Física 1	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Universo da Física 2	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Universo da Física 3	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Conexões com a Física 1	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Conexões com a Física 2	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Conexões com a Física 3	NÃO	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM	SIM
Física: Contextos & Aplicações 1	NÃO	SIM	SIM	NÃO	NÃO	SIM	SIM
Física: Contextos & Aplicações 2	NÃO	SIM	SIM	NÃO	NÃO	SIM	SIM
Física: Contextos & Aplicações 3	NÃO	SIM	SIM	NÃO	NÃO	SIM	SIM
Física	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	POUCO	SIM

Física para o ensino médio	NÃO	SIM	POUCO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO
Física (UENO, 2005)	SIM	SIM	POUCO	NÃO	SIM	NÃO	SIM
Física Conceitual	NÃO	NÃO	SIM	NÃO	POUCO	NÃO	SIM
Fundamentos da Física: Volume único	NÃO	SIM	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO	NÃO

Ao efetuar essa simples análise, percebe-se que o professor não deve adotar apenas um livro como complemento para suas aulas, pois cada livro tem seus “prós e contras”. No entanto sabemos que isso não é uma realidade possível na maioria das escolas visto a utilização quase bíblica dessa fonte de consulta. Esse comportamento apenas atrapalha o desenvolvimento dos alunos que acabam não aprendendo a fazer consultas em bibliotecas e perdem a chance de aproveitar o melhor que cada um tem a oferecer.

Outro aspecto facilmente percebido nos livros analisados é que eles se mostram pouco atrativos para os alunos, com uma linguagem sempre muito distante da realidade cotidiana dos mesmos. Em praticamente todos os livros as discussões matemáticas são o foco e, na maioria das vezes, pouco esclarecedoras, atrapalhando a compreensão dos alunos, gerando, na maioria das vezes, uma aversão dos alunos pelas Ciências ou por leituras afins. (NETTO et al, 1974). A linguagem empregada deveria ser mais acessível e clara, caso contrário a transmissão do conhecimento passa a ser elementar e confusa, piorando quando se utilizam expressões que estão em desuso, como, por exemplo, ao falar sobre materiais que não são mais utilizados em nosso cotidiano.

Os livros deveriam possuir mais indicações de construções de instrumentos e aparelhos simples, além de estimular mais as atividades em grupo e experimentais para despertar mais o interesse dos alunos. Utilizar situações cotidianas sempre que possível também seria uma ótima maneira de atraí-los.

Quanto às ilustrações, todos os livros trazem muitas figuras, talvez na tentativa de compensar a ausência de explicações detalhadas. Poucos livros se mostram preocupados em mostrar os equipamentos reais ao invés dos desenhos representativos. Na física, de maneira geral, utilizamos os desenhos esquematizados na tentativa de facilitar o ensino dos alunos, contudo nem sempre esses desenhos facilitam; muitas vezes eles se tornam barreiras para a aprendizagem.

Ao descrever sobre temas históricos, os cientistas são sempre descritos como pessoas que viveram exclusivamente para a ciência, deste modo os alunos consideram esses cientistas extraordinários, persistentes e com uma capacidade acima do comum, o que distancia ainda mais os alunos das áreas das ciências.

5.2 ATIVIDADE 1

Inicialmente surge uma pequena dificuldade sobre as regras do jogo, pois a semelhança com o jogo da memória é grande, mas diferente por ter três cartas com informações bem diferentes. Outra dificuldade percebida é que eles mostram-se surpresos em ter contato com a ideia da medida por algum instrumento físico, apesar de muitos desses fazerem parte do cotidiano deles. Devido a isso surge uma pequena dificuldade sobre as regras do jogo, mas depois de erros e acertos os alunos compreendem a dinâmica do jogo.

No caso de alguns instrumentos de medidas que não estão tão presentes no cotidiano deles, como o multímetro, que aparece duas vezes, e o barômetro suas cartas geram dúvidas e as mesmas precisaram ser esclarecidas. Apesar disso, na medida em que os alunos têm conhecimento desses instrumentos aparecem os questionamentos sobre o seu funcionamento, trazendo o mesmo para o “mundo do possível” para esses alunos.

Em relação à unidade de medida de temperatura, Kelvin, ela aparece em muitos livros didáticos e a sua discussão é importante para que os alunos possam entender que na maioria dos estudos termodinâmicos essa grandeza possui uma forma de apresentação distinta da usual.

Na avaliação da atividade, a separação dos alunos em grupos permitiu ideias contraditórias e opiniões diferentes que são extremamente enriquecedoras para o andamento e entendimento dos conteúdos envolvidos, além de levar a outras discussões proveitosas. Ao errarem as jogadas, ou seja, as associações, os alunos eram arguidos do porquê não era correta, o que gerava uma boa discussão entre os próprios alunos para esclarecer esse erro.

Durante a atividade os alunos participaram de maneira ativa e, ao final, estavam mais confiantes sobre o domínio das grandezas físicas que haviam sido discutidas, pois respondiam as perguntas que eram feitas e tiravam dúvidas de alguns alunos que ainda permaneciam com certa dificuldade no tema. Isso pode ser percebido em alguns depoimentos:

- **Aluno x:** “Achei interessante ajuda a gravar as medidas de um jeito mais dinâmico” (Fig 5.1)
- **Aluno y:** “... como as cartas estão misturadas eu acabo tendo que pensar para achar os conjuntos e com isso relaciono nomes as imagens e consigo grava-los mais facilmente.” (Fig 5.2)
- **Aluno z:** “Conseguimos associar as unidades de medida com suas respectivas ferramentas e funções.”.

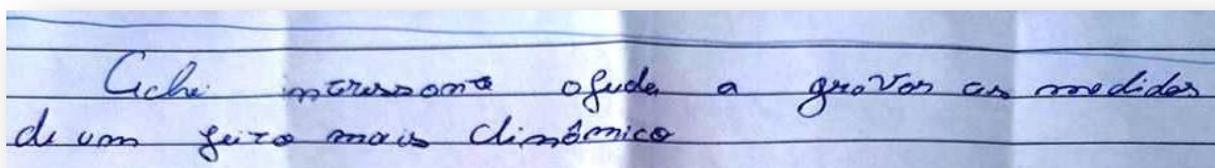


Figura 5.2: Resposta apresentada por um dos alunos participantes na atividade, sendo este identificado nesse trabalho por Aluno x (Acervo do autor).

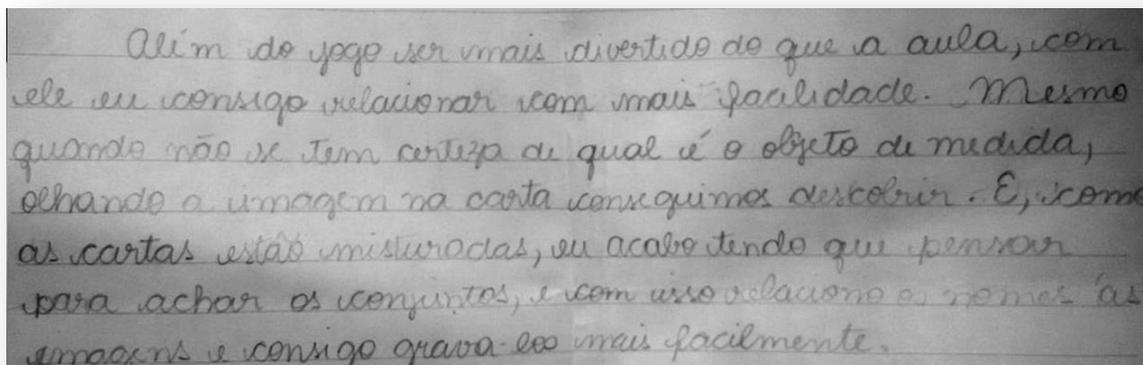


Figura 5.3: Resposta apresentada por um dos alunos participantes na atividade, sendo este identificado nesse trabalho por Aluno y (Acervo do autor).

O jogo é apenas um momento inicial para se discutirem outras grandezas, abrindo então uma boa discussão sobre outras grandezas, suas unidades e instrumentos associados, o que muitas vezes, gera dúvidas em qualquer parte da Física.

Aplicar uma aula com elementos diferentes do que os alunos estão acostumados, como por exemplo, a utilização das cartas, provoca nos alunos um deslumbre e ansiedade. Isso os motiva a participar da aula e os desafia a compreender todo o conteúdo envolvido por traz daquela atividade, pois ela proporciona um caminho menos árduo, mais propício e integrado, podendo mudar a visão dos alunos em relação à Física e, quem sabe, conseguindo quebrar o tabu de que Física é uma matéria de difícil compreensão e entendimento. Apesar dessa afirmativa parecer presunçosa, durante a atividade alguns alunos disseram que o problema da física são as “contas”, isto é, mostrando que existe uma física mais conceitual e outra que é carregada de procedimentos algébricos pouco elucidativos e sem conexão com a realidade deles.

A ideia de que essa atividade possui um caráter de memorização das cartas não é completamente errada. No entanto, a memorização deve fazer parte do processo de aprendizagem por contribuir com uma melhora de pelo menos 50% na retenção da informação (KARPICKE & BLUNT, 2011). Sendo assim, mesmo que a atividade fosse repetida com as mesmas cartas, não existe qualquer perda na formação do aluno pela memorização das grandezas e instrumentos de medidas.

Obviamente as cartas podem ser utilizadas de outras maneiras, de modo que os professores ao aplica-las em suas turmas poderão inventar novas regras, de acordo com sua necessidade em sala de aula e a realidade de sua turma.

As cartas também ajudam os professores a introduzirem discussões sobre alguns conceitos, como por exemplo, medir e grandeza, já que as cartas trazem esses conceitos. Ao trabalhar com os instrumentos ou objetos de medidas, pode-se discutir com os alunos sobre o conceito de medir e qual a necessidade de medir.

Já quando descrevemos as grandezas físicas para os alunos, devemos discutir com eles sobre o conceito de grandezas, pois os livros didáticos poucas vezes trazem seu verdadeiro conceito. A maioria dos livros opta apenas por distinguir as grandezas escalares de vetoriais, não enfatizando a importância desse conceito.

Assim, podemos dizer que os conceitos de medir e grandeza são descritos de forma simples e objetiva como apresentado na Figura 5.4.



Figura 5.4: Definição de medir e grandezas

5.3 ATIVIDADE 2

Quando a atividade de comprimento foi aplicada em sala de aula, surgiram muitas dúvidas e perguntas, pois, muitos alunos nunca haviam medido nada em palmos e polegadas, além de poucas vezes terem utilizado os instrumentos de medidas. Eis os depoimentos:

- **Aluno a:** “*Como se mede em palmos e polegadas?*”.
- **Aluno b:** “*Não sei usar muito bem essas ‘coisas’ para medir*”.

Como foram utilizados alguns materiais tridimensionais, como por exemplo, um bloquinho de madeira, os alunos não sabiam o que iriam medir, o comprimento, a largura ou a altura do objeto. Eles não identificavam que tudo isso eram medidas do objeto que nos levam a calcular o volume, por exemplo.

- **Aluno c:** “*Que parte do objeto eu vou medir?*”.

Na parte de conversão de medidas, todos se mostraram muito resistentes e com muita dificuldade, sinalizando que, nas aulas de matemática e em algumas de física, já tinham visto

uma tabelinha de conversão dos múltiplos e submúltiplos do metro (Tabela 5.2). A maioria dos alunos disseram que nunca entenderam muito bem essas simples conversões.

- **Aluno d:** “*Sempre me “atrapalho” nessa tabela de conversão*”.

Tabela 5.2 – Conversão dos múltiplos e submúltiplos do metro

km	hm	dam	m	dm	cm	mm
-----------	-----------	------------	----------	-----------	-----------	-----------

Além de utilizar o material de comprimento em sala de aula, diretamente com os alunos, este também foi apresentado em uma oficina para professores dos anos iniciais no ensino básico (Educação Infantil e Ensino Fundamental I³⁶) que buscaram essa oficina, oferecida em uma escola estadual que possui um laboratório de matemática sustentável, dada à dificuldade e necessidade de preparar materiais didáticos para seus alunos. Como os recursos que o colégio recebe são baixos, esses professores decidiram confeccionar seus próprios materiais. Deste modo, eles buscam confeccionar materiais que sejam significativos, atrativos, de baixo custo e que estimulem a construção do conhecimento.

Essas professoras relataram as dificuldades pessoais relacionadas às áreas de matemática e ciências, já que a formação nos cursos de pedagogia não valoriza muito essas áreas. Por isso esse grupo decidiu buscar uma formação complementar, tendo um grupo de pesquisa sobre materiais concretos, o conceito de concreto e abstrato e o ensino de ciências nos anos iniciais.

Depois que todo o material foi apresentado, junto com uma intensa discussão, todas as professoras disseram que gostaram muito da atividade de comprimento. Apesar de essa atividade ter sido feita para alunos do Ensino Fundamental II³⁷ e Médio, as professoras disseram, que mudando a linguagem, esse material poderia ser facilmente aplicado nos anos iniciais.

Quando a atividade foi aplicada em sala de aula, inicialmente os alunos foram arguidos sobre a diferença entre os conceitos de comprimento, área e volume, já que durante o Ensino Fundamental esses conceitos já haviam sido estudados por eles. Contudo, nenhum dos estudantes das turmas onde a atividade foi aplicada soube responder. Então, após uma breve discussão os conceitos foram esclarecidos e as diferenças pontuadas.

Por esse motivo, na primeira página de cada atividade encontra-se o conceito da grandeza (Fig. 5.5), correspondente a atividade. Isso auxilia o aluno, pois a atividade é realizada mais facilmente a partir do momento que o aluno compreende o conceito do que ele está realizando.

³⁶ É a etapa de formação que compreende a instrução de 1º ao 5º ano da educação básica no Brasil.

³⁷ É a etapa de formação que compreende a instrução de 6º ao 9º ano da educação básica no Brasil.

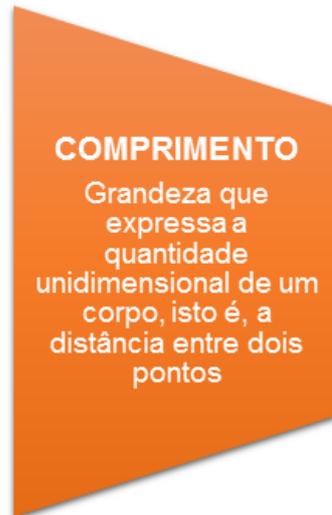


Figura 5.5: Definição de Comprimento

5.4 ATIVIDADE 3

A atividade foi realizada com os nove alunos do Programa de Educação Tutorial da Física, da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, e nela foi analisada a obra “O estádio olímpico”, que representa elementos de atletismo, de autoria do artista plástico Fábio Sombra. Nessa imagem foram escolhidos os seguintes objetos a serem trabalhados em sala: um atleta (representado pela seta vermelha), a cabeça de um espectador (representado pela seta verde) e o sarrafo do salto em altura (representado pela seta amarela).



Figuras 5.6: Reprodução da obra “O estádio olímpico”, de Fábio Sombra (IG, 2015).

Na pesquisa realizada com os participantes os valores obtidos para cada um dos objetos selecionados foram os seguintes: para o atleta considerou-se o tamanho médio de um brasileiro, entre 24 e 29 anos, que é de aproximadamente 1,73 m; o tamanho de um crânio humano é de aproximadamente 22 cm e o sarrafo do salto em altura foi considerado o tamanho do recorde mundial de 2,45 m, estabelecido pelo atleta cubano Javier Sotomayor em 1993 (IBGE, 2010; HELENE, 2013; INMETRO, 2016).

Na etapa seguinte foi exigido dos alunos fazerem a conversão das medidas realizadas com a régua, para a medida proporcional estabelecida pela utilização do tamanho de uma pessoa como padrão de altura. A partir destas medidas foi obtido 1,93 m para a altura do atleta representado pela seta azul, que não está tão distante do que se espera de um competidor de atletismo. O velocista jamaicano Usain Bolt, campeão olímpico e mundial das provas de 100 e 200 metros rasos, possui uma altura de 1,96 m e assim em relação a esse atleta o padrão estaria respeitado.

No caso da cabeça do espectador, esse deveria ser representada de forma diminuta devido à distância entre elas e a posição dos atletas. No entanto, o que se percebeu é que elas possuem dimensões iguais 66 cm, isto é, o valor estimado é três vezes maior que o valor normal. Finalmente, foi estimado que, de acordo com as características do desenho, a altura do sarrafo seria de aproximadamente 1,13 m, estando completamente fora da realidade da altura média nesse nível de competição, que é de aproximadamente 2,0 m.

Tabela 5.3 – Exemplo da tabela preenchida.

Objeto	Tamanho real	Medida Régua	Tamanho estimado naïf
Atleta	1,96 m	2,6 cm	1,93 m
Cabeça	22 cm	1,0 cm	66 cm
Sarrafo	2,45 m	1,7 cm	1,13 m

Mesmo com a possibilidade de visualmente os alunos perceberem que existe uma falta de proporção entre os objetos representados, torna-se interessante a construção da dimensionalidade para que eles percebam a necessidade de comprovação quantitativa das percepções apenas sensorial.

Os objetos escolhidos podem ser quaisquer uns daqueles apresentados na figura. No entanto é fundamental que a escolha seja baseada na representação de objetos que permitam uma comparação que mostre aos alunos a conversão de escalas e também as características da imagem analisada. Deste modo, mesmo que indiretamente, os alunos, por intermédio da atividade trabalham com o conceito de escala (Fig.5.7), que é muito utilizado nos cálculos físicos, por exemplo, para determinar uma série de grandezas (velocidade média e densidade entre outros).



Figuras 5.7: Definição de Escala

5.5 ATIVIDADE 4

A atividade de área foi aplicada em duas turmas, com uma média de 35 alunos, do primeiro ano do ensino médio de uma escola particular na Zona Oeste do Rio de Janeiro. Os alunos fizeram essa atividade em grupos de aproximadamente quatro pessoas. Primeiramente, o grupo leu e debateu entre si sobre a história do cálculo das áreas e, logo depois, sobre as notícias (Fig. 5.8) que recentemente foram veiculadas nas mídias, a respeito das manifestações ocorridas no Rio de Janeiro há cerca de três anos. Como os alunos lembravam-se das manifestações, se identificaram com as notícias.

“Depoimentos dos historiadores e jornalistas sobre o que eles viram e o que eles registraram nesse dia que vai ser lembrado, estudado, pesquisado no futuro: ‘Ontem, 17/06/2013, foi um dia que ficou na história do Brasil. A “Revolta do Vinagre”, como está sendo chamada, levou mais de 100 mil pessoas as ruas, segundo estimativa da Coppe/UFRJ (a PM estima em 40 mil).’ Felipe Rodrigues - Estudante de História”.

Fonte: Revista de História. goo.gl/j9Xxu7 Acesso em: 18 out 2016

“Mais de 300 mil pessoas foram às ruas do Rio de Janeiro para a manifestação contra o aumento das tarifas de ônibus. Este foi o ato que reuniu o maior público desde o início dos protestos. A manifestação, que começou pacífica na Candelária, na tarde de quinta-feira (20), terminou com mais cenas de violência e vandalismo no Centro e no entorno do Palácio Guanabara, em Laranjeiras, na Zona Sul da cidade. ”

Fonte: G1. <https://goo.gl/C0hjc7> Acesso em: 18 out 2016

Figura 5.8: Notícias sobre as manifestações do Rio de Janeiro

Buscar por essas notícias foi uma tentativa de aproximar a realidade vivida pela sociedade nos últimos anos, vinculando isso aos conceitos que são ensinados nas aulas de matemática, aqui em especial o conceito de área (Fig. 5.9). Como para realizar a estimativa de pessoas em um grande evento, no caso da atividade uma manifestação, é necessário realizar o cálculo da área do evento, a atividade foi toda pensada para que o aluno desenvolva todos esses cálculos.

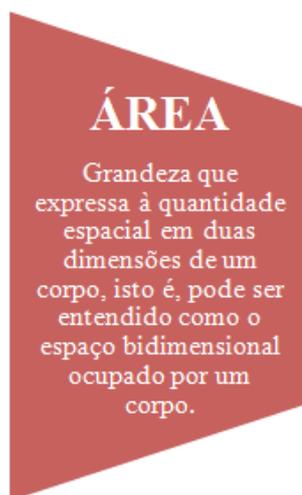


Figura 5.9: Definição de Área

Para que o aluno realizasse essa estimativa, foi explicado na atividade sobre o Método de Jacob e em seguida o grupo realizou esse método em sala de aula. Desenharam com o um giz de quadro, no chão da sala de aula, um quadrado com área igual a 1 m^2 . Em seguida os alunos entravam no quadrado até que o número de pessoas fosse parecido com o que acontece nas manifestações (Fig. 5.10).

Os alunos perceberam que o número de pessoas era o correto comparando com shows ou jogos em estádios a que eles já haviam assistido. Pode ser percebido pela maioria dos grupos que cinco pessoas era o número mais razoável para que a mobilidade não fosse muito prejudicada, apenas um grupo estimou que quatro pessoas era o número de pessoas mais razoável.



Fig. 5.10: Foto dos alunos dentro do quadrado, desenhado no chão, de área igual a 1 m²

Em seguida os alunos calcularam com esse valor quantas pessoas estariam numa manifestação numa rua de 100 metros de comprimento e 9,0 metros de largura. Para isso precisaram calcular a área dessa rua. Esse cálculo foi realizado pelos alunos de forma rápida e sem dificuldades.

Por fim, com o valor de pessoas que eles estimaram que caberiam em um metro quadrado, foi realizada a segunda atividade, na qual deveriam pesquisar na *internet* (todos tinham celular e acesso à *internet* em sala de aula no momento da atividade) lugares de sua preferência, de modo que completassem a tabela mostrada abaixo.

Tabela 5.4 – Exemplo da tabela preenchida por um dos grupos.

LOCAL	ÁREA	ESTIMATIVA DE PESSOAS
Casa	160 m ²	800
Rock in Rio	250.000 m ²	1.250.000
Vagão de trem	40 m ²	200

Depois que eles escolheram os lugares e completaram a tabela, alguns alunos perguntaram se esse cálculo estava correto, pois o vagão, por exemplo, tem os assentos e as barras para que as pessoas pudessem se apoiar e então eles perceberam que essa área, que era ocupada por esses objetos, deveriam ser descontadas da área total, o que reduziriam o número de pessoas. Deste modo eles entenderam porque é chamada de estimativa e não o número efetivo de pessoas que estão no local.

Feitos esses cálculos, a penúltima atividade foi para que os mesmos refizessem os cálculos noticiados pela mídia: “Mais de 300 mil pessoas foram às ruas do Rio de Janeiro”. A Avenida Presidente Vargas³⁸ possui, no trecho da manifestação, uma extensão de 1,4 km e 120 m de largura, segundo o *Google*. Ao refazerem essas contas, os participantes perceberam que o valor era muito diferente do que foi noticiado, todos os grupos acharam valores que eram no mínimo o dobro.

A discussão acerca da divergência entre os números divulgados pela mídia foi bem interessante, pois os alunos começaram a se perguntar o porquê dessa distância na quantidade de pessoas nas manifestações. Alguns disseram que já haviam percebido essa divergência, pois na maioria das vezes que são noticiados os valores calculados pela polícia e pelos organizadores das manifestações são muito distantes. Um exemplo dessa distância de número foi noticiado pela revista Carta Capital em 2015; O número de manifestantes no dia 15 de março daquele ano na avenida Paulista causou grande polêmica, pois a PM havia noticiado um valor 4,7 vezes maior do que o Datafolha no domingo (SOBRINHO, 2015).

Como os próprios alunos já haviam percebido essa disparidade, eles chegaram à conclusão de que a mídia ou a própria polícia, muitas vezes podem manipular esses números, por isso relataram como foi importante essa atividade sobre o cálculo de multidões, já que agora eles sabem como é feito e poderiam realizar os cálculos em casa e perceber quem mais se aproxima de seus valores, não se deixando mais manipular (Fig. 5.11).

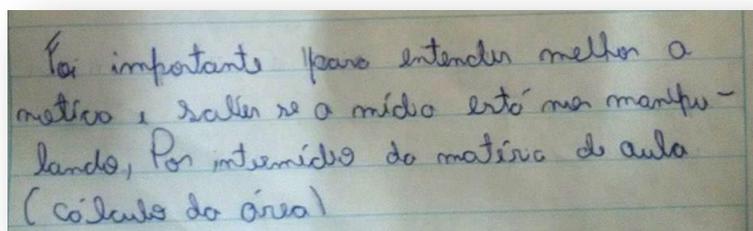


Figura 5.11: Resposta apresentada por um dos alunos que participou dessa atividade, sendo este identificado nesse trabalho por Aluno a (Acervo do autor).

Por último, foi feita uma atividade para que eles entendessem a diferença entre as unidades de medidas de área, reconhecendo a relação entre elas. Dada a figura de um quadrado que possui quatro centímetros de lado, pediu-se para que, além de medir os lados do quadrado em centímetros, também os medissem em milímetros e depois a área com as duas medidas foram calculadas. Os alunos viram que a relação entre centímetros quadrados e milímetros quadrados era 100 vezes menor e não 10 vezes como muitos achavam.

Com isso, foram apresentados a eles os múltiplos e submúltiplos do metro quadrado, a unidade de medida do Sistema Internacional de Medidas. Ao realizarem essa atividade de medir com duas unidades de medida diferentes e calcular a área com cada medida e depois compará-las, os alunos compreenderam por que certos objetos eram mais bem descritos quando mensurados em centímetros quadrados e outros em quilômetros quadrados, por

³⁸ É um dos principais logradouros da cidade do Rio de Janeiro, ligando a região da Leopoldina à região da Candelária.

exemplo, entendendo assim a tabela de conversão de unidade de medidas de área que é apresentada nas aulas de maneira vazia e desconectada.

Além disso, no final da atividade são apresentadas a eles outras unidades de medidas de área que foram adotadas, algumas denominadas agrárias, como os hectares e os alqueires, mostrando como são representadas essas medidas no sistema métrico padrão.

MEDIDAS	SISTEMA MÉTRICO PADRÃO
1 Polegada quadrada (in ²)	6,4516 cm ²
1 Pé quadrado (ft ²)	929,03 cm ²
1 hectare (ha)	10.000 m ²
1 alqueire mineiro	48.400 m ²
1 alqueire paulista	24.200 m ²

Figura 5.12: Tabela apresentada aos alunos com a conversão de outras unidades de medidas

Ao final dessa atividade de área os alunos disseram que foi mais fácil de compreender o conceito de área quando eles puderam visualizar, principalmente quando isso foi atrelado a fatos que ocorrem em seu cotidiano. Isso pode ser percebido em alguns depoimentos:

- **Aluno a:** “Foi importante para entender melhor a notícia” (Fig 5.11)
- **Aluno b:** “... realizando o cálculo de uma área menor, podemos descobrir de uma forma mais fácil áreas maiores e estimativas de pessoas que cabem nela. ”
- **Aluno c:** “É mil vezes mais fácil e dinâmico aprender deste modo do que no quadro. ” (Fig 5.13)

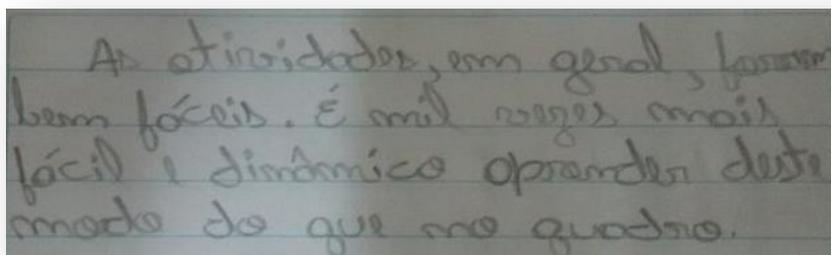


Figura 5.13: Opinião dada por um dos alunos que participou dessa atividade, sendo este identificado nesse trabalho por *Aluno c* (Acervo do autor).

Além desses depoimentos, alguns alunos que disseram não gostar de matemática, gostaram dessa atividade por conter elementos sobre a história do cálculo de áreas e notícias cotidianas. Assim, disseram que, mesmo não gostando muito de “fazer contas”, como a atividade possui esses textos de apoio, facilitou sua compreensão do conceito (Fig.5.14).

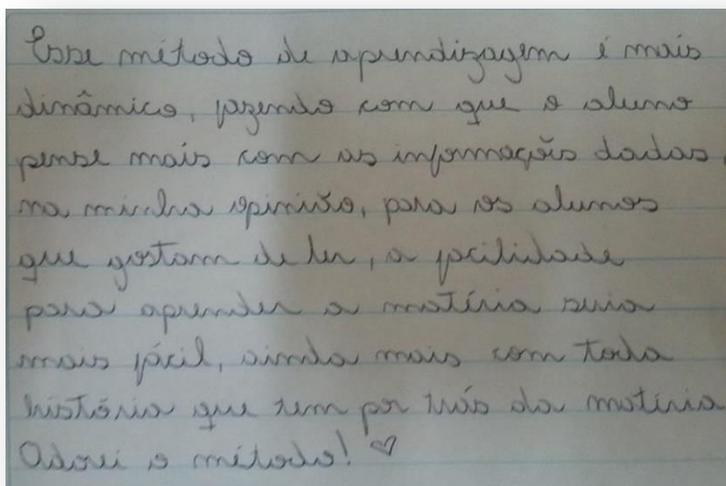


Figura 5.14: Opinião dada por um dos alunos que participou dessa atividade (Acervo do autor).

5.6 ATIVIDADE 5

A atividade envolvendo o conceito de volume foi desenvolvida com os mesmos alunos que realizaram a atividade de área, logo já estavam mais ambientados com o tipo da atividade. Eles se reuniram em duplas e foram debatendo primeiramente o conceito de volume e depois sobre a pequena introdução histórica da necessidade do cálculo de volume.

O conceito de volume (Fig. 5. 15) possui uma vasta aplicação no Ensino de Física, porém, mesmo sendo apresentado ao longo dos anos, os alunos chegam com muita dificuldade ao Ensino Médio quando utilizamos esse conceito de forma mais aplicada. Nesse sentido, os textos apresentam a grandeza no dia a dia, para que a compreendam nas situações que acontecem ao seu redor (Fig. 5.16).

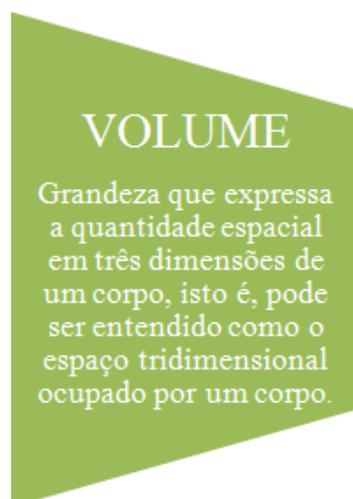


Figura 5.15: Definição de Volume

“O volume de chuva de Silva Jardim (RJ) em janeiro de 2016 foi quatro vezes maior do que o registrado em janeiro de 2015, de acordo com dados da Secretaria Municipal de Defesa Civil (Semdec). O índice pluviométrico serve de subsídio para a Semdec planejar medidas e ações preventivas contra desastres naturais. Segundo os dados, janeiro deste ano teve 15 dias de chuva com média diária de 20,5 mm, em comparação com apenas quatro dias de chuva com média de 14,2 mm por dia no ano passado. Ainda segundo a Defesa Civil, o volume de chuva foi de 308 mm em janeiro deste ano, comparado com 56,9 mm em 2015.”

Fonte: G1, 2010. <https://goo.gl/MzLfOW>. Acesso em: 20 de out 2016

“O Georio aponta que, nas últimas 24 horas encerradas 17h11 desta terça, a maioria das 32 estações de medição registraram chuvas acima de 167 milímetros. Em Vidigal choveu 258 milímetros em 24 horas; na Rocinha choveu 299 milímetros; na Tijuca, 274 milímetros; e no Jardim Botânico, 296 milímetros - confira a situação em todas as estações. Mais cedo, o prefeito do Rio, Eduardo Paes, disse que o recorde era o de 1966, quando foram registrados 245 milímetros em 24 horas. Segundo ele, em 1988, quando houve outra grande enchente, foram 230 milímetros em 24 horas. Em 1996, 201 milímetros em 24 horas; e nesta chuva, 288 milímetros em 24 horas.”

Fonte: G1, 2010. <https://goo.gl/ACSoIC>. Acesso em: 20 de out 2016

Figura 5.16: Notícias sobre as chuvas no Rio de Janeiro

A primeira parte dessa atividade de volume foi para que os alunos compreendessem como é calculado o volume dos sólidos. Para isso foi dado a eles alguns objetos tridimensionais (Fig. 4.17) para que medissem o volume desses objetos, completando a Tabela 5.5. Como poucas vezes fizeram isso quando estudaram sobre o cálculo do volume dos sólidos, de início isso gerou pequenas dúvidas de como realizar as medidas.

Tabela 5.5: Exemplo da tabela preenchida com as medidas de um paralelepípedo

UNIDADE DE MEDIA	COMPRIMENTO	ALTURA	LARGURA	VOLUME
CENTÍMETRO	5,2	3,8	5	98,8 cm ³
MILÍMETRO	52	38	50	98800 mm ³

Quando terminaram de medir e fizeram os cálculos, compreenderam porque a unidade de medida do volume é elevada ao cubo e como fazemos as transformações das unidades de medida de volume, algo que já havia sido discutido em aula, porém os alunos continuavam com grandes dificuldades, provando que a mesma não tinha sido bem entendida.

Com a atividade, os próprios alunos voltaram a essa discussão dizendo que com a prática foi mais fácil de compreender do que apenas construindo a tradicional tabela de transformação de unidades de medidas de volume.

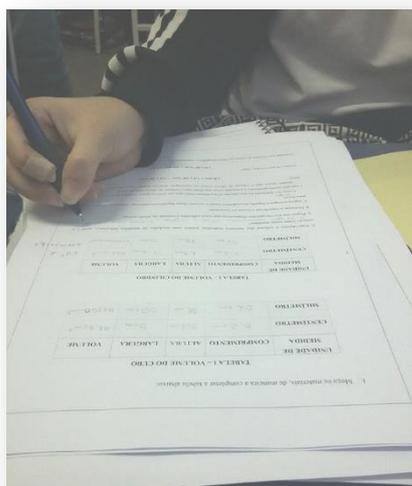


Figura 5.17: Foto de um dos alunos realizando a atividade (Acervo do autor).

O segundo objeto escolhido por eles foi um cilindro, que gerou boas discussões sobre como se calculava o comprimento e a largura desse corpo. Depois de algum tempo de discussões entre eles e com o auxílio da professora compreenderam que essas medidas eram as mesmas, já que a base do cilindro é um círculo, logo essas medidas eram o diâmetro dessa base.

Na hora do cálculo do volume desse cilindro, os alunos tentaram fazer da mesma forma que o cálculo do paralelepípedo, multiplicando todas as dimensões. Até que, lembrando-se de outras aulas, disseram que o volume desse corpo deveria ser calculado como a área da base dele (círculo) multiplicado pela sua altura. Como já haviam estudado sobre a área de uma circunferência, só conseguiram calcular esse volume por intermédio da expressão:

$$A = \pi Rh \quad (6)$$

Tabela 5.6: Exemplo da tabela preenchida pelas duplas com as medidas de um cilindro

UNIDADE DE MEDIA	COMPRIMENTO	ALTURA	LARGURA	VOLUME
CENTÍMETRO	7,6	7,3	7,6	331 cm ³
MILÍMETRO	76	73	760	331000 mm ³

Em seguida, ao serem arguidos sobre a relação entre as unidades de medidas do volume perceberam que era de uma razão de 1:1000 (um pra mil), compreendendo assim a tabela de conversão de medidas de volume que antes era apenas decorada.

Por fim, para que eles compreendessem a transformação da unidade de decímetros cúbicos para litros, foi dado a eles um copo de água que deveriam encher até a borda de um dos recipientes. Depois derramasse essa quantidade em um medidor de volume de líquidos (proveta). Deste modo puderam associar essas medidas. Os alunos então, entenderam que o volume de chuva seria melhor compreendido se fosse noticiado pela mídia em litros, não em milímetro.

A respeito de toda a atividade, os alunos disseram que acharam essa mais difícil que as outras, explicando que, durante o ensino fundamental, quando viram essa matéria, nunca tinham feito atividades dessa maneira, de forma que pudessem visualizar de forma experimental esse conteúdo.

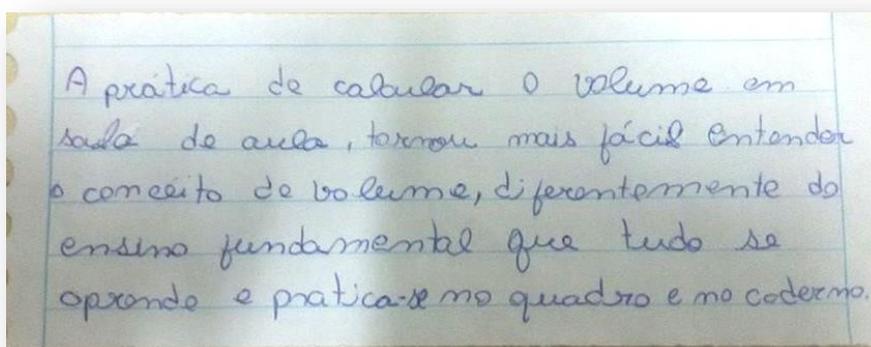
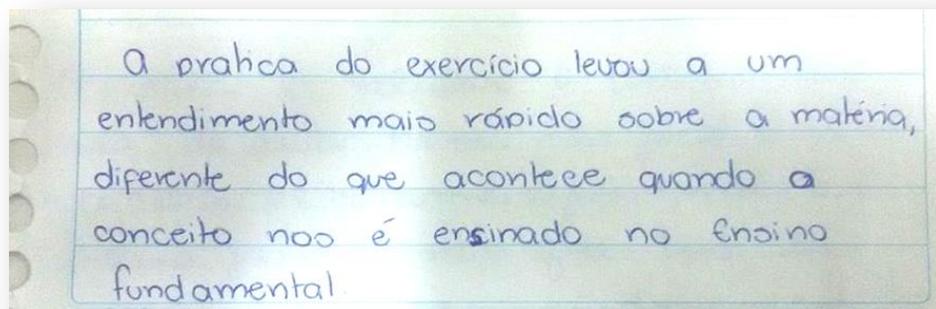


Figura 5.18: Depoimento de um dos alunos, identificado como aluno j, sobre a atividade de volume (acervo do autor)



A pratica do exercicio levou a um entendimento mais rápido sobre a matéria, diferente do que acontece quando o conceito nao é ensinado no ensino fundamental.

Figura 5.18: Depoimento de um dos alunos, identificado como aluno k, sobre a atividade de volume (acervo do autor)

CONCLUSÕES

Conhecer a realidade do ensino de física no Brasil, buscando fatos históricos marcantes para o desenvolvimento desse e compreender a realidade e a situação do local e dos nossos alunos, permite aos professores desenvolverem seus próprios materiais, melhorar suas aulas e, principalmente pensar e refletir sobre tudo que cerca o contexto escolar focalizado no ensino de física.

A possibilidade de trazer a discussão sobre os conceitos de concreto e abstrato e como a ludicidade, discutida um pouco nesse trabalho, ajuda os professores a repensarem seu papel em sala de aula, principalmente se tiverem um aluno que necessite de atividades mais específicas para sua aprendizagem, além de auxiliar na discussão dos conteúdos com os alunos para que a física se torne mais leve, prazerosa e significativa, realidade que não encontramos atualmente.

A utilização de objetos concretos no ensino de física mostra muitas possibilidades trazidas por atividades motivadoras, como a internalização dos conceitos ligados a uma grandeza ou fenômenos físicos por meio da visualização ou experimentação, mesmo que esses muitas vezes sejam abstratos para os alunos. Isso prova que as discussões acerca dos conceitos de concretude e abstração na educação em ciências são extremamente importantes, pois auxiliam na aprendizagem de maneira efetiva transformando a ideia de que as ciências, principalmente a física, são matérias de difícil compreensão parecendo muitas vezes serem inacessíveis. Esse conjunto de ações facilita a abstração, a partir de modelos concretos, já que eles são fundamentais para o desenvolvimento cognitivo dos alunos sejam eles com ou sem deficiência, para que ocorra um processo efetivo de aprendizagem facilitando o entendimento do conceito. Além de permitir uma aproximação entre os alunos e professores, tornando o processo de aprendizagem mais ativo e prazerosa para todos.

Com a aplicação de todas essas atividades (grandezas e unidade de medidas, comprimento, razão e proporção, área e volume), ficou clara a importância delas de forma concretas nos anos iniciais escolares, provando que estas atividades são extremamente necessárias para que conceitos basilares na física sejam construídos, tais como, comprimento, área, volume, para o melhor entendimento de conceitos mais profundos, como os conceitos de força, pressão, densidade, campo gravitacional entre outras. Deste modo, discutir a importância dos materiais concretos, contribui na formação dos professores, a partir da necessidade de construção de objetos concretos como elementos auxiliares na exposição de conteúdo, além de propiciar a (re) descoberta de possibilidades de abordagens de temas em Física, gerando um ambiente mais propício e integrado entre o professor e os alunos.

Atividades como essas que foram apresentadas nesse trabalho desenvolvem o senso crítico dos alunos e mostra a necessidade de articulação entre teoria e prática, para a melhora do processo de aprendizagem, já que são pensadas para serem acessíveis aos alunos do ensino médio, diferente do que é visto nos livros. Assim, os alunos irão compreender a Física, colocando a aplicação numérica para um segundo momento, na tentativa de desconstruir a visão limitada ao “algebrismo”.

Além disso, as atividades variadas, como foi realizada nesse trabalho, permitem que o professor conquiste e motive todos os seus alunos, desde os mais agitados, com a utilização dos jogos, os que gostam mais da leitura e textos históricos e até os que se identificam mais

com as artes, possibilitando uma grande integração dentro da heterogeneidade de uma sala de aula.

A atividade desenvolvida com a arte, por exemplo, a arte naïf, mostrou que atividades desse tipo traz aos alunos a possibilidade de integração das disciplinas e da vida cotidiana, além deles, nessa atividade em específico, poderem avaliar quais os objetos podem ser comparados e quais serão utilizados como referência. Assim, a possibilidade de utilização de um objeto artístico para criar uma motivação de conceitos básicos em Física permite ao aluno perceber que o conhecimento adquirido por ele não está restrito à sala de aula, mas que pode ser aplicada em situações diárias.

Finalmente, é fato que a utilização de elementos do cotidiano ou de elementos culturais de forma geral pode contribuir para uma formação mais completa, para que os alunos percebam que existem outros pontos fundamentais para a construção da cidadania e do seu entendimento de mundo.

Ademais, essas todas as atividades implementadas em sala de aula, quando pensadas e discutidas sobre tudo que a cerca, até chegar em sala de aula, fazem com que os professores repensem suas práticas buscando novas maneiras de implementar outros conteúdos de forma diferente, estimulando os também a montar seus próprios materiais e atividades para serem implementados em sala de aula facilitando e melhorando esse ambiente.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, J. C. SILVA, R. M. **A evolução da balança analítica**. Quím. Nova vol.27 no.6 São Paulo. 2004.
- ALMEIDA, A. J. A. **Introdução às Ciências Experimentais - Análise de Contingências, Programas e Avaliação do Curso**. São Paulo, 1979. Dissertação (Mestrado em Psicologia) - Instituto de Psicologia, Universidade de São Paulo, 1978.
- ALMEIDA, A. V., MAGALHÃES, F. O., CÂMARA, C.A.G., SILVA, J. A. A. **Pressupostos do ensino da Filosofia Natural no Seminário de Olinda (1800-1817)**. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, vol. 7, n. 2, 2008.
- ALMEIDA JÚNIOR, J. B. **A evolução do ensino de física no Brasil**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 2, n. 6, p. 55-73, 1980.
- ALMEIDA, M. J. P. M., NARDI, R. **Relações entre pesquisa em ensino de Ciências e formação de professores: algumas representações**. *Educação e Pesquisa*. v.39 n.2, 2013.
- ALONSO, M.; FINN, E. J. **Física: Um curso universitário - Mecânica**. v. 1, São Paulo: Edgard Blücher, 2002.
- AURÉLIO. **Dicionário do Aurélio**. Disponível em: goo.gl/rsKWPx. Acesso em: 05 nov. 2016.
- ANDRADE, E.; HENRIQUES, R. **A Arte do Século XX como a Exaltação de todos os Sentidos**. *Revista de artes e humanidades (On line)*, n. 3, 2009.
- ANDREIS, I. V.; SCHEID, N. M. J. **O uso das tecnologias nas aulas de biologia**. *Vivências*. v. 6, n. 11, p.58-64, 2010.
- ANJOS, I. G. **Física para o Ensino Médio**. 1 Ed. São Paulo: IBEP, 2005.
- ARAÚJO, M. S. T, ABIB, M. L. V. S. **Atividades Experimentais no Ensino de Física: Diferentes Enfoques, Diferentes Finalidades**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, vol. 25, no. 2, 2003
- ASM - Asian Scientist Magazine. **The Science Of Crowd Estimation Read**, 2015. Disponível em: goo.gl/2rL4B6, Acesso em: 15 fev. 2017
- AZEVEDO, F. (Org.). **As ciências no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: UFRJ, 1996.
- BARROS, A. C. S. **Previsão e medida de chuva em milímetros confundem agricultores**. Disponível em: goo.gl/wMYGda. Acesso em: 25 out. 2016.
- BARROS, C. PAULINO, W. R. **Ciências: Física e Química**, 8º série. 1 Ed. São Paulo: Ática, 2002.
- BASSOLI, F. **Atividades práticas e o ensino-aprendizagem de ciência (s): mitos, tendências e distorções**. *Ciência & Educação*, v. 20, n. 3, p. 579-593, 2014.

- BASTOS, A. B. B. I. **Wallon e Vygotsky: psicologia e educação**. São Paulo: Edições Loyola, 2014.
- BERGAMIN JÚNIOR, G.; DUCROQUET, S. **Capacidade máxima**. Folha de São Paulo, p. 30-39, 2011
- BEVILACQUA, V. **Conheça a diferença entre ensino e educação**. Diário Catarinense, 2016. Disponível em: <https://goo.gl/g4SYH8>, Acesso em: 25 jan. 2017.
- BITTENCOURT, C. M. F. **Em foco: história, produção e memória do livro didático**. Educação e Pesquisa. v. 30, n. 3. São Paulo: 2003.
- BORGNAKKE, C.; SONNTAG, R. E. **Fundamentos da Termodinâmica**. ed. 8. São Paulo: Blucher, 2013.
- BORGES, A. T. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.
- BRANDI, H. S. **“As medições na vida cotidiana: do passado ao futuro”**. Disponível em: goo.gl/jZkEIJ. Acesso em: 11 nov. 2016.
- BRASIL. **História: Ministério da Educação/Secretaria de Educação Básica**, 2013. Disponível em: <http://goo.gl/Sehav3>. Acesso em: 30 de Set. 2014.
- BROCKELMANN, R. H. **Observatório de Ciências, 9º ano**. 1 Ed. São Paulo: Moderna, 2011.
- BROUGÈRE, G. **A criança e a cultura lúdica**. Revista da Faculdade de Educação, v.24, n.2, 1998.
- CACHAPUZ, A. et al. (Orgs.). **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.
- CARDOSO, C. F. A. **Estudo Geológico-Geotécnico de Parte do Lote 4 do Arco Metropolitano do Rio de Janeiro – RJ**, Monografia (Graduação em Geologia) - Departamento de Geociências, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2008.
- CARDOSO, M. C. **Baú de memórias: representações de ludicidade de professores de educação infantil**/Programa Pós-Graduação-Mestrado em Educação/FACED/UFBA. – 2008.170 f.
- CARTLIDGE, E. **Rounding the electron**. Nature, 2011. Disponível em: <https://goo.gl/vkL4s>, Acesso em: 22 dez. 2016.
- CASAS, L. L.; AZEVEDO, O. M.; SOUZA, C. F.; CALADO, N. V. **Utilização de jogos como recurso didático para o ensino de embriologia**. In: V Congresso de Pesquisa e Inovação da Rede Norte Nordeste de Educação Tecnológica, 2010.
- CAVALCANTE, N. I. S. **O ensino de matemática e as TICs: uma análise de caso para o estudo da função exponencial**. In: X Encontro Nacional de Educação Matemática, p. 01-10, 2010.
- CHIAVERINA, C.; VOLLMER, M. **Learning physics from the experiments**, 2005. Disponível em: <https://goo.gl/7BNRS0>, Acesso em: 10 jan. 2017.

CORDON, J. A. **Enfoque científico-social de la salud-enfermedad.** Revista de la Universidad de San Carlos, n. 14, 1991.

CORTEZ, R. V. M.; FARIA, M. A. **Distúrbios de aprendizagem e os desafios da educação escolar.** Saberes da Educação, v.2, n.1, 2011.

CPT – Centro de Produções Técnicas. **Tipos de aula e seus respectivos conceitos.** Disponível em: <http://goo.gl/YQYzF0>. Acesso em: 29 jul. 2016.

CRUZ, F. A. O. BIGANSOLLI, A. R. **Análise dos dados Educacionais da Cidade de Seropédica: Realidade e Previsão.** Revista Vivências, vol.7, n 13: p.29-37, 2011.

CRUZ, J. J. S. **Do Pé Real à Légua da Póvoa.** Revista Militar N.º 2491/2192 - Agosto/Setembro de 2009, p 1035 - 0. Disponível em: <http://goo.gl/qmT1ma>, Acesso em: 01 dez. 2015.

DAMIANI, M. F. **Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios.** Revista Educar, n. 31, p. 213-230, 2008.

DANTAS, R. **Saiba como calcular o número estimado de pessoas numa manifestação.** Disponível em: goo.gl/ATmMU7. Acesso em: 18 out 2016.

DANTAS NETO, J. **A experimentação para alunos com deficiência visual: proposta de adaptação de um livro didático.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Brasília: Universidade de Brasília, 2012.

DIAS, E. **A importância do lúdico no processo de ensino-aprendizagem na educação infantil.** Revista Educação e Linguagem, v. 7, n. 1, 2013.

DIAS, A. C. L. **Dando as cartas: O lúdico no ensino de cinemática.** Monografia de conclusão de curso. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2015.

DIAS, A. C. L, VEIGA, L. L. A.; F. A. O. Cruz, **O Lúdico no Auxílio do ensino de física.** In: II Congresso Nacional de Educação, 2015.

DÍAZ, O, R. T. **A atualidade do livro didático como recurso curricular.** Linhas Críticas, Brasília, DF, v. 17, n. 34, p. 609-624, 2011.

DEWEY, J. **Concrete and Abstract Thinking,** 1910. Disponível em: <https://goo.gl/hZYnB5>, Acesso em: 15 jul. 2016.

DKE – Datum K Engineering. **Breve história da Metrologia.** Disponível em: <http://goo.gl/hkMWVj>, Acesso em: 15 dez. 2015.

DOMINGOS, G. A. **Dificuldades do processo de aprendizagem,** 2007. Disponível em: goo.gl/G81dxy, Acesso em: 28 jul. 2016.

DOMINGUINI, L. **Fatores que evidenciam a necessidade de debates sobre o livro didático.** In: V Congresso Internacional de Filosofia e Educação, 2010.

DUTRA R.; SMIDERLE, G. **Entenda as unidades de medida de chuvas e cheias.** Disponível em: goo.gl/ZIAYFo. Acesso em: 20 out 2016.

EDMINISTER, J. A. **Teoria e problemas de eletromagnetismo.** ed 2. Porto Alegre: Bookman, 2006. p. 75.

EVES, H. **História da geometria**. Trad. Hygino H. Domingues. São Paulo: Atual, 1992. (Tópicos de história da matemática para uso em sala de aula; v.3).

ESTADÃO. Opinião - **A crise do Ensino Médio**. Disponível em: <http://goo.gl/WUtRVk>, Acesso em: 31 jul. 2014.

FBS WEBHOUSE. **Revista de História**. Disponível em: goo.gl/j9Xxu7. Acesso em: 18 out 2016.

FIALHO, K. E. R.; COSTA, H. N.; LIMA, S. H. O.; BARROS NETO, J. P. **Aspectos Econômicos Da Construção Civil No Brasil**. In: XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, p. 1105-1114, 2014

FILGEIRAS, C. A. L. **Origens da química no Brasil**. São Paulo: Editora da Unicamp, 2015.

FILGUEIRA, S. S. **O lúdico no ensino de física: elaboração e desenvolvimento de um minicongresso com temas de física moderna no ensino médio**. 2009. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática). Universidade Federal do Goiás, Goiás.

FINKELSTEIN, L. **Brasil Naif – Arte Naif, Testemunho e Patrimônio da Humanidade**. Rio de Janeiro: Novas Direções, 2001.

FREITAS, E. **A qualidade da educação brasileira**. Disponível em: goo.gl/VOd9K, Acesso em: 31 jul. 2014.

G1. **Pior chuva dos últimos 44 anos causa estragos e dezenas de mortes no Rio**, 2010. Disponível em: goo.gl/ACSoIC. Acesso em: 20 out 2016.

GARDNER, H. **Nova Ciência da Mente, A - Uma História da Revolução Cognitiva**. v. 9. São Paulo: EdUSP, 1995.

GATTI, B. A. et al. **Formação de professores para o ensino fundamental: instituições formadoras e seus currículos**. Estudos e Pesquisas Educacionais, São Paulo, Fundação Victor Civita, n. 1, p. 95-138, 2010.

GIANI, K. **A experimentação no Ensino de Ciências: possibilidades e limites na busca de uma Aprendizagem Significativa**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Brasília: Brasília, 2010.

GIARDINETTO J. R. B. **A relação entre o abstrato e o concreto no ensino da geometria analítica a nível de 1º e 2º graus**. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 1991.

GIOVANI JÚNIOR, J. R.; CASTRUCCI, B. **A conquista da Matemática**, 9º ano. 1. Ed. São Paulo: FTD, 2009.

GLOBO NOTÍCIAS. **Do G1 Rio**. Disponível em: goo.gl/Q2MF02 Acesso em: 18 out 2016.

GOLDSTONE, R. L.; SON, J. Y. **The transfer of scientific principles using concrete and idealized simulations**. The Journal of the Learning Sciences, v. 14, n. 1, p. 69–110, 2005.

GOOGLES. **Maps**. Acesso em: goo.gl/EYoD5E. Acesso em: 18 out 2016.

GM – Google Maps. **Seropédica**. Disponível em: <https://goo.gl/RLmnsK>, Acesso em: 20 jan. 2017.

- HARRIBEY, J. M. **Criar riqueza, não valor**. Le Monde Diplomatique Brasil. n.79, p.20-21, 2014.
- HELENE, O. **Alguma física dos saltos em altura e distância**. Revista da Biologia, v. 11, n. 1, p. 12–18, 2013.
- HEWITT, P. G. **Física Conceitual**, 11 Ed. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Antropometria e estado nutricional de crianças, adolescentes e adultos no Brasil**, 2010. Disponível em: <http://goo.gl/ou1YE8>, Acesso em: 16 jun. 2016.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Anuário Estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro: Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. v.71, p.1-1 - 8-74, 2017.
- IG. **O mundial de esportes através da arte**, 2015. Disponível em: <http://goo.gl/E96aTa>. Acesso em: 16 jun. 2016.
- INMETRO - Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia. **Informações ao Consumidor: Bandeira do Brasil II**. Disponível em: <http://goo.gl/hUOfpy>, Acesso em: 16 jun. 2016.
- INEP. **Censo da Educação Superior 2013**. Disponível em: <http://goo.gl/EkNCg7>, Acesso em: 9 jul. 2016.
- INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. **IDEB - Resultados e Metas**. Disponível em: <http://goo.gl/1eqx>, Acesso em: 11 jul. 2016.
- INFOGLOBO. **Acervo**. Disponível em: goo.gl/ZE6Rq6, Acesso em: 18 out 2016.
- IVIC, I.; COELHO, E. P. **Lev Semionovich Vygotsky**. Recife: Editora Massangana, 2010.
- JUSTINO, G. **Cursos de licenciatura enfrentam queda na procura em todo o Brasil**. Disponível em: <http://goo.gl/Tvc7uI>. Acesso em: 29 jul. 2016.
- KARAM, R. PIETROCOLA, M. **Discussão das relações entre matemática e física no ensino de Relatividade Restrita: Um estudo de caso**. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009.
- KARPICKE, J D.; BLUNT, J R. **Retrieval Practice Produces More Learning than Elaborative Studying with Concept Mapping**. Science, v. 331, n. 6018, p. 772–775, 2011.
- LABURÚ, C. E. **Seleção de experimentos de Física no Ensino Médio: uma investigação a partir da fala de professores**. Investigações em Ensino de Ciências, v.10, n.2, p.161-178, 2005.
- LEMBO, J. B. **Por que falham os professores**. São Paulo: EPU-Edusp, 1975.
- LEITE, C.; BRETONES, P. S.; LANGHI, R.; BISCH, S. M. **Astronomia na educação básica. O ensino de astronomia no Brasil colonial, os programas do Colégio Pedro II, os Parâmetros Curriculares Nacionais e a formação de professores**. In: Oscar Matsura. (Org.). História da Astronomia no Brasil. 1 ed. Recife: Cepe Editora, 2014, v. 1, p. 542-585.
- LIMA, E. MACHADO, L. **A evasão discente nos cursos de Licenciatura da Universidade Federal de Minas Gerais**. Educação Unisinos, volume 18, número 2, ago 2014.

LIMA, G. P. **Breve trajetória da língua inglesa e do livro didático de inglês no Brasil.** In: VII Seminário de Pesquisa em Ciências Humanas, 2008.

LIMA, M. J. B. R.; FERNANDES, G. S.; SANTOS, J. A. S.; AGUIAR, L. R. S.; SILVA, F. J. O.; **Jogo digital como tecnologia educacional para a comunicação e prática pedagógica.** Sarandi: Faculdade do Norte do Paraná, 2015.

LORENZATO, Sergio. **O Laboratório de Ensino de Matemática na Formação de Professores.** Campinas: Autores Associados, 2006.

LOPES, R. C. S. **A relação professor aluno e o processo ensino aprendizagem.** Disponível em: <http://goo.gl/ttMIGZ>. Acessado em: 27 jun. de 2016.

MACHADO, N. A.; OLIVEIRA, B. R.; CRUZ, F. A. **O licenciados em física: onde estão os concluintes da UFRRJ?** In: XX Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2013.

MACHADO, N. A.; DIAS, A. C. L.; CRUZ, F. A. **Licenciatura em Física: Origem dos ingressantes da UFRRJ.** In: 65ª Reunião Anual da SBPC, 2013.

MALACARNE, V.; STRIEDER, D. M. **O desvelar da ciência nos anos iniciais do ensino fundamental: um olhar pelo viés da experimentação.** Vivências. v.5, n.7, p.75-85, 2009.

MALUF, A. C. M. **Atividades lúdicas como estratégias de ensino aprendizagem.** Psicopedagogia Online, 2006.

MARRIEL, L. C. **Violência Escolar e Autoestima de adolescentes.** Cadernos de Pesquisa, v. 36, n. 127, jan. /abr. 2006.

MATEUS, F. **"Recife tem encantos mil" na arte naïf de André Cunha,** 2016. Disponível, <http://goo.gl/YUp9s3>, Acesso em: 16 jun. 2016.

MARTINI, G. SPINELLIM W. REIS, H. C. SANT'ANNA, B. **Conexões com a Física 1.** ed 2. vol. 1. São Paulo: Moderna, 2013. p. 214.

MAYER, K. C. M, PAULA, J. S, SANTOS, L.M, ARAÚJO, J.A. **Dificuldades encontradas na disciplina de ciências naturais por alunos do ensino fundamental de escola pública da cidade de Redenção-PA.** Revista Lugares de Educação [RLE], v. 3, n. 6, p. 230 - 241, 2013.

MAXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Física: Contexto & Aplicações,** ed. 1. vol. 1. São Paulo: Scipione, 2014.

MELO, E. S. **Atividades experimentais na escola.** Disponível em: <http://goo.gl/OVw50E>. Acesso em: 30 jul. 2016.

MELO, R. B. F. **A Utilização das TIC'S no processo de Ensino e Aprendizagem da Física.** In: Anais do III Simpósio hipertexto e tecnologias na educação, p. 01-12, 2010.

MERRIAM. G.; MERRIAM, C. **Merriam-Webster Online.** Disponível em: goo.gl/idTtf4. Acesso em: 05 nov. 2016.

MICHAELIS. **Moderno Dicionário da Língua Portuguesa.** Disponível em: <http://goo.gl/oX2uqH>. Acesso em: 13 jun. 2016.

- MOREIRA, A.; AXT, B. **O livro didático como veículo de ênfases curriculares no ensino da Física.** Revista Brasileira de Ensino de Física, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 33-48, jun. 1986.
- NETTO, S.; DIB, C. Z.; ROSAMILHA, N. **O livro na educação.** Rio de Janeiro: Primor/INL, 1974.
- NICOLAU, G. F.; TOLEDO, P.A; RAMALHO JR., F.; IVAN, J. **Os Fundamentos da Física 1**, 9 ed., vol. 1. São Paulo: Moderna, 2007.
- OECD- Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **PISA 2015: Results in Focus.** Disponível em: goo.gl/G2k5La. Acesso em: 20 dez. 2016
- OLIVEIRA, F. S.; LACERDA, C. D.; OLIVEIRA, P. S.; COELHO, A. A.; BIANCONI M. L. **Um jogo de construção para o aprendizado colaborativo de Glicólise e Gliconeogênese.** Revista de Ensino em Bioquímica, v. 13, n. 1, p. 45-57, 2015.
- PALAZZO, J.; GOMES, C. A. **Origens sociais dos futuros educadores: a democratização desigual da educação superior.** Avaliação, v. 17, n. 3, p. 877-898, 2012.
- PARANÁ, D. N. da S. **Física: Mecânica.** ed 6. vol. 1. São Paulo: Ática, 2003.
- PARISOTO, M. F. **Ensinar Física a partir de Ilusões de Óptica: reflexão total, dispersão, refração e reflexão.** In: II Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 2010.
- PASSOS, L. F. OLIVEIRA, N. D. C, **Professores não habilitados e os programas especiais de formação de professores: a tábua de salvação ou a descaracterização da profissão?** Rev. Diálogo Educ., v. 8, n. 23, p. 105-120, 2008.
- PAZ, G. L.; PACHECO, H. F.; NETO, C. O. C.; CARVALHO, R. C. P. S. **Dificuldades no ensino-aprendizagem de química no ensino médio em algumas escolas públicas da região sudeste de Teresina.** In: VIII simpósio brasileiro de educação química, 2010.
- PB - PROJETO BURITI. **Matemática.** 2ª Ed. São Paulo: Editora Moderna, 2010.
- PEDROSO, C. V. **Jogos didáticos no ensino de biologia: Uma metodológica baseada em módulo didático.** In: IX Congresso Nacional de Educação EDUCERE/III Encontro Sul Brasileiro de Psicopedagogia, 2009.
- PEREIRA, R. F. FUSINATO, P. A. NEVES, M.C.D, **Desenvolvendo um jogo de tabuleiro para o ensino de física.** In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), 2009.
- PEREIRA, E; RODRIGUES G. **1904 Sítio do dicionário histórico de Portugal.** Disponível em: goo.gl/zKWQ0H. Acesso em: 15 ago. 2016.
- PIAGET, J. **Abstração reflexionante: relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais.** Porto Alegre: ArtMed, 1995.
- PORTILHO, E. M. L.; BRUZAMOLIN, S. C. D. A. **O professor e a produção do conhecimento.** In: V Congresso Nacional de Educação (EDUCERE), 2005.
- PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil.** Disponível: goo.gl/lshSNL. Acesso em: 15 ago. 2016

PR - PROJETO RADIX. **Raiz do Conhecimento: Ciências 9º ano.** 1 Ed. São Paulo: Scipione, 2013.

RAPOPORT, A SILVA, S. B.; **Desempenho escolar de crianças em situação de vulnerabilidade social.** Revista Educação em Rede: Formação e práticas docentes. v. 2, n. 2, p. 01-26, 2013.

RAMALHO JUNIOR, F.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T. **Os fundamentos da física.** 7ª ed. Rio de Janeiro: São Paulo, 1999.

RAMALHO JUNIOR, F.; FERRARO, N. G.; SOARES, P. A. T. **Os fundamentos da física.** 9ª ed. Rio de Janeiro: São Paulo, 2009.

REGINALDO, C. C.; SHEID, N. J.; GÜLLICH, R. I. C. **O ensino de ciências e a experimentação.** In: IX Anped Sul, Caxias do Sul: UCS, 2012.

SAAD, F. D. Análise do projeto F.A.I. - **Uma proposta de um curso de Física Auto Instrutivo para o segundo grau.** São Paulo, 1977. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Instituto de Física, Universidade de São Paulo, 1977.

SADOWSKA M. KAMINSKA, A. **Problems in teaching physics in primar and secondary school, as see by your Polish she-teachers.** Inn: Reims International Conference, 2010.

SAMPAIO, J.L. CALÇADA, C.S. **Universo da Física 1.** ed. 2. vol. 1. São Paulo: Atual, 2005.

SAMPAIO, J.L. CALÇADA, C.S. **Universo da Física 2.** ed. 2. vol. 2. São Paulo: Atual, 2005.

SAMPAIO, J.L. CALÇADA, C.S. **Universo da Física 3.** ed. 2. vol. 3. São Paulo: Atual, 2005.

SANTOS, A. G. U. **Que tamanho meu corpo tem?** Disponível em: <http://goo.gl/T7FA3z>. Acesso em: 04 ago 2016.

SANTOS, J. C.; GOMES A. A.; PRAXEDES, A. P. P. **O Ensino de Física: da Metodologia de ensino às Condições de Aprendizagem.** In: V Encontro de Pesquisa em Educação em Alagoas, 2010, Maceió. V Encontro de Pesquisa em Educação em Alagoas, 2010.

SANTOS, J. N. **Uso de ferramentas cognitivas para a aprendizagem de física.** Dissertação de Mestrado. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2005.

SOUZA, E. M. G. S.; SILVA, W. S.; CUNHA, B. C. **Inclusão de atividades experimentais para a compreensão de temas abstratos.** Revista da SBEnBio, n. 3, p.3252-3259, 2010.

SCHAEFFER, E. H. **O jogo matemático como experiência de diálogo: análise fenomenológica da percepção de professores de matemática.** Dissertação de Mestrado. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2006.

SILVA, C. P. **A Matemática no Brasil História do seu desenvolvimento.** São Paulo: Edgard Blucher, 2003.

- SILVA, J. A. F. **Refletindo sobre as dificuldades de aprendizagem na matemática: algumas considerações.** Trabalho de conclusão de curso. Brasília: Universidade Católica de Brasília, 2005.
- SILVA, M. A. **A feiticização do Livro Didático no Brasil.** Educação & Realidade, v. 37, n. 3, p. 803-821, 2012.
- SILVEIRA, A. F. SANTOS, K. **Abordagens lúdicas no ensino de física enfocando a educação ambiental: relato de uma experiência no ensino fundamental.** Revista Física na Escola, v. 8, n. 2, p. 36-39 2007.
- SILVEIRA, E. MARQUES, C. **Matemática: Compreensão e Prática**, 6°. 1 Ed. São Paulo: Moderna, 2008.
- SILVEIRA, E. MARQUES, C. **Matemática: Compreensão e Prática**, 7°. 1 Ed. São Paulo: Moderna, 2008.
- SILVEIRA, E. MARQUES, C. **Matemática: Compreensão e Prática**, 8°. 1 Ed. São Paulo: Moderna, 2008.
- SILVEIRA, E. MARQUES, C. **Matemática: Compreensão e Prática**, 9°. 1 Ed. São Paulo: Moderna, 2008.
- SILVERIO, A. A. **As dificuldades no ensino/aprendizagem da física.** Monografia de Especialização. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.
- SOBRINHO, W. P. **Número de manifestantes no 15 de março causa polêmica.** Carta Capital. Disponível em: goo.gl/x5xQmN. Acesso em: 28 jan. 2017.
- SOARES, J.S, OLIVEIRA, M. A. M. **Políticas para a formação de professores para a educação profissional: estudo de um programa especial de formação pedagógica de docentes (PEFPD).** Revista Arquivo Brasileiro de Educação, Belo Horizonte, vol.1, n.2, 2013.
- SOUSA, S. M. S. **Aprender-não aprender: os múltiplos fatores que interferem nesse processo.** Disponível em: goo.gl/CeYUPu Acesso em 20 jun. 2016.
- SOUZA, M. P. **Matemática Básica.** Rio de Janeiro: Editora Ferreira, 2012.
- SPINELLO, N. C. **As dificuldades de aprendizagem encontradas na educação infantil.** Revista de Educação do IDEAU, v. 9, n. 20, 2014.
- STEVANATO, I. D.; LOUREIRO, S. R.; LINHARES, M. B. N.; MARTURANO, E. M. **Autoconceito de crianças com dificuldades de aprendizagem.** Psicologia em Estudo, v. 8, n. 1, p. 67-76, 2003.
- STEFANOVITS, A. **Ser protagonista: Física.** ed 2. São Paulo: Edições SM, 2013.
- TATIC, T. **Corn seed in hand of farmer.** Disponível em: goo.gl/dZSZ82. Acesso em: 28 nov 2016
- TALAVERA, Á. C.; PIAZZI, P.; CARVALHO, L. T.; SILVEIRA, E. M. **Física: Ensino Médio: volume único**, 1ª ed. São Paulo: Nova Geração, 2005.

THOMSON, W. **On an Absolute Thermometric Scale founded on Carnot's Theory of the Motive Power of Heat, and calculated from Regnault's Observations.** *Philosophical Magazine*, v.1, p.100-106, 1882.

UENO, P. T. **Física.** vol único, série Novo Ensino Médio. São Paulo: Ática, 2005.

UNESCO BRASIL. **Ensino de Ciências: o futuro em risco.** 2005. Disponível em: <http://goo.gl/ttMIGZ>. Acesso em: 01 jul. 2016.

UTTAL, D. H.; O' DOHERTY, K. **Comprehending and Learning from “Visualizations”:** **A Developmental Perspective.** In: GILBERT, J. K.; REINER, M.; NAKHLEH, M. (eds). *Visualization: Theory and Practice in Science Education*, Springer, 2008.

VEIGA, L. L. A. DIAS, A.C.L; F. A. O. Cruz, **Criatividade, ambiente lúdico e ensino de física: Uma reflexão em busca do estímulo para o Aprendizado.** In: II Congresso Nacional de Educação, 2015.

VIEIRA, R.; MEIRELLES, R. M. S.; RODRIGUES, D. C. G. A. **O uso de tecnologias no ensino de química: a experiência do laboratório virtual química fácil.** In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2011.

VIEIRA, S.L. **Gestão, avaliação e sucesso escolar: recortes da trajetória cearense.** *Estudos avançados*, v.21, n.60, p. 45-60, 2007

WAISELFISZ, J. J. **O ensino das ciências no Brasil e o PISA.** São Paulo: Sangari do Brasil, 2009.

YLVISAKER, M.; HIBBARD, M.; FEENEY, T. **What are concrete and abstract thinking?**, 2006. Disponível em: <http://goo.gl/PD9IJ>, Acesso em: 25 fev. 2016.

YOKOTA, P. **Os problemas da educação no Brasil.** Carta Capital, 2014. Disponível em: <http://goo.gl/3wKT5o>, Acesso em: 31 jul. 2014.

ANEXO A

APOSTILA DA ATIVIDADE DE COMPRIMENTO

1. COMPRIMENTO

Grandeza que expressa a quantidade espacial em uma dimensão de um corpo, isto é, a distância entre dois pontos

2. AS MEDIDAS

A necessidade de medir é antiga, para isso, os homens utilizavam unidades de medidas simples, como as partes do próprio corpo, como por exemplo, o comprimento dos pés, a grossura dos dedos (polegadas), o comprimento das mãos, etc. Deste modo, quando o homem começou a medir, utilizava suas próprias dimensões para isso (CRUZ, 2009).

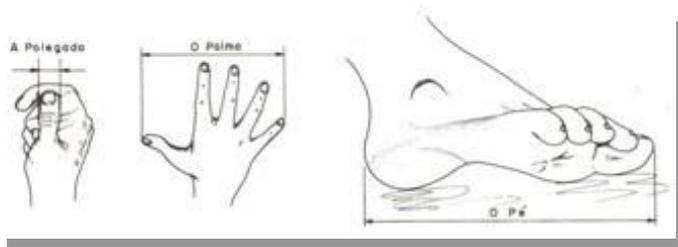


Figura 1: *Medidas com parte do corpo (DKE, 2015).*

Com o passar dos anos o comércio entre os povos aumentou deste modo tais processos não satisfaziam mais às necessidades dos homens, pois cada indivíduo possui diferenças entre si. Para entender essas diferenças, vamos fazer uma pequena tarefa e responda as questões:

1. Meça os objetos que estão à sua frente com: seu polegar, seu pé e sua mão e depois complete a tabela abaixo.

TABELA 1 – MEDIDA DOS MATERIAIS OBSERVADOS

MATERIAL	POLEGAR	PALMO	PÉS

2. Qual objeto de medida mais indicado em cada caso
3. Compare os valores da sua tabela com os valores das tabelas dos seus amigos de grupo e verifique se os valores foram iguais.
4. Se você fosse comprar o cabo azul utilizando a polegada como medida. Sabendo que a cada polegada pagaria R\$ 0,20, você utilizaria a sua ou a polegada de algum de seus amigos? Por que?
5. Qual sua opinião sobre a utilização de uma medida padrão?

3. A NECESSIDADE DO PADRÃO

Como foi descrito anteriormente, com o desenvolvimento do comércio entre os povos ficava cada vez mais difícil à troca de informações e as negociações com tantas medidas diferentes. Deste modo, a necessidade de um sistema de medidas padrão se fazia urgente para cada grandeza.

Foi assim que, em 1791, época da Revolução francesa, um grupo de representantes de vários países reuniu-se para discutir a adoção de um sistema único de medidas (INMETRO, 1988) Nessa reunião relacionou-se as medições com as dimensões do planeta Terra, decidido então que a medida do comprimento seria realizada pela comparação da décima-milionésima ($1/10.000.000$) parte do quadrante de meridiano terrestre e seria definido como metro, simbolizado pela letra m.

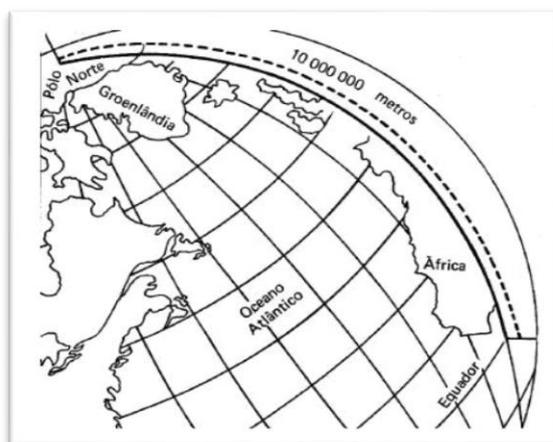


Figura 2: *Quadrante do meridiano terrestre (SB, 2016).*

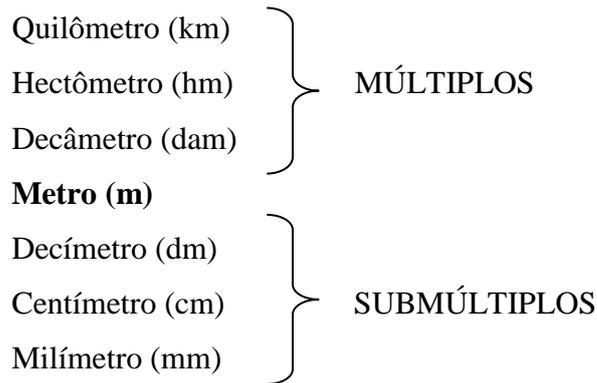
Em 1799 a Academia de Ciências da França apresentando o Sistema Métrico Decimal, construindo uma barra de platina e irídio e entre ela duas marcas foram feitas, cuja distância (à temperatura de 0 C) era igual a 1 (um) metro.



Figura 3: *Barra de platina e irídio de um metro de comprimento e usada como padrão (AISP, 2010).*

Porém, algum tempo depois a definição de metro foi mudada por que perceberam que o meridiano era um pouco maior do que se pensava e deste modo o comprimento do quarto de meridiano ficou valendo 10.002.288 metros.

Contudo o Sistema Métrico Decimal possui seus múltiplos (medidas maiores que o metro) e submúltiplos (medidas menores que o metro):



Para entender a utilização desses múltiplos e submúltiplos observe os materiais que você tem a sua frente, eles possuem tamanhos diferentes. Sendo assim, realize a seguinte tarefa e responda duas questões:

1. Meça cada material, de maneira a completar a tabela abaixo:

TABELA 2 – MEDIDA DOS MATERIAS

MATERIAL	EM METRO	EM CENTÍMETRO	EM MILÍMETRO

2. É mais fácil utilizar o metro para medir qual dos materiais?

3. E qual dos materiais é mais fácil utilizar o centímetro como medida de comprimento?

4. RELAÇÃO ENTRE ESCALAS

Classificação usada a fim de descrever a natureza da informação da matéria, ação ou efeito físico por intermédio de uma sequência ordenada. No caso das escalas das medidas de comprimento podemos citar: pé (*ft*), polegada (*inches/in*) e palmo (*span*).

TABELA 3 – EQUIVALÊNCIA DAS MEDIDAS NA ESCALA MÉTRICA

MEDIDAS	SISTEMA MÉTRICO PADRÃO
1 pé 1 ft	30,48 cm
1 polegada 1 in	2,54 cm
1 palmo 1 span	22,86 cm

ANEXO B

APOSTILA DA ATIVIDADE DE RAZÃO E PROPORÇÃO

1. RAZÃO E PROPORÇÃO

A razão nos permite comparar duas quantidades pela divisão entre elas, fornecendo assim quanto uma é maior ou menor que a outra. A proporção está relacionada pela igualdade de duas razões, que estão relacionadas pela expressão (SOUZA, 2012):

$$\frac{a}{b} = \frac{c}{d} \quad (1)$$

2. A ARTE NAÏF

A arte naïf, esta tem sinônimo de uma arte ingênua ou instintiva, por ter origem no latim *nativus*, que significa nascente, natural, espontâneo, primitivo, os artistas presentes nessa linha não estão livres de exigência de qualidade nas suas obras e nem estas são inferiores as demais técnicas. Os adeptos a esse tipo de arte costumam considerar ela com uma arte desprovida de padrões artísticos e que estão mais ligadas aos sentimentos do artista no momento da criação (FINKELSTEIN, 2001).

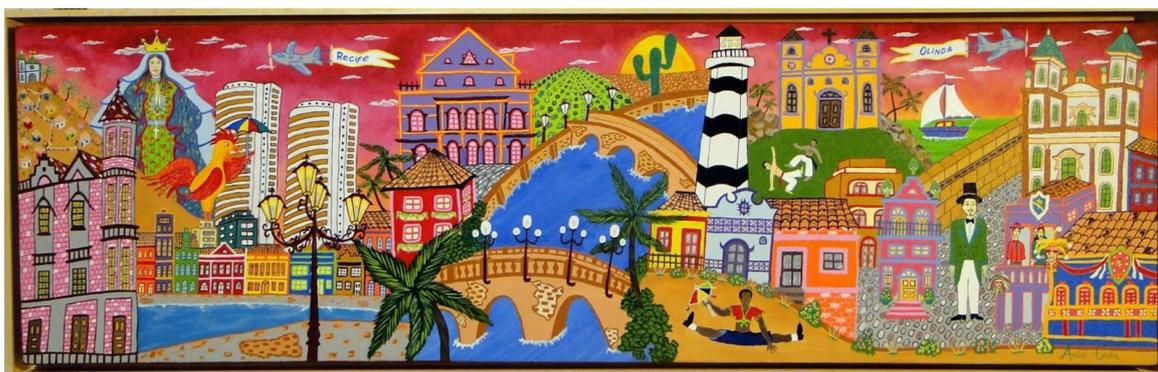


Figura 4.16: Reprodução da obra de "Viagem pelas Maravilhas de Recife e Olinda", de André Cunha (MATEUS, 2016).

3. ATIVIDADE

1. Com uma régua, dos tamanhos dos objetos escolhidos, por exemplo, atleta, cabeça e sarrafo, que estão presentes na figura, preenchendo o referido campo na Tabela 1

TABELA 1 – EXEMPLO DE TABELA A SER PREENCHIDO PELOS ALUNOS.

Objeto	Tamanho real	Medida régua	Tamanho estimado naif

2. Usando o tamanho de uma pessoa com padrão de medida, por exemplo, utilize a equação (1) para estabelecer as relações de proporção entre os objetos medidos e o suposto tamanho apresentado, preenchendo o referido campo na Tabela 1.
3. Existe uma falta de proporção nos objetos que você escolheu?

ANEXO C

REPRESENTAÇÃO DA IMAGEM UTILIZADA NA ATIVIDADE RAZÃO E PROPORÇÃO.



ANEXO D

APOSTILA DA ATIVIDADE DE ÁREA

1. *ÁREA*

Grandeza que expressa à quantidade espacial em duas dimensões de um corpo, isto é, pode ser entendido como o espaço bidimensional ocupado por um corpo.

2. *HISTÓRIA*

A ciência, na maioria das vezes, se desenvolve por intermédio da necessidade do homem, seja ela para resolver um problema prático para melhorar seu dia a dia ou para obter ganho financeiro. É dentro dessa necessidade que surge o cálculo de área. Alguns relatos históricos dão conta que o cálculo da área surgiu quando os sacerdotes cobradores de impostos calculavam pela observação visual, de forma intuitiva, a extensão dos campos delimitando o espaço das cobranças.

Ao longo dos séculos o método de medida da área foi aperfeiçoado, surgindo formas mais justas de realizar o cálculo, uma forma delas foi utilizar pedras quadradas. A medida era simples, para determinar o número de pedras utilizadas bastava determinar a quantidade de pedras das fileiras e multiplicar pelo número de fileiras existentes.

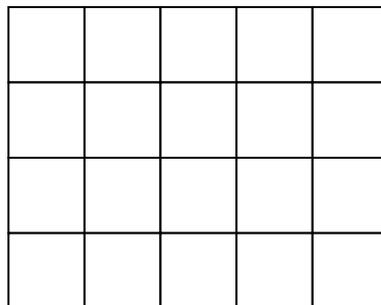


Figura 1: Representação da medida por pedras quadradas, no qual existem quatro na vertical e cinco na horizontal, assim permite dizer que são 20 pedras quadradas.

Isto é o que fazemos hoje para calcular a área de um retângulo, a multiplicação do comprimento da base pela altura.

3. NOTÍCIAS

“Depoimentos dos historiadores e jornalistas sobre o que eles viram e o que eles registraram nesse dia que vai ser lembrado, estudado, pesquisado no futuro: ‘Ontem, 17/06/2013, foi um dia que ficou na história do Brasil. A “Revolta do Vinagre”, como está sendo chamada, levou mais de 100 mil pessoas as ruas, segundo estimativa da Coppe/UFRJ (a PM estima em 40 mil).’ Felipe Rodrigues - Estudante de História”.

Fonte: Revista de História. goo.gl/j9Xxu7 Acesso em: 18 out 2016

“Mais de 300 mil pessoas foram às ruas do Rio de Janeiro para a manifestação contra o aumento das tarifas de ônibus. Este foi o ato que reuniu o maior público desde o início dos protestos. A manifestação, que começou pacífica na Candelária, na tarde de quinta-feira (20), terminou com mais cenas de violência e vandalismo no Centro e no entorno do Palácio Guanabara, em Laranjeiras, na Zona Sul da cidade. ”

Fonte: G1. <https://goo.gl/C0hjc7> Acesso em: 18 out 2016



Figura 2: Vista de cima da Av. Presidente Vargas, durante as manifestações de 2014 realizadas no Rio de Janeiro, na região entre a Central do Brasil até a Candelária. Manifestações de 2013 (O Globo, 2014).

4. CÁLCULO DA QUANTIDADE DE PESSOAS

Você já parou para pensar como é feita a contagem de pessoas presentes em um determinado evento público, como por exemplo, um comício ou uma manifestação? Comumente, depois de grandes eventos como esses, a mídia divulga o número de pessoas presente, que é realizado pela polícia, organizadores, imprensa e etc. Entretanto, estes números quase sempre não conferem.

Essa estimativa é quase sempre feita utilizando o método simples e conhecido, chamado “Método de Jacob”, em homenagem ao seu criador, "Berkeley Herbert Jacobs", que segundo o Datafolha é:

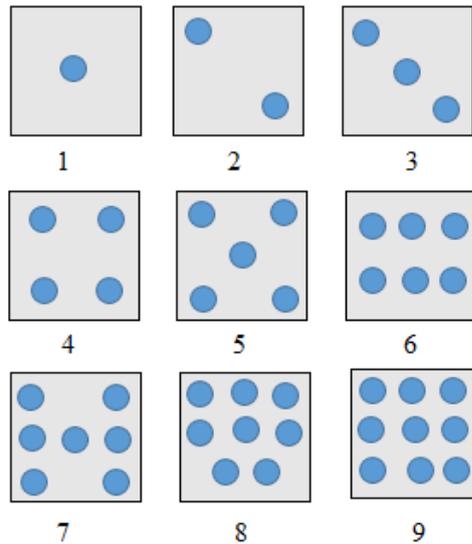


Figura 3: Número de pessoas por metro quadrado (DANTAS, 2015).

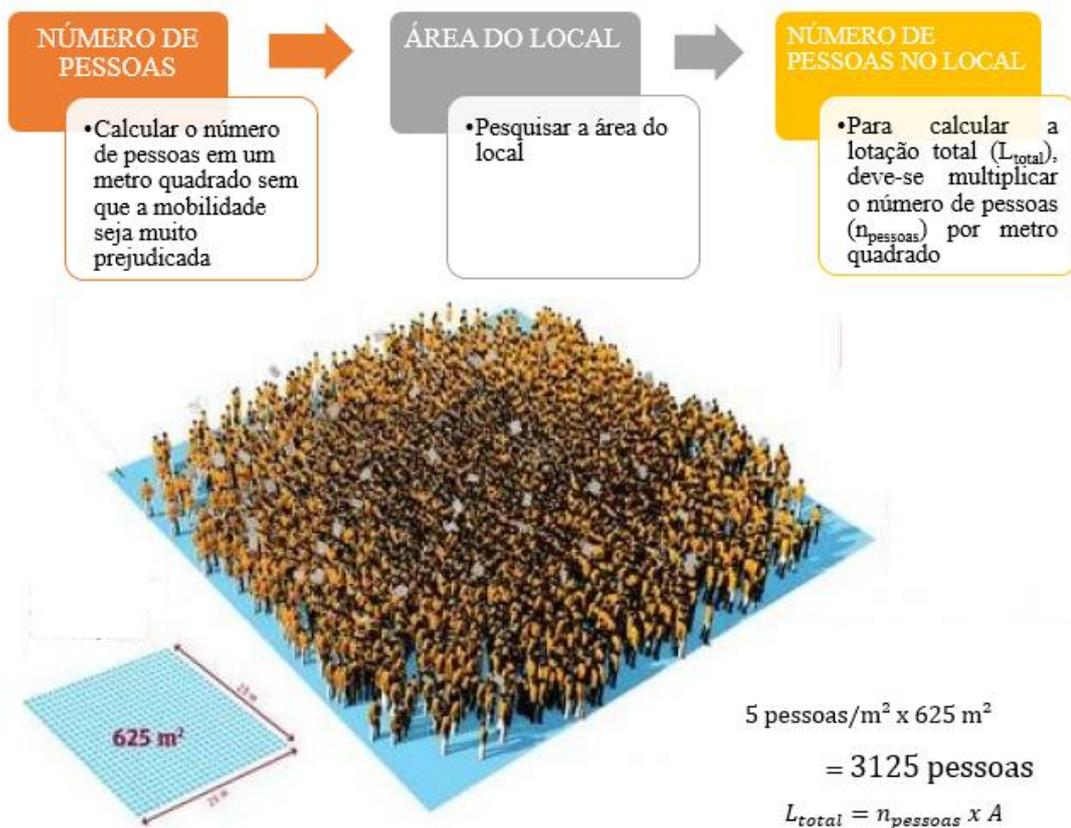


Figura 4: Cálculo da estimativa de Multidões (DANTAS, 2015).

Para compreendermos e calcularmos o número de pessoas em um metro quadrado, façamos a seguinte atividade:

1. Com auxílio de uma fita métrica ou uma trena, desenhe no chão, com um giz, pelo menos dois quadrados com lados iguais de 1,0 m para que possamos ter uma área de um metro quadrado em cada um deles;
2. Uma vez feita à marcação, peça que as pessoas entrem nesses espaços, até que tenha um número de pessoas suficiente para que a mobilidade não seja muito prejudicada;
3. Anote quantas pessoas cabem em cada quadrado e determine quantas pessoas, em média, caberia por metro quadrado em uma manifestação. A partir desse número, avalie qual o número de pessoas estaria numa manifestação numa rua de 100 m de comprimento e 9,0 m de largura;

Para entender completamente esse cálculo, realize a seguinte tarefa e responda as questões:

1. Complete o quadro, com espaços da sua escolha, fazendo a estimativa do número de pessoas, segundo a média que você realizou na atividade anterior;

TABELA 1: ESTIMATIVA DE PESSOAS

LOCAL	ÁREA	ESTIMATIVA DE PESSOAS

2. Como noticiado acima, “Mais de 300 mil pessoas foram às ruas do Rio de Janeiro”. Considerando que essa manifestação foi realizada na Avenida Presidente Vargas no

Centro do Rio de Janeiro que tem, segundo dados do *Google*, extensão de 1,4 km e 120 m de largura. Estime o número de pessoas nessa manifestação;

3. O número estimado por você é o mesmo que o noticiado pela mídia?

4. *CONVERSÃO DE UNIDADES DE MEDIDAS DE ÁREA*

Certas áreas são melhores de serem medidas com determinadas unidades, por exemplo, o térreo de uma casa é melhor descrito quando utilizamos o metro quadrado (m^2), diferente da face de um pequeno cubo, sua área é melhor compreendida em centímetros quadrados (cm^2).

Mas como podemos fazer essas conversões? Para entendermos como elas são feitas, vamos fazer a seguinte atividade:

1. Dada a figura abaixo, utilizando uma régua meça seus lados em centímetros e calcule sua área em centímetros quadrados;



2. Utilizando a mesma figura, meça seus lados em milímetros e calcule sua área em milímetros quadrados;
3. Você mediu a mesma área, mas em unidades de medida diferentes.

Qual é a relação entre elas?

Generalizando temos que, como:

$$10 \text{ mm} = 1,0 \text{ cm}$$

$$10 \text{ mm} \times 10 \text{ mm} = 1,0 \text{ cm} \times 1,0 \text{ cm}$$

$$(10 \text{ mm})^2 = (1,0 \text{ cm})^2$$

Deste modo:

$$100 \text{ mm}^2 = 1,00 \text{ cm}^2$$

Essa generalização serve para todas as conversões, sabendo que os múltiplos e submúltiplos do metro quadrado são:

Quilômetro quadrado (km^2)	}	MÚLTIPLOS
Hectômetro quadrado (hm^2)		
Decâmetro quadrado (dam^2)		
Metro quadrado (m^2)	}	SUBMÚLTIPLOS
Decímetro quadrado (dm^2)		
Centímetro quadrado (cm^2)		
Milímetro quadrado (mm^2)		

6. OUTRAS UNIDADES

No Sistema Internacional de Medidas, a medida oficial da área é o metro quadrado, com tudo outra medida foram adotadas, algumas denominadas como medidas agrárias (hectare e alqueire)

MEDIDAS	SISTEMA MÉTRICO PADRÃO
1 Polegada quadrada (in^2)	6,4516 cm^2
1 Pé quadrado (ft^2)	929,03 cm^2
1 hectare (ha)	10.000 m^2
1 alqueire mineiro	48.400 m^2
1 alqueire paulista	24. 200 m^2

ANEXO E

APOSTILA DA ATIVIDADE DE VOLUME

1. *VOLUME*

Grandeza que expressa a quantidade espacial em três dimensões de um corpo, isto é, pode ser entendido como o espaço tridimensional ocupado por um corpo.

1. *HISTÓRIA*

Como todas as outras grandezas, as respectivas unidades de medida surgem dada a evolução da humanidade. O volume nasce com o avanço da agricultura, da necessidade de calcular estoques de alimentos e rações, a partir do volume de grãos que cabia em uma mão, por produtores que viviam nas regiões Oriente Médio, atualmente Síria e o Irã, por volta de 6000 a.C. (BRANDI, 2013).



Figura 1: volume de grãos que cabe na mão (TATIC, 2016)

A utilização de unidade de medidas para a grandeza de volume também foi observada em tábuas babilônicas, no período entre 2000 e 1600 a.C., já apresentavam o cálculo do volume de certas figuras, como por exemplo do paralelepípedo e do prisma reto (EVES, 1992).

2. NOTÍCIA

Apesar da sua importância para o entendimento em muitas situações do cotidiano, a grandeza volume (V) é abordada sem que seja compreendido exatamente o significado da grandeza. Nesse sentido, os textos abaixo apresentam a grandeza no dia a dia para que a compreender as situações que acontecem ao seu redor:

“O volume de chuva de Silva Jardim (RJ) em janeiro de 2016 foi quatro vezes maior do que o registrado em janeiro de 2015, de acordo com dados da Secretaria Municipal de Defesa Civil (Semdec). O índice pluviométrico serve de subsídio para a Semdec planejar medidas e ações preventivas contra desastres naturais. Segundo os dados, janeiro deste ano teve 15 dias de chuva com média diária de 20,5 mm, em comparação com apenas quatro dias de chuva com média de 14,2 mm por dia no ano passado. Ainda segundo a Defesa Civil, o volume de chuva foi de 308 mm em janeiro deste ano, comparado com 56,9 mm em 2015.”

Fonte: G1, 2010. <https://goo.gl/MzLfQW>. Acesso em: 20 de out 2016

“O Georio aponta que, nas últimas 24 horas encerradas 17h11 desta terça, a maioria das 32 estações de medição registraram chuvas acima de 167 milímetros. Em Vidigal choveu 258 milímetros em 24 horas; na Rocinha choveu 299 milímetros; na Tijuca, 274 milímetros; e no Jardim Botânico, 296 milímetros - confira a situação em todas as estações. Mais cedo, o prefeito do Rio, Eduardo Paes, disse que o recorde era o de 1966, quando foram registrados 245 milímetros em 24 horas. Segundo ele, em 1988, quando houve outra grande enchente, foram 230 milímetros em 24 horas. Em 1996, 201 milímetros em 24 horas; e nesta chuva, 288 milímetros em 24 horas.”

Fonte: G1, 2010. <https://goo.gl/ACSolC>. Acesso em: 20 de out 2016

A grande questão dessas duas notícias é por que o volume das chuvas é dado em milímetros? Por que não é sem metros cúbicos, medida padrão de volume, ou até mesmo em litros?

3. UNIDADES DE MEDIDAS DE VOLUME

A quantidade de chuva é expressa em milímetros, comumente medida por um aparelho chamado pluviômetro (p_{mm}), pois ela é dada por uma razão entre a quantidade acumulada (V_{chuva}) por metro quadrado (A) em determinado local de chuva que cai em um período de 24 horas (DUTRA & SMIDERLE, 2012):

$$p_{mm} = \frac{V_{chuva}}{A}$$

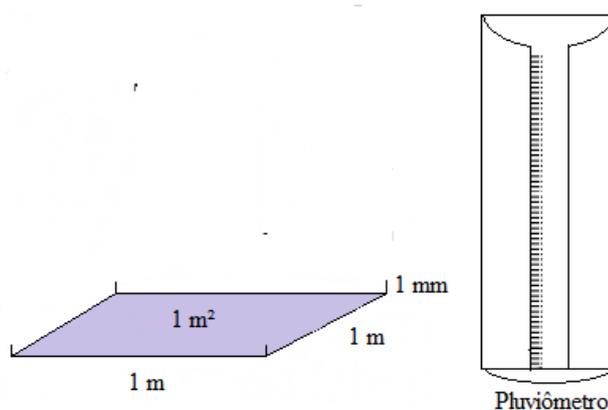


Figura 2: Pluviômetro (Acervo do autor)

Apesar da medida da quantidade ser dada em pluviosidade, o valor informado pode ser apresentado em litros, podendo ser obtido por uma conversão simples. Para isso, vamos realizar uma atividade para comprovar essa transformação e trabalhar com os alunos as regras de conversão de forma prática:

1. Meça os materiais, de maneira a completar a tabela abaixo:

TABELA 1 – VOLUME DO PARALELEPÍPEDO

UNIDADE DE MEDIDA	COMPRIMENTO	ALTURA	LARGURA	VOLUME
CENTÍMETRO				
MILÍMETRO				

TABELA 1 – VOLUME DO CILINDRO

UNIDADE DE MEDIDA	COMPRIMENTO	ALTURA	LARGURA	VOLUME
CENTÍMETRO				
MILÍMETRO				

2. Calculamos o volume dos mesmos materiais, porém com unidades de medidas diferentes, qual é a relação entre essas medidas?

3. Pegue um dos recipientes disponíveis que você calculou o volume na tabela acima;

4. Derrame o líquido até a borda do recipiente;

5. Agora coloque o líquido no medidor e meça o volume desse líquido em mililitros. Transforme esse valor para litros.

Como foi realizado no seu cálculo, Concluimos então que, ao noticiar que o volume de chuva será de 1 mm por metro quadrado, é a mesma coisa que dizer que o volume de chuva será de 1,0 L.

Assim, temos que o volume de chuva, como na reportagem descrita acima, em milímetros cúbicos seria:

$$1,0 \text{ mm} \times 1,0 \times 10^6 \text{ mm}^2 = 1,0 \times 10^6 \text{ mm}^3$$

Como $1,0 \text{ dm}^3 = 1,0 \text{ L}$, logo:

$$1,0 \times 10^6 \text{ mm}^3 = 1,0 \text{ dm}^3 = 1,0 \text{ L}$$

Calcular esse volume de chuva em litros simplifica o entendimento.

ANEXO F

ARTIGO

GRANDEZAS E UNIDADES DE MEDIDAS: UMA PROPOSTA LÚDICA PARA AUXILIAR A APRESENTAÇÃO DE CONTEÚDOS BASILARES DE FÍSICA

Natalia Alves Machado¹, Frederico Alan de Oliveira Cruz²

¹ UFRRJ/PPGEduCIMAT, nat.alves.machado@gmail.com

² UFRRJ/DEFIS/PET Física, frederico@ufrj.br

Resumo

Devido a um conjunto de fatores, o atual cenário da educação brasileira tem se mostrado pouco eficiente para a formação dos jovens. Esse cenário é o resultado da soma de um conjunto de fatores, como o baixo investimento, por parte de estados e municípios, na infraestrutura escolar, a falta de professores de determinadas disciplinas, dos baixos salários de professores e agentes de educação. Se essas questões influenciam diretamente o desempenho dos alunos, de forma geral fatores associados à prática docente tem grande contribuição no desinteresse por parte dos alunos nos temas ligados a ciências, por exemplo. Lecionar conteúdos de ciências de forma geral, e no caso da Física mais especificamente, é permitir que o aluno seja capaz de se apropriar dos temas que são apresentados a eles. Deste modo, a inserção de atividades simples que possam ser manipuladas pelos alunos é extremamente importante, um ótimo exemplo disso são as chamadas atividades lúdicas. Dentro da perspectiva apresentamos um jogo de cartas que pode auxiliar na apresentação de conteúdos basilares para o entendimento de grandezas físicas e suas unidades de medidas.

Palavras-chave: Lúdico, grandezas físicas, unidades

Introdução

O atual cenário da educação brasileira tem se mostrado, devido inúmeros fatores, pouco eficiente para a formação cidadã em sua plenitude. É consenso que atualmente a escola não é vista como essencial na vida dos alunos e também não é capaz de preparar os jovens de forma que ao concluírem a educação básica tenham a capacidade real de compreensão de textos simples e de operações matemáticas básicas (YOKOTA, 2014).

Esse cenário é o resultado da soma vários fatores, como os baixos salários, a infraestrutura escolar precária, a falta de professores e agentes de educação, além da violência que se faz presente dentro do ambiente escolar (MARRIEL et al, 2006; FREITAS, 2014).

Questões de caráter social também produzem grande impacto na formação dos alunos, visto que existe uma forte relação entre a baixa escolaridade dos pais e o desempenho escolar dos alunos. Na maioria dos casos, os mais pobres colocam a vivência escolar em segundo plano para buscar uma melhoria de renda familiar (RAPOPORT & SILVA, 2013). Nesse cenário, sem ações que torne as aulas mais atrativas, os alunos não se sentem efetivamente motivados a compreender os temas

que são apresentados a eles e assim não entenderão o processo de escolarização como uma etapa fundamental para alcançar melhorias profissionais e sociais.

Não são apenas as questões sociais que influenciam diretamente o desempenho dos alunos, fatores associados à prática docente tem grande contribuição no desinteresse por parte dos alunos.

No caso específico da Física, temos que a prática excessiva de desenvolvimento matemático, sem que sejam contextualizados com a realidade do aluno, aulas de caráter meramente expositivas e a falta de formação adequada por parte de muitos professores produz um efeito sobre os alunos que não favorecem o processo de aprendizagem (SILVÉRIO, 2001).

Quando não existem problemas na formação, é comum que o profissional de educação passe a recorrer a diversas ferramentas para que os temas apresentados em sala de aula tornem-se interessantes para os alunos, permitindo que eles possam se apropriar do que está sendo abordado.

Nessa tentativa é comum o professor achar que apenas o uso das diversas possibilidades de aparelhos presentes nas tecnologias da informação e comunicação (TIC) (Fig. 01) pode atrair a atenção deles para certo conteúdo.

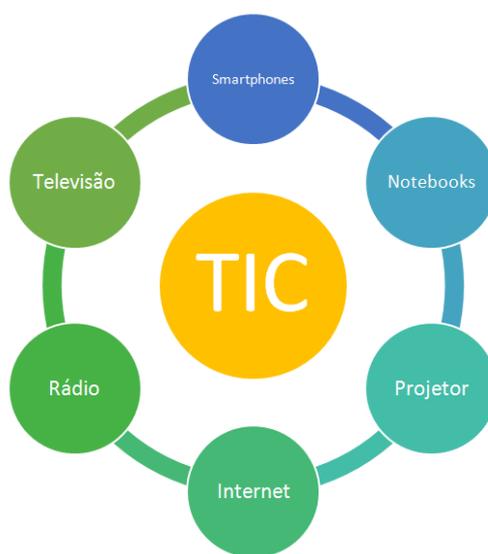


Figura 01: TICs utilizadas em sala de aula (Acervo do autor).

Apesar das TICs serem importantes e existirem excelentes propostas para sua aplicação em sala de aula, dado todo esse cenário social, econômico e educacional de muitos municípios, nem sempre a utilização desses recursos é possível. Assim, pensar em atividades simples e de custo reduzido, que desperte no aluno a autonomia e interesse pelos estudos se faz extremamente necessário, principalmente no Ensino de Ciências.

Uma forma de contornar essa dificuldade é por meio da introdução de atividades lúdicas, que permite educar e ensinar por meio de ações focadas na interação com várias pessoas fora do ambiente virtual. Esse tipo de atividade tem sido objeto de muitas pesquisas, pois são capazes de conectar de forma mais direta

os temas apresentados e os envolvidos no processo por meio de respeito às regras estabelecidas e necessidade, muitas vezes, de ações colaborativas (SCHAEFFER, 2006; DAMIANI, 2008; OLIVEIRA et al, 2015).

Apesar de ser vista como uma brincadeira, por quem não percebe o processo inteiro, esse tipo de intervenção pedagógica exige que o professor tenha uma formação bem consolidada para que possa estabelecer uma ação que permita a ele compreender os nuances da mesma durante a sua realização (DIAS, 2013). Além disso, as atividades lúdicas permitem aos alunos uma formação socioeducacional, possibilitando principalmente que este se desenvolva cognitivamente de forma mais ampla e que desenvolva uma série de habilidades importantes para sua vida (Fig 02).



Figura 02: Contribuições na formação pelo uso do lúdico na educação (Acervo do autor).

Dentro do que foi exposto, neste trabalho apresentamos uma proposta de abordagem de temas basilares em Física, com o objetivo de auxiliar na apresentação e entendimento de grandezas físicas e suas unidades de medidas.

Materiais e Métodos

Para realizar a apresentação das grandezas físicas, foi proposto um jogo com trinta cartas, separados em dez grupos, composto por representações de uma grandeza física, unidade de medida e instrumento de medida. Essa organização tem como objetivo permitir que os alunos possam articular três cartas por vez, com o objetivo de compreender a relação entre elas.

As grandezas foram escolhidas levando em consideração a importância para a descrição de fenômenos mais complexos na física, passando pelas áreas básicas lecionadas no Ensino Fundamental e Médio, além de mostrar ao aluno a importância das unidades de medidas.

A atividade foi realizada com alunos do primeiro ano do ensino médio, de uma escola privada, localizada na Zona Oeste da cidade do Rio de Janeiro, no qual foi apresentado aos alunos alguns instrumentos de medida, que são associados a cada uma dessas grandezas, que na maioria das vezes não fazem parte do cotidiano deles.

A primeira etapa do trabalho foi pesquisar sobre as grandezas mais interessantes para serem abordadas e escolher os instrumentos de medidas associados a cada uma delas (THOMSON, 1882; ALONSO & FINN, 1972; EDMINISTER, 2006; MARTINI et al, 2013).

- **Comprimento (Grupo 1)** – que é definido como grandeza que expressa a quantidade unidimensional de um corpo, isto é, a distância entre dois pontos. Essa grandeza tem como unidade de medida fundamental o metro (m), podendo ser mensurada, de forma geral, com instrumentos como a régua, o paquímetro, fita métrica e a trena (Fig. 03).
- **Força (Grupo 2)** – grandeza física capaz de alteração a condição de equilíbrio do corpo, produzindo movimento e/ou deformação. Sua unidade fundamental no Sistema Internacional uma homenagem ao físico que enunciou essas leis, newton (N) (Fig. 03) e tem como instrumento de medida o dinamômetro.
- **Massa (Grupo 3)** - definida como a quantidade de matéria contida em um objeto ou corpo. Uma das grandezas fundamentais da mecânica e muitas vezes confundida com a força peso. A unidade fundamental é expressa o quilograma, representado como kg, tendo como instrumento de medida a balança (Fig. 03).
- **Tempo (Grupo 4)** – grandeza física responsável por informar a duração de uma ação ou evento físico, sendo a sua unidade fundamental o segundo (s) e que tem como objeto usual de medida os relógios (Fig. 03).

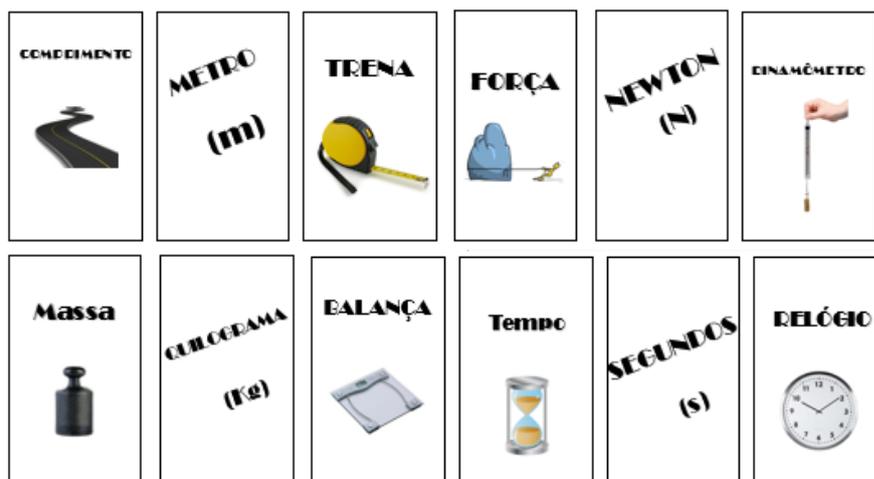


Figura 03: Grupos 1, 2 ,3 e 4 do jogo de cartas (Acervo do autor).

- **Temperatura (Grupo 5)** - grandeza física que mensura a energia cinética média de cada grau de liberdade de cada uma das partículas de um sistema em equilíbrio térmico. Apesar de diariamente a unidade de medida dessa grandeza

ser apresentada como o Celsius ($^{\circ}\text{C}$), no Sistema Internacional a unidade de medida padrão é o Kelvin (K), onde o termômetro é o instrumento de medida mais comum (Fig. 04).

- **Corrente elétrica (Grupo 6)** – grandeza relacionada a transferência de energia. Sua unidade de medida no Sistema Internacional é ampère (A) e que pode ter como instrumento de medida o multímetro.
- **Tensão elétrica (Grupo 7)** – trabalho realizado sobre uma carga de modo a deslocá-la entre dois pontos distintos. A tensão (ou diferença de potencial) é medida em volts (V), no S.I, por meio de um multímetro.

Os grupos 6 e 7 (Fig. 04) apesar de estarem caracterizados por grandezas físicas distintas (tensão e corrente elétrica), se utilizam no dia a dia do mesmo instrumento de medida para realizar a leitura desejada, que na maioria das vezes não está presente no cotidiano dos alunos, deste modo, essa é uma maneira de apresentar esse instrumento, permitindo discutir a sua importância e sua aplicabilidade.

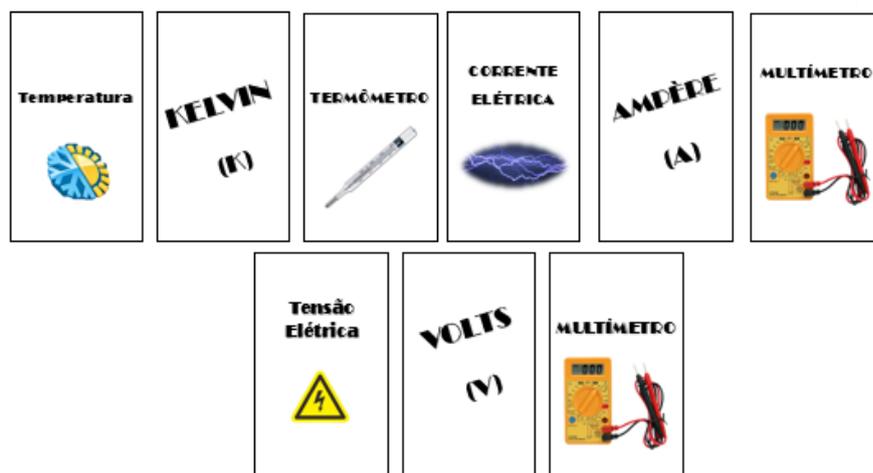


Figura 04: Grupos 5, 6 e 7 do jogo de cartas (Acervo do autor).

- **Volume (Grupo 8)** – grandeza que expressa a quantidade associada de três dimensões de um corpo ou figura. No caso dos líquidos o volume é dado pela quantidade presente dentro de um recipiente (Fig. 05) e expresso em litros (L).
- **Velocidade (Grupo 9)** – grandeza que mensura a variação da posição no espaço por unidade de tempo. Está relacionada à unidade de quilômetros por hora (km/h) no cotidiano (Fig. 05), mas no sistema internacional é medida em metros por segundos (m/s).
- **Pressão (Grupo 10)** – quantidade de forças aplicadas em uma determinada área e que no Sistema Internacional de Medidas tem como unidade básica o Pascal, tendo como instrumento de medida o barômetro (Fig. 05).



Figura 05: Grupos 8, 9 e 10 do jogo de cartas (Acervo do autor).

Após a leitura do texto em sala, os alunos foram separados em duplas, em grupos de dez componentes. Com as cartas viradas para cima uma das duplas começa o jogo e acertando teria direito a mais uma tentativa de associar três cartas. Caso o grupo errasse a associação, à vez deveria passar para o outro grupo, Venceria o grupo que no final do jogo tivesse mais cartas corretamente correlacionadas.

Ao final foi pedido que os alunos pudessem escrever em poucas linhas, sem se identificar, o que acharam do jogo e se a atividade havia apresentava alguma contribuição a sua aprendizagem.

Resultados e Discussões

A primeira dificuldade percebida é que eles mostram-se surpresos em ter contato com a ideia da medida por algum instrumento físico, apesar de muitos desses fazerem parte do cotidiano deles. Devido a isso surge uma pequena dificuldade sobre as regras do jogo, mas depois de erros e acertos os alunos compreendem a dinâmica do jogo.

No caso de alguns instrumentos de medidas quem não estão tão presentes no cotidiano deles, como a carta do multímetro, que aparece duas vezes, e a do barômetro geram dúvidas e as mesmas precisaram ser esclarecidas. Apesar disso, ao ter conhecimento desses instrumentos aparecem os questionamentos sobre o seu funcionamento, trazendo o mesmo para o “mundo do possível” para esses alunos.

Em relação à unidade de medida de temperatura, Kelvin, ela aparece em muitos livros didáticos e a sua discussão é importante para que os alunos possam entender que na maioria dos estudos termodinâmicos essa grandeza possui uma forma de apresentação distinta da usual.

Na avaliação da atividade, a separação dos alunos em grupos permitiu ideias contraditórias e opiniões diferentes que são extremamente enriquecedoras para o andamento e entendimento dos conteúdos envolvidos, além de levar a outras discussões proveitosas. Como, ao errarem as jogadas, ou seja, as associações, os

alunos eram arguidos do porquê da jogada não estar correta, o que gerava uma boa discussão entre os próprios alunos para esclarecer esse erro.

Durante a atividade os alunos participaram de maneira ativa e ao final, estavam mais confiantes sobre o domínio das grandezas físicas que haviam sido discutidas, pois respondiam as perguntas que eram feitas e tiravam dúvidas de alguns alunos que ainda permaneciam com certa dificuldade no tema. Isso pode ser percebido em alguns depoimentos:

- Aluno x: *“Achei interessante ajuda a gravar as medidas de um jeito mais dinâmico (Fig. 06)”*
- Aluno y: *“... como as cartas estão misturadas eu acabo tendo que pensar para achar os conjuntos e com isso relaciono nomes as imagens e consigo grava-los mais facilmente.”*
- Aluno z: *“Conseguimos associar as unidades de medida com suas respectivas ferramentas e funções.”*

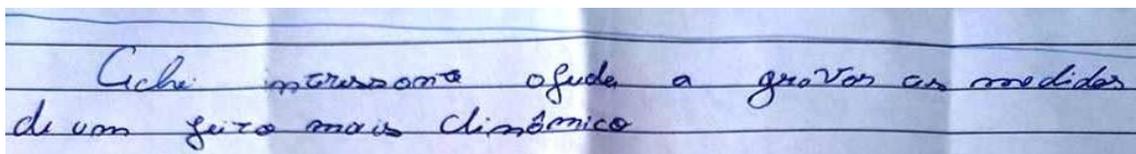


Figura 06: Resposta apresentada por um dos alunos participantes na atividade, sendo este identificado nesse trabalho por Aluno x (Acervo do autor).

O jogo é apenas um momento inicial para se discutir outras grandezas. Abrindo então uma boa discussão sobre outras grandezas, suas unidades e instrumentos associados, o que muitas vezes, geram dúvidas em qualquer parte da Física.

Como essa atividade é algo diferente do que os alunos estão acostumados a lidar em sala de aula, ela proporciona um caminho menos árduo, mais propício e integrado, podendo mudar a visão dos alunos em relação à Física e quem sabe conseguindo quebrar o tabu de que a Física é uma matéria de difícil compreensão e entendimento. Apesar de parecer presunçoso essa afirmativa, durante a atividade alguns alunos disseram que o problema da física são as “contas”, isto é, mostrando que existe uma física mais conceitual e outra que é carregada de procedimentos algébricos pouco elucidativos e sem conexão com a realidade deles.

A ideia de que essa atividade possui um caráter de memorização das cartas não é completamente errada, no entanto a memorização deve fazer parte do processo de aprendizagem por contribuir com uma melhora de pelo menos 50% na retenção da informação (KARPICKE & BLUNT, 2011). Sendo assim, mesmo que a atividade fosse repetida com as mesmas cartas, não existe qualquer perda na formação do aluno pela memorização das grandezas e instrumentos de medidas.

Além disso, ao aplicar em uma aula elementos diferentes do que os alunos estão acostumados, como por exemplo, a utilização dessas cartas, ocorre um deslumbre e ansiedade, motivando-os a participar da aula e os desafiando a compreender todo o conteúdo envolvido por traz daquela atividade.

Conclusões

Não compreender conceitos básicos de física compromete toda a construção de conceitos mais profundos e abstratos. Assim, esse jogo permite a (re) descoberta de possibilidades de abordagens de temas em Física, gerando um ambiente mais propício e integrando entre o professor e os alunos e entre os próprios alunos.

Essas atividades são pensadas para serem acessíveis a todos os alunos do ensino médio, diferente do que é visto nos livros. Deste modo, os alunos irão compreender a Física, colocando a aplicação numérica para um segundo momento, o que poucas vezes é feito em sala de aula, na tentativa de desconstruir a visão limitada ao “algebrismo”.

Além disso, essas atividades fazem com que os professores repensem suas práticas buscando novas maneiras de implementar outros conteúdos com diferentes atividades, estimulando também os professores a montar seus próprios materiais e atividades para serem implementados em sala de aula facilitando e melhorando esse ambiente.

Referências

ALONSO, Marcelo, FINN, Edward.J. Física: **um curso universitário - Volume 1 - Mecânica**, São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1972.

DAMIANI, Magda Floriana. Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. **Revista Educar**, n. 31, p. 213-230, 2008.

DIAS, Ana Carolina Lucena. **Dando as cartas: O lúdico no ensino de cinemática**. Monografia de conclusão de curso (Graduação). Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2013.

EDMINISTER, Joseph A. Teoria e problemas de eletromagnetismo. 2ª Ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

FREITAS, Eduardo. **A qualidade da educação brasileira**. Disponível em: <http://brasileSCO.la/e490>>, Acesso em: 31 jul. 2016.

KARPICKE, Jeffrey D.; BLUNT, Janell R. Retrieval Practice Produces More Learning than Elaborative Studying with Concept Mapping. **Science**, v. 331, n. 6018, p. 772–775, 2011.

MARRIEL, Lucimar Câmara; ASSIS, Simone G.; AVANCI, Joviana Q.; OLIVEIRA, Raquel V. C. Violência escolar e auto-estima de adolescentes. **Cadernos de Pesquisa**, v. 36, n. 127, jan./abr. 2006.

MARTINI, Gloria; SPINELLIM, Walter; REIS, Hugo Carneiro; SANT'ANNA, Blaidi. **Conexões com a Física 1**. 2 ed, v. 1, São Paulo: Moderna, 2013.

OLIVEIRA, Felipe Sales; LACERDA, Caroline Dutra; OLIVEIRA, Patrícia Santos; COELHO, Ana Amália; BIANCONI, Maria Lucia. Um jogo de construção para o aprendizado colaborativo de glicólise e gliconeogênese. **Revista de Ensino em Bioquímica**, v. 13, n. 1, p. 45-57, 2015.

RAPOPORT, Andrea; SILVA, Sabrina Boeira. Desempenho escolar de crianças em situação de vulnerabilidade social. **Revista Educação em Rede: Formação e práticas docentes**. v. 2, n. 2, p. 01-26, 2013.

SCHAEFFER, Edna Heloisa. **O jogo matemático como experiência de diálogo: análise fenomenológica da percepção de professores de matemática**. Dissertação de Mestrado. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2006.

SILVERIO, Antonio dos Anjos. **As dificuldades no ensino/aprendizagem da física**. Monografia de Especialização. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

THOMSON, W. On an Absolute Thermometric Scale founded on Carnot's Theory of the Motive Power of Heat, and calculated from Regnault's Observations. **Philosophical Magazine**, v.1, p.100-106, 1882.

YOKOTA, Paulo. **Os problemas da educação no Brasil**. Carta Capital, 2014. Disponível em: <http://goo.gl/3wKT5o>, Acesso em: 31 jul. 2016.