

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Jean dos Santos

**A RELEVÂNCIA DO SISTEMA INTERNACIONAL DE
UNIDADES: Uma abordagem para o cotidiano de alunos do
Ensino Médio**

Taubaté – SP

2019

Jean dos Santos

**A RELEVÂNCIA DO SISTEMA INTERNACIONAL DE
UNIDADES: Uma abordagem para o cotidiano de alunos do
Ensino Médio**

Trabalho de Graduação apresentado para
obtenção do Certificado de Graduação
pelo Curso de Licenciatura em Matemática
do Departamento de Informática,
Matemática e Física da Universidade de
Taubaté.

Orientador: Prof. Dr. Ruy Morgado de
Castro

Taubaté – SP

2019

Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBi / UNITAU
Biblioteca Setorial do Departamento de Matemática e Física

S237r Santos, Jean dos
A relevância do Sistema Internacional de Unidades: uma abordagem para o cotidiano de alunos do ensino médio / Jean dos Santos. - 2019. 89f. : il.

Monografia (graduação) - Universidade de Taubaté, Departamento de Matemática e Física, 2019.
Orientação: Prof. Dr. Ruy Morgado de Castro, Departamento de Matemática e Física.

1. Sistema Internacional de Unidades - SI. 2. Ensino médio.
3. Processo de ensino – Aprendizagem. 4. Ensino investigativo.
I. Universidade Taubaté. II. Título.

CDD 389.15

Jean dos Santos

A relevância do Sistema Internacional de Unidades: uma abordagem para o cotidiano de alunos do Ensino Médio

Trabalho de Graduação apresentado para obtenção do Certificado de Graduação pelo Curso de Licenciatura em Matemática do Departamento de Informática, Matemática e Física da Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. Dr. Ruy Morgado de Castro

Data: 27/11/2019

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ruy Morgado de Castro

Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof.^a Ma. Amanda Romão de Paiva

Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. Me. Maurício Brito Pereira

Universidade de Taubaté

Assinatura _____

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos os envolvidos no processo de minha graduação, e que, direta ou indiretamente, colaboraram para este trabalho.

Ao meu orientador e professor, Dr. Ruy Morgado de Castro, pelas orientações, ensinamentos, oportunidades disponibilizadas e confiança dada durante o desenvolvimento deste e outros trabalhos.

Aos professores e coordenadores de projeto, Me. Luiz Alberto Maurício e Ma. Amanda Romão de Paiva, pelo apoio, paciência, inspiração e motivação aos estudos e, conseqüentemente, ao crescimento próprio.

Aos professores, José Roberto e Talita Rocha, por disponibilizarem seu tempo e espaço de aula para a realização deste trabalho.

Às amigas construídas durante a graduação, em especial a Carlos Rodrigo, Igor Augusto, Lucas Pinotti, Rafael Yuri, Thaynara Pereira e Víctor Felipe, pela paciência, apoio, auxílio e momentos de descontração.

À Tamyres Gabriela, pela compreensão, paciência e afeto, durante a finalização deste trabalho.

Aos meus familiares, em especial a minha tia, Celma Maria, por sempre me incentivar aos estudos.

“Conheço muitos adultos que ficam desconcertados quando as crianças pequenas fazem perguntas científicas. Por que a Lua é redonda, perguntam as crianças. Por que a grama é verde? O que é um sonho? Até onde se pode cavar um buraco? Quando é o aniversário do mundo? Por que nós temos dedos nos pés? Muitos professores e pais respondem com irritação ou zombaria, ou mudam rapidamente de assunto: “Como é que você queria que a Lua fosse, quadrada?”. As crianças logo reconhecem que de alguma forma esse tipo de pergunta incomoda os adultos. Novas experiências semelhantes, e mais uma criança perde o interesse pela ciência.”

C. E. Sagan

RESUMO

Por meio da Matemática e da Física, podemos estabelecer um diálogo com o mundo que nos cerca, diálogo esse que requer uma linguagem própria que possa ser compreendida por todos. O Sistema Internacional de Unidades, SI, é responsável por viabilizar essa comunicação, definindo e padronizando as unidades de medida utilizadas no mundo. Entretanto, como em qualquer linguagem, podem ocorrer falhas na compreensão, interpretação ou manifesto dessa linguagem. Em sala de aula, essa falha na comunicação, com base no SI, se traduz na não compreensão do significado de grandezas e suas unidades, onde o aluno, após realizar seus cálculos, obtém valores absurdos e não interpreta esses valores como não condizentes com a realidade, demonstrando uma desconexão entre os conteúdos vistos em sala e sua aplicação a situações do cotidiano. Esse distanciamento entre realidade e conteúdo, explicita que o aluno, embora saiba desenvolver parte do exercício, não compreendeu o que está fazendo, evidenciando uma falta de significado no aprendizado. Assim, este trabalho propõe buscar uma abordagem para apresentar os conteúdos de grandezas e medidas, relacionados ao SI, de forma que proporcione uma maior clareza na percepção da proximidade das padronizações estabelecidas pelo SI na vivência de estudantes do Ensino Médio. Para isso, adotou-se uma abordagem investigativa, análoga à metodologia proposta pelos três momentos pedagógicos, onde, inicialmente buscou-se identificar as principais dificuldades dos alunos dos 1º e 3º anos, no que diz respeito a este tema, por meio de uma avaliação diagnóstica. Posteriormente, foi feita a socialização dos conhecimentos, formalizando os conceitos de grandeza e unidade de medida, para, em seguida, propor uma atividade voltada a realização de medições de diferentes grandezas, por meio de aplicativos de *smartphones*. Para manter um caráter investigativo nesta atividade, as hipóteses e metodologias para realização das medições foram determinadas pelos próprios grupos de alunos, cada um responsável por uma grandeza distinta a ser medida, sendo apenas feitas orientações durante o desenvolvimento da atividade. Por fim, os dados coletados nas medições, deveriam ser transcritos em um relatório, contendo introdução, metodologia, resultados e conclusão. Com a aplicação desta atividade, pôde-se observar frutos positivos nos relatórios produzidos, havendo a correta utilização das unidades do SI, e a descrição da grandeza medida. O ponto de maior destaque, no entanto, se dá nas conclusões relatadas por alguns grupos, os quais relacionaram os dados obtidos nas medições com as condições em que eles foram obtidos, percebendo-se um bom desenvolvimento investigativo nestes alunos ao propô-los um papel mais ativo em seu processo de ensino e aprendizagem.

Palavras-chave: Sistema Internacional. Ensino Investigativo. Ensino Médio.

ABSTRACT

Through Mathematics and Physics, we can set a dialogue with the world around us, a dialogue that requires its own language that can be understood by everyone. The International System of Units, SI, is responsible for enabling this communication, by defining and standardizing the units of measurement used in the world. However, as with any language, failure of understandings, interpretations or manifestations of this language may occur. In the classroom, this communication failure, SI-based, translates into a misunderstanding of the significance of quantities and their units, where the student, after performing his calculations, obtains absurd values and does not interpret these values as inconsistent with reality, demonstrating a disconnect between the contents seen in the classroom and its application to everyday situations. This distance between reality and content, makes explicit that although the student knows how to develop part of the exercise, did not understand what he is doing, showing a lack of meaning in learning for it. Thus, this work proposes to seek an approach to present the contents of quantities and measures related to the SI, in order to provide greater clarity in the perception of the proximity of the standards established by the SI in the daily of high school students. For this, an investigative approach was adopted, analogous to the methodology proposed by the three pedagogical moments, where, initially, it was sought to identify the main difficulties of the students of the 10th and 12th grade, regarding this theme, by means of a diagnosis assessment. Subsequently, the knowledge was socialized, formalizing the concepts of quantities and unit of measurement, and then, was propose an activity aimed at making measurements of different quantities through smartphone applications. In order to maintain an investigative character in this activity, the hypotheses and methodologies for performing the measurement were determined by the student groups themselves, each responsible for distinct quantities to be measured, and guidance was given only during the development of the activity. Finally, the data collected in the measurements should be transcribed in a report, containing introduction, methodology, results and conclusion. By the application of this activity, it was possible to observe positive results in the reports produced, with the correct use of SI units, and the description of the measured quantities. The most prominent point, however, is the conclusions reported by some groups, which related the data obtained in the measurements with the conditions under which they were obtained, realizing a good investigative development in these students by proposing them a role, more active in their process of learning.

Palavras-chave: International System. Investigative Teaching. High School.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Medidas com base no corpo humano.	19
Figura 2: Ilustração do novo SI.....	29
Figura 3: Densidade de serviços móveis por pessoa.	43
Figura 4: Primeira folha do questionário.....	46
Figura 5: Segunda folha do questionário.....	48
Figura 6: Aplicativos selecionados para a realização das medições.....	54
Figura 7: Captura de tela de uma medição de teste no aplicativo <i>ARPlan 3D</i>	55
Figura 8: Captura de tela no aplicativo <i>Sensores Multitool</i>	56
Figura 9: Captura de tela das ferramentas disponíveis no aplicativo <i>Phyphox</i>	58
Figura 10: Gráfico das respostas das questões abertas para os 1º anos.	70
Figura 11: Gráfico das respostas das questões abertas para os 3º anos.	71
Figura 12: Gráfico das respostas da avaliação diagnóstica para os 1º anos.	72
Figura 13: Gráfico das respostas da avaliação diagnóstica para os 3º anos.	72
Figura 14: Gráfico da avaliação dos relatórios.	78
Figura 15: Atividade definida para cada grupo.	86
Figura 16: Folha de relatório a ser preenchida.....	87
Figura 17: Guia de relatório disponibilizado aos alunos.	88
Figura 18: Respostas dos 1º anos para a avaliação diagnóstica.	89
Figura 19: Respostas dos 3º anos para a avaliação diagnóstica.	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Grandezas de base e dimensões usadas no SI.	22
Tabela 2: Unidades de base do SI.	24
Tabela 3: Exemplos de unidades derivadas no SI.	24
Tabela 4: Exemplos de unidades do SI com nomes e símbolos especiais.	25
Tabela 5: Exemplos de prefixos do SI.	26
Tabela 6: Exemplos de unidades fora do SI aceitas.	26
Tabela 7: Exemplos de unidades não recomendadas pelo SI.	27
Tabela 8: As sete constantes fundamentais presentes no SI.	28
Tabela 9: Competências e habilidades gerais previstas nos PCN+.	34
Tabela 10: Aplicação da avaliação diagnóstica.	63
Tabela 11: Critérios de avaliação do questionário.	65
Tabela 12 – Respostas dadas à primeira questão.	66
Tabela 13 – Respostas dadas à segunda questão.	66
Tabela 14 – Respostas dadas à terceira questão.	67
Tabela 15 – Respostas dadas à quarta questão.	68
Tabela 16 – Respostas dadas para a quinta e sexta perguntas.	69
Tabela 17 – Critérios avaliados nos relatórios.	76

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3MP	Três Momentos Pedagógicos
ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
BIPM	Bureau International des Poids et Mesures
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CGPM	Conferência Geral de Pesos e Medidas
CIPM	Comitê Internacional de Pesos e Medidas
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
ISQ	International System of Quantities
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
SI	Sistema Internacional de Unidades
VIM	Vocabulário Internacional de Metrologia

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
1.1	Objetivos	15
1.2	Estrutura do trabalho	15
2	O SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES	17
2.1	Breve histórico do Sistema Internacional de Unidades	18
2.2	Sobre as grandezas	21
2.2.1	Natureza de uma grandeza	21
2.2.2	Grandeza de base	21
2.2.3	Grandeza derivada	22
2.2.4	Dimensão de uma grandeza	22
2.2.5	Grandeza adimensional.....	23
2.3	Sobre as unidades	23
2.3.1	Unidades de base no SI	23
2.3.2	Unidades derivadas no SI	24
2.3.3	Múltiplos e submúltiplos das unidades do SI.....	25
2.3.4	Unidades fora do SI.....	26
2.4	Redefinição das unidades de base	27
2.4.1	O segundo.....	29
2.4.2	O metro	29
2.4.3	O quilograma	30
2.4.4	O ampere	30
2.4.5	O kelvin	31
2.4.6	O mol.....	31
2.4.7	A candela	32
3	O SISTEMA INTERNACIONAL EM SALA DE AULA.....	33
3.1	O ensino de grandezas e medidas.....	35
3.2	A abordagem do ensino por meio da investigação científica	37

3.2.1	Os três momentos pedagógicos	39
3.2.2	A produção de relatório no Ensino Médio.....	41
3.3	O uso de softwares na integração dos conhecimentos	42
4	METODOLOGIA	44
4.1	Avaliação diagnóstica.....	44
4.2	Formalização dos conteúdos	50
4.3	Uso de aplicativos para mensurar grandezas físicas	52
4.3.1	Comprimento, Área e Volume	54
4.3.2	Intensidade sonora	55
4.3.3	Transferência de dados, tensão e temperatura	55
4.3.4	Velocidade.....	56
4.3.5	Temperatura.....	57
4.3.6	Iluminância	57
4.4	Relatório de medições.....	58
4.5	Finalização	61
5	APLICAÇÃO E RESULTADOS DO TRABALHO	62
5.1	Aplicação do questionário	63
5.1.1	Análise dos Questionários.....	64
5.1.2	Conclusões.....	72
5.2	Aula ministrada	73
5.3	Orientações dadas	75
5.4	Relatórios produzidos.....	75
5.5	Finalização	78
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	80
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	83
8	APÊNDICES	86

1 INTRODUÇÃO

Tanto a Matemática, a Física, a Química e a Biologia, podem ser entendidas como meios para se estabelecer um diálogo com o mundo, e, portanto, requerem uma linguagem que possa ser compreendida por todos que desejam se comunicar e interagir com os fenômenos naturais que os cercam. Para tanto, deve-se ter bem estabelecida essa linguagem entre todos os interlocutores, o que, em meio às concepções científicas incorporadas a estas disciplinas, pode se traduzir em definições de padrões de sua comunicação, as quais são realizadas pelo Sistema Internacional de Unidades (SI).

O SI é responsável por definir e padronizar as grandezas e as unidades utilizadas por diferentes países do mundo, tendo importância significativa para a realização de comparações entre grandezas a partir de um mesmo valor de referência (ALVES; ROCHA, 2019), onde possibilita uma precisão fundamental para o funcionamento de diversas tecnologias atuais, como o GPS, por exemplo.

Porém, como qualquer linguagem oral ou escrita, pode haver falhas na compreensão, na interpretação ou no próprio manifesto dessa linguagem que expressa conhecimentos matemáticos e/ou físicos.

Atuando como docente destas áreas, é comum se deparar com situações em que se observa esta falha de comunicação, onde, por exemplo, um estudante após seus incansáveis esforços para compreender um problema e ainda realizar seus cálculos, obtém uma resposta onde ele afirma que um ser humano está se deslocando em uma estrada a uma velocidade próxima à velocidade da luz. Ao analisar uma situação como esta, nota-se que, embora perfeitamente comum errar, o estudante não compreende o significado do cálculo que está realizando, da atividade que está desenvolvendo ou das possibilidades de aplicação dos conhecimentos ali produzidos. Neste ponto, pode-se perceber o distanciamento que existe entre o conteúdo e a realidade, o que reforça a ideia de Freire (1996), de que o ensinar não se basta apenas da transmissão de conhecimentos, mas visa criar possibilidades para a sua produção ou a sua construção.

Para explorar a compreensão dos fenômenos físicos aos quais somos expostos constantemente, é importante primeiro fazer o aluno entender como as grandezas físicas estão relacionadas a cada simples atividade executada, pois devemos ter em

mente que os conteúdos de Matemática e de Física, para esse aluno, servirão aprimorar sua compreensão do mundo e sua formação como cidadão (SILVA, 2013).

Relacionar grandezas físicas que podem ser mensuradas a situações corriqueiras, foi a maneira pensada para buscar aproximar os conteúdos presentes no ensino de Matemática e Física à realidade de estudantes do Ensino Médio. Este trabalho, propõe uma atividade que possibilite os alunos atuarem como pesquisadores e investigadores, buscando identificar as grandezas físicas as quais são expostos e mensurá-las, como forma de produzir um conhecimento mais significativo para estes alunos.

1.1 Objetivos

Tendo considerado os pontos comentados na introdução, o objetivo deste trabalho é propor uma atividade para o Ensino Médio, que possua uma abordagem capaz de proporcionar maior clareza na percepção da proximidade das padronizações estabelecidas pelo SI com a vivência dos alunos. Também pretendeu-se desenvolver a capacidade de investigar e distinguir a relação entre as grandezas físicas presentes em seu cotidiano.

Assim, um dos objetivos específicos do trabalho é: apresentar e trabalhar recursos matemáticos para a análise dimensional de grandezas. Esses métodos se mostram de grande auxílio, tanto para a compreensão das grandezas, como para a resolução de exercícios, os quais comumente estarão presentes no decorrer da vida acadêmica destes estudantes.

1.2 Estrutura do trabalho

O presente trabalho está dividido em seis capítulos, sendo esta introdução que descreve as justificativas, os objetivos e a estrutura do trabalho, considerada como o Capítulo 1.

O Capítulo 2 apresenta as principais informações e fundamentações sobre o SI, presentes nos documentos oficiais que regem suas padronizações, como é o caso do Bureau International des Poids et Mesures (BIPM), informações essas julgadas

necessárias para a construção do conhecimento científico sobre o tema trabalhado, sendo expostos conceitos e definições que estão inerentes ao SI.

O Capítulo 3 apresenta as propostas curriculares presentes nos documentos que regem a educação no Brasil, em relação ao assunto de grandezas e medidas, além de discutir sobre alguns trabalhos que apresentam abordagens deste tema, buscando fundamentar as metodologias empregadas neste trabalho.

No Capítulo 4 é apresentada a metodologia definida para este trabalho e as previsões de como se daria sua aplicação, descrevendo os materiais a serem utilizados e a maneira de se aplicar.

No Capítulo 5 são apresentados os resultados obtidos da aplicação da metodologia proposta por este trabalho, bem como a forma como se deu esta aplicação.

No Capítulo 6 são apresentadas as considerações finais, sintetizando as principais informações obtidas a partir deste trabalho.

Nos Apêndices são apresentados documentos que foram produzidos para o desenvolvimento deste trabalho e gráficos especificando as respostas obtidas pelos questionários aplicados, documentos estes julgados relevantes para detalhar o trabalho e facilitar sua compreensão.

2 O SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

A realização de medições é um processo que sempre esteve presente na vida do homem desde a antiguidade. Embora seja difícil identificar na história das civilizações a época exata onde se deram as primeiras medições, autores como Rozenberg (2006), assumem que as primeiras grandezas medidas tenham sido, possivelmente, o comprimento, a massa, o volume e o tempo.

Dentre estas, a medição do comprimento, era utilizada para comparar objetos, usando partes do corpo para se basear na quantidade da grandeza que se desejava, geralmente padronizadas pelos comprimentos do pé, polegar, palmo, braço, etc. (ROZENBERG, 2006).

Segundo o Vocabulário Internacional de Medidas (VIM) a medição é um processo de obtenção experimental de um ou mais valores que podem ser, razoavelmente, atribuídos a uma grandeza, implicando na comparação de grandezas ou contagem de entidades, mas não se aplicando a propriedades qualitativas (INMETRO, 2012).

Portanto, ao observar na história, quando o homem solicita um palmo de determinado tecido em troca de três polegadas de outro material, este, está utilizando de uma medição para realizar uma transação e obter o que se deseja. Todavia, facilmente percebe-se que a medida de um palmo ou polegada irá distinguir para duas pessoas de tamanhos diferentes. Logo, esta transação poderá se suceder de maneira injusta.

Assim, percebeu-se a necessidade de criar sistemas de unidades para padronizar determinadas quantidades de uma grandeza, onde destacam-se o Sistema Métrico, o Sistema Inglês ou Imperial, o Sistema CGS, o Sistema MKSA e o Sistema Internacional.

Estruturado a partir do Sistema Métrico Decimal, o Sistema Internacional de Unidades (SI) foi estabelecido de forma que pudesse ser adotado em todos os países, sendo sancionado durante a 11ª Conferência Geral de Pesos e Medidas (CGPM), realizada em 1960 (ROZENBERG, 2006). Desde então, as padronizações estabelecidas pelo SI, são adotadas mundialmente (com exceção dos Estados Unidos, Myanmar e Libéria).

Atualmente, o SI tem importância significativa nos processos de medição realizados por diferentes países, garantindo valores precisos em comparações de grandezas a partir de um valor de referência (ALVES; ROCHA, 2019), precisão essa fundamental para o funcionamento e desenvolvimento de diversas tecnologias.

A seguir, este capítulo trata de apresentar o SI, pontuando um breve histórico de sua evolução ao longo do tempo, desde a antiguidade até os dias atuais, além de apresentar algumas definições pertinentes para este trabalho e que estão intrínsecas ao conhecimento de suas padronizações.

2.1 Breve histórico do Sistema Internacional de Unidades

O homem em toda a história vive em coletivo, e desta forma cria seus modos de viver, ser e fazer. As permanências e transformações de sua cultura são baseadas na memória coletiva (HALBWACHS, 1990), conforme as necessidades de seu tempo, portanto, assim também se desenvolvem os sistemas de medidas desde as primeiras civilizações. Cada povo, dentro de sua identidade cultural, encontrou formas de medir, e de certa maneira com objetivos e sistemas parecidos.

Segundo Pozebon e Lopes (2013), as primeiras realizações de medidas do homem vêm com o próprio contato com a natureza, no plantio e domesticação de animais, pois houve a necessidade de compreender a periodicidade no controle das colheitas e caças. Com o homem vivendo em sociedade e entre desenvolvimentos da agricultura e do comércio, iniciou-se a padronização de medidas, em geral, baseadas em partes do corpo humano, utilizando de medidas antropomórficas.

As medidas antropomórficas eram baseadas em partes do corpo humano, como apresentado na Figura 1, e assim surgiram os padrões como o palmo, o cúbito, a braça, a jarda e o pé (ALVES; ROCHA, 2019). O objetivo era padronizar o modo de medir, que obteve sucesso, porém com o desenvolvimento do comércio entre diversas civilizações, como os egípcios, babilônios, fenícios, hebreus, gregos e romanos, e cada povo possuindo suas etnias distintas, com medidas de corpos diversas, percebeu-se que a padronização por estas medidas, se tornara imprecisa e necessitando de reformulações. Ao longo da história, várias foram as tentativas de uniformizar as unidades de medida adotadas por diferentes regiões, para facilitar, em especial, as transações comerciais, porém, resultando em fracassos (ROZENBERG, 2006), o que se estendeu durante muitos séculos.



Figura 1: Medidas com base no corpo humano.

Fonte: Alves e Rocha (2019).

Mudanças apenas ocorreriam no século 17, onde, com o desenvolvimento das ciências, novas grandezas foram sendo descobertas, e, conseqüentemente, mais unidades relacionadas a estas grandezas, como é explicitado por Rozenberg:

[...] em consequência dos trabalhos de Galileo, Newton, Hooke, Huyghens, Boyle, Stevin, e muitos outros expoentes da ciência que a eles se seguiram, o número de grandezas a medir passou a se multiplicar rapidamente: velocidade, aceleração, intensidade de força, quantidade de movimento, pressão, temperatura, energia e, posteriormente, intensidade luminosa, luminância, capacitância elétrica, indutância, fluxo luminoso, aclaramento etc., surgiram como novas grandezas físicas cuja medição exigia a definição prévia de uma unidade para cada uma delas (ROZENBERG, 2006, p. 17).

Este exponencial crescimento das ciências, reforçou a necessidade de estabelecer parâmetros a serem adotados internacionalmente. Até meados do século 18, estas padronizações compreendiam apenas um âmbito regional, decretadas pelo soberano de um país (ALVES; ROCHA, 2019).

Em 1790, em meio ao período da Revolução Francesa, durante o Comitê Internacional de Pesos e Medidas (CIPM), comissão composta por cientistas como Borda, Condorcet, Lagrange e Laplace, é proposta a criação de um sistema que se baseie em grandezas invariáveis. Esta proposta definira o Sistema Métrico, apresentando inicialmente as definições para as grandezas de comprimento, área, volume, massa e tempo (ROZENBERG, 2006), onde suas unidades seriam divididas pelo sistema decimal.

Em especial para as grandezas comprimento e massa, em 1799 já haviam sido produzidos padrões de platina correspondentes a estas grandezas, respectivamente, uma barra de platina e um cilindro de platina e irídio, servindo de referência para comparações com outros objetos, apenas presente em Paris (BIPM, 2019).

A unidade de comprimento foi então nomeada como “metro”, sendo definido como uma fração do comprimento do meridiano terrestre, mais especificamente definida como um décimo de milionésimo da distância entre o Polo Norte e o Equador (ROZENBERG, 2006).

A unidade de massa, nomeada “quilograma”, foi definida como a massa de um decímetro cúbico de água destilada, à temperatura em que sua densidade é máxima (ROZENBERG, 2006).

Tais padronizações, foram amplamente disseminadas e utilizadas, demonstrando grande adesão de diversos países. Assim, com a Convenção do Metro em 1875, foi criada a organização Bureau International des Poids et Mesures (BIPM), a qual é responsável por assegurar a unificação das unidades medidas, estabelecendo os padrões e as escalas das principais grandezas físicas. Logo, em 1889, foram produzidos padrões para o metro e o quilograma, sendo distribuídos mundialmente (BIPM, 2019).

A partir do Sistema Métrico, outros diversos sistemas surgiram, como os já citados Sistema CGS e Sistema MKSA, com base em um sistema decimal, porém com pequenas variações das padronizações entre si.

Apenas em 1960, na 11ª CGPM, foi então criado o Sistema Internacional de Unidades, abreviado como SI, o qual introduziu o kelvin e a candela como unidades das grandezas temperatura e intensidade luminosa, respectivamente, e definiu regras para prefixos, unidades de base, unidades derivadas, com especificidades para cada uma delas. Em 1971, introduziu ainda, uma nova unidade de base, o mol, definida para a quantidade de matéria (BIPM, 2019).

Assim, o SI, passou a ser adotado pelos países nos mais diversos setores de atividade humana como ciência, comércio, economia etc., com rápida adesão da maioria dos países.

No Brasil, o órgão responsável por expor tais padronizações ao público é o Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO), o qual traz as traduções do material disponibilizado pelo BIPM sobre o SI.

A seguir serão apresentadas, nas Seções 2.2 e 2.3, as padronizações e definições estabelecidas pelo SI para as grandezas e unidades, respectivamente, e na Seção 2.4, as atualizações e redefinições feitas no SI desde sua criação.

2.2 Sobre as grandezas

Embora o termo “grandezas” já tenha sido citado anteriormente, é interessante apresentar algumas definições que envolvem esta palavra e serão abordadas neste trabalho.

O Vocabulário Internacional de Metrologia (INMETRO, 2012), traz consigo, uma lista de conceitos fundamentais e gerais, além de termos comumente utilizados na metrologia. As definições a seguir, são extraídas e/ou adaptadas deste documento.

De forma geral, a grandeza pode ser entendida como a propriedade de um fenômeno de um corpo ou de uma substância, que pode ser expressa quantitativamente sob a forma dum número e de uma referência. Uma grandeza pode ser escalar, vetorial ou tensorial.

O conceito de “grandezas” pode ser genericamente dividido, por exemplo, em “grandezas físicas”, “grandezas químicas” e “grandezas biológicas” ou “grandezas de base” e “grandezas derivadas”.

De forma análoga ao SI, as grandezas também possuem um sistema para sua padronização, neste caso, o Sistema Internacional de Grandezas (ISQ).

2.2.1 Natureza de uma grandeza

É o aspecto comum a grandezas mutuamente comparáveis, ou seja, grandezas que podem ser comparadas entre si. Por exemplo, as grandezas calor, energia cinética e energia potencial são geralmente consideradas de mesma natureza, ou seja, da grandeza denominada energia.

2.2.2 Grandeza de base

É a grandeza de um subconjunto escolhido, por convenção, de um dado sistema de grandezas. No caso do SI, as grandezas adotadas como base partem do

ISQ, e são elas: o comprimento; a massa; o tempo; a temperatura termodinâmica; a corrente elétrica; a intensidade luminosa; a quantidade de substância.

2.2.3 Grandeza derivada

É a grandeza, num sistema de grandezas, definida em função das grandezas de base desse sistema. Por exemplo, para o SI, a grandeza “área” é uma grandeza derivada, pois é o produto de duas grandezas “comprimento”.

2.2.4 Dimensão de uma grandeza

É a expressão da dependência de uma grandeza em relação às grandezas de base dum sistema de grandezas, na forma dum produto de potências de fatores correspondentes às grandezas de base, omitindo-se qualquer fator numérico. Para estabelecer a dimensão de uma grandeza, não se leva em conta o seu caráter escalar, vetorial ou tensorial. No ISQ, as dimensões das grandezas de base são representadas pelos símbolos apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Grandezas de base e dimensões usadas no SI.

Grandeza de base	Símbolo da dimensão
Comprimento	L
Massa	M
Tempo	T
Corrente elétrica	I
Temperatura termodinâmica	θ
Quantidade de substância	N
Intensidade luminosa	J

Fonte: Vocabulário Internacional de Metrologia (INMETRO, 2012).

Por exemplo, a dimensão da grandeza força é representada por:

$$\dim F = LMT^{-2} \quad (1)$$

2.2.5 Grandeza adimensional

É a grandeza para a qual todos os expoentes dos fatores correspondentes às grandezas de base, na sua dimensão, são nulos. Algumas grandezas adimensionais são definidas como razões entre duas grandezas da mesma natureza. Como exemplos, podemos citar o coeficiente de atrito, o índice de refração, ângulo sólido.

2.3 Sobre as unidades

A unidade de medida, também é um tópico presente no VIM (INMETRO, 2012), e tem algumas definições intrínsecas ao seu uso descritas neste documento, e que serão exploradas a seguir. Entretanto, como buscamos explorar mais especificamente o SI, nestes conceitos também serão apresentadas definições e informações encontradas no documento The International System of Units – SI (BIPM, 2019).

Embora a correta grafia destas unidades tenha grande relevância, este não será o foco das informações aqui transcritas, mas sim os conceitos relativos às unidades de medida.

De forma geral a unidade pode ser entendida como um referencial particular para uma quantidade específica de uma grandeza medida, ou seja, tendo sido definida e adotada por convenção, com a qual qualquer outra grandeza da mesma natureza pode ser comparada.

As unidades de medida são designadas por nomes e símbolos atribuídos por convenção. Elas também podem se referir a uma mesma dimensão, mas possuir naturezas distintas. Algumas destas unidades serão exemplificadas nas subseções seguintes.

2.3.1 Unidades de base no SI

As unidades de base são adotadas por convenção para uma grandeza de base, havendo apenas uma unidade de base para cada uma das grandezas de base. Na Tabela 2, são apresentadas as unidades de base do SI.

Tabela 2: Unidades de base do SI.

Grandeza de base	Unidade de base	
	Nome	Símbolo
Tempo	segundo	s
Comprimento	metro	m
Massa	kilograma	kg
Corrente elétrica	ampere	A
Temperatura termodinâmica	kelvin	K
Quantidade de substância	mol	mol
Intensidade luminosa	candela	cd

Fonte: Adaptado de BIPM (2019).

2.3.2 Unidades derivadas no SI

As unidades derivadas podem ser entendidas como unidades referentes a grandezas derivadas. Como exemplo, o metro por segundo, de símbolo m/s, é a unidade derivada de velocidade. A Tabela 3 apresenta alguns exemplos de unidades derivadas.

Tabela 3: Exemplos de unidades derivadas no SI.

Grandeza derivada	Símbolo da grandeza	Expressão em unidades de base do SI
Área	A	m^2
Volume	V	m^3
Velocidade	v	$m\ s^{-1}$
Aceleração	a	$m\ s^{-2}$
Densidade, massa específica	ρ	$kg\ m^{-3}$
Campo magnético	H	$A\ m^{-1}$
Luminância	L_v	$cd\ m^{-2}$

Fonte: Adaptado de BIPM (2019).

Por convenção, algumas unidades derivadas receberam nomes e símbolos especiais para expressá-las, mais especificamente 22 unidades. Esses nomes e símbolos especiais, podem ser utilizados, ainda, em conjunto com as demais unidades para expressar outras unidades derivadas destas. Na Tabela 4 são apresentadas algumas dessas unidades especiais. Cabe salientar que, com a junção das unidades de base e as unidades especiais, é possível expressar outras unidades derivadas.

Tabela 4: Exemplos de unidades do SI com nomes e símbolos especiais.

Grandeza derivada	Nome especial da unidade	Expressão em unidades de base SI	Expressão em outras unidades SI
Ângulo plano	radiano	$\text{rad} = \text{m/m}$	
Frequência	hertz	$\text{Hz} = \text{s}^{-1}$	
Força	newton	$\text{N} = \text{kg m s}^{-2}$	
Pressão	pascal	$\text{Pa} = \text{kg m}^{-1} \text{s}^{-2}$	
Energia, trabalho	joule	$\text{J} = \text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$	N m
Diferença de potencial elétrico	volt	$\text{V} = \text{kg m}^2 \text{s}^{-3} \text{A}^{-1}$	W/A
Iluminância	lux	$\text{lx} = \text{cd sr m}^{-2}$	lm/m^2

Fonte: Adaptado de BIPM (2019).

2.3.3 Múltiplos e submúltiplos das unidades do SI

Os múltiplos e submúltiplos decimais representam exclusivamente potências de 10, e devem ser utilizados juntamente com as unidades do SI. Portanto, não devem ser utilizados como prefixos onde as potências previstas sejam distintas, como é o caso do bit, onde são usadas potências de 2. Na Tabela 5 são apresentados alguns dos prefixos existentes no SI.

Tabela 5: Exemplos de prefixos do SI.

Fator	Nome	Símbolo	Fator	Nome	Símbolo
10^1	deca	da	10^{-1}	deci	d
10^2	hecto	h	10^{-2}	centi	c
10^3	kilo	k	10^{-3}	mili	m
10^6	mega	M	10^{-6}	micro	μ
10^9	giga	G	10^{-9}	nano	n
10^{12}	tera	T	10^{-12}	pico	p

Fonte: Adaptado de BIPM (2019).

2.3.4 Unidades fora do SI

Por fim, existem ainda, algumas unidades que não fazem parte do SI, mas que são aceitas para usar com o SI pois representam mesmas grandezas e ainda são amplamente utilizadas, sem a pretensão de cair em desuso. No entanto, para comparar as unidades que estão e não estão no SI, se faz necessário utilizar-se de um determinado fator de conversão para relacioná-las. A Tabela 6 apresenta algumas das unidades aceitas para o uso com as unidades do SI.

Tabela 6: Exemplos de unidades fora do SI aceitas.

Grandeza	Nome da unidade	Símbolo da unidade	Valor na unidade SI
Tempo	minuto	min	1 min = 60 s
	hora	h	1 h = 60 min = 3600 s
	dia	d	1 d = 24 h = 86 400 s
Ângulo plano	grau	°	1° = ($\pi/180$) rad
Área	hectare	ha	1 ha = 1 hm ² = 10 ⁴ m ²
Volume	litro	L, l	1 l = 1 dm ³ = 10 ⁻³ m ³
Massa	tonelada	t	1 t = 10 ³ kg
Energia	elétron-volt	eV	1 eV = 1,602 × 10 ⁻¹⁹ J

Fonte: Adaptado de BIPM (2019).

Entretanto, outras unidades fora do SI não são recomendadas para serem utilizadas, pois são padronizadas por outros sistemas, como é o caso da polegada, que está presente no sistema inglês. Alguns exemplos destas unidades são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7: Exemplos de unidades não recomendadas pelo SI.

Grandeza	Nome da unidade	Símbolo da unidade	Valor na unidade SI
Comprimento	polegada	in	1 in = 0,0254 m
	pés	ft	1 ft = 0,3048 m
	jarda	yd	1 yd = 0,9144 m
Volume	galão	gal	1 gal = 0,0038 m ³
Energia	caloria	cal	1 cal = 4,184 J

Fonte: O autor.

2.4 Redefinição das unidades de base

Após as primeiras padronizações estabelecidas pelo SI, e tempo depois do envio dos protótipos de padrões para realizar as comparações do comprimento e da massa, observou-se que, ao manuseá-los, microrranhuras estavam alterando minimamente os padrões e influenciando nas padronizações, conseqüentemente, causando variações entre os protótipos distribuídos pelo mundo.

O quilograma era definido a partir de um protótipo internacional, um cilindro de uma liga de platina e irídio e essa era a unidade utilizada para determinar a massa de um próton, de um elétron ou de outras partículas elementares. Isso levava à situação notável de que os valores das constantes fundamentais estavam em um estado permanente de mudança, já que nossas capacidades de medição eram refletidas nesses valores. A cada quatro anos, para citar um exemplo, um novo valor numérico era atribuído à carga de um elétron. Na realidade, a carga em si não mudou de maneira alguma. O que mudava era meramente nossa capacidade na arte de medir e, portanto, nossa compreensão do mundo (ALVES; ROCHA, 2019).

Assim, conforme evoluíam os conhecimentos, os processos de medição e as tecnologias, mais se tornou essencial ter precisão nos valores medidos para o desenvolvimento da sociedade, requerendo melhores precisões para os padrões, bem como a necessidade de se possibilitar que qualquer pessoa, munida do equipamento

ideal, fosse capaz de realizar, com exatidão, o padrão estabelecido, ou seja, que todos interessados consigam obter os valores precisos para cada uma das grandezas que se deseje mensurar. Para contornar estes erros, buscou-se associar as unidades a constantes fundamentais já conhecidas.

As constantes fundamentais devem ser valores invariáveis, associados a propriedades físicas mensuráveis, como a velocidade da luz ou a carga de um elétron (ALVES; ROCHA, 2019). Como tais constantes não variam, podem ser associadas às unidades que se deseja padronizar para, assim, ser convencionada mundialmente. Estas atualizações das unidades já estavam sendo adotadas ao longo dos tempos, entretanto, apenas em 20 de maio de 2019, todas as sete unidades de base, passaram a ser definidas com base em constantes fundamentais. Na Figura 2, é apresentada a ilustração criada para representar a relação entre cada uma das sete unidades e as constantes fundamentais as quais estão associadas. As sete constantes fundamentais utilizadas, seus valores e suas unidades, podem ser observados na Tabela 8.

A seguir, nesta Seção, serão expostas as definições atuais das sete unidades de base do SI, todas descritas no The International System of Units (BIPM, 2019).

Tabela 8: As sete constantes fundamentais presentes no SI.

Constante	Símbolo	Valor numérico	Unidade
Frequência da transição hiperfina de Césio 133	ΔV_{Cs}	9 192 631 770	Hz
Velocidade da luz no vácuo	c	299 792 458	m s^{-1}
Constante de Planck	h	$6,626\ 070\ 12 \times 10^{-34}$	J s
Carga elementar	e	$1,602\ 176\ 634 \times 10^{-19}$	C
Constante de Boltzmann	k	$1,380\ 649 \times 10^{-23}$	J K^{-1}
Constante de Avogadro	N_A	$6,022\ 140\ 76 \times 10^{23}$	mol^{-1}
Eficácia luminosa	K_{cd}	683	lm W^{-1}

Fonte: BIPM.

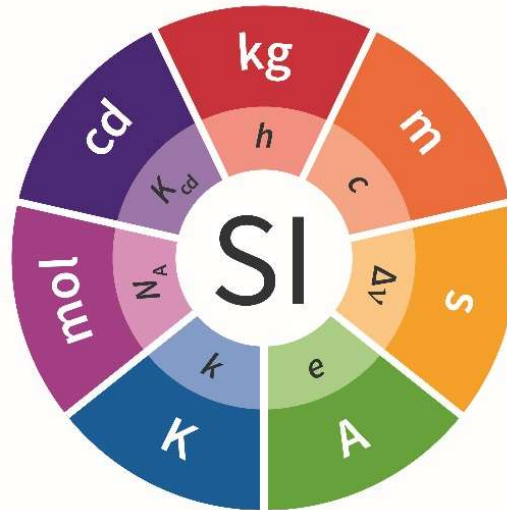


Figura 2: Ilustração do novo SI.

Fonte: BIPM

2.4.1 O segundo

A partir do CIPM de 1964, a definição do segundo deixa de estar associada à uma fração do ano e passa a ser associada a frequência atômica, mais especificamente é o valor numérico fixo da frequência de transição hiperfina do célio $^{133}\Delta\nu_{Cs}$, sem perturbações externas, que é expressa em hertz, Hz, o qual equivale ao inverso do segundo, s^{-1} . O valor exato é, então, $\Delta\nu_{Cs} = 9\,192\,631\,770$ Hz, e, ao inverter a esta relação, temos a expressão da unidade de tempo, o segundo, como pode ser observado na Equação (2):

$$1 \text{ Hz} = \frac{\Delta\nu_{Cs}}{9\,192\,631\,770}$$

ou

$$1 \text{ s} = \frac{9\,192\,631\,770}{\Delta\nu_{Cs}} \quad (2)$$

2.4.2 O metro

Ao longo do tempo, o metro já teve redefinições a partir de um protótipo internacional e por meio de uma realização com base no criptônio 86. Apenas em

1983, sua padronização foi fixada a uma definição em função da velocidade da luz no vácuo, c , que possui o valor numérico de $c = 299\,792\,458$, quando expressa em m s^{-1} . Assim, o metro é definido como o comprimento do trajeto percorrido pela luz no vácuo no intervalo de tempo de $1/299\,792\,458$ de segundo, este já definido anteriormente, como pode ser observado na Equação (3):

$$1 \text{ m} = \left(\frac{c}{299\,792\,458} \right) \text{ s}$$

$$1 \text{ m} = \frac{9\,192\,631\,770}{299\,792\,458} \frac{c}{\Delta v_{Cs}} \quad (3)$$

2.4.3 O quilograma

O quilograma foi a última unidade a ser redefinida com base em constantes fundamentais, redefinição essa estabelecida em maio de 2019. Essa recente redefinição passa a relacionar o quilograma à constante de Planck h , com o exato valor numérico de $6,626\,070\,15 \times 10^{-34}$ quando expresso na unidade de J s , ou seja, $\text{kg m}^2 \text{ s}^{-1}$. Logo, com a constante de Planck, h , e as constantes utilizadas na definição do metro e do segundo, pode-se chegar à Equação (4).

$$1 \text{ kg} = \left(\frac{h}{6,626\,070\,15 \times 10^{-34}} \right) \text{ m}^{-2} \text{ s}$$

$$1 \text{ kg} \approx 1,475\,5214 \times 10^{40} \frac{h \Delta v_{Cs}}{c^2} \quad (4)$$

2.4.4 O ampere

Na recente redefinição das unidades com base em constantes naturais, o ampere passa a ter seu valor fixado à da carga elementar e , com valor numérico exatamente igual a $1,602\,176\,634 \times 10^{-19}$, quando expressa em coulombs, C , que é igual a unidade A s . Assim, o ampere é definido como a corrente elétrica

correspondente ao fluxo de $1/(1,602\ 176\ 634 \times 10^{-19})$ cargas elementares por segundo, e como já fora definido o valor do segundo, obtêm-se a Equação (5).

$$1\ \text{A} = \left(\frac{e}{1,602\ 176\ 634 \times 10^{-19}} \right) \text{s}^{-1}$$

$$1\ \text{A} \approx 6,789\ 687 \times 10^8 \Delta v_{Cs} e \quad (5)$$

2.4.5 O kelvin

O kelvin é a unidade de temperatura termodinâmica, e que está associada à constante de Boltzmann, k , com valor numérico de $1,380\ 649 \times 10^{-23}$, quando sua unidade é expressa em J K^{-1} , que é igual a $\text{kg m}^2 \text{s}^{-2} \text{K}^{-1}$, com as demais unidades já padronizadas. Logo, é definido como a mudança da temperatura termodinâmica que resulta em uma mudança de energia térmica, kT , de $1,380\ 649 \times 10^{-23}$ J, como pode ser observado na Equação (6).

$$1\ \text{K} = \left(\frac{1,380\ 649}{k} \right) \times 10^{-23} \text{kg m}^2 \text{s}^{-2}$$

$$1\ \text{K} \approx 2,266\ 6653 \frac{\Delta v_{Cs} h}{k} \quad (6)$$

2.4.6 O mol

O mol é a unidade de quantidade de substância, e que, na recente redefinição, passa a ser estabelecido a partir da Constante de Avogadro, N_A , fixado ao valor numérico de $6,022\ 140\ 76 \times 10^{23}$, quando expresso em mol^{-1} . Este valor está relacionado ao número de entidades elementares contidas em um mol, em outras palavras, o mol é a quantidade de substância de um sistema com esse valor específico de entidades elementares, logo pode-se obter a Equação (7).

$$1\ \text{mol} = \left(\frac{6,022\ 140\ 76 \times 10^{23}}{N_A} \right) \quad (7)$$

2.4.7 A candela

A candela é a unidade de intensidade luminosa para uma dada direção, e desde 1979 está definida a partir da eficácia luminosa de uma radiação monocromática com frequência de 540×10^{12} Hz, K_{cd} , que possui o valor numérico de 683 quando é expressa em lm W^{-1} , que é igual a cd sr W^{-1} ou $\text{cd sr kg}^{-1} \text{m}^{-2} \text{s}^3$, onde já foram definidos o quilograma, o metro e o segundo, também em função das constantes fundamentais e o esferorradiano, sr, é a unidade de ângulo sólido, definida como uma das unidades com nomes e símbolos especiais do SI. Logo, pode-se obter a Equação (8).

$$1 \text{ cd} = \left(\frac{K_{cd}}{683} \right) \text{ kg m}^2 \text{ s}^{-3} \text{ sr}^{-1}$$

$$1 \text{ cd} \approx 2,614\,830 \times 10^{10} (\Delta\nu_{cs})^2 h K_{cd} \quad (8)$$

3 O SISTEMA INTERNACIONAL EM SALA DE AULA

Neste capítulo serão apresentados trabalhos, artigos e documentos que se referem à educação escolar no Brasil, em particular sobre os conteúdos de Matemática e de Física que estão associados ao tema central deste trabalho.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais, PCN e PCN+, trazem as orientações curriculares previstas pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1996, conhecida como LDB, e, atualmente, são os documentos norteadores da educação no Brasil, os quais buscam, desde sua implementação, atender as necessidades de atualização do ensino ao valorizar a participação ativa dos alunos em seu processo de aprendizagem, cenário antes dominado pelo ensino tradicional e passividade dos estudantes (BRASIL, 2000). Portanto, a objetificação apenas da transmissão de informações, feita na escola, deixa de ser a forma como é vista a função do professor, e passa a ser um mediador e orientador de conhecimentos, pois não deve bastar que o aluno aprenda determinados conteúdos, é necessário que este seja capaz de associá-lo a sua realidade e fazer uso deste conhecimento.

Para isso, nos PCN's direcionados às Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, é apresentada uma síntese das competências e das habilidades que devem ser desenvolvidas nestas disciplinas escolares. Na Tabela 9 são apresentadas as três competências gerais especificadas nestes documentos, e algumas das habilidades atribuídas às competências. Para melhor definir a especificidade de cada currículo do aluno do ensino médio, nos PCN's são apresentadas, ainda, as competências e habilidades de cada uma das disciplinas.

Segundo Sasseron (2010), as proposições dos PCN, evidenciam a necessidade de mudanças dos objetivos educacionais, em diversos âmbitos, como a prática, estratégias e ações docentes, bem como no papel que é atribuído a cada um no processo de ensino e aprendizagem. Segunda a autora:

Muitas das idéias apresentadas pelos PCN encontram respaldo na "tipologia de conteúdos" (Coll, 1997, Zabala, 1998) que amplia os significados atribuídos aos conteúdos da aprendizagem: além do que ensinar, o foco recai também sobre o por que ensinar. A crítica está centrada na ênfase tradicionalmente atribuída pela escola ao aspecto cognitivo; e os autores clamam por uma escolarização que possa formar vínculos que definam as concepções pessoais do estudante sobre si e os demais (Sasseron, 2010, p. 5).

Tabela 9: Competências e habilidades gerais previstas nos PCN+.

Competências	Habilidades
Representação e comunicação	<p>Reconhecer e utilizar adequadamente na forma oral e escrita símbolos, códigos e nomenclatura da linguagem científica;</p> <p>Ler, articular e interpretar símbolos e códigos em diferentes linguagens e representações: sentenças, equações, esquemas, diagramas, tabelas, gráficos e representações geométricas;</p> <p>Consultar, analisar e interpretar textos e comunicações de ciência e tecnologia veiculados por diferentes meios;</p> <p>Elaborar comunicações orais ou escritas para relatar, analisar e sistematizar eventos, fenômenos, experimentos, questões, entrevistas, visitas, correspondências.</p>
Investigação e compreensão	<p>Identificar em dada situação-problema as informações ou variáveis relevantes e possíveis estratégias para resolvê-la;</p> <p>Identificar fenômenos naturais ou grandezas em dado domínio do conhecimento científico, estabelecer relações; identificar regularidades, invariantes e transformações;</p> <p>Selecionar e utilizar instrumentos de medição e de cálculo, representar dados e utilizar escalas, fazer estimativas, elaborar hipóteses e interpretar resultados.</p>
Contextualização sociocultural	<p>Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social;</p> <p>Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social.</p>

Fonte: Adaptado de BRASIL (2002).

Embora muitas das competências e habilidades enumeradas pelos PCN's estejam presentes neste trabalho, destaco aqui a habilidade na identificação de fenômenos naturais ou grandezas, presente na competência de investigação e

compreensão, e a habilidade na elaboração de comunicações escritas e na interpretação e análise de textos, as quais serão mais aprofundadas posteriormente, com o intuito de melhor descrever a aprendizagem que se buscou ser trabalhada com os alunos.

Apesar da Tabela 9 descrever apenas uma síntese do panorama geral buscado pelos PCN+, muitas das especificidades descritas para as disciplinas de Matemática e de Física convergem para habilidades similares, ao requerer, por exemplo, que os alunos conheçam e estabeleçam relações entre unidades de uma mesma grandeza, e, não ao acaso é usada tal exemplificação, pois, esse é o núcleo deste trabalho. Logo, é possível estabelecer a interdisciplinaridade entre determinados conteúdos de Matemática e Física.

3.1 O ensino de grandezas e medidas

A recente implementação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) nas escolas de ensino fundamental, trouxe consigo algumas unidades temáticas nas quais os conteúdos a serem trabalhados são distribuídos. Muito embora os alunos desta etapa curricular já trabalhassem determinados temas nas aulas de Matemática, a criação da unidade temática “grandezas e medidas”, trouxe consigo uma maior relevância numa abordagem que permita que o aluno compreenda o significado destas grandezas trabalhadas.

As medidas quantificam grandezas do mundo físico e são fundamentais para a compreensão da realidade. Assim, a unidade temática **grandezas e medidas**, ao propor o estudo das medidas e das relações entre elas – ou seja, das relações métricas –, favorece a integração da Matemática a outras áreas de conhecimento, como Ciências (densidade, grandezas e escalas do Sistema Solar, energia elétrica etc.) ou Geografia (coordenadas geográficas, densidade demográfica, escalas de mapas e guias etc.). Essa unidade temática contribui ainda para a consolidação e ampliação da noção de número, a aplicação de noções geométricas e a construção do pensamento algébrico (BRASIL, 2017).

Logo, nas aulas de Matemática para o ensino fundamental, já há a expectativa de que o aluno seja capaz de reconhecer determinadas grandezas e associá-las a unidades de medida, bem como utilizar deste conhecimento para a resolução de problemas, tanto no âmbito escolar como para situações práticas. Porém, até então para os estudantes, este foco na compreensão significativa das grandezas e medidas

era dado apenas ao ingressar no ensino médio, mais especificamente nas primeiras aulas de Física, onde são apresentados os preceitos da Física e suas áreas de estudo e, conseqüentemente, apresentadas as grandezas e suas unidades, bem como os prefixos para múltiplos e submúltiplos, sendo o conceito de grandeza física, portanto, um dos aprendizados mais básicos para os alunos ingressantes do ensino médio, no que tange as aulas de Física.

Segundo Mendes e Batista (2016), diariamente a matemática é utilizada como recurso para definir leis, conceitos e resolver exercícios propostos na Física, e, em muitos casos, o não aprendizado da Física é atribuído à falta de domínio matemático. Portanto, pontua ser de grande importância realizar aulas de matemática e física, com temas semelhantes e/ou complementares, para buscar um melhor desenvolvimento do ensino e aprendizagem no ensino médio.

Para as grandezas e medidas, pode-se destacar que os conteúdos matemáticos que são trabalhados, partem dos conhecimentos de equações algébricas, onde podem ser empregadas para desenvolver uma análise dimensional e das unidades das grandezas trabalhadas.

No ensino de grandezas e medidas, as equações algébricas podem atribuir uma relevância significativa, visto que, é através do domínio destes conhecimentos que há a possibilidade de realizar uma análise dimensional. A análise dimensional, trata-se de uma técnica que pode ser empregada para obter equações a partir da consideração apenas da grandeza física (MARTINS, 2004). Em geral, este tipo de análise pode ser facilmente utilizado nas aulas de cinemática e dinâmica, para o ensino médio.

Freitas (2015) aponta que é através da análise dimensional que se torna possível a utilização de equações algébricas para a resolução de exercícios, apenas compreendendo as unidades de medida das grandezas físicas descritas.

Para a realização desta análise, é preciso distinguir as grandezas em dimensões de base ou derivadas, conforme são descritas na Seção 2.2 deste trabalho como sendo as grandezas de base do ISQ. As dimensões consideradas de base são as grandezas presentes na Tabela 1 e por meio destas, é possível obter as demais dimensões estudadas. Esta técnica utiliza recursos matemáticos básicos para simplificar problemas, prever fórmulas e detectar erros. Por exemplo, expressaremos a grandeza “aceleração” por meio da análise dimensional. Sabendo que a aceleração é a razão entre a velocidade e o tempo, ou seja, conforme um objeto aumenta ou

diminui sua velocidade em um intervalo de tempo, temos que este objeto está acelerando ou desacelerando, e, de mesma forma, a velocidade é a razão entre uma distância percorrida em um intervalo de tempo. Logo, podemos obter a Equação (9) e associá-la as dimensões acima citadas, obtendo a Equação (10):

$$\text{aceleração} = \frac{\text{velocidade}}{\text{tempo}} \quad (9)$$

$$\text{aceleração} = \frac{\text{distância}}{\text{tempo}^2}$$

$$[a] = \frac{[L]}{[T]^2}$$

$$[a] = L^1T^{-2} \quad (10)$$

Como observado na Equação (10), a dimensão da grandeza “aceleração” é uma dimensão derivada, que pôde ser expressa em termos das duas dimensões primitivas citadas anteriormente. Como as demais grandezas não alteram a dimensão da aceleração, estas poderiam ser expressas com o expoente zero.

Tal análise independe da unidade de medida, porém, pode ser realizada analogamente com a utilização das unidades conhecidas para representar as dimensões trabalhadas, mas enfatizo aqui que ambas possuem caráter distintos, onde, conforme explicado na Seção 232.3, a unidade de medida representa uma quantidade específica de determinada grandeza ou dimensão.

Trancanelli (2016) em seu artigo, esmiúça de forma bem detalhada a maneira como pode ser utilizada esta técnica, partindo de exemplos que variam desde a mecânica até a quântica, servindo de referência para melhor desenvolvimento deste aprendizado.

3.2 A abordagem do ensino por meio da investigação científica

Conforme descrito neste capítulo, os PCN's, preveem que seja implementada nas aulas uma abordagem investigativa para o ensino. Nesta Seção, busca-se detalhar formas para tal abordagem.

Uma das premissas do ensino investigativo, é de que a construção do conhecimento parta primordialmente do aluno, colocando-o numa posição mais ativa durante o processo de ensino e aprendizagem, proporcionando a ele a possibilidade de construir suas próprias estratégias, hipóteses e metodologias, a serem empregadas durante a investigação a qual lhe é proposta. Tais preceitos, surgem devido ao aumento exponencial dos conhecimentos disponíveis para a população, pois, conforme cresce o conhecimento produzido, se torna cada vez menos possível ensinar tudo a todos. Logo, uma maior importância deve ser dada, na maneira como o aluno constrói tal conhecimento (CARVALHO, 2013). Segundo Carvalho (2011):

O ensino de Ciências precisa ser planejado para ir além do trabalho com conceitos e ideias científicas: é preciso que a escola ofereça condições para que a cultura da ciência seja conhecida pelos estudantes. É necessário introduzir os alunos no universo das Ciências, isto é, ensinar os alunos a construir conhecimento fazendo com que eles, ao perceberem os fenômenos da natureza sejam capazes de construir suas próprias hipóteses, elaborar suas próprias ideias, organizando-as e buscando explicações para os fenômenos. Ao ensinarmos Ciências por investigação estamos proporcionando aos alunos oportunidades para olharem os problemas do mundo elaborando estratégias e planos de ação. Desta forma o ensino de Ciências se propõe a preparar o aluno desenvolvendo, na sala de aula, habilidades que lhes permitam atuar consciente e racionalmente fora do contexto escolar (Carvalho, 2011, p. 253).

Nestes casos, a função atribuída ao professor em sala de aula é posta de maneira distinta da tradicionalmente conhecida, colocando-o como orientador para o desenvolvimento do conhecimento dos alunos, direcionando-os para a concretização de seus estudos de forma efetiva. Todavia, o grau de desenvolvimento individual proposto aos alunos pode variar de turma para turma, pois em cada contexto escolar, em cada sala de aula, o nível de envolvimento dos estudantes não é necessariamente o mesmo. Logo, a intervenção do professor/orientador durante a execução de atividades investigativas, deve também variar.

Carvalho (2018), em seu artigo, faz a distinção entre os graus de liberdade oferecidos aos alunos e professores em atividades experimentais, tabulando cinco níveis que variam a liberdade de ambos quanto: (1) a busca da situação problema inicial; (2) a formulação de hipóteses; (3) a metodologia elaborada para se trabalhar; (4) a execução da metodologia; (5) a formulação das conclusões. Posteriormente, será possível observar que, este trabalho proposto, se adequa ao grau 3, descrito por Carvalho (2018) em seu artigo, onde o professor propõe o problema, e são discutidas as hipóteses com os alunos, porém, estes devem definir suas metodologias para

desenvolvimento da atividade, cabendo a ele raciocinar ativamente para conclusão de seus objetivos.

Abrangendo esta abordagem investigativa, pode-se encontrar diversos autores que descrevem propostas didáticas pautadas nos três momentos pedagógicos (3MP), a qual buscou ser implementada neste trabalho. Além disso, se faz necessário elaborar formas distintas de se avaliar o desenvolvimento do aluno neste modelo de abordagem feita, não se pautando nas concepções formais tradicionais de avaliação. Portanto, a seguir será apresentada a dinâmica dos 3MP, e uma das formas de se avaliar os alunos nestes processos investigativos através da produção de relatórios.

3.2.1 Os três momentos pedagógicos

Os três momentos pedagógicos são descritos por Delizoicov (1983 apud MUECHEN; DELIZOICOV, 2014) como uma dinâmica investigativa, a qual promove a transposição da concepção de Paulo Freire para o espaço da educação formal. Em seu artigo, Muechen e Delizoicov (2014) estruturaram esses três momentos em: (1) problematização inicial; (2) organização do conhecimento; (3) aplicação do conhecimento. As definições apresentadas a seguir, partem, então, desta estrutura proposta por Muechen e Delizoicov (2014)

Na problematização inicial, deve ser feita a apresentação de situações que estejam intrínsecas às experiências vivenciadas pelos alunos, ou seja, a abordagem da problematização deverá expor temas geradores de discussões, os quais estejam contidos no contexto cotidiano do aluno, possibilitando uma fácil transposição do problema, e conseqüentemente da elaboração de sua solução, para uma realidade a qual o aluno perceba significância e o motive. Assim, com essa associação, o aluno é desafiado a expor suas concepções sobre a situação, dispondo ou não, de uma correta ou completa interpretação da problematização discutida (MUECHEN; DELIZOICOV, 2014). Portanto, neste primeiro momento, o crucial é expor ao aluno uma situação pertinente à sua realidade e averiguar a posição e seus conhecimentos prévios sobre o tema. Logo, o professor tem uma atuação que se pauta de forma a lançar discussões e colher as respostas obtidas, não mais com um papel de impor regras e definições, mas sim de provocar a inquietação.

A organização dos conhecimentos deve ser feita sob a orientação do professor, onde serão realizados os estudos necessários para a apreensão dos conhecimentos

científicos pertinentes ao tema proposto na problematização inicial (MUECHEN; DELIZOICOV, 2014). Porém, tais estudos devem manter o papel ativo do aluno, sem ofertá-los respostas prontas, mas sim construir esses conhecimentos de maneira conjunta. Para Abreu, Ferreira e Freitas (2017):

[...] é nessa etapa que deve ocorrer a ruptura dos conhecimentos fundamentados no senso comum, superando as visões ingênuas de mundo manifestadas pelos alunos, construindo olhares mais críticos para enxergar e interpretar a Ciência, envolvidos no fenômeno estudado (ABREU; FERREIRA; FREITAS, 2017, p. 5).

Deve ser dada atenção ao fato de que, embora essa abordagem priorize um grau de liberdade para a construção do conhecimento do aluno, não se pode deixar de conceituar a matéria prevista para ser trabalhada, pois se faz necessária determinada formalização dos conteúdos correlacionados às concepções dos alunos, para que se concretize seu aprendizado significativo, sem banalizar estes conhecimentos de forma desconexa ao ensino.

Na aplicação dos conhecimentos, todo aprendizado pautado nos dois primeiros momentos é utilizado para analisar a situação proposta inicialmente, gerando possíveis soluções e conclusões. Além disso, neste momento o aprendizado construído pode ser transposto para situações que divirjam da problematização inicial, desde que partam dos mesmos estudos realizados no segundo momento, permitindo ampliar a compreensão e interpretação da nova situação (MUECHEN; DELIZOICOV, 2014). Portanto, este momento busca capacitar o aluno a fazer uso de todo aprendizado elencado durante o desenvolvimento dos estudos, de forma que se torna significativa para sua realidade, distanciando a ideia de ensino da simples aplicação de fórmulas. Esta abordagem não deve, no entanto, ser confundida como um método avaliativo, ela pode compor parte do processo avaliativo, entretanto, não comporta todo o desenvolvimento do aprendizado vivenciado e apreendido durante as atividades propostas, sendo necessário levar em consideração cada um dos momentos para tal avaliação.

Desta forma, os 3MP compõem uma dinâmica que pode ser adaptada para diversas disciplinas, sendo, no entanto, mais empregadas para o estudo das Ciências Naturais, com o estímulo a um cunho investigativo.

3.2.2 A produção de relatório no Ensino Médio

Como citado anteriormente, a “aplicação do conhecimento”, não deve ser considerada como um método avaliativo, logo, ao adotar uma abordagem pautada nos 3MP, se faz necessário articular formas alternativas de avaliar o desenvolvimento do ensino e aprendizagem da turma.

Retomando às propostas descritas pelos PCN's, pode-se salientar que, dentre as habilidades previstas para o ensino escolar, está o desenvolvimento da comunicação escrita e interpretação de informações. Logo, por meio de um desenvolvimento investigativo, contemplando a abordagem descrita pelos 3MP, é possível realizar uma avaliação da aprendizagem produzida, por meio da construção de relatórios, pois ao analisar um relatório, constata-se a capacidade do aluno de transmitir o conhecimento apreendido na forma de uma linguagem escrita. Carvalho (2018), em seu artigo sobre o ensino por investigação, cita que:

[...] quando avaliamos o ensino que propomos, não buscamos verificar somente se os alunos aprenderam os conteúdos programáticos, mas se eles sabem falar, argumentar, ler e escrever sobre esse conteúdo (CARVALHO, 2018, p. 766).

Em geral, relatórios são comumente utilizados em aulas experimentais para as áreas de Ciências Naturais, para expor o desenvolvimento das atividades realizadas, as quais podem distinguir de aluno para aluno, quanto às metodologias aplicadas, resultados obtidos e conclusões concebidas, descrevendo suas compreensões sobre o objeto de estudo de maneira formalizada.

Ferreira, Hartwig e Oliveira (2010), por exemplo, fazem uso de um relatório em seu trabalho para coletar dados experimentais a partir de uma abordagem investigativa, se atentando à forma como os relatórios eram redigidos pelos alunos, devido à ausência de um roteiro experimental previamente fornecido.

Rivard e Straw (2000), em seu estudo sobre os efeitos do diálogo e da escrita durante o aprendizado em Ciências, confirmam que a escrita promove uma melhor retenção do conhecimento, envolvendo um caráter reflexivo, no entanto, faz-se necessário um prévio conhecimento básico sobre o assunto tratado.

Como no desenvolvimento de uma atividade investigativa, a formulação de hipóteses e a elaboração de soluções para a resolução de um problema inicial, fazem parte da construção do conhecimento do aluno, a possibilidade de redigir tais

atividades para a linguagem escrita, é, portanto, uma forma plausível de se avaliar as habilidades do aluno, tanto quanto a execução da atividade, como da sua capacidade de expressar seus pensamentos e argumentar de forma crítica suas conclusões, adotando, para isso, uma linguagem escrita mais formalizada.

3.3 O uso de softwares na integração dos conhecimentos

Para finalizar este capítulo, nesta Seção são levantadas algumas considerações acerca do uso de tecnologias em sala de aula, mais especificamente o uso de aparelhos *smartphones* como um recurso pedagógico disponível para os professores.

O atual avanço tecnológico exponencial possibilitou o barateamento e a popularização do acesso à *smartphones*, o que, conseqüentemente, gerou uma disseminação em massa destes aparelhos. Nas escolas localizadas em centros urbanos do Brasil, é quase impossível se deparar com alguma turma em que a maioria dos alunos não possua um *smartphone*. No Brasil, segundo os dados da ANATEL (2019), a quantidade de telefones móveis atualmente em uso é de aproximadamente 228 milhões, número superior à amostragem populacional do próprio país, sendo a maior densidade destes aparelhos na região sudeste, como pode ser observado na Figura 3, apresentando a razão do número de aparelhos móveis por população.

Tendo em vista essa presença bem difundida dos celulares na sociedade, muitos educadores criticam o uso destes aparelhos em sala de aula devido à distração causada, seja pelo acesso a redes sociais, jogos, envio de mensagens ou o ruído sonoro gerado. Devido a isso, autores como Batista e Barcelos (2013) discutem em seu artigo os benefícios e os prejuízos da utilização de aparelhos celulares em sala de aula, transpondo, ainda, essas informações para outros contextos, como o convívio pessoal e o trabalho.

Além das distrações já citadas, Batista e Barcelos (2013) também comentam que o repasse de respostas em provas e testes, é uma problemática presente na realidade atual, devido a facilidade de envio de mensagens. Porém, embora os *smartphones* apresentem estes prejuízos para a educação, as autoras expõem visões otimistas para estas tecnologias, como a acessibilidade a conteúdos educacionais, inserção dos estudos fora da instituição de ensino e pesquisas mais colaborativas e relevantes aos estudantes. Em suas considerações, as autoras pontuam a dificuldade

de se definir o uso de celulares e *smartphones* unicamente como positivo ou negativo, pois, embora apresente claros problemas para a sala de aula, é inegável as contribuições para a área educacional que podem ser atribuídas aos *smartphones*.

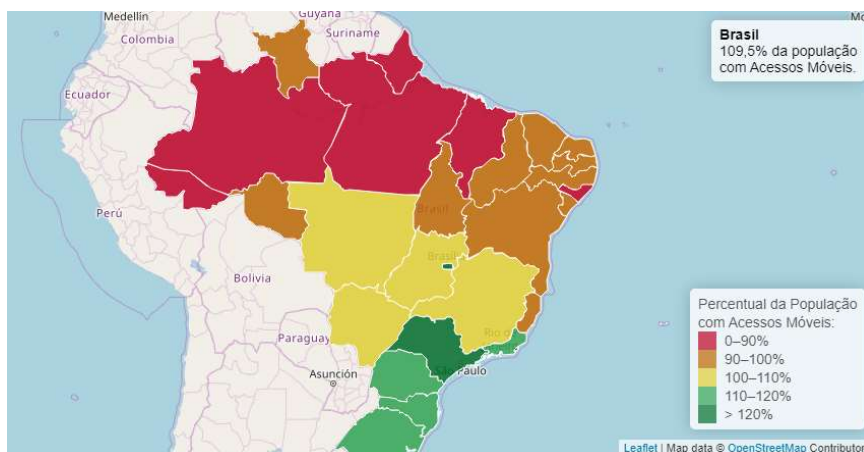


Figura 3: Densidade de serviços móveis por pessoa.

Fonte: ANATEL¹ (2019).

Logo, para além do questionamento do uso ser benéfico ou não, deve-se buscar expor ao aluno a incorporação dos *smartphones* a um ensino proveitoso e relevante, desvinculando o celular de uma função distrativa e vinculando-o a uma função educacional, de aquisição de informações e aprendizado significativo, pois, mesmo que estes aparelhos fossem completamente proibidos na sala de aula, os alunos ainda o utilizariam de maneira imprópria, como já acontece em algumas realidades escolares. Portanto, o olhar que se deve ter para este avanço tecnológico, se dá sobre as funções que podem ser atribuídas aos *smartphones*, para que se tornem um recurso didático positivo para a construção do conhecimento do aluno, e dar a este instrumento um novo significado, vinculando seu uso ao aprendizado.

¹ Disponível em: <https://www.anatel.gov.br/dados/component/content/article/84-destaque/283-acessos-smp>

4 METODOLOGIA

Como mencionado na Seção 1.1, o objetivo deste trabalho é buscar uma abordagem que proporcione aos alunos do Ensino Médio, uma maior clareza na percepção da proximidade das padronizações estabelecidas pelo SI a situações presentes em seu cotidiano, e desenvolver a capacidade de investigar e distinguir a relação entre as grandezas físicas existentes. Logo, este capítulo trata da abordagem que busca alcançar os objetivos definidos.

O trabalho previsto, foi dividido para ser realizado em 3 encontros com os objetivos de: (1) realizar uma avaliação diagnóstica da turma a se trabalhar; (2) ministrar uma aula com a exposição dos conteúdos e objetivos a serem trabalhados, solicitar o desenvolvimento de uma atividade prática à turma e a produção de um relatório; (3) realizar uma discussão acerca das conclusões descritas nos relatórios, reiterar os conteúdos trabalhados e disponibilizar os relatórios para correção.

Nas Seções a seguir são detalhadas as abordagens específicas para cada momento presente nas intervenções feitas por este trabalho.

4.1 Avaliação diagnóstica

Os conhecimentos adquiridos por cada ser humano, podem ser advindos de diversas fontes e formas, como aprendizagens formais, experiências pessoais, etc., podendo distinguir-se em grandes proporções, inclusive para pessoas inseridas em um mesmo contexto social. Logo, é importante determinar, previamente, as características de cada realidade escolar, para, assim, adaptar as atividades propostas aos conhecimentos prévios do público trabalhado.

A avaliação diagnóstica é, então, a consolidação desta necessidade de verificar os conhecimentos presentes em cada aluno sobre o tema a ser trabalhado.

Para realizar esta avaliação, foi elaborado um questionário destinado aos alunos, para assim possuir uma análise quantitativa e específica acerca de suas concepções de mundo, envolvendo as habilidades buscadas por este trabalho, de relacionar grandezas e unidades de medida às diversas situações vivenciadas, além de verificar o correto entendimento e utilização destes conhecimentos nas análises

dimensionais como instrumento auxiliar na resolução de problemas. O questionário foi proposto dividindo-se em três tópicos: perfil do aluno; questões abertas; avaliação diagnóstica.

Levando em consideração que os conteúdos de múltipla escolha possuem informações, tanto nas questões quanto nas alternativas, que podem interferir nas respostas dos alunos na parte dissertativa, os tópicos foram subdivididos em Parte 1 e Parte 2 em duas folhas distintas, mantendo na Parte 1 os tópicos “Perfil do aluno” e “Questões abertas”, e na Parte 2 o tópico “Avaliação diagnóstica”, pois, tais influências contidas na segunda parte poderiam criar interferências no momento de mensurar corretamente o conhecimento prévio do aluno nas relações entre grandezas e unidades de medida presentes em seu cotidiano. Logo, a segunda parte do questionário apenas deveria ser entregue ao aluno, quando o mesmo finalizasse a primeira parte.

O tópico “perfil do aluno”, se incumbe, inicialmente, da identificação do aluno, onde é possível obter os dados da afinidade dos alunos com as disciplinas diretamente envolvidas no trabalho, e questões de seu convívio social, como emprego e estudos além do próprio Ensino Médio.

Por meio das questões acerca da profissão e cursos profissionalizantes é possível ainda, ao se ter um breve conhecimento da vivência do aluno, estender as associações de determinados conteúdos para suas vidas, informações estas que são úteis no momento de se quantificar o conhecimento do aluno, pois, por exemplo, é nítido que alunos que já tiveram contato com determinada área (eletricidade, por exemplo) conhecerão mais nomenclaturas do que outros alunos, que não tiveram contato. Logo, a análise destas associações é benéfica para as avaliações presentes neste trabalho.

O tópico “questões abertas”, Figura 4, apresenta perguntas dissertativas diretamente relacionadas ao conteúdo a ser trabalhado, buscando avaliar, de maneira geral, os conhecimentos que o aluno possui.

QUESTIONÁRIO – PARTE 1

Perfil do aluno

Nome: _____

Em que ano do Ensino Médio você está?
1º ano () 2º ano () 3º ano ()

Você possui afinidade com os conteúdos de Matemática?
Muita () Pouca () Nenhuma ()

Você possui afinidade com os conteúdos de Física?
Muita () Pouca () Nenhuma ()

Você possui emprego? Se sim, com o quê trabalha e quantas horas por dia?

Você faz/fez algum curso profissionalizante? Se sim, qual?

Você busca se informar sobre temas da ciência e tecnologias? Se sim, por quais meios?

Questões abertas

1 - O que são unidades de medida?

2 - Cite as grandezas e unidades de medida que você conhece:

3 - No seu entendimento, é relevante a existência um Sistema Internacional de unidades? Justifique.

4 - Cite exemplos de onde algumas das unidades de medida são utilizadas no seu cotidiano.

5 - Quais dessas são grandezas e unidades de base do sistema internacional de unidades?

6 - Quais grandezas e unidades podem ser encontradas a partir destas unidades de base?

Figura 4: Primeira folha do questionário.

Fonte: O autor.

A primeira questão, busca identificar a compreensão do significado de uma unidade de medida. Espera-se, então, que o aluno saiba descrever, de forma simplificada, que uma unidade de medida consiste em um referencial para uma quantidade específica de uma grandeza medida (INMETRO, 2012).

A segunda questão busca verificar a totalidade de grandezas e unidades de medida que os alunos conhecem, permitindo que transcrevam o máximo de itens que desejarem. Com esta questão é esperado que os alunos citem as grandezas e suas respectivas unidades de medida, indicando que existe uma relação entre ambas. O fato de não ser exigido um número específico de grandezas e unidades, gera flexibilidade para o aluno citar quantas julgue necessário.

A terceira questão se aprofunda ainda mais na identificação do conhecimento do aluno, pois busca verificar se o aluno conhece o SI, e se compreende a importância de sua existência. A partir do 1º ano do Ensino Médio, é esperado que os alunos já conheçam o SI, levando em conta que este é comumente apresentado nas aulas introdutórias de Física para que o aluno conheça as mais diversas grandezas que serão trabalhadas. Entretanto, a assimilação da função do SI para a padronização do uso das unidades de medida, pode não ter sido bem fundamentada para o aluno, e, nesta questão, busca-se identificar isto.

A quarta questão se assemelha à segunda questão, entretanto, possui foco na relação feita do conteúdo com a realidade, ou seja, busca verificar quais associações os alunos são capazes de fazer, entre as grandezas e unidades de medida conhecidas e seu dia-a-dia, por meio de exemplificações descritas nas respostas.

Tanto a quinta quanto a sexta questões buscam identificar um conhecimento especificamente sobre as padronizações feitas pelo SI, onde se faz necessário recordar as definições existentes. Conhecimento este que é de grande auxílio aos alunos no momento da resolução de diversos exercícios propostos por professores e presentes em vestibulares, pois, por vezes é cobrado que o aluno e/ou vestibulando trabalhe com as padronizações do SI para a resolução dos exercícios, sendo também um facilitador na execução de tais atividades. Levando em conta a não frequente utilização de todas as unidades de base do SI, é esperado que o aluno respondesse, na quinta questão, ao menos algumas das grandezas e unidades, e que, na sexta questão, possa relacioná-la a outras derivadas delas.

Para este trabalho, as questões dissertativas 2 e 4, apresentam maior relevância, pois nelas o aluno pode transcrever suas concepções e conhecimentos de mundo, e como utiliza a aprendizagem disseminada em sala de aula para sua vida. São nestas questões em que poderão ser observadas as relações feitas pelo aluno das grandezas e unidades de medida que estão presentes em seu ambiente profissional ou em seus cursos realizados, ou seja, é possível qualificar se é dada

alguma relevância para as grandezas até então estudadas pelos alunos para seu cotidiano.

No tópico “avaliação diagnóstica”, Figura 5, são apresentadas questões de múltipla escolha, buscando meios de mensurar os conhecimentos dos alunos voltados à relação estabelecida entre grandezas e unidades de medida, bem como dos prefixos presentes na simbologia das unidades de medida.

QUESTIONÁRIO – PARTE 2

Nome: _____

Avaliação diagnóstica

1 - A grandeza “velocidade” pode expressar sua unidade com o símbolo:
a-) $\frac{m}{s^2}$ b-) $m s^{-1}$ c-) $\frac{m^2}{s}$ d-) $\frac{km}{h^2}$

2 - Anos-luz é a unidade de medida da grandeza:
a-) tempo b-) comprimento c-) velocidade d-) quantidade de matéria

3 - Qual das alternativas possui todas unidades correspondentes a uma mesma grandeza?
a-) Joule, watt e volt b-) Segundo, minuto e dia
c-) Volt, ampère e ohm d-) Metro, polegada e metro quadrado

4 - Assinale a alternativa que corresponde à maior massa:
a-) 0,5 kg b-) 50 g c-) 5000 mg d-) 0,00005 toneladas

Figura 5: Segunda folha do questionário.

Fonte: O autor.

A primeira questão parte do princípio de que o aluno já visualizou, em seu cotidiano, a unidade de medida km/h, entretanto, se faz necessário que o aluno saiba relacionar esta unidade com seus múltiplos no SI, ou seja, interpretar as variações das unidades de comprimento e de tempo, para, assim, obter a unidade de m/s. Além disso, é essencial possuir conhecimentos de recursos matemáticos como a potenciação com expoentes negativos para responder corretamente a questão, verificando a igualdade expressa por:

$$\frac{m}{s} = m \cdot s^{-1} \quad (11)$$

A segunda questão pode ser respondida pelo aluno, a partir de conhecimentos prévios, de leituras e de estudos realizados, ou a partir de uma análise dimensional da grandeza questionada, onde, inicialmente é necessário verificar que as grandezas que compõem esta unidade são o tempo (anos) e velocidade (luz), ou seja, o ano-luz é igual ao produto do tempo pela velocidade, logo, é possível realizar a análise dimensional conforme a Equação (12).

$$\text{tempo} \times \text{velocidade} = T \cdot L \cdot T^{-1} \quad (12)$$

onde T é a dimensão associada ao tempo e L associada a distância.

De maneira análoga, pode-se analisar as unidades de medida presentes na Equação (13):

$$\text{tempo} \times \text{velocidade} = s \cdot \frac{\text{m}}{\text{s}} \quad (13)$$

Por meio dessa análise, portanto, o aluno pode concluir que o comprimento é a grandeza que a unidade ano-luz representa.

A terceira questão pretende verificar se o aluno é capaz de identificar quais unidades de medida podem representar uma mesma grandeza, apresentando alternativas que contém grandezas distintas, mas que são utilizadas numa mesma área, como volt, ampere e ohm, comumente abordados nos conteúdos de elétrica. Além de alternativas com grandezas derivadas como metro e o metro quadrado, enquanto a alternativa correta apresenta a grandeza tempo, expressa por segundo, minuto e dia. É uma questão que pode ser respondida apenas através do conhecimento das simbologias existentes para cada grandeza.

A quarta questão exige que o aluno saiba relacionar um valor numérico à unidade de medida que é atribuída a uma grandeza específica, neste caso a massa. Ao analisar as unidades, é esperado que o aluno compreenda que os prefixos contidos nelas, mudam a ordem dessa grandeza, obtendo múltiplo e submúltiplos das unidades com valores menores ou maiores para cada prefixo utilizado, e, por fim, assinalar a alternativa que represente a maior massa.

Logo, as Figuras 4 e 5 apresentam o questionário desenvolvido para a avaliação diagnóstica, e, a partir da análise dos questionários, espera-se ser possível determinar o ritmo que se deverá assumir para as posteriores abordagens em sala,

identificando as principais defasagens dos alunos para buscar saná-las durante a realização do encontro seguinte.

4.2 Formalização dos conteúdos

Após a aplicação dos questionários, a aula seguinte consiste na formalização dos conteúdos referentes a este trabalho, onde, tendo sido identificadas as dificuldades dos alunos, pode ser dada uma maior ou menor ênfase em cada um dos tópicos percorridos.

A aula foi estruturada de maneira a assemelhar-se à proposta metodológica dos 3 momentos pedagógicos. Para Ferreira, Paniz e Muenchen (2016):

[...] através da dinâmica dos 3MP, o discente se torna capaz de associar o conhecimento que está sendo construído por meio das problematizações de sua realidade, as quais contribuem também para motivá-lo quanto à oralidade, uma vez que ela provoca certa inquietação nos alunos, por gerar discussões a partir do contexto em que eles estão inseridos (Ferreira, Paniz, Muechen, 2016, p. 514).

Nestes termos, os 3MP consolidam-se das seguintes formas: (1) através da problematização inicial sobre as grandezas que podemos mensurar, e como podem ser estabelecidas comparações entre duas medições distintas; (2) pela exposição das definições necessárias para uma identificação inicial das grandezas e das unidades de medida existentes, bem como a apresentação da padronização do SI; (3) pela solicitação da execução de uma atividade de medições exploratórias de grandezas presentes em situações diversas, representando a aplicação destes conhecimentos previamente formalizados.

Para início da aula, as indagações lançadas aos alunos devem ser centradas em questionamentos sobre: (1) o que é medir; (2) o que eles são capazes de medir; (3) o que é possível se medir; e (4) como podemos comparar o que medimos.

A princípio, espera-se que o aluno seja capaz de descrever uma medição, como o ato de determinar a grandeza, a quantidade ou a extensão de algo, resposta essa que pode ser complementada pela definição de medição como um processo de obtenção experimental de um valor que pode ser atribuído a uma grandeza (INMETRO, 2012).

Através das respostas dos alunos das indagações lançadas, em consonância com as informações já coletadas pela avaliação diagnóstica, será possível enumerar um grande número de grandezas e de unidades de medida citadas pelos alunos, fazendo-se necessário estabelecer algumas definições, as quais podem ser encontradas tanto no VIM (INMETRO, 2012) quanto no The International System of Units (BIPM, 2019).

A primeira definição a ser apresentada é de grandeza, onde, segundo INMETRO (2012), “grandeza é a propriedade de um fenômeno de um corpo ou de uma substância, que pode ser expressa quantitativamente sob a forma de um número e uma referência”. Porém, para simplificar a linguagem para os alunos, a grandeza pode ser entendida como as propriedades mensuráveis de algo, ou seja, o que se consegue medir e quantificar. Exemplos como distância, tempo, temperatura, velocidade e massa, podem facilitar a compreensão do aluno neste ponto.

A segunda definição a ser apresentada é de unidade de medida, sendo ela definida como um referencial particular para uma quantidade específica de uma grandeza medida (BIPM, 2019). Assim, para cada grandeza citada pelos alunos e que estavam presentes na avaliação diagnóstica, podem ser relacionadas diversas unidades de medida existentes, tanto no SI quanto em outros sistemas de medida. A partir desta enumeração de unidades de medida relacionadas a uma mesma grandeza, é possível apresentar aos alunos os prefixos existentes, porém, como apenas citar os prefixos pode se tornar algo muito abstrato, estes podem ser relacionados, inicialmente, à grandeza de comprimento, elucidando a distinção entre algo que consideramos extremamente grande ou longe, e algo pequeno ou perto, para posteriormente relacionar estes prefixos às demais unidades de medida.

A partir deste ponto, deve ser explicitado ao aluno que, dentre tantas unidades de medida referentes a uma mesma grandeza, é possível que ocorram confusões entre as pessoas quando se considera que todas estas informações estão relacionadas a processos de medição de diferentes países, logo, é necessário que haja uma padronização para esta comunicação, e o SI é decorrente dessa necessidade de padronização existente. A abordagem histórica de sua evolução, permite compreender, a importância revolucionária que se teve com as primeiras padronizações criadas e a ainda crescente importância que é atribuída à precisão das padronizações para o desenvolvimento de novas tecnologias.

Para remeter ao objetivo de dar maior significância na compreensão destes assuntos para o aluno, cabe associar os conhecimentos passados até então, a situações que estarão diretamente ligadas à realidade do aluno, pois conforme é ampliado o entendimento do aluno quanto aos fenômenos naturais aos quais somos apresentados, amplia-se também sua consciência acerca do mundo que o cerca. Da mesma forma, estes conhecimentos podem ser benéficos para a resolução de exercícios nas disciplinas de Matemática e de Física, por meio de problematizações que requerem a distinção entre grandezas trabalhadas ou conversões de unidades.

Por fim, após ocorrer a formalização dos conteúdos, busca-se desenvolver uma atividade que estabeleça uma relação mais próxima entre os fenômenos físicos mensuráveis e os alunos do Ensino Médio. Esta atividade foi dividida em duas etapas: (1) a realização de medições de diferentes grandezas por meio do uso de aplicativos para *smartphones*; (2) a produção de um relatório a respeito das medições realizadas. Esta atividade deve ser explicada para os alunos ao final deste encontro, podendo ser realizada em no mínimo uma semana, pois leva em conta as especificidades de seu desenvolvimento, como a realização de cada uma das medições e a produção de um relatório.

A necessidade do uso de um *smartphone* para esta atividade, faz com que seja preferível que a turma seja dividida em grupos, onde no mínimo um integrante do grupo possua um aparelho.

Portanto, remetendo-se à estrutura metodológica tomada como norteadora deste encontro, aqui serão finalizadas apenas dois dos três momentos pedagógicos, estendendo o terceiro momento, referente à aplicação dos conhecimentos, para a atividade a ser desenvolvida em casa ou em outros espaços.

4.3 Uso de aplicativos para mensurar grandezas físicas

A utilização de *smartphones* em sala de aula, já é uma realidade significativamente presente nas escolas. Dependendo do uso, esta utilização pode ser danosa ao processo de ensino e aprendizagem do aluno, se o mesmo, munido de seu *smartphone*, acessar jogos, navegar em redes sociais ou trocar mensagens, durante a aula que é ministrada. Porém, também é capaz de trazer contribuições, ao permitir o acesso a informações e pesquisas, ao facilitar cálculos mais trabalhosos, dentre outros recursos que podem ser incumbidos ao *smartphone*. Este trabalho se propõe,

então, a fazer uso produtivo deste recurso tecnológico vinculando a aprendizagem e a construção dos conhecimentos do aluno à utilização de aplicativos para *smartphones*.

Desta forma, o uso de *smartphones* pôde ser vinculado aos objetivos deste trabalho ao selecionar aplicativos que permitem o usuário realizar medições de diferentes grandezas, expondo o aluno a um papel mais ativo em seu processo de ensino aprendizagem. Em suma, por meio destes aplicativos os alunos podem realizar medições de diferentes grandezas e, conseqüentemente, unidades de medida específicas, para que estes temas possam ser inseridos na vivência dos estudantes e especuladas quais utilizações e importâncias atribuem-se às medições realizadas, buscando exprimir uma conclusão dos próprios alunos e alguma significância destes conteúdos em suas vidas.

Os aplicativos inicialmente selecionados, ver Figura 6, são: (1) *ARPlan 3D*²; (2) *Decibelímetro*³; (3) *Sensores Multitool*⁴; (4) *Velocímetro GPS, medidor de distância*⁵; (5) *Galaxy Sensors*⁶; (6) *Termômetro*⁷; (7) *Phyphox*⁸. Porém, os grupos de alunos poderiam optar por aplicativos alternativos, apenas exigindo que este seja capaz de medir a mesma grandeza solicitada.

Os aplicativos selecionados podem ser obtidos gratuitamente, requerendo apenas que os alunos tenham acesso à internet para baixa-los, mas não necessitando dessa conexão para a realização das medições.

Assim, de acordo com o número de aplicativos, foram elaboradas sete atividades distinguindo as medições a serem realizadas por grupos de alunos, quanto à grandeza medida, ao aplicativo utilizado ou ao procedimento de medição. Cada uma das definições das atividades a serem desenvolvidas devem, então, ser entregues aleatoriamente aos grupos de alunos. É esperado que, para cada grupo de aluno, se suceda no mínimo uma atividade de medição, entretanto, pode ser disponibilizado aos alunos outras medições a serem realizadas.

² Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.grymala.arplan>

³ Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.gamebasic.decibel>

⁴ Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.wered.sensorsmultitool>

⁵ Disponível em: play.google.com/store/apps/details?id=com.fragileheart.gpsspeedometer

⁶ Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=it.ale32thebest.galaxysensors>

⁷ Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tr.kavuntek.thermometer>

⁸ Disponível em: https://play.google.com/store/apps/details?id=de.rwth_aachen.phyphox

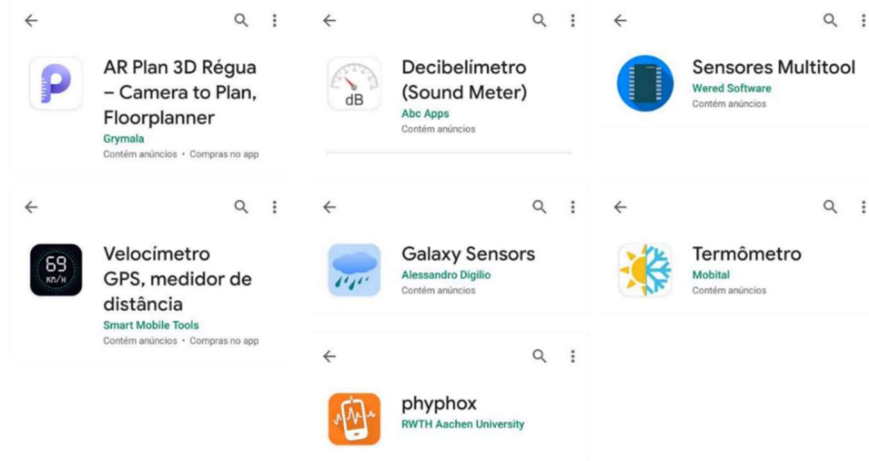


Figura 6: Aplicativos selecionados para a realização das medições.

Fonte: O autor.

A seguir são descritas as atividades propostas e o aplicativo selecionado para cada atividade. A folha contendo a definição de cada atividade, que foi entregue para os grupos, pode ser verificada nos Apêndices, Figura 15.

4.3.1 Comprimento, Área e Volume

A primeira atividade proposta utiliza o aplicativo *ARPlan 3D*, que é capaz de determinar distintos comprimentos e ainda, relacionar os comprimentos medidos para calcular derivações como a área e o volume de um ambiente. Com este aplicativo é possível criar ilustrações de plantas baixas e modelos tridimensionais a partir das medidas tomadas, ver Figura 7. Para o desenvolvimento, é cobrado que o grupo realize a medição do comprimento, da área e do volume de três ambientes distintos, não sendo exigido nenhum ambiente específico, ficando a critério do grupo definir quais serão estes lugares, bem como os procedimentos adotados para a realização da atividade.



Figura 7: Captura de tela de uma medição de teste no aplicativo *ARPlan 3D*.

Fonte: O autor.

4.3.2 Intensidade sonora

A segunda atividade proposta utiliza o aplicativo *Decibelímetro*, sendo ele capaz de mensurar a intensidade do som de um ambiente, utilizando o microfone presente nos *smartphones*. Para esta medição, o procedimento exigido é que sejam realizadas quatro medições distintas, sendo duas em locais que o grupo julgue ser silencioso e duas em locais barulhentos. Espera-se com isso, poder quantificar os valores de intensidade do som que são considerados incômodos, correlacionando-os a valores atribuídos a leis do silêncio existentes.

4.3.3 Transferência de dados, tensão e temperatura

A terceira atividade proposta utiliza o aplicativo *Sensores Multitool*, que abrange mais de um tipo de ferramenta de medição, ver Figura 8, apresentando dados obtidos por meio dos diferentes sensores presentes nos *smartphones* para relacionar às grandezas medidas. As aferições a serem feitas por meio deste aplicativo se dividiram em duas partes, uma obtendo os valores de tensão e de temperatura da bateria em

momentos distintos, e outra parte mensurando a velocidade de transferência de dados de um roteador Wi-Fi de diferentes lugares. Espera-se, que o aluno efetue as medições com cargas distintas na bateria, para verificar se há uma maior alteração da tensão da bateria, no mais, os procedimentos adotados pelo aluno partem de sua própria metodologia.

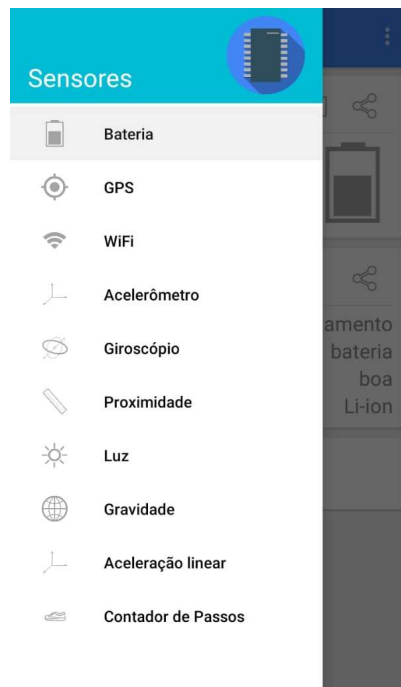


Figura 8: Captura de tela no aplicativo *Sensores Multitool*.

Fonte: O autor

4.3.4 Velocidade

A quarta atividade proposta utiliza o aplicativo *Velocímetro GPS*, o qual é capaz de medir a distância e a velocidade com que se desloca o aparelho telefônico. O aplicativo é capaz de fornecer a velocidade máxima e a velocidade média obtidas. Assim, no desenvolvimento da atividade, o aluno deve determinar ambas grandezas durante o trajeto percorrido de suas casas até a escola duas vezes, variando em cada uma, o caminho feito ou o veículo utilizado para transporte. A partir destas informações, espera-se que o aluno seja capaz, também, de estimar o tempo gasto em cada trajeto feito, utilizando os dados de distância e de velocidade média das medições, e relacionando-os à Equação (14).

$$v_m = \frac{\Delta S}{\Delta t} \quad (14)$$

onde v_m é a velocidade média, ΔS é a variação da distância e Δt é a variação do tempo. Logo, a partir da Equação (14) pode-se calcular o tempo como sendo a razão entre a variação da distância pela velocidade média, conforme a Equação (15)

$$\Delta t = \frac{\Delta S}{v_m} \quad (15)$$

Caso o grupo não tenha conhecimento da Equação (14), é possível, ainda, solicitar que meça o tempo por meio de um cronômetro para, posteriormente, ser apresentado ao cálculo da velocidade média.

4.3.5 Temperatura

A quinta atividade proposta utiliza os aplicativos *Galaxy Sensors* e *Termômetro*, onde ambos apresentam a temperatura ambiente, porém, o primeiro também obtém dados da umidade presente no local. Para esta atividade, é solicitado que o aluno obtenha a temperatura em dias distintos, por ambos aplicativos, e, por último, acesse algum site contendo as informações climáticas dos mesmos dias em que foram realizadas as medições. Com estes dados, o aluno poderá perceber as variações de resultados obtidos por diferentes instrumentos, relacionando-as a possíveis incertezas de cada meio utilizado para se obter as informações.

4.3.6 Iluminância

Tanto a sexta como a sétima atividade utilizam o aplicativo *Phyphox*, que, de modo similar ao *Sensores Multitool*, contém diversas ferramentas que quantificam as informações medidas pelos sensores contidos nos *smartphones*, ver Figura 9. Para ambas atividades, no entanto, se faz necessária apenas a utilização do sensor luz, o qual é capaz de medir a iluminância incidente na câmera do smartphone, onde um dos grupos deve medir a iluminância de um mesmo local em seis horários distintos do dia, enquanto o outro grupo mede a iluminância de seis locais distintos em um mesmo

horário do dia. A execução procedimental das duas medições, deve ser definida pelos próprios grupos, sendo esta uma parte relevante da atividade, pois, durante o processo de medição, são diversos os fatores que podem interferir nos dados obtidos, como, por exemplo, a presença ou não de luz artificial, o posicionamento da câmera em relação ao usuário do smartphone. Portanto, espera-se que o aluno seja capaz de perceber as interferências ligadas às medições e proceda de forma a minimizar os componentes que alterarão os valores da grandeza medida.



Figura 9: Captura de tela das ferramentas disponíveis no aplicativo *Phyphox*.

Fonte: O autor.

É fundamental que, ao realizar estas atividades, cada grupo esteja munido de algum material para anotações, pois, tanto os valores obtidos nas medições como os procedimentos adotados para cada atividade desenvolvida, serão importantes para o prosseguimento da sequência didática proposta por este trabalho.

4.4 Relatório de medições

Buscando um meio de avaliar o desenvolvimento das atividades, foi proposta a produção de um relatório, através do qual seria possível quantificar o aprendizado dos

grupos, além de incentivar a comunicação por meio da escrita, habilidade essa fundamental para o crescimento do indivíduo. Segundo Carvalho (2011):

Mas ciência não se faz só fazendo e relatando o que se fez. É necessário também aprender a escrever ciência. O diálogo e a escrita são atividades complementares, mas fundamentais nas aulas de ciência. Enquanto que o diálogo é importante para gerar, clarificar, compartilhar e distribuir ideias entre os alunos, o uso da escrita se apresenta como instrumento de aprendizagem que realça a construção pessoal do conhecimento (CARVALHO, 2011, p. 261-262).

Cada grupo fica responsável por transcrever as informações obtidas em um relatório após a realização das medições. No relatório proposto aos alunos consta os seguintes tópicos a serem preenchidos:

- Introdução - onde devem constar os objetivos do relatório, o nome do aplicativo utilizado e a grandeza a qual o aplicativo mede, juntamente com sua unidade de medida.
- Procedimento realizado - onde deve ser descrita a metodologia empregada, ou seja, cada grupo deve descrever, detalhadamente, de que maneira foram realizadas as medições com o aplicativo, transcrevendo todas informações que julgarem pertinentes à medição, eventos que podem interferir nos dados coletados, como o local, a data, o horário, o número de pessoas no ambiente, o manuseio do smartphone, entre outras possíveis situações presentes durante a obtenção dos dados.
- Resultados obtidos - onde deve ser apresentados os dados resultantes das medições feitas, ou seja, o valor da grandeza que o aplicativo mediu e sua unidade de medida, vinculando cada conjuntos de dados que se obteve à metodologia utilizada na medição.
- Conclusão - que possui caráter mais reflexivo, ao solicitar que o grupo relate: (1) sua conclusão a respeito das medições feitas, em relação a variações dos dados, possíveis interferências significativas nas medições, mudanças para obtenção de dados mais precisos, etc.; (2) sua conclusão quanto a relevância deste conhecimento sobre a grandeza medida e possíveis contribuições da atividade para sua vida.

Porém, para elucidar, aos grupos, a que este trabalho se propõe, no tópico “Introdução” já são expostos os objetivos do relatório que preencherão, onde são descritos os objetivos de: obter grandezas e unidades de medidas por meio de aplicativos de *smartphones* e avaliar a relevância destas informações.

Portanto, neste tópico, só se faz necessário a transcrição do aplicativo utilizado e a grandeza medida. Nos Apêndices, Figura 16, pode ser observada a folha de relatório a ser preenchida pelos alunos.

Além das orientações sobre a produção de um relatório, dadas no momento da solicitação desta atividade, um guia de instruções para o relatório pode ser entregue para cada grupo, com o intuito de nortear os alunos durante a construção de seus relatórios, contendo as informações que devem constar em cada tópico e alguns exemplos para os tópicos. Nos Apêndices, Figura 17, é apresentado o guia disponível para os alunos.

Como as atividades realizadas pelos grupos são distintas, o guia buscou apresentar instruções gerais para a produção do relatório, podendo diferir as informações relevantes para cada grupo.

Durante o período de produção dos relatórios, é esperado que ocorram acompanhamentos junto aos alunos, para orientações quanto à sua realização, intervenções estas que podem auxiliar os alunos a sanar eventuais dúvidas advindas dos dados obtidos e ao correlacionar os dados à metodologia empregada por cada grupo, bem como na transcrição de informações ditas pelos alunos para a escrita.

Com base nos relatórios entregues, deve ser possível observar o desenvolvimento dos alunos com relação à compreensão das unidades de cada grandeza física trabalhada, suas habilidades em trabalhos com cunho investigativo e suas concepções sobre a relevância do conteúdo abordado.

É importante ressaltar que a estrutura metodológica proposta para o segundo encontro, ao incorporar o relatório, está relacionada ao terceiro momento pedagógico, compondo um caráter avaliativo dos conteúdos formalizados e da aplicação destes conhecimentos.

4.5 Finalização

Por fim, após recolher, analisar e corrigir os relatórios recebidos, um último encontro com a turma servirá para a sintetização e discussão geral das conclusões obtidas por cada grupo.

Neste momento, é possível expor, aos alunos, algumas das utilizações de cada uma das informações mensuradas por eles, explicitando a necessidade do correto entendimento do significado da grandeza física medida, bem como a identificação do fenômeno físico envolvido. Todavia, para facilitar a compreensão da grandeza física medida, muitas vezes é possível retornar à análise das unidades de medida de cada uma destas grandezas, verificando a composição de sua unidade de medida conforme as unidades de base do SI.

Discutidas as considerações, os relatórios corrigidos serão entregues novamente aos grupos para realizar os ajustes e alterações necessários para o encerramento da atividade.

Com a finalização deste trabalho, é esperado que a os alunos percebam a relevância da correta compreensão de cada grandeza física e suas unidades de medida, tanto para ampliar o seu conhecimento do mundo que os cerca quanto para auxiliar o seu desenvolvimento em sala de aula e suas aplicações para compreensão dos mais variados exercícios que estarão presentes nos seus estudos em sala de aula.

5 APLICAÇÃO E RESULTADOS DO TRABALHO

A aplicação foi realizada na escola estadual Professor Bernardino Querido de Ensino Médio na cidade de Taubaté, contendo cinco turmas do 1º ano, três turmas do 2º ano e três turmas do 3º ano, no período da manhã. Toda a aplicação ocorreu em conjunto com a realização do estágio obrigatório para o curso de Licenciatura em Matemática da Universidade de Taubaté.

Foi combinado com os professores que a avaliação diagnóstica não contabilizaria nota para os alunos, pois apenas busca verificar os conhecimentos prévios deles. Entretanto, para estimular a execução das atividades, foi proposto pelos professores que a entrega do relatório contabilizaria 10% da nota bimestral dos alunos.

Para a seleção das turmas a serem trabalhadas, cabe descrever, a seguir, algumas considerações que foram levadas em conta, onde foram analisados os currículos propostos para cada ano do Ensino Médio nas áreas de Matemática e de Física.

Ao ingressar no 1º ano do Ensino Médio, o aluno se depara com um professor específico para a disciplina de Física, não mais sendo o professor de Ciências que ministra tais conteúdos em paralelo à Química e à Biologia. Logo, é comum que os professores de Física apresentem, como conteúdo inicial, os objetivos do estudo da Física, definindo-a e expondo algumas das vertentes as quais serão trabalhadas futuramente em sala, bem como tabelando as grandezas e suas unidades de medida que serão utilizadas, e listando os prefixos para os múltiplos e submúltiplos de cada uma das unidades. Portanto, a aplicação proposta, pode ser feita em conjunto aos conteúdos iniciais do Ensino Médio para introduzir as informações pertinentes à Física acerca da diversidade de grandezas presentes nos temas que serão trabalhados com o aluno ao longo desta etapa escolar, relacionando-as às padronizações existentes, em especial o SI.

Já no 3º ano do Ensino Médio, é esperado que o aluno possua um maior acervo de conhecimentos, pois, considerando que já passou por mais etapas do ensino, conclui-se que há um maior contato em sala de aula com as grandezas física existentes. Analogamente, é esperado que este público possua um maior domínio de recursos matemáticos para a resolução de problemas e exercícios. Por fim, devido a

sua idade mais elevada, também há a possibilidade de possuírem um maior contato com diferentes áreas, possuindo empregos e/ou cursos profissionalizantes.

Portanto, a partir destas concepções, considerou-se mais adequada a aplicação deste trabalho apenas para as turmas dos 1º e 3º anos.

5.1 Aplicação do questionário

Na data prevista para aplicação do questionário, foram acompanhados três professores distintos, abrangendo algumas das salas desejadas para a aplicação do trabalho. Na Tabela 10 são apresentadas: as salas em que a avaliação foi feita; o professor que estava presente no momento da aplicação; e o número de alunos que responderam o questionário (este número não representa a totalidade de alunos matriculados em cada uma das turmas).

Tabela 10: Aplicação da avaliação diagnóstica.

Professor(a)	Aula	Sala	Nº de alunos
Professor de Física	1ª - 07h00 – 07h50	3º ano B	12
Professor de Matemática	2ª - 07h50 – 08h40	1º ano D	21
	3ª - 08h40 – 09h30	3º ano C	21
	4ª - 09h50 – 10h40	3º ano A	10
Professora de Química	5ª - 10h40 – 11h30	1º ano A	18

Fonte: O autor.

Como o questionário foi elaborado para avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema a ser trabalhado, o esperado para a sua aplicação era de que, ao entrar na sala, junto com o professor, dever-se-ia explicar para os alunos que o questionário faria parte de um trabalho de graduação, servindo para obter algumas informações sobre a turma, e para poder conhecê-los e verificar quais conhecimentos sobre o assunto eles detinham, bem como quais as dificuldades na compreensão do que estava presente nas questões. Na sequência, dever-se-ia entregar os questionários para preencherem individualmente, apenas conceituando grandeza física como aquilo que pode ser mensurado e unidade de medida como um referencial

para uma quantidade específica de uma grandeza medida (BIPM, 2019), sem maiores detalhes para estas informações.

No entanto, na primeira sala de aplicação do questionário, após dois alunos relatarem que não sabiam o que eram grandezas e unidades de medida, o professor de Física, que estava acompanhando a aplicação da atividade, lançou algumas exemplificações para os alunos, do tipo: “a sua altura, você mede em...”, “se formos medir a mesa, o que estamos medindo?” e “a régua mede o que?”. Conforme os alunos completavam a resposta do professor, este assentia com a cabeça, confirmando, para o aluno, que sua resposta estava correta.

Logo, para poder analisar os dados dos questionários de maneira mais coerente, havendo o mesmo comparativo para todas as salas, ou seja, com os alunos dispondo das mesmas informações para responderem a avaliação, nas demais salas foram passadas as mesmas exemplificações dadas pelo professor para a primeira turma, porém, apenas foram feitas estas três exemplificações citadas, não respondendo ao aluno se sua resposta estava correta.

Cabe destacar que nas turmas 3º ano C e 1º ano A, após o recolhimento das folhas respondidas, alguns grupos de alunos questionaram sobre a resposta correta das questões de múltipla escolha, então foi apontada a alternativa correta e feita uma breve explicação de quais meios poderiam ser adotados para se chegar à resposta.

5.1.1 Análise dos Questionários

Foram analisados 82 questionários no total, sendo 39 das turmas de 1º ano e 42 das turmas de 3º ano. Buscou-se fazer uma análise quantitativa dos resultados obtidos, portanto, as respostas foram avaliadas e tabeladas segundo critérios que são descritos na Tabela 11.

Cabe ressaltar que este questionário foi aplicado com o objetivo de verificar o conhecimento prévio dos alunos quanto às grandezas e unidades. Portanto, mesmo o tema estando relacionado com outros conteúdos presentes no currículo do Ensino Médio, não necessariamente é abordado com o enfoque dado no questionário.

Sobre o tópico “questões abertas”, estas questões foram avaliadas em satisfatória, parcialmente satisfatória e insatisfatória, onde o critério para a avaliação de cada uma das questões foi feito de maneira específica, com exceção das respostas

deixadas em branco, as quais foram consideradas como não respondidas. Estes critérios são apresentados a seguir.

Tabela 11: Critérios de avaliação do questionário.

Questão	Critérios avaliados		
	Satisfatória	Parcialmente satisfatória	Insatisfatória
1 ^a	Remeter à ideia de classificar, padronizar ou quantificar uma grandeza.	Exemplificar as unidades.	Não condizer com o tema.
2 ^a	Conter ao menos uma grandeza e sua unidade de medida.	Conter apenas grandeza ou unidade de medida.	Não condizer com o tema.
3 ^a	Convergir para a definição de padronização.	Justificar sua resposta baseado em conhecimento geral.	Não condizer com o tema.
4 ^a	Conter exemplificações e as grandezas ou unidades relacionadas.	Conter apenas exemplos, grandezas ou unidades.	Não ser possível identificar a grandeza ou unidade de medida referida.
5 ^a	Conter apenas grandezas ou unidades de base do SI.	Conter grandezas ou unidades de base e derivadas do SI.	Conter apenas grandezas ou unidades derivadas do SI.
6 ^a	Conter apenas grandezas ou unidades derivadas do SI.	Conter grandezas ou unidades de base e derivadas do SI.	Conter apenas grandezas ou unidades de base do SI.

Fonte: O autor.

A seguir são transcritas algumas das respostas dadas pelos alunos, seguidas de breves observações gerais sobre as respostas de cada questão.

5.1.1.1 Primeira questão

O que são unidades de medida?

Tabela 12 – Respostas dadas à primeira questão.

<i>“centímetro, metros, quilômetro, segundo, minuto.”</i>
<i>“senso usado para medir algo em questão.”</i>
<i>“é uma forma de classificar e diferenciar tipos de peso, distância, velocidade, entre outros.”</i>
<i>“tudo que nós usamos para medir.”</i>
<i>“são todas unidades usadas para medir algo.”</i>

Fonte: O autor.

De modo geral, as respostas convergiam para uma concepção da realização de uma medição, com exemplificações de unidades de medida existentes. Portanto, os alunos apresentaram certo conhecimento acerca do que são unidades de medida, porém não bem definido este conhecimento, o que já era esperado, dada a pergunta requerer uma definição específica e formalizada.

5.1.1.2 Segunda questão

Cite as grandezas e unidades de medida que você conhece:

Tabela 13 – Respostas dadas à segunda questão.

<i>“metros, centímetros, milímetros, quilômetros.”</i>
<i>“quilômetros, kilos, metros, centímetros, gramas, polegadas e milímetros.”</i>
<i>“quilômetros, centímetro, litro, mililitros, polegadas, gramas, quilogramas, segundos, minutos.”</i>
<i>“milímetro, centímetro, metro, km/h, kg, grama, polegada, newton, ampere, watts, volts.”</i>
<i>“Comprimento, massa, temperatura, tempo, volume, força, etc.”</i>

Fonte: O autor.

Nesta questão, apesar de ainda conter questionários não respondidos, não houve nenhuma resposta incorreta, ou seja, todos sabiam dar exemplos de grandezas ou de unidades de medida. Houve uma grande amostragem de respostas que apenas enumeravam múltiplos e submúltiplos do comprimento, sem citar outras grandezas, o que pode ser decorrente das exemplificações feitas durante a aplicação ou decorrente da maior proximidade cotidiana do aluno com estas unidades de medida. No entanto, a grande maioria se focou em apenas um dos itens, não pontuando a relação existente entre uma grandeza e sua dimensão. Portanto, a necessidade de relacionar grandeza à sua unidade de medida, poderia ser melhor evidenciada no enunciado da questão.

5.1.1.3 Terceira questão

No seu entendimento, é relevante a existência de um Sistema Internacional de Unidades? Justifique.

Tabela 14 – Respostas dadas à terceira questão.

“Sim, pois facilita a construção e qualquer outra coisa que precisa ser certinha.”

“Sim, pois tendo um sistema de unidades internacional, é possível facilitar o cotidiano dos países e compartilhar o conhecimento.”

“Sim, porque sem as unidades de medida não seríamos capazes de saber comprimento de algo e até mesmo a temperatura.”

“Sim, para saber peso, gramas, metros e etc.”

“Sim, pois é algo necessário para um melhor aprendizado.”

“Não, pois vamos usar em todo lugar e pode confundir.”

Fonte: O autor.

Embora esta questão exprima uma opinião dos alunos, os critérios definidos partem tanto da resposta afirmativa quanto da negativa, sendo considerada satisfatória quando a resposta convergia para a ideia de padronização, parcialmente satisfatória quando a justificativa dada era baseada no assunto tratado e insatisfatória quando a resposta não se relacionava com o tema ou não pôde ser compreendida a intenção da justificativa.

Apesar da falta de formalidade na escrita de alguns alunos, estes já demonstram certa concepção acerca da finalidade do SI, pois houve um número

elevado de alunos que descreveram sua relevância devido à sua utilização como meio facilitador da compreensão de informações presentes em suas vidas, sendo estas também avaliadas como satisfatórias, visto que essa facilidade é advinda da padronização. Todavia ainda se faz necessário consolidar estes conhecimentos demonstrados pelos estudantes.

5.1.1.4 Quarta questão

Cite exemplos de onde algumas das unidades de medida são utilizadas no seu cotidiano.

Tabela 15 – Respostas dadas à quarta questão.

“Velocidade de um carro em quilômetro por hora, régua, a altura de um prédio, uma casa.”

“Para fazer comida, por exemplo.”

“Litro, ml, centímetro, metros, etc.”

“horas, quilômetro, peso, etc.”

“No cálculo de gramas/kilo em uma feira, os quilômetros percorridos em uma corrida de carro ou em uma caminhada”

“Medir gramas, kilos de carne. Medir meu metro, meu peso.”

“Milímetro – medir peças feitas no senai. Km/h – velocidade na bicicleta. Newton – força aplicada em uma viga por exemplo. Ampere – medir a corrente de um circuito elétrico.”

Fonte: O autor.

Nesta questão pode-se observar que parte dos alunos já possui a percepção da relação entre as grandezas físicas e seu cotidiano, inclusive contendo respostas onde foram utilizadas grandezas derivadas como a força, dada em newton. Porém, a grandeza majoritariamente presente nas respostas foi a massa, diferentemente da segunda questão, onde a grandeza que esteve mais presente foi o comprimento.

Inicialmente, esta questão foi pensada como tendo uma maior relevância em relação às demais questões, tendo em vista que este trabalho prioriza a aproximação da realidade da sala de aula à vivência do aluno, expondo as grandezas e unidades de medida padronizadas pelo SI que estão continuamente ligadas ao dia-a-dia do

estudante. Logo, o fato de uma boa parcela dos alunos já possuir boas concepções, iniciais, sobre esta conexão entre sala de aula e cotidiano, é um fator positivo que permite a exploração dos conteúdos por meio de maiores exemplificações a partir das respostas obtidas nos questionários.

5.1.1.5 Quinta e Sexta questões:

Para finalizar, na Tabela 16 as duas últimas questões são transcritas em conjunto, para que possa ser avaliada a distinção feita entre os alunos acerca do que são as unidades de base e suas derivadas, portanto, são apresentadas as respostas destas questões dadas por um mesmo estudante.

Quinta questão: Quais dessas são grandezas e unidades de base do Sistema Internacional de Unidades?

Sexta questão: Quais grandezas e unidades podem ser encontradas a partir destas unidades de base?

Tabela 16 – Respostas dadas para a quinta e sexta perguntas.

Quinta questão	Sexta questão
<i>“c/s, k/h, metro quadrado.”</i>	<i>“metro quadrado, centímetro.”</i>
<i>“tempo, segundo, massa, quilograma.”</i>	<i>“relógios e balanças.”</i>
<i>“comprimento (m), volume (L).”</i>	<i>“mm, cm, dc, dm, hm, km, ml.”</i>
<i>“m, cm, mm.”</i>	<i>“m², m³, cm², cm³.”</i>
<i>“horas, minutos, segundos.”</i>	<i>“Com tempo e distância você pode medir velocidade.”</i>
<i>“l, ml.”</i>	<i>“km, cm, l, ml, metros.”</i>

Fonte: O autor.

A sexta questão obteve maiores resultados satisfatórios que parcialmente satisfatórios devido ao fato de possuir uma maior abrangência de respostas, não necessitando de apenas sete respostas possíveis para grandeza e unidade de medida, como é requerido na quinta questão, e, analogamente, a quinta questão obteve maiores resultados parcialmente satisfatórios.

Foi possível observar ainda que, em alguns casos, o aluno conhece a grandeza que é definida como base do SI, entretanto cita diversas unidades desta mesma grandeza, demonstrando o não conhecimento acerca da padronização existente.

Estas questões foram as que obtiveram o maior índice de respostas não respondidas, sendo por vezes deixadas ambas questões em branco ou apenas a sexta questão.

5.1.1.6 Avaliação Geral:

A partir da compilação das respostas dos alunos para cada critério definido, conforme descrito anteriormente, foi possível fazer uma análise quantitativa dos questionários. Nas Figuras 10 e 11 são apresentados os gráficos com os dados obtidos do tópico de questões abertas para as turmas 1º ano e 3º ano respectivamente, onde, o eixo vertical representa o número de alunos e o eixo horizontal o critério avaliado para cada uma das questões.

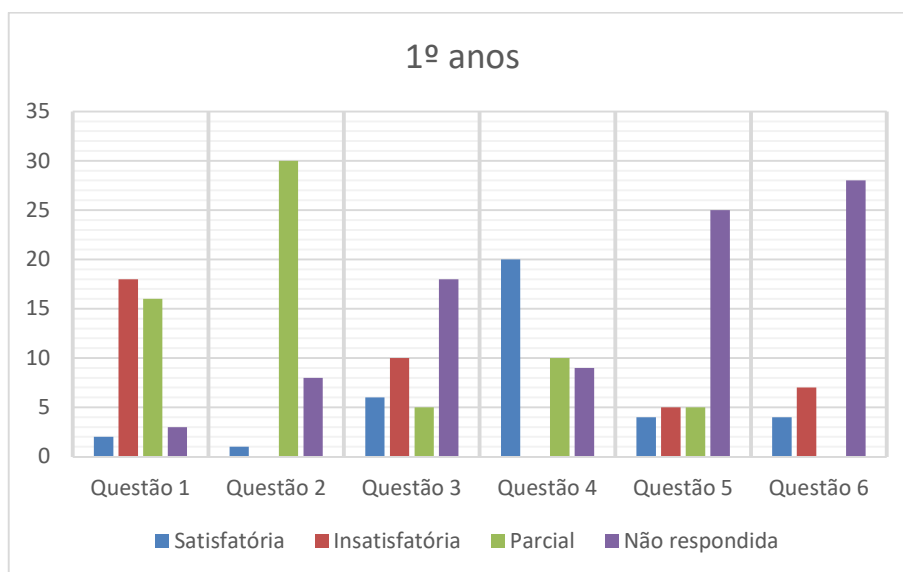


Figura 10: Gráfico das respostas das questões abertas para os 1º anos.

Fonte: O autor.

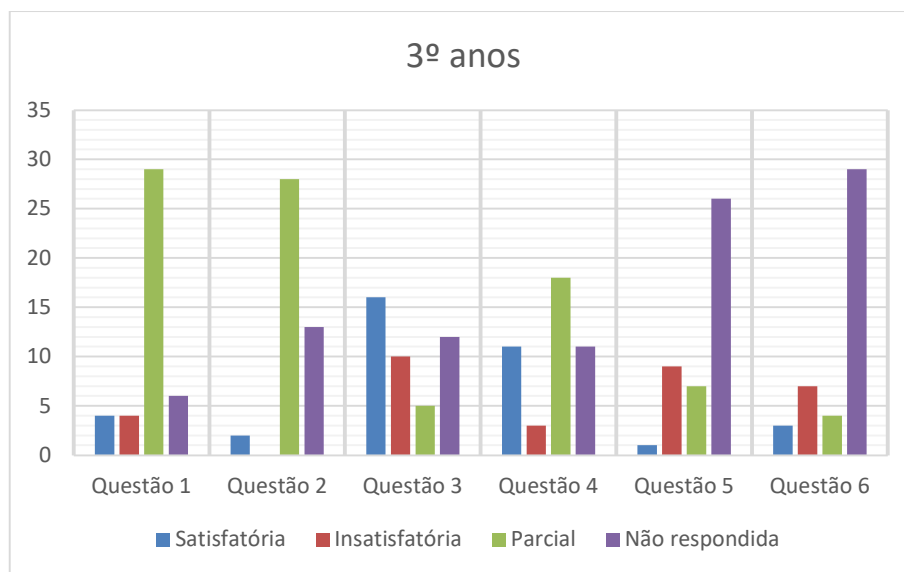


Figura 11: Gráfico das respostas das questões abertas para os 3º anos.

Fonte: O autor

Nestes gráficos, observa-se que, há poucas disparidades entre as turmas de 1º e 3º anos, com respostas satisfatórias mais presentes nas questões 3 e 4, e com uma grande quantidade de alunos não responderam as duas últimas questões. Na primeira questão, no entanto, o 1º ano apresentou uma maior amostragem de respostas insatisfatórias.

5.1.1.7 Múltipla escolha:

Para o tópico “avaliação diagnóstica”, a discriminação das respostas foi feita de forma dicotômica, apenas em correto ou incorreto. As respostas específicas dadas pelos alunos, ou seja, em relação à alternativa assinalada, podem ser observadas nos Apêndices, Figuras 18 e 19. Nas Figuras 12 e 13 são apresentados os gráficos das respostas para os 1º e 3º anos respectivamente.

Nestes gráficos observa-se uma baixa porcentagem de acertos, onde, com exceção da quarta questão para os 3º anos, em todas as questões as turmas obtiveram menos de 40% de respostas corretas.

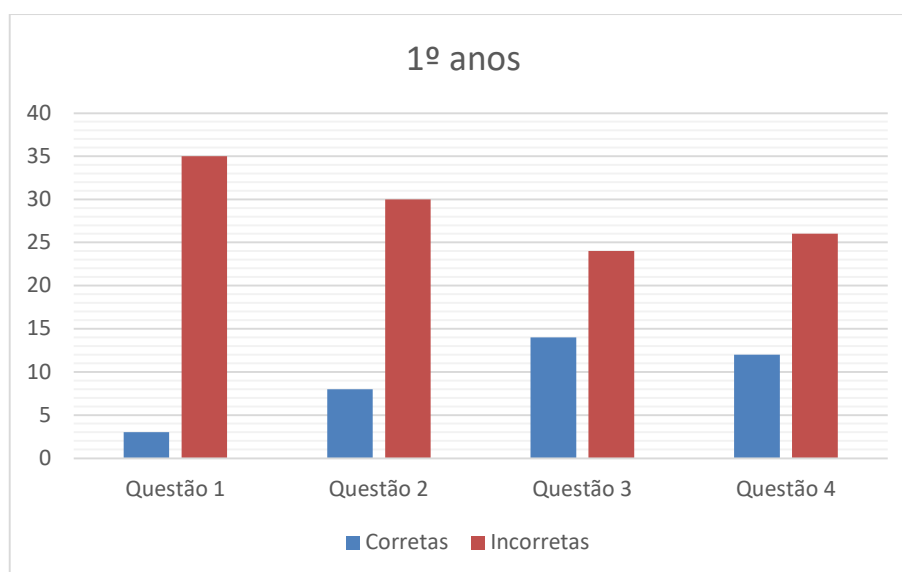


Figura 12: Gráfico das respostas da avaliação diagnóstica para os 1º anos.

Fonte: O autor.

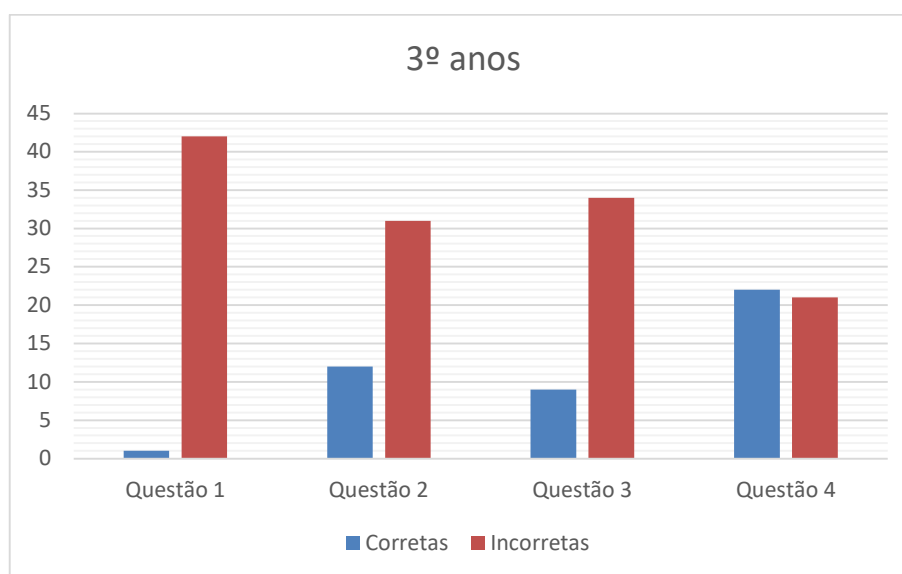


Figura 13: Gráfico das respostas da avaliação diagnóstica para os 3º anos.

Fonte: O autor.

5.1.2 Conclusões

Considerando que esta foi uma avaliação dos conhecimentos prévios da turma, os dados coletados trazem informações significativas, pois pôde ser observado que os alunos estão conscientes de onde são utilizadas determinadas unidades, munidos de exemplos particulares atribuídos a empregos e cursos, parte deles foram capazes

de expor grandezas além das esperadas, como “força” e “corrente”, e pôde ser constatada algumas dificuldades presentes.

Em especial no tópico de “questões abertas”, para as questões um, dois e cinco, Figuras 10 e 11, o pequeno e o grande número de respostas satisfatórias e parcialmente satisfatórias, respectivamente, demonstram que os estudantes possuem determinados conhecimentos sobre o tema, porém não há um completo domínio do assunto, requerendo maiores formalidades e definições bem compreendidas.

Um possível meio para melhor quantificar tais compreensões seria incluir uma questão que permita aos alunos fazer uma distinção entre grandezas e unidades de medida.

Cabe lembrar que não foi possível quantificar, nos gráficos, a influência da exemplificação inicial exposta aos alunos em função do professor presente durante a coleta de dados na primeira turma e, conseqüentemente, da exemplificação feita nas salas posteriores. Este ocorrido poderia ser minimizado com a inserção de um exemplo de grandeza e unidade de medida no próprio questionário, e solicitando que fossem citadas outras grandezas.

Por fim, os baixos índices no tópico “avaliação diagnóstica”, evidenciam o desconhecimento dos recursos matemáticos que podem ser utilizados para a identificação das grandezas e unidades de medida durante a resolução de problemas.

5.2 Aula ministrada

Devido ao cronograma dos professores e das turmas as quais foram aplicados os questionários, apenas foi dada continuidade da atividade para três delas, sendo elas o 1º ano A, o 3º ano B e o 3º ano C.

Conforme já estabelecido, este segundo encontro seguiu os moldes propostos para a estruturação dos 3MP, adequando-se aos objetivos deste trabalho, em consonância aos resultados obtidos na avaliação diagnóstica inicial.

O desenvolvimento da aula se deu basicamente conforme o planejado, seguindo a metodologia descrita na Seção 4.2, com a duração de uma hora/aula. Nas três salas foi possível fazer a mesma abordagem do tema, diferindo em apenas alguns detalhes. Nos 3º anos, o conteúdo das aulas de Física era sobre elétrica, logo, muitas das grandezas elencadas pelos alunos condiziam com este conteúdo, como corrente e tensão. Enquanto no 1º ano, as grandezas “força” e “velocidade” se destacaram,

além de estarem trabalhando com propriedades da potenciação na disciplina de Matemática, o que facilitou ao introduzir algumas operações entre as unidades, como a questão presente no questionário sobre a grandeza a qual possui a unidade em anos-luz e a escrita da unidade de velocidade com expoente negativo para a grandeza “tempo”.

Como observado nos questionários, um ponto importante onde se buscou dar um maior enfoque foi na distinção entre o que é a grandeza e o que é a unidade de medida, tomando como base as definições presentes no Vocabulário Internacional de Medidas (INMETRO, 2012), porém simplificando a linguagem para as turmas.

Embora tenham sido obtidos baixos índices no tópico “avaliação diagnóstica” do questionário, os recursos algébricos necessários para a resolução de exercícios não foram profundamente abordados, apenas sendo exposto aos alunos a possibilidade da realização da análise das unidades para compreender a grandeza a qual se está trabalhando, recorrendo à explicação dos dois primeiros exercícios deste tópico do questionário prévio.

Até a finalização do momento de formalização dos conteúdos, apesar da participação nas discussões ocorridas, as turmas aparentavam certa apatia, entretanto, ao expor a atividade e entregar o papel contendo a medição proposta a ser realizada, rapidamente alguns grupos pegaram seus *smartphones* e buscaram o aplicativo para poder melhor compreender suas atividades. Embora a função dos aplicativos tenha sido exposta aos alunos, não foi possível explorar a operacionalidade de cada um, logo, foi combinado que os grupos deveriam baixar os aplicativos, ler a atividade proposta e, caso houvesse alguma dúvida, deveriam buscar orientação nas próximas aulas ou nos intervalos de aula.

Nas três salas, as turmas foram separadas em grupos de até 5 alunos, totalizando 7 grupos por sala e sendo entregue aleatoriamente uma atividade de medição, Figura 15 dos Apêndices, conforme previsto na Seção 4.3, para cada um destes grupos. No total foram entregues vinte e uma atividades para as três turmas.

Por fim, após explicar a função de um relatório e como deveriam ser preenchidos os campos, marcada a data de entrega dos relatórios para duas semanas após este segundo encontro, tempo este que deveriam ser realizadas as medições, feitas as orientações e produzidos os relatórios.

5.3 Orientações dadas

Ainda que as orientações tenham sido breves, através delas é possível sintetizar as dúvidas decorrentes das atividades, tanto para a transcrição neste trabalho quanto para posteriores correções e melhores esclarecimentos numa possível reexecução das atividades.

Acerca da realização das medições, as orientações requeridas pelos grupos se deram majoritariamente por questionamentos dos procedimentos metodológicos que poderiam ser empregados para a coleta dos dados, ou seja, buscavam verificar se a forma como estavam planejando realizar as medições estaria correta. Como a elaboração das hipóteses para a medição fazia parte do processo de investigação, foram orientados a seguir os procedimentos determinados, apenas solicitando que registrassem fielmente e com detalhes cada passo adotado e informações que julgassem relevantes, de fatores que poderiam ter interferido nas medições.

Era esperado que houvesse questionamentos sobre as grandezas e unidades das medições que estavam sendo realizadas, entretanto, apenas um grupo trouxe tais questionamentos, especulando qual seria a grandeza medida na taxa de transferência de dados do Wi-Fi, conforme a terceira atividade descrita na Seção 4.3.3, e, conseqüentemente, buscaram compreender sua unidade de medida de Mbps. Para esclarecer a grandeza medida, bastou questioná-los novamente sobre o que estavam medindo, e, com pouca confiança os próprios alunos se questionaram se a velocidade do Wi-Fi era a grandeza medida, onde só foi necessário assentir com a cabeça. Já para esclarecer a unidade de medida, foi necessário apresentá-los às unidades de dados como o bit e o byte, para conceituar esta velocidade como megabits por segundo, e estabelecer a relação de uma quantidade de dados por uma variação do tempo, de forma análoga à velocidade já conhecida pelos alunos.

As demais orientações se deram apenas sobre a estruturação do relatório e como preencher corretamente cada um dos campos solicitados.

5.4 Relatórios produzidos

Infelizmente, mesmo com este relatório compondo 10% da nota bimestral dos alunos, das vinte e uma atividades propostas, apenas oito foram entregues, sendo quatro do 1º ano A, três do 3º ano B e uma do 3º ano C.

Para avaliar os relatórios quantitativamente, foram determinados critérios para cada um dos campos, discriminando-os em satisfatório, parcialmente satisfatório e insatisfatório, bem como as respostas da avaliação diagnóstica inicial. Na Tabela 17 são descritos os critérios avaliados em cada campo para correção dos relatórios.

Tabela 17 – Critérios avaliados nos relatórios.

Campo	Critérios avaliados		
	Satisfatória	Parcialmente satisfatória	Insatisfatória
Introdução	Conter a grandeza e sua unidade corretamente descritas.	Conter apenas a grandeza ou a unidade de medida.	Não conter nenhuma grandeza descrita.
Procedimento realizado	Apresentar uma descrição detalhada do procedimento adotado, distinguindo as medições realizadas.	Apresentar uma descrição sem a distinção de cada uma das medições realizadas.	Não conter uma descrição dos procedimentos.
Resultados obtidos	Apresentar a relação entre a metodologia aplicada e as grandezas e unidades de medida obtidas nas medições.	Apresentar apenas os valores obtidos ou não constar a unidade de medida.	Apresentar informações que não condizem com as medições.
Conclusão	Apresentar as conclusões condizentes com os dados obtidos e a descrição de algum outro uso aonde estas informações poderiam ser empregadas em suas vidas.	Apresentar apenas as conclusões das medições e não constar as possíveis utilizações destas informações.	Apresentar conclusões que não condizem com os dados obtidos.

Fonte: O autor.

Em síntese, na introdução e nos resultados, foi possível observar como foram transcritas as informações das grandezas e unidades de medida, analisando a correta escrita dos valores medidos, o que pode ser de grande auxílio para a melhor compreensão do fenômeno estudado ao se realizar uma medição. Nestes campos, parte dos relatórios continham as informações transcritas corretamente, parte apenas a grandeza ou a unidade de medida eram descritas, porém, em um dos trabalhos, foi citada como grandeza a bateria do celular, sendo que a resposta correta seria a tensão da bateria do celular.

A consolidação da formulação de hipóteses e processo de investigação discutidos durante as orientações, pôde ser observada nas transcrições feitas na parte procedimental dos relatórios. Como este campo possuía um caráter menos regrado, as metodologias se diferiram consideravelmente para cada grupo. No entanto, cabe salientar que a maioria dos grupos elencou as características do ambiente que poderiam influenciar nos resultados, como por exemplo, citar o horário do dia para as medições de iluminância, citar a carga da bateria para as medições de tensão, informações essas que auxiliam na elaboração das conclusões.

Já na conclusão, percebeu-se a capacidade de interpretação de dados por parte dos alunos, onde alguns grupos identificaram e descreveram a tendência dos dados e as justificativas para alguns dados coletados que não condiziam com o esperado, como a interferência de lâmpadas ao se obter uma maior iluminância em um local fechado do que em um local aberto.

Logo, com base nos critérios descritos na Tabela 17, foi feita a correção dos relatórios entregues pelos grupos. Na Figura 14 são apresentados os resultados tabulados.

Na conclusão, nenhuma resposta foi avaliada como “satisfatória”, pois os grupos não descreveram situações distintas aonde as informações coletadas poderiam ser uteis, fazendo apenas a conclusão das medições realizadas.

Embora falte formalidade para redigir relatórios, estes exprimem a capacidade dos alunos de realizarem este tipo de atividade investigativa.

Aqui, não se espera traçar um comparativo entre os conhecimentos prévios dos alunos na avaliação diagnóstica e os resultados obtidos dos relatórios, pois, mesmo que sejam conteúdos os quais estão intrínsecos a outras temas, seria injusto comparar um dado prévio aonde o aluno não estudou tal conteúdo, com dados obtidos logo após a explicação das definições de cada objeto de estudo trabalhado, seguidos de

orientações para ampliar os conhecimentos do aluno. Portanto, a abordagem final deste trabalho se preocupou em familiarizar o aluno com as diversas padronizações estabelecidas e verificar quão benéfica e significativa poderia ter sido esta familiarização para ressignificar a forma de se compreender o mundo que os cerca, através da compreensão dos fenômenos físicos mensuráveis presentes em seu cotidiano.

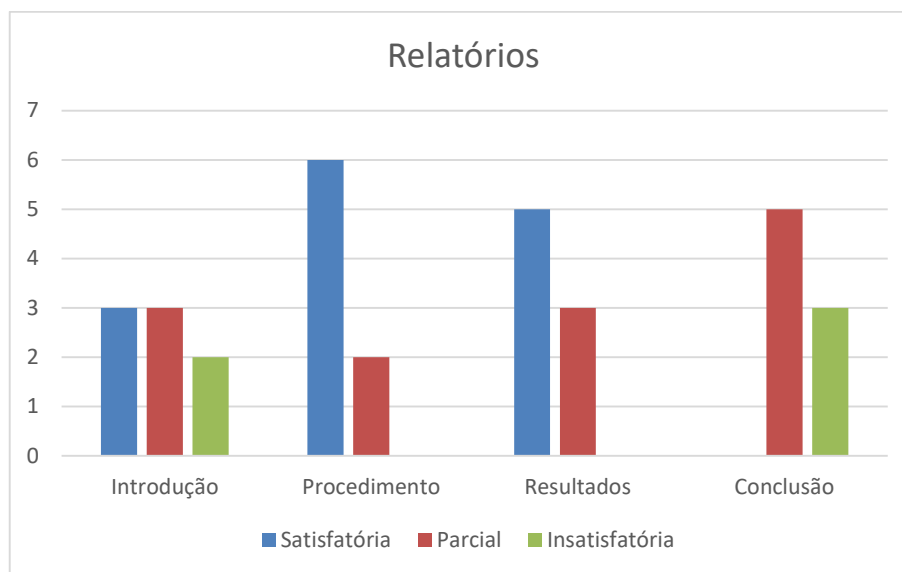


Figura 14: Gráfico da avaliação dos relatórios.

Fonte: O autor.

5.5 Finalização

Ao finalizar a análise dos relatórios produzidos, era esperado ocorrer um último encontro com as três turmas para a devolução dos relatórios para conferir as correções e sugestões propostas, bem como promover uma discussão final ao expor as conclusões descritas por cada grupo e acrescentar as orientações necessárias.

Entretanto, devido à proximidade da data de realização das provas bimestrais dos alunos, não foi possível agendar este último encontro com as turmas nas aulas acompanhadas. Assim, devido a isto, as discussões finais foram feitas de forma particular para cada grupo, de modo que, após corrigir cada relatório, era feita uma roda de conversa com o grupo para discutir sobre a atividade proposta. Este modo foi adotado pois, embora não tenha sido possível quantificar estas discussões finais e expô-las à toda sala, ainda houve a possibilidade de esclarecer as indagações finais

dos grupos e apresentar a eles as correções e sugestões feitas para suas atividades, buscando estabelecer a comparação dos dados coletados com as unidades de base definidas no SI.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Voltando-se à finalidade deste trabalho, entorno da busca de uma abordagem que proporcionasse clareza sobre o conteúdo de grandezas e medidas, e analisando esta abordagem feita com metodologias investigativas, por meio da realização de medições para o desenvolvimento das atividades e da produção dos relatórios, pode-se afirmar que, conforme os relatórios foram sendo avaliados, percebia-se os frutos positivos da realização das medições para a compreensão da grandeza medida e da correta utilização das unidades do SI, e mesmo onde se apresentou falha nesta compreensão, como onde o grupo deveria citar a tensão da bateria do celular, mas foi citada como grandeza a própria bateria, pôde-se fazer intermediações, para compreender o modo de pensar do aluno e expor os conhecimentos cientificamente corretos, e, portanto, se apresentando como uma abordagem válida para se ministrar aulas nesta temática de introdução ao SI.

Conforme apresentado nos resultados da avaliação diagnóstica, Figuras 12 e 13, um número muito baixo de estudantes respondeu corretamente as questões propostas, e, durante a aula ministrada, foi perceptível que a breve apresentação da análise de unidades não entusiasmou a turma, possuindo um caráter tradicional de aula e não sendo completamente discutida devido a quantidade de conteúdos já apresentados na aula. Logo, tais recursos algébricos, poderiam ser empregados posteriormente à execução da atividade de medições realizada, permitindo uma abordagem mais aprofundada e possibilitando seguir-se da aplicação destes recursos para a resolução de exercícios.

Posteriormente à aplicação da metodologia proposta por este trabalho, conforme atividades relacionadas ao SI forem trabalhadas com as turmas e a apresentação de mais grandezas presentes em suas vidas for feita, mais claro deve se tornar a concepção dos alunos sobre as grandezas, facilitando a distinção entre grandezas e entre grandeza e unidade de medida, e quais relações estes conteúdos possuem com seus cotidianos. Nas conclusões descritas nos relatórios, por exemplo, a relação feita entre os dados obtidos nas medições e as influências externas sofridas durante a coleta dos dados, evidencia a compreensão de quais grandezas interagem entre si, e causa essas perturbações nas medições.

Entretanto, um ponto alarmante que não foi questionado, nem quantificado, circunda as razões pela qual um número tão baixo de alunos se dispôs a realizar a atividade, mesmo compondo parte da nota bimestral da disciplina de Matemática. Aqueles que participaram, confirmaram a fácil execução que demandava a atividade, possuindo pequenas dificuldades apenas na produção do relatório, o que, em sua maioria, se deu devido ao pouco contato com atividades que estimulassem o uso da comunicação escrita para transmissão de pensamentos, de maneira formalizada. Porém aqueles que não realizaram a atividade, não argumentaram sobre os motivos, apenas não o fizeram, demonstrando, possivelmente, um desinteresse com o estudo em si.

A realização de medições, como uma proposta introdutória de grandezas e medidas, buscou expor ao aluno algumas situações em que estas grandezas poderiam estar situadas em seu cotidiano, e, num panorama geral, os alunos que realizaram a atividade, tiveram maior compreensão destas relações que podem ser feitas entre o conteúdo e sua vida. Uma outra forma de abordar estas medições, seria separando cada uma delas nos seus temas, como é feito na Seção 4.3, pela descrição dos aplicativos, e utilizando cada aplicativo particular, durante as aulas que trabalhem cada um destes temas aos quais os aplicativos podem ser empregados. Da mesma forma, outros aplicativos, relativos a outras grandezas, poderiam implementar esta abordagem, tornando-a mais abrangente e, possivelmente, mais benéfica para a construção do conhecimento do aluno.

Especificamente sobre a produção de relatórios desta abordagem, esta foi a parte da atividade onde mais me causou entusiasmo, pois pontuo que, as respostas lidas no relatório, embora carecessem de formalismos e de maior domínio da escrita, expuseram a potencial capacidade dos alunos para um ensino investigativo, onde estes podem criar hipóteses e atuarem como seres críticos. Além disso, enfatizo que, tais atividades de produção de relatórios, poderiam ainda ser propostas a turmas dos anos finais do Ensino Fundamental, para já estimular os alunos desde um período mais inicial de sua vida escolar, a se tornarem capazes de se comunicar por meio da escrita, fazendo-se claro, hábeis com as palavras e ampliando seu vocabulário e sua capacidade de expor seus pensamentos, não necessitando se fazer apenas sobre o tema proposto por este trabalho.

Por fim, como futuro educador da área de Exatas, a possibilidade de trabalhar com conteúdo mais voltado para a prática, se mostrou interessante para reprodução

futura, em abordagens feitas em sala de aula. Além disso, na correção dos relatórios, a possibilidade de quantificar questões dissertativas, é uma atividade a qual o professor de Matemática não está totalmente acostumado, sempre relacionando avaliações à resolução de problemas e cálculos, logo, uma atividade teórica demandou outros conhecimentos e outras formas de se avaliar.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, J. B.; FERREIRA, D. T.; FREITAS, N. M. S. **Os três momentos pedagógicos como possibilidade para inovação didática**. In: Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC, Florianópolis, SC, p. 9, 2017. Disponível em: <<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R2589-1.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2019.
- ALVES, L.; ROCHA, G. **O novo sistema internacional de unidades (SI)**. Sociedade Brasileira de Metrologia e Sociedade Brasileira de Física, Rio de Janeiro, p. 11, 2019. Disponível em: <http://metrologia.org.br/wpsite/wp-content/uploads/2019/07/Cartilha_O_novo_SI_29.06.2029.pdf>. Acesso em: 01 set. 2019.
- ANATEL. Agência Nacional de Telecomunicações. **Acessos de telefonia móvel no Brasil**. Disponível em: <<https://www.anatel.gov.br>>. Acesso em: 23 mar. 2019.
- BATISTA, S. C. F; BARCELOS, G. T. **Análise do uso do celular no contexto educacional**. Revista Renote: Novas Tecnologias na Educação. Rio Grande do Sul, v. 11, n. 1, p. 10, 2013. Disponível em: <<https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/41696/26448>>. Acesso em: 23 mar. 2019.
- BIPM. Bureau International des Poids et Mesures. **The International System of Units (SI)**. ed. 9, 2019. Disponível em: <<https://www.bipm.org/utis/common/pdf/si-brochure/SI-Brochure-9-EN.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Fundamental**. Brasília: MEC. 2017. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/#fundamental>>. Acesso em: 20 set. 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio): Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. p. 58, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. p. 141, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2019.
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino de Ciências por Investigação: Condições de implementação em sala de aula**. São Paulo, SP: Cengage Learning, 2013. Disponível em: <<https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=1548822>>. Acesso em: 10 mar. 2019.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino e aprendizagem de ciências: referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativo (SEI)**. In: Longhini, M. D. (org). O uno e o diverso na educação. Uberlândia, MG. EDUFU, cap. 18, p. 253-266, 2011. Disponível em <https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/18328/mod_resource/content/1/SEI.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2019.

CARVALHO, A. M. P. **Fundamentos Teóricos e Metodológicos do Ensino por Investigação**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018183765>>. Acesso em: 20 mar. 2019.

FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R.; OLIVIERA, R. C. **Ensino experimental de química: uma abordagem investigativa contextualizada**. Química Nova na Escola, v. 32, n. 2, p. 101-106, 2010. Disponível em: <http://webeduc.mec.gov.br/portaldoprofessor/quimica/sbq/QNEsc32_2/08-PE-5207.pdf>. Acesso em 22 mar. 2019.

FERREIRA, M. V.; PANIZ, C. M.; MUENCHEN, C. **Os Três Momentos Pedagógicos em consonância com a Abordagem Temática ou Conceitual: uma reflexão a partir das pesquisas com olhar para o Ensino de Ciências da Natureza**. Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM. Ciência e Natura, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 513-525, 2016. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/4675/467546196047.pdf>>. Acesso em 20 jul. 2019.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo, Paz e Terra, 1996.

FREITAS, F. P. R. **Processo de aprendizagem na compreensão do cálculo algébrico no ensino fundamental**. Trabalho de conclusão de curso em Licenciatura Plena em Matemática. Quixadá, CE, 2015. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/35751/1/2015_tcc_fdprfreitas.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2019.

HALBWACHS, M. **A Memória Coletiva**. São Paulo, Vértice, 1990.

INMETRO. Instituto Nacional De Metrologia, Qualidade E Tecnologia. **Vocabulário Internacional de Metrologia: Conceitos fundamentais e gerais e termos associados (VIM 2012)**. Duque de Caxias, RJ, ed. 1, p. 94, 2012. (Traduzido de: International Vocabulary of Metrology: basic and general concepts and associated terms - JCGM 200:2012. 3rd. ed. 2012. Traduzido por: grupo de trabalho luso-brasileiro, ISBN: 978-85-86920-09-7). Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/inovacao/publicacoes/vim_2012.pdf>. Acesso em: 31 ago. 2019.

MARTINS, R. A. **A busca da ciência a priori no final do século XVIII e a origem da análise dimensional**. Filosofia e história da ciência no Cone Sul: 3º Encontro. Campinas: AFHIC, 2004. Disponível em: <<http://www.ghc.usp.br/server/AFHIC3/Trabalhos/53-Roberto-de-Andrade-Martins.pdf>>. Acesso em: 08 mar. 2019.

- MENDES, G. H. G. I.; BATISTA, I. L. **Matematização e ensino de Física: uma discussão de noções docentes**. *Ciência Educacional*, Bauru, v. 22, n. 3, p. 757-771, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v22n3/1516-7313-ciedu-22-03-0757.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2019.
- MUECHEN, C; DELIZOICOV, D. **Os três momentos pedagógicos e o contexto de produção do livro “Física”**. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 20, n. 3, p. 617-638, 2014. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/2510/251031804007.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2019.
- POZEBON, S.; LOPES, A. R. L. V. **Grandezas e medidas: Surgimento histórico e contextualização curricular**. *Comunicação Científica do VI Congresso Internacional de Ensino da Matemática*, Canoas, RS, p. 11, 2013. Disponível em: <<http://www.conferencias.ulbra.br/index.php/ciem/vi/paper/viewFile/971/908>>. Acesso em: 20 set. 2019.
- RIVARD, L. P.; STRAW, S. B. **The effect of talk and writing on learning Science: an exploratory study**. *Science Education*, v. 84, n. 4, p. 566–593, 2000. Disponível em: <<http://kenanaonline.com/files/0020/20490/Rivardstraw.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2019.
- ROZENBERG, I. M. **O Sistema Internacional de Unidades – SI**. São Paulo, SP, Instituto Mauá de Tecnologia, ed. 3, p. 114, 2006. Disponível em <<https://moodle.maua.br/files/arquivos/o-sistema-internacional-de-unidades-si-3.a-edicao.pdf>>. Acesso em: 01 set. 2019.
- SASSERON, L. H. **Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do ensino da Física**. Coleção Ideias em Ação – Ensino de Física. São Paulo: Cengage Learning, 2010. Disponível em: <http://moodle.stoa.usp.br/file.php/1129/AC_e_documentos_oficiais_brasileiros.pdf>. Acesso em: 20 set. 2019.
- SILVA, C. P. **Grandezas, funções e escalas: Uma relação entre a Física e a Matemática**. 2013. 203 f. Dissertação – Mestrado em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília, 2013. Disponível em: <http://ppgec.unb.br/wp-content/uploads/dissertacoes/2013/2012_CristianoSilva.pdf>. Acesso em: 20 jul. 2019.
- TRANCANELLI, D. **Grandezas físicas e análise dimensional: da mecânica à gravidade quântica**. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 38, n. 2, p. 12, 2016. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbef/v38n2/1806-1117-rbef-38-02-e2505.pdf>>. Acesso em: 08 mar. 2019.

8 APÊNDICES


Na Figura 15 são apresentadas as atividades de medição, definidas para os sete grupos divididos em cada uma das turmas trabalhadas, apresentando a grandeza a ser medida e algumas delimitações para os procedimentos a serem adotados. Cada grupo também pôde receber este documento por meio digital.

<p>Grupo 1 Aplicativo: ARPlan 3D Procedimento: Medir comprimento, área e volume de 3 ambientes distintos quaisquer (sala, quarto, banheiro, cozinha, etc.).</p>
<p>Grupo 2 Aplicativo: Phyphox Sensor: Luz Procedimento: Medir a iluminância de um mesmo local em 6 horários distintos do dia.</p>
<p>Grupo 3 Aplicativo: Phyphox Sensor: Luz Procedimento: Medir a iluminância de 6 diferentes locais em um mesmo horário do dia.</p>
<p>Grupo 4 Aplicativos: Galaxy Sensors e Thermometer Procedimento: Medir a temperatura e umidade em dias distintos, sempre em horários próximos, e comparar com dados obtidos pela internet do mesmo horário.</p>
<p>Grupo 5 Aplicativo: Sensores Multiferramenta Sensor: Bateria e Wi-Fi Procedimento: Medir a tensão e a temperatura da bateria em momentos distintos. Medir a velocidade do Wi-Fi de lugares distintos.</p>
<p>Grupo 6 Aplicativo: Velocímetro GPS, medidor de distância Procedimento: Medir a distância e a velocidade gastos para ir até a escola por diferentes caminhos ou diferentes transportes e estimar o tempo.</p>
<p>Grupo 7 Aplicativo: Decibelímetro (Sound Meter) Procedimento: Medir a amplitude sonora em 2 locais distintos que julgue ser barulhentos e em 2 locais que julgue ser silenciosos.</p>

Figura 15: Atividade definida para cada grupo.

Fonte: O autor.

Na Figura 16 é apresentada a folha de relatório disponibilizada para cada grupo preencher. Conforme descrito na Seção 4.4, o campo Introdução foi parcialmente preenchido.

**UNITAU**
UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Este relatório fará parte de um trabalho de graduação para o curso de Licenciatura em Matemática da Universidade de Taubaté (UNITAU), Departamento de Matemática e Física.

Grupo: _____ n^o _____ Sala: _____
_____ n^o _____
_____ n^o _____
_____ n^o _____

Relatório

INTRODUÇÃO
Este relatório foi elaborado a partir da realização de medições, com o intuito de obter grandezas e unidades de medidas por meio de aplicativos de celulares e avaliar a relevância destas informações, tendo sido selecionado(s) o(s) aplicativo(s) _____ para realizar as medições da(s) grandeza(s) _____.

PROCEDIMENTO REALIZADO

RESULTADOS OBTIDOS

CONCLUSÃO

Figura 16: Folha de relatório a ser preenchida.

Fonte: O autor.

Na Figura 17 é apresentado o guia disponibilizado para cada um dos grupos trabalhados, descrevendo as informações que devem ser transcritas em cada campo do relatório, expondo algumas exemplificações para determinados campos.



Figura 17: Guia de relatório disponibilizado aos alunos.

Fonte: O autor.

Nas Figuras 18 e 19 são apresentados os gráficos contendo as alternativas assinaladas pelos alunos dos 1º e 3º anos, respectivamente, para as questões de múltipla escolha da avaliação diagnóstica aplicada nas 5 turmas iniciais, conforme descrito na Seção 5.1. Nestes gráficos, é possível analisar quais alternativas foram mais assinaladas, permitindo aprofundar discussões sobre os conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema trabalhado.

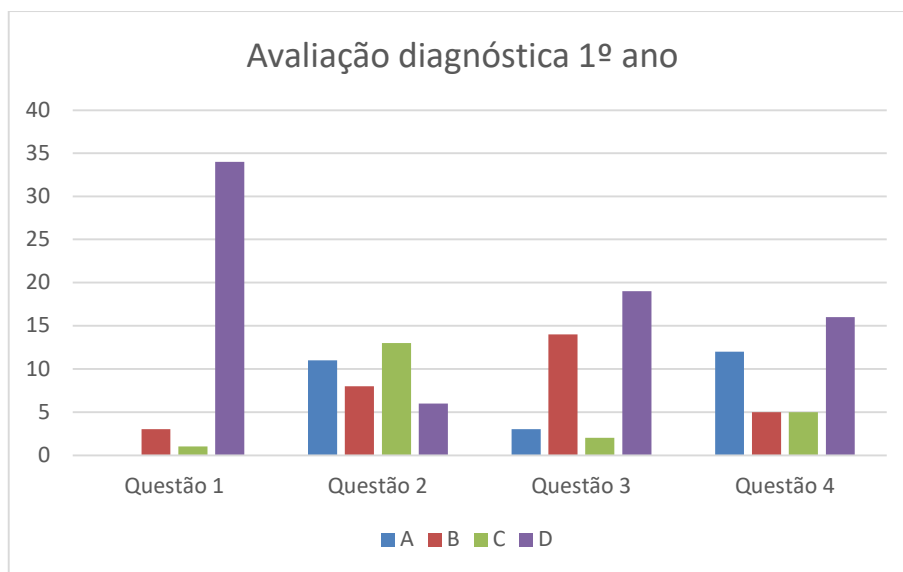


Figura 18: Respostas dos 1º anos para a avaliação diagnóstica.

Fonte: O autor.

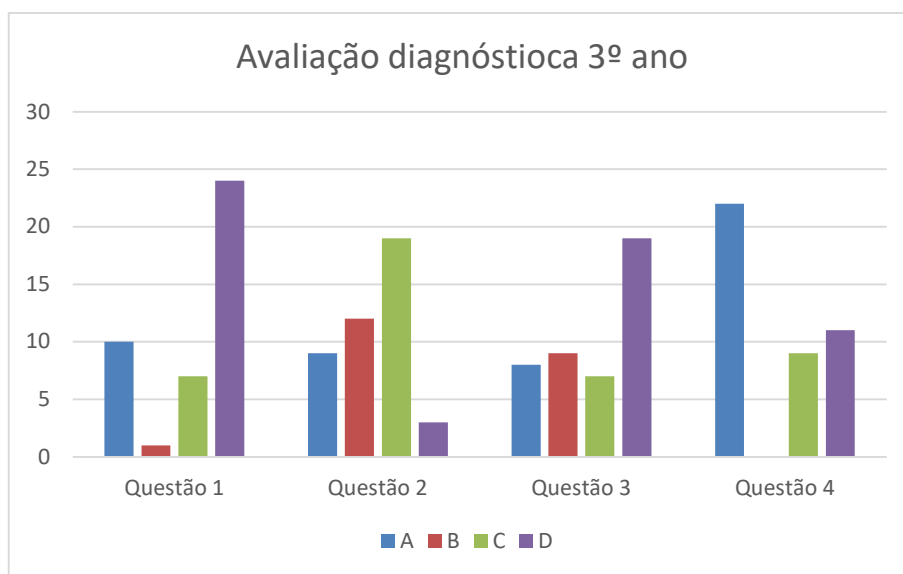


Figura 19: Respostas dos 3º anos para a avaliação diagnóstica.

Fonte: O autor.