



UNIVERSIDADE LUEJI A'NKONDE
ESCOLA SUPERIOR PEDAGÓGICA DA LUNDA NORTE
DEPARTAMENTO DE ENSINO E INVESTIGAÇÃO DE MATEMÁTICA E FÍSICA



**TÍTULO: PROPOSTA DE UM MATERIAL DIDÁTICO PARA
CONTRIBUIR NO APERFEIÇOAMENTO DO PROCESSO DE
ENSINO - APRENDIZAGEM DO SISTEMA INTERNACIONAL
DE UNIDADES (SI) NO ENSINO MÉDIO NO DUNDO - LUNDA
NORTE.**



Autor: Carlos Mucuta Santos

DUNDO, OUTUBRO, 2013



**UNIVERSIDADE LUEJI A'NKONDE
ESCOLA SUPERIOR PEDAGÓGICA DA LUNDA NORTE
DEPARTAMENTO DE ENSINO E INVESTIGAÇÃO DE MATEMÁTICA E FÍSICA**

**TÍTULO: PROPOSTA DE UM MATERIAL DIDÁTICO PARA
CONTRIBUIR NO APERFEIÇOAMENTO DO PROCESSO DE
ENSINO - APRENDIZAGEM DO SISTEMA INTERNACIONAL
DE UNIDADES (SI) NO ENSINO MÉDIO NO DUNDO - LUNDA
NORTE.**

**Trabalho de Fim de Curso para obtenção do título de
Licenciado em Ciências da Educação na opção de
Física**

Autor: Carlos Mucuta Santos

Orientadora: PhD. Inês Gonzalez Cruz

DUNDO, OUTUBRO, 2013.

Posso todas as coisas em Cristo que me fortalece

(Filipenses Cap. 4 verso 13.)

Bíblia Sagrada

DEDICATORIA

Dedico este trabalho aos que eu amo:

..... Minha família

..... Estudantes de física do Dundo até ao Camaxilo

AGRADECIMENTOS

Ao que vive pelos séculos, criador e salvador da humanidade, meu Deus e meu Senhor, Jesus Cristo que pelo seu amor posso este trabalho.

Agradeço a minha amada família que soube suportar a falta do carinho do pai por longos tempos dedicados aos estudos.

A Professora Doutora Inês Gonzalez Cruz, pelo seu acompanhamento e correcções no momento certo.

Aos anónimos pelos apoios morais, espirituais e materiais recebidos

A todos muita graça.

Índice	Pag.
Introdução	1
Cap. I. Aspectos metodológicos referentes ao uso do SI no PDE.....	7
1.1. Enfoque histórico-cultural de Vigostky	7
1.2. Formação de habilidades no processo de ensino	13
1.3. O ensino das grandezas no plano da Reforma Educativa	14
1.4. Antecedentes do ensino do uso do SI no PDE	15
Conclusão 1	16
Cap. II. Caracterização do PDE na sua relação com SI . Diagnóstico. Análise dos resultados	18
2.1. Tratamento do SI nos textos escolares da Reforma Educativa	18
2.1.1. O SI nos livros de matemática do ensino geral	18
2.1.2. O SI nos livros de física da Reforma Educativa	20
2.2. Tratamento do SI no plano curricular e Programas das disciplinas no ensino médio segundo a Reforma Educativa	21
2.3. Caracterização do PDE..... existência de materiais de apoio	24
2.4. Diagnóstico e Resultados	26
2.4.1. Consultas aos Subdirectores pedagógicos	26
2.4.2. Interação com a comunidade escolar (erros comuns)	27
2.4.3. Caracterização psicológica dos alunos do ensino médio	28
2.4.4. Observação de actividades formativas de docentes e visitas as aulas	30
2.4.5. Entrevistas aos docentes de física do ensino médio	31
2.4.6. Entrevistas aos alunos do ensino médio	33
2.4.7. A prova pedagógica aplicada aos alunos	34
Conclusão 2.....	35
Cap. III. Proposta: Manual Didáctico	36

3.1. Princípios didáticos que sustentam a proposta	36
3.2. Aspectos metodológicos que sustentam a proposta	37
3.3. Perspectiva dos resultados a obter aplicando a Proposta	39
3.4. Material Didático proposto	40
Conclusão 3.....	42
Conclusões gerais.....	43
Recomendações	44
Referências Bibliográficas	
Bibliografias	
Anexos	
Apêndices	

Lista de tabelas de unidades do Sistema Internacional de Unidades (SI).

Tabela 1: Unidades fundamentais do **SI**

Tabela 2: Unidades suplementares do **SI**

Tabela 3: Unidades derivadas a partir de unidades básicas

Tabela 4: Unidades derivadas com nome especial.

Tabela 5: Unidades derivadas a partir das que têm nome especial

Tabela 6: Unidades admitidas em domínios especiais

Tabela 7: Unidades admitidas com uso temporário

Tabela 8: Equivalência de unidades não SI com unidades do **SI**.

Tabela 9: Prefixos de **SI**

Tabela 10: Unidades cujo valor é obtido experimentalmente

Tabela 11: Algumas unidades usuais no **SI**

Tabela 12: Unidades definidas a partir das unidades **SI** não múltiplos decimais

Lista dos símbolos e abreviaturas e/ou Siglas

SI – Sistema Internacional de Unidades

CGPM – Conferência Geral de Peso e Medidas

ISO – Organização Internacional de Normalização

CEI – Comissão Electrónica Internacional

IUPAP – União Internacional de Física Pura e Aplicada

CODATA – Comité de Dados para Ciência e Tecnologia

CIPM – Comité Internacional de Pesos e Medidas

BIPM – Bureau Internacional de Peso e Medidas

EFTS – Dundo – Escola de Formação de Técnicos da Saúde da Lunda Norte.

EFP - Dundo – Escola de Formação de Professores do Dundo.

IMP 28 de Agosto – Instituto Médio Politécnico 28 de Agosto – Samacaca

PUNIV – Dundo – Escola do II Ciclo do Camatundo

PDE – Processo docente educativo

Lista dos Apêndices

Apêndice 1 – O Material didático para aperfeiçoar o ensino-aprendizagem do Sistema Internacional de Unidades (SI) no ensino médio

Apêndice 2 – Conversões e definições de algumas unidades derivadas.

Apêndice 3 – Constantes Físicas Fundamentais.

Apêndice 4 – Instituições Internacionais de normalização do Sistema Internacional de Unidades (SI).

Apêndice 5 – Estados signatários da Convenção do metro.

Apêndice 6 – Mapa conceptual do Sistema Internacional de Unidades (SI).

Resumo

A necessidade de **desenvolver nos alunos uma atitude científica**, na vida actual e futura, que lhes permite resolver com crescente independência os diversos problemas que lhes aparecerem e medir com eficiência constitui a **base objectiva** da elaboração de um material didáctico sobre o ensino do Sistema Internacional no ensino médio no Dundo.

Neste trabalho se vai **elaborar um material didáctico** contendo um sistema de exercícios para contribuir na utilização correcta do uso do Sistema Internacional de Unidades (SI) no processo docente educativo (PDE) nas escolas do ensino médio no Dundo.

O sistema de exercícios proposto está fundamentado em princípios didácticos correntes tendo em contas os aspectos metodológicos e as perspectivas da sua aplicação.

Para a constatação da situação que apresenta o processo de ensino – aprendizagem do Sistema Internacional de Unidades (SI) serão aplicados **diferentes métodos de investigação**, tanto teóricos como empíricos.

O Material didáctico aqui proposto, constitui um material de apoio a docência contribuindo ao aperfeiçoamento do processo de ensino-aprendizagem na disciplina de física, e também para outras

Palavras-chaves: Ensino – Aprendizagem – Sistema Internacional de Unidades.

Abstract

*A necessity to **develop in pupils a scientific thinks**, nowadays and in future, which will permit them resolve many problems that can appeared and to measure efficiently is the main objective to elaborate this teaching material about the teaching of International System of Units in Dundo's schools.*

*In this work, will be elaborate one material of teaching which content system of exercises to help using correctly the International Unit System (**SI**) in education process in Dundo's schools.*

The exercises system promised is based in teachings rules, and we took in mind the methods aspects and its future application.

To make sure the situation of the teaching and learning process of International Units System, was used different methods of investigation.

The material promised, in this work may be used as a best material support of teaching to perform the teaching – learning process of physic course and others courses again.

Keys words: *Teaching – Learning – International Unit System*

Introdução

A educação tem um transcendente encargo social relacionado com a busca de soluções cientificamente sustentadas que contribuam na resposta aos grandes desafios que impõe o desenvolvimento da sociedade, e constitui ademais, um factor essencial para a personalização dos docentes como primícias para o ganho das transformações educacionais.

O aperfeiçoamento do ensino e educação determina uma mudança de um novo conteúdo do ensino e a educação da nova geração depende do nível cultural do povo e sua concepção científica do mundo, o nível geral do desenvolvimento da juventude e sua preparação para a vida, para o trabalho.

A função principal da educação geral vá dirigida na formação de um quadro altamente competitivo, com uma cultura geral integral e com sólidos conhecimentos.

A compreensão dos conhecimentos não se obtém realmente senão se adquire conjuntamente com o método da actividade, as formas de poder levá-los a cabo por isso se torna necessário repetidas aplicações, tanto para recordá-los como para adquirir experiências e poder reproduzi-los e utilizá-los com rapidez e qualidade. Só assim se adquirem as habilidades pondo em prática diferentes situações para que adquiram um procedimento generalizado de acção.

Desta forma, se adquirem todas as habilidades intelectuais que determinam a possibilidade do desenvolvimento de formas correctas do pensamento, como as habilidades práticas que são as relacionadas com o uso das distintas fontes do conhecimento.

Sem medições exactas seria impossível a standardização, pois nenhum ramo da técnica, desde a agropecuária até as complicadas indústrias químicas, desde a radiotécnica até a energia nuclear, poderia existir sem um amplo sistema de medidas que determinasse as dimensões e propriedades do produto e que estabelecesse as condições do controlo sobre os mecanismos e processos.

Por ele (sistema de medida), o cálculo com magnitudes é o elemento fundamental entre a matemática, a física e aqueles domínios extramatemáticos nos quais se aplica esta

ciência com tanto êxito, ademais, de ter um alto valor educativo já que mediante eles se pode aprofundar os conhecimentos sobre algumas esferas da sociedade, consolidando e desenvolvendo convicções e atitudes com respeito a participação activa na vida social, assim como, contribuindo a sistematizar as habilidades de cálculo em geral.

Geralmente se usam amplamente diferentes coeficientes de conversões de unidades de medida a outras unidades da mesma magnitude física que surgem necessariamente como consequência do uso de unidades de medidas pertencentes ao Sistema Métrico, assim como o Sistema anglo-americano, o sistema antigo, e outras unidades de medidas fora do sistema métrico.

A própria existência desta grande variedade de unidades de medida, implicou a aplicação de coeficientes de conservação entre umas e outras, o qual dificultou a informação técnica entre as distintas actividades da economia e deu passo na sua introdução no ensino nacional, deformando a futura força laboral, que a posterior, adquiriu o hábito de usar diferentes unidades de medida para expressar uma mesma magnitude física e por conseguinte o uso dos factores de conversão entre eles.

A utilização de diferentes unidades de medidas para expressar uma mesma magnitude física conseqüente e os factores de conversão entre estes, criaram um hábito inconsciente na utilização das conversões entre unidades delas propiciando a elaboração de uma tabela de conversões com valores fidedignos, reais e de precisões actualizadas que sirva de base para seu uso oficial na economia nacional.

Ao realizar uma exploração sobre os conhecimentos elementares do Sistema Internacional de Unidades (SI) nas escolas do ensino médio no Dundo que preparam os alunos para enfrentar as cadeiras da índole técnica e que é a base do desenvolvimento técnico - científico do país, se pode constatar que existe **situações contraditórias** entre o que queremos que o aluno domine com respeito a esta temática e o que acontece no próprio processo de ensino-aprendizagem.

Nas escolas do ensino médio se observou que:

- Existe insuficiente pessoal qualificado para enfrentar o trabalho com o Sistema Internacional de Unidades (SI) conforme exige a Reforma educativa já vigente no país.
- Não se aproveitam as actividades formativas com subdirecções pedagógicas para o tratamento do mesmo.
- Em todos os casos não estão criadas as condições para dar solução a dificuldade de aprendizagem do Sistema Internacional de Unidades (SI), já que os exemplos resolvidos e propostos nos livros de textos da Reforma Educativa, não tomam em conta o tratamento das diferentes unidades.
- Os défices nos textos escolares, a falta de bibliografia de apoio ao ensino do Sistema Internacional de Unidades (SI), os planos curriculares que não favorecem a aprendizagem do SI, a falta de orientações nos programas de disciplinas de componente científica caracterizam o PDE sobre o uso do Sistema Internacional de Unidades no Dundo.

Toda a análise anterior conduziu a declarar o seguinte **problema científico**: Como contribuir na utilização correcta do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) no processo de ensino e aprendizagem do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) no ensino médio no Dundo, Província da Lunda Norte.

O ensino – aprendizagem do Sistema Internacional de Unidades (SI) é a **variável dependente** e a contribuição do material didáctico que aqui se propõe é a **variável independente**.

O **Objecto de Estudo**: o Processo de ensino – aprendizagem da disciplina de física no subsistema de ensino geral.

Campo de Acção: o processo de aprendizagem do Sistema Internacional de Unidades (**SI**).

Objectivo Geral: Elaborar um Material Didáctico contendo exercícios que contribuam no menorizar as dificuldades de aprendizagem do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) pelos alunos que frequentam o ensino médio no Dundo, Província da Lunda Norte.

Objectivos específicos:

1. Fundamentar teoricamente a inserção de aspectos relacionados com o Sistema Internacional de Unidades (**SI**) no processo de ensino-aprendizagem da física no ensino médio.
2. Caracterizar o processo de ensino-aprendizagem do Sistema Internacional de Unidades (SI) no ensino médio no Dundo.
3. Fundamentar a proposta do Material didáctico sobre o Sistema Internacional de Unidades (SI) no ensino médio no Dundo.
4. Propor um Material didáctico para uso eficiente do Sistema Internacional de Unidades (SI) no ensino médio no Dundo.

Métodos: Em busca científica de conhecimento se utilizará os seguintes métodos:

a) Métodos teóricos:

- **Análise – Síntese:** Para fundamentar o Processo de ensino e aprendizagem do uso do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) no ensino médio, através de uma análise e resumo de toda bibliografia consultada e tirar conclusões.
- **Histórico – Lógico:** Para a consideração de aspectos históricos e evolução do problema.
- **Sistémico – Estrutural:** Para organizar esquematicamente os componentes científicos da investigação sobre a problemática de uso e ensino do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) no ensino médio.

b) Métodos empíricos:

- **Prova pedagógica:** Para avaliar o nível de aprendizagem e utilização correcta do Sistema Internacional de Unidades (**SI**), e a capacidade de conversões e transformações de unidades em diferentes sistemas de medidas pelos alunos que frequentam e terminam o ensino médio no Dundo, Lunda Norte.
- **Entrevista** (com os professores de física e alunos do ensino médio): Para procurar saber a importância que atribuem os professores de física ao uso e

ensino do Sistema Internacional de Unidades (SI) no ensino médio e recolher critérios, opiniões e informações acerca de factores psíquicos que influem no baixo rendimento dos alunos ao fazer a análise dimensional

Hipótese: Haverá eficiência na aprendizagem e uso do Sistema Internacional de Unidades (**SI**), se os professores de física possuírem o Manual com exercícios que contribuam no minorar as dificuldades de aprendizagem do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) a todos os níveis.

População: Para fins investigativos e estatísticos, se tem em consideração como população os (quatro mil setecentos e quarenta e dois) **4 742 alunos** matriculados nas (quatro) 4 escolas do ensino médio no Dundo em 20123 e (dezoito) **18 professores** de física das mesmas escolas, totalizando (quatro mil e setecentos e sessenta) **4 760 intervenientes (100%)**. (**Anexo 6**).

A população aqui considerada tem a seguinte composição: (mil e setecentos) **1700** alunos são os matriculados na Escola de Formação de Professores do Dundo, (mil quinhentos) **1500** alunos são da Escola do II ciclo do ensino secundário do Dundo (PUNIV), (novecentos e quarenta) **940** alunos são do Instituto Médio Politécnica 28 de Agosto do Samacaca e (seiscentos e dois) **602** alunos são os matriculados da Escola de Formação de Técnicos da Saúde do Dundo.

Amostra: Para fins investigativos considerou-se **2 500 intervenientes** (alunos e professores) da população, representando (**52,5%**), sendo **2 482 alunos** (53,3%) e **18 professores de física** (100%) que julgamos ser suficientes e representativos para a investigação que se faz. (**Anexo 7**).

Importância do Trabalho:

- A necessidade de **desenvolver nos alunos uma atitude científica**, na vida actual e futura, que lhes permite resolver com crescente independência os diversos problemas que lhes aparecerem e medir com eficiência, como exigência do Estado Angolano aos professores do ensino médio.

- O Material didático proposto, constitui um material de apoio a docência contribuindo ao aperfeiçoamento do processo de ensino-aprendizagem na disciplina de física, e também para outras.

A problemática será abordada em 3 momentos:

Cap. I. Aspectos metodológicos referentes ao uso do Sistema Internacional de Unidades **(SI)** no Processo docente Educativo (PDE) no Ensino Médio no Dundo.

Cap. II. Caracterização do Processo Docente Educativo na sua relação com o Sistema Internacional de Unidades **(SI)**. Diagnóstico. Análise dos Resultados.

Cap. III. Proposta de um Manual Didático contendo exercícios para contribuir no aperfeiçoamento do ensino e a aprendizagem do Sistema Internacional de Unidades **(SI)** no Ensino Médio no Dundo.

Cap. I. Aspectos metodológicos referentes ao uso do Sistema Internacional de Unidade (SI) no Processo Docente Educativo (PDE) no Ensino Médio no Dundo.

Este capítulo resume-se essencialmente em quatro pontos:

- Uso da teoria histórico-cultural de Vigostky como teoria favorável para o ensino – aprendizagem do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) no ensino médio no Dundo.
- Formação de habilidades que facilitem a utilização eficiente do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) pelos alunos do ensino médio no Dundo.
- O ensino das grandezas físicas no plano da Reforma Educativa como exigência do Estado aos professores do ensino médio.
- Antecedentes do uso do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) no Processo Docente Educativo (PDE).

Todos os itens foram analisados em termos simplesmente psicopedagógicas.

1.1. Enfoque Histórico-cultural de Vigostky como teoria favorável a aprendizagem do Sistema Internacional de Unidades (SI) no Ensino Médio no Dundo, Lunda Norte.

A aprendizagem é um processo sempre sujeito a mudanças que dependem do nível do desenvolvimento que tenha alcançado o ensino no momento que está sucedendo e das necessidades objetivas e subjetivas que apresentam as pessoas envolvidas neste processo.

A dependência da aprendizagem ao nível do desenvolvimento alcançado até esse momento, significa que o ensino determina o desenvolvimento e o desenvolvimento determina novos níveis de ensino e novas necessidades de aprendizagem.

O desenvolvimento da aprendizagem tem sido visto em **diferentes enfoques** durante as épocas. **J.I. Reyes de Corcuera** (1988) reconhece que a **Escola Tradicional** que se baseia na repetição mecânica conduz a formação de uma personalidade passiva e dependente.

Na **escola tradicional**, a relação professor – aluno é a de um superior que ensina o inferior, o qual aprende mediante a instrução e em clima de forte disciplina, ordem, silêncio e obediência em relação aos valores vigentes.

A **escola tradicional** usa a metodologia segundo a qual, a aula é expositiva e baseada nas demonstrações do professor a classe. O ensinador preocupa-se principalmente na memorização e repetição dos conceitos através dos exercícios, o que leva o aluno na aprendizagem do sentido abstrato para o concreto.

A Escola Tradicional é influenciada pelos enfoques **conductistas** e **estruturalistas**, donde a comunicação não é o centro de aprendizagem e os métodos respondem aos **estímulos – respostas**, e a aprendizagem é passiva e linear.

Os **enfoques conductistas** têm os seguintes aspectos negativos na sua aplicação:

- Levam muito tempo para que os alunos tenham independência cognitiva e isto, só quando se tem número reduzido na sala de aula.
- Não garantem a aquisição de conhecimento que permite o aluno lutar pelos seus próprios direitos e competências.
- Constituem numa barreira grande para a libertação da mente do aluno que é já dominado pelo complexo.
- Minimizam o papel do professor.

Os **enfoques conductistas** levam a que o aluno não seja construtor do seu próprio conhecimento. A função do professor não é de facilitar as condições nas quais podem actualizar-se as capacidades de autodeterminação do aluno, nos diversos planos da sua vida, mas de guia.

A **Escola Nova** cujo enfoque considera os interesses dos estudantes e a participação activa na aprendizagem, tem como vantagem, a luta pelo suficiente nível de orientação e controlo; o que favorece a correcta apropriação dos conhecimentos, hábitos e habilidades para aplicação do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) com eficiência.

Pois, para que a aprendizagem seja eficiente, os alunos devem ser orientados, controlados e conscientes das suas necessidades. Isto ocorre em diferentes estados que dependem do momento socio – histórico e do nível de desenvolvimento científico alcançado.

O **enfoque histórico – cultural** de Vigostky, assumido nesta investigação é consistente na aprendizagem e aplicação do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) e tem uma base totalmente científica e pedagógica.

No **enfoque histórico-cultural**, a actividade constituiu um factor decisivo na formação da personalidade e seus processos psíquicos, quer dizer que é pela actividade que o homem se realiza, se torna ser social e onde a personalidade se forma, se transforma e se manifesta.

Assim tudo aquilo que a personalidade deve assimilar no processo da sua formação e desenvolvimento se encontra inicialmente fora dela no mundo que o rodeia, na experiência, na cultura da humanidade, na actividade e na comunicação com as demais pessoas.

Para Vigostky, a **interacção social** é importante, pois uma pessoa sozinha não aprende a falar e também não aprende a se comunicar nas variadas linguagens existentes. A teoria da interacção social de Vigostky, permite que o professor exerça o papel de interacção, a fim de que os alunos possam aprender a linguagem da física e conseqüentemente a utilização eficiente do Sistema Internacional de Unidades (**SI**).

O **enfoque histórico-cultural de Vigostky** torna-se favorável ao ensino e aprendizagem do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) em detrimento dos outros enfoques pelas seguintes razões:

- A **interacção socio-cultural** permite que o currículo seja apresentado do todo para as partes, com ênfase nos conceitos gerais ao passo que no enfoque conductista o currículo é apresentado das partes para o todo, com ênfase nas habilidades básicas.

Considerando que a aquisição de conceitos, por parte do aluno, se faz à medida que há interação com conceitos anteriores (espontâneos), mais rudimentares e incompletos, o professor atento deverá procurar ouvir seus alunos na tentativa de perceber qual é a melhor linha de base de conhecimento sobre um determinado conteúdo e apoiar nele o ensino a ser efectivado.

- Na **teoria histórico-cultural**, os alunos são vistos como pensadores, com teorias emergentes sobre o mundo, mas nas teorias conductistas, os estudantes são vistos como "tábuas rasas" sobre as quais a informação é impressa.

Para Vigostky, o professor tem, portanto, o dever de levar em consideração, o conhecimento do aluno, jamais basear-se nos seus ensinamentos e pressupostos de que o aluno é uma "tabula rasa", pois ele convive em uma sociedade que transmite certo conhecimento, mesmo que de maneira informal e não sistematizada.

Analisando-se detalhadamente o que significa levar em consideração o que o aluno já sabe, pressupõe-se uma postura diferente daquela que vem sendo adoptado pela maioria dos professores, ou seja, exige que o professor faça uma análise prévia acerca do assunto e ensine de maneira participativa e não linearizada, dentro de uma visão mais crítica e aberta de ensino.

- O **enfoque histórico-cultural**, mostra que a forma de ensino, em que os alunos têm espaços para expor suas opiniões, para discutir as suas ideias de maneira a poder confrontá-las deve ser sempre o objectivo principal do ensino em sala de aula ou a principal variável dependente usar na avaliação da eficácia do ensino, pois, só assim, que o aluno conseguirá adquirir um verdadeiro conhecimento acerca do assunto discutido.

É na busca de uma aproximação entre os conhecimentos prévios que o aluno já possui e os científicos que os professores devem embaçar as suas práticas pedagógicas. Muito mais do que uma questão de estratégia de ensino é uma

questão de necessidade para que, de fato, o processo ensino – aprendizagem do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) se consolide.

- No **enfoque histórico-cultural**, a maneira como os conceitos científicos são trabalhados na escola abre caminho para a revisão e a melhor compreensão dos conceitos espontâneos (prévios) que cada aluno traz dentro de si.

Acontece que, o aluno reflectindo sobre o quotidiano de sua classe social, leva para a escola, sob forma de conceitos espontâneos, certos conhecimentos e valores, dos quais vão adquirindo progressiva consciência através do movimento de ensino interagindo com colegas e professor.

- A **teoria socio-cultural** permite que os professores geralmente comportem-se de maneira interactiva, mediante o ambiente durante o PDE com os estudantes, isto é "um guia ao lado", mas os conductistas fazem que os professores geralmente comportam-se de uma maneira didacticamente adequada, disseminando informações aos alunos, simplesmente como "um sábio sobre o palco".

O professor acompanha cada aluno para auxiliá-lo na superação de dificuldades. "Enquanto se trabalha directamente com conceito proximal" o professor precisa conhecer o desenvolvimento real da criança, mas não pode parar aí. É pelo auxílio directo, com explicação, pistas, sugestões que o aluno avança, consolidando o desenvolvimento que era apenas potencial.

- Na **teoria histórico-cultural** os alunos trabalham fundamentalmente em grupos, mas nos enfoques conductistas, os alunos trabalham fundamentalmente sozinhos.

O Professor explica um assunto e os alunos fazem discussão ou trabalhos em pequenos grupos, principalmente em duplas. Tamanho reduzido das equipas amplia as interações, facilitando o processo de aprendizado. Essas equipas podem ser formadas espontaneamente, mas podem também ser determinadas pelo professor.

Outro aspecto do estudo em parceiros é estímulo a autonomia.

Em cada trabalho com os seus colegas os alunos caminham claramente de um nível de alta dependência do professor para completa independência na formação de hipóteses.

Em suma, a **essência da tendência pedagógica** do enfoque histórico-cultural cuja figura mais representativa é o Soviético L.S. Vigostky é uma concepção dirigida fundamentalmente ao **ensino facilitadora de uma aprendizagem desenvolvedora**, na dinâmica interacção entre o individuo cognoscente e o seu meio ambiente. (Anexo: 13)

É também quase consensual que o enfoque histórico-cultural é uma teoria inacabada que precisa de uma maior aprofundação de possíveis factores necessários na determinação como um corpo integral de ideias.

1.2. Formação de habilidades no Processo de ensino – aprendizagem de física em sua relação com o Sistema Internacional de Unidades (SI) no Ensino Geral em Angola.

O processo de ensino e aprendizagem que permite a formação de habilidades qualitativa nos alunos exige:

- Introduzir novos conhecimentos a partir dos conhecimentos já adquiridos.
- A busca activa do conhecimento pelo aluno, tendo em conta as acções a realizar por este (desenvolver o pensamento do aluno).
- Estimular a formação de conceitos e o desenvolvimento dos processos lógicos do pensamento, o alcance de nível teórico em que produz a apropriação dos conhecimentos e se eleva a capacidade de resolver problemas.
- Propiciar a valorização pessoal do que se estuda, de modo que o conteúdo adquira sentido para o estudante e este interiorize seu significado.

A resolução dos exercícios sobre o Sistema Internacional de Unidades (**SI**) proporciona habilidades nos alunos porque tem as seguintes funções:

- *Função modeladora*: oferece ao aluno um modelo de actuação e uma vez resolvidos individualmente ou com clareza se convertem em ponto de referência para a resolução de outros.
- *Função socializadora*: permite sintetizar distintos pontos de vistas com relação a forma como são resolvidos pelos alunos, propiciando o intercâmbio professor – alunos, alunos – alunos.
- *Função Heurística*: a busca de soluções de cada pergunta desenvolve o pensamento do aluno.

Para formação de habilidades na aprendizagem do Sistema Internacional (**SI**), há que haver a sistematização dos conteúdos sobre as grandezas e medidas a todos os níveis do ensino desde ensino primário.

A noção da universalidade do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) deve ser primordial sempre que se ensine algo sobre medidas e grandezas.

Os exercícios que exigem a conversão de unidades em seus múltiplos e/ou submúltiplos devem ser resolvidos com base a unidade básica no Sistema Internacional de Unidades (**SI**).

A análise dimensional ou seja, análise de unidades deve ter a primazia sobre a parte matemática que também não é desprezível.

Na formação de habilidades também urge a necessidade dos professores de física nas Escolas da Província da Lunda Norte, aproveitarem as frases isoladas que aparecem nos livros, tais como: “a unidade no Sistema Internacional de Unidades (**SI**) de é ...”, para fundamentar o uso correcto do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) e dar a possível informação mesmo não completa sobre o Sistema Internacional de Unidades (**SI**), já que os manuais não trazem os tais detalhes.

A **motivação**, a **compreensão** dos conteúdos, o **domínio dos conteúdos**, a **sistematização dos conteúdos** e o **interesse do aluno** durante o processo de ensino – aprendizagem são necessários para formação de habilidades.

1.3. O ensino das grandezas no plano da Reforma Educativa em Angola.

Em 1978, implementa-se o **primeiro Sistema Educativo Angolano** e conseqüentemente extinção do Sistema Educativo Colonial.

Em 1986, nota-se que o Sistema de Educação Angolano **enfermava de profundas distorções**⁶ nos seus principais dispositivos (currículo, processo de ensino-aprendizagem, corpo docente e discente, administração, gestão e recursos materiais) derivadas à erros de concepção e de implementação da Reforma que conduziu a extinção do Sistema do Ensino Colonial.

Em 2001, aprovação da **Lei 13 / 01 de 31 de Dezembro**, que consagra a Lei de Base do Novo Sistema de Educação, passou a constituir-se o fundamento legal das actividades da **Reforma Educativa** cuja avaliação global foi já no ano lectivo (2012) (**Anexo 8 e 11**).

A Reforma Educativa exige que para formação de habilidade no processo de ensino-aprendizagem da física na sua relação com o Sistema Internacional de Unidades (**SI**), o professor na preparação da sua aula tenha em contas o conteúdo e as actividades (do professor e do aluno).

Mas **os erros nos textos** no ensino-aprendizagem do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) ainda persistem e os **conteúdos que facilitem o ensino-aprendizagem do uso do Sistema Internacional de Unidades (SI)** pelos escolares são até aqui inexistentes.

Para tal, o professor de física deve ter em conta os seguintes aspectos:

Consultar os programas de ensino de física de cada classe e ciclo, estudar os objectivos de cada tema e de cada aula, dominar o conteúdo sobre o Sistema Internacional de Unidades (**SI**), seleccionar os meios e os métodos a utilizar na aula, elaborar um plano

esquemático adequado, motivar os alunos a fazer sempre a análise dimensional das unidades, etc.

1.4. Antecedentes do ensino do uso do Sistema Internacional de Unidades (SI) no Processo docente Educativo (PDE).

Morejón C. e outros (1987) de CINFOMED (Centro Nacional de Informação de Ciências Médicas), analisando a base material de estudo, os procedimentos didáticos e os meios de ensino a utilizar na etapa preparatória dos processos de implantação do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) na saúde;

no seu trabalho intitulado “**O ensino do Sistema Internacional de Unidades (SI) nos centros de saúde**” (The teaching of the International Unit System at health centres), mediante um questionário (encosta) de conhecimentos e opiniões sobre o Sistema Internacional de Unidades (**SI**) mostraram a necessidade de uma metodologia que eliminasse as deficiências na aprendizagem do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) nos quadros da saúde.

O **Prof. Dr. Sérgio Pilling** (2002) da Universidade do Vale do Paraíba – SP, Faculdade de Educação e Artes – FEA, na Biofísica, nomeia e conceitua as Grandezas Fundamentais e Derivadas do Universo demonstrando a importância do uso do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) na Biologia, afirmando que aprender a ler e a escrever gráficos, resolve problemas simples aplicados a Biologia.

Os **Editores do ITINTEC do Peru** (2003) (Instituto de Investigação Tecnológica Industrial e de Normas Técnicas) na edição do “**guia para o ensino do Sistema Internacional**” com o propósito de **difundir mecanismos para que o estudante conheça o Sistema Internacional de Unidades** mostram o Sistema Internacional de Unidades (**SI**) como Sistema métrico evoluído e modernizado e que o seu uso não modificava os conceitos científicos, mas dava orientações para que as medidas sejam simples e uniformes em todo mundo.

Conclusão

Os seguintes aspectos são obrigatórios e necessário para o êxito do processo docente educativo no ensino médio no Dundo em relação ao uso correcto do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) pela Comunidade Escolar:

- 1) A **resolução de exercícios** pré-concebidos sobre o Sistema Internacional de Unidades (**SI**) é uma das alternativas para minimizar as deficiências no processo docente educativo em relação ao uso eficiente do Sistema Internacional de Unidades (SI).
- 2) A **teoria histórico-cultural de Vigostky** constitui o fundamento teórico para a resolução de exercícios sobre aplicação eficiente do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) proposto neste trabalho.

Cap. II. Caracterização do Processo Docente Educativo na sua relação com o Sistema Internacional de Unidades (SI). Diagnóstico. Análise dos Resultados.

Este capítulo se resume essencialmente em seguintes pontos:

- Tratamento do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) nos textos escolares da Reforma Educativa em curso no país.
- Tratamento do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) no Plano curricular e nos Programas das disciplinas do ensino médio segundo a Reforma Educativa.
- Caracterização do PDE no Dundo de ponto de vista de existência de materiais de apoio ao ensino do Sistema Internacional de Unidades (SI).
- Caracterização psicológica dos alunos do ensino médio no Dundo.
- Diagnóstico e resultados

2.1. Tratamento do Sistema Internacional de Unidades (SI) nos textos escolares da Reforma Educativa.

Os textos escolares em uso nas classes da Reforma Educativa em Angola, apresentam muitos défices desde ponto de vista da qualidade e quantidade do conteúdo sobre o ensino e uso do Sistema Internacional de Unidades (**SI**), como demostramos a seguir.

2.1.1. O Sistema Internacional de Unidades (SI) nos livros de matemática do ensino geral.

Nas primeiras classes do Ensino Geral em Angola, o conteúdo sobre as grandezas físicas é tratado na disciplina de Matemática, com o título: grandezas e medidas; e, fazendo a revisão dos mesmos se pode constatar que,

Os **Manuais de matemática** que deveriam falar do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) ao falar das medições de grandezas, não o fazem e não há outra disciplina destas classes que trata do Sistema Internacional de Unidades (**SI**). Daí os alunos terminarem o Ensino Geral de base sem conhecimento algum sobre o Sistema Internacional de Unidades (**SI**).

A demais, temos a apreciação de que um dos objectivos de matemática no ensino das grandezas e medidas nas classes do ensino geral, não é o uso correcto do Sistema Internacional de Unidades (**SI**), pois não é mencionado em nenhuma das páginas dos seus manuais.

Por exemplo, no **livro Guia do professor – matemática 2º ano** (Isabel, F. (2007), a autora estabelece os objectivos específicos do tema grandezas e medidas:

- Utilizar unidades não convencionais nas medidas de grandezas.
- Comparar o comprimento, a capacidade e o peso dos objectos.
- Ordenar os objectos segundo o comprimento, a capacidade e o peso.

No mesmo livro (Guia do professor), a autora propõe exercícios com a seguinte nota: “é importante explicar aos alunos que as horas somam-se com horas e os minutos com minutos.” Mas veja como ela (autora) escreve as unidades do tempo nestes exercícios:

- “O comboio saiu da estação as 14h e 15m. Chegou ao seu destino 30m depois. A que horas chegou o comboio ao seu destino?”
- “A Mariana foi dormir na sexta as 15h e 45m. O seu irmão acordou ao fim de 1h e 15m. Quanto tempo dormiu a Mariana?”

E, ela (autora) demonstra a seguinte anotação:

1h 30m

+ 4h 15m

5h 45m

Lido e analisado o conteúdo deste livro com base o exemplo citado acima se nota o seguinte:

- Objectiva-se as unidades não convencionais ao em vez das unidades convencionais do Sistema Internacional de Unidades (**SI**).
- Lê-se: 1 hora e 30 metros e não 30 minutos quando se escreve 1h30m.
- Sempre que se falasse das grandezas e medidas, devia-se falar do **SI**.

O Sistema Internacional de Unidades (**SI**) não é tratado nos manuais iniciais da Reforma Educativa. A falta de mencionar o Sistema Internacional de Unidades (**SI**) nos livros do ensino básico faz com que os professores destas classes não lancem bases de conhecimento sobre o Sistema Internacional de Unidades (**SI**) nos alunos que terminam o ensino geral na Província da Lunda.

2.1.2. O Sistema Internacional de Unidades (SI) nos livros de física da Reforma Educativa.

Lendo os **livros de ensino de física** sobre o ensino e uso correcto do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) no ensino secundário, se pode verificar que, para além da frase “ Com a finalidade de verificar as grandezas, todos os países do mundo utilizam o mesmo sistema de unidades que é o Sistema Internacional de Unidades (**SI**) ”, no livro de física da 7ª classe, não há outra referência de ensino do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) nestes livros.

Nos **livros de apoio ao ensino de física** até a 9ª classe da Reforma Educativa, vêm algumas frases em alusão ao Sistema Internacional de Unidades (**SI**) que não constituem o ensino do Sistema Internacional de Unidades (**SI**), tais como: a unidade do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) de comprimento é o metro (**m**), da superfície é o metro quadrado (**m²**), do volume é o metro cúbico (**m³**), da força é o newton (**N**), do trabalho é o joule (**J**) e da potência é o watt (**W**).

Em muitos casos, os alunos demonstraram não saber o que significa a frase “*a unidade do Sistema Internacional de Unidades (SI) da dita grandeza*”. Isto provoca o desinteresse e dificuldades enormes nos alunos destas classes ao fazer a análise dimensional, ou seja, análise de unidades, e como consequência, estes alunos consideram a física como a disciplina muito difícil.

2.2. Tratamento do Sistema Internacional de Unidades (SI) no plano curricular e Programas das disciplinas no ensino médio segundo a Reforma Educativa.

No plano curricular de muitas áreas de formação média no Dundo, a física é uma disciplina eliminatória ou mesmo inexistente e não há outra disciplina destas especialidades que trata do Sistema Internacional de Unidades (**SI**). (**Anexo 10**).

A Escola de **Formação de Professores do Dundo** (EFP – Dundo) num percurso de 4 anos, forma professores de nível médio em seguintes especialidades: Geografia – História, Bioquímica, Matemática - física, Línguas e Magistério Primário.

Do plano curricular desta formação se pode constatar que, só os alunos da especialidade de Matemática-física que aprendem física da 10ª classe a 13ª classe; os do Magistério Primário, só aprendem física na 10ª classe e as restantes especialidades não têm física e não há outra disciplina das mesmas classes que trata do Sistema Internacional de Unidades (**SI**). (**Anexo 10**).

Imaginemos a dificuldade dos formandos desta escola, após sua inserção na docência, em lançar bases do ensino e uso correcto do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) sem manuais de apoio ao ensino do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) e pensemos na adaptação destes sobre as grandezas e unidades físicas numa das opções da Universidade Lueji-a-N'konde como estudantes.

A **Escola do IIº Ciclo do Ensino Secundário do Dundo** (PUNIV- Dundo) oferece formação nas seguintes especialidades em 3 anos: Ciências humanas, Ciências Económicas e Jurídicas e Ciências Físicas – biológicas.

Do plano curricular e programas desta formação, se pode constatar que só os alunos de opção Ciências Físicas – biológicas aprendem física e as outras especialidades não aprendem física, e, não há outra disciplina destas classes que trata do Sistema Internacional de Unidades (**SI**). (**Anexo 10**).

O programa de física das classes que estudam física (ciências física – biológicas), não prevê aula específica do ensino e uso correcto do Sistema Internacional de Unidades (**SI**). E os alunos que frequentam este ciclo de ensino, não aprenderam nada sobre o Sistema Internacional de Unidades (**SI**) no ensino básico.

Podemos visualizar as dificuldades dos alunos que terminam este ciclo de ensino pré-universitário no seu desempenho como estudantes numa das opções das unidades orgânicas da Universidade Lueji-a-N'konde ou outra.

O **Instituto Médio Politécnico – 28 de Agosto** do Samacaca (IMP-28 de Agosto), em 3 anos, forma técnicos médios em Informática, Contabilidade e gestão (C.G), Energia e Instalações eléctrica (E.I.E), Desenhadores Projectistas (D.P) e Obras de Construção Civil (O.C.C).

O Plano curricular desta formação mostra que os futuros gestores contabilistas não aprendem física e conseqüentemente, nada aprendem sobre a noção de medir, grandezas e unidades. (**Anexo 10**).

Os alunos de outras especialidades desta formação, só aprendem física nos dois últimos anos e os programas de ensino de física destas classes nada preveem sobre o ensino e uso correcto do Sistema Internacional de Unidades (**SI**).

Ao concluir este ciclo de ensino, os formados são imediatamente candidatos a docência, empresas de construção civil, serviços económicos e estudantes da Universidade Lueji-a-N'konde; pensemos então no seu empenho no que tange a medição com eficiência e uso correcto do Sistema Internacional de Unidades (SI).

A **Escola de Formação de Técnicos da Saúde da Lunda Norte** no Dundo (EFTS- LN), num percurso de 4 anos forma enfermeiros de nível médio, que é um nível não desprezível no contexto da Província da Lunda Norte.

Do plano curricular desta formação se pode constatar que, os alunos aprendem física só na 10ª classe e as restantes classes não têm física e não outra disciplina desta formação que trata do Sistema Internacional de Unidades (**SI**). (**Anexo 10**).

A noção de medir com eficiência no ramo de saúde é obrigatória, pois qualquer descuido na dosagem ou outro mecanismo sanitário é fatal, mas o programa de física da única

classe que tem física nada orienta sobre o ensino e uso correcto do Sistema Internacional de Unidades (**SI**).

Os alunos que terminam este ciclo, são imediatamente colocados nas unidades sanitárias da província, onde enfrentam os factos obrigatórios referentes a medição com eficiência diariamente, mas eles, sem noção de uso correcto das unidades do Sistema Internacional de Unidades (**SI**).

E, aqui também podemos visualizar as dificuldades dos alunos que terminam este ciclo de ensino na sua inserção como estudantes da medicina ou enfermagem superior numas das unidades orgânicas da Universidade Lueji-a-N'konde, do qual Dundo é a sede.

Assumimos sem medo de errar, o grande vazio nos planos curriculares e programas de disciplinas do ensino médio no Dundo. Não se aprende física, usa-se mal as unidades do Sistema Internacional de Unidades (SI) e conseqüentemente, mede-se sem eficiência, mesmo depois de concluir o ensino médio no Dundo.

2.3. Caracterização do PDE no ensino da física, especificamente na existência de materiais de apoio ao ensino do Sistema Internacional de Unidades (SI) no ensino médio no Dundo.

Em visita as bibliotecas públicas e bibliotecas internas das escolas do ensino médio no Dundo, se pode constatar que, não existe material de ensino específica para o Sistema Internacional de Unidades (**SI**) em todas as escolas do ensino médio no Dundo.

Na cidade do Dundo existe duas bibliotecas: Biblioteca Pública Provincial e a Biblioteca Interna da Escola Superior Pedagógica da Lunda Norte.

Na **Biblioteca pública provincial, (Anexo 9)** existe aproximadamente **9 457 livros (100%)** repartidos em seguintes áreas de saber: História, Direito, Educação, Ensino e Pedagogia, Linguística Portuguesa, Literatura Portuguesa, Literatura infantil, Matemática, Astronomia, Física, Química, Biologia, Ecologia Geral, Zoologia,

Ciências Médicas, Engenharia e Tecnologia geral, Culturas Gerais, Zootecnia, Comunicação, Gestão de Empresas, Contabilidade, Artes, Agricultura, Divertimentos: Jogos / Desportos, Ciências/ Conhecimentos gerais, Ciências/ Tecnologia de Computação, Enciclopédia, Dicionários Multilíngues, Dicionários Temáticos, Dicionários Português, Filosofia, Psicologia, Religião, Sociologia, Política e Economia e Ciências Económicas.

No entanto, apenas **272 livros de física (2,9%)** frisam algo sobre o Sistema Internacional de Unidades (**SI**), referindo-se ao uso de certas grandezas e unidades. E, somente **250 livros da multidisciplinariedade (2,8%)** fazem referência ao sistema de medidas, isto é, grandezas e unidades do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) úteis em determinados capítulos destes.

Lamentavelmente, só há **um (1) livro (0,01%)** da autoria de Guilherme de Almeida (2002) que trata especificamente do Sistema Internacional de Unidades (**SI**).

Na **biblioteca interna da Escola Superior Pedagógica da Lunda Norte, (Anexo 9)** se pode investigar sobre as seguintes áreas de saber: Generalidades/ Ciências e Conhecimentos, Enciclopédias, Dicionários, Dicionários Multilíngue, Dicionários Temáticos, Filosofia, Psicologia, Sociologia, Literatura Brasileira, Religião/ Teologia, Ciências da Educação/ Ensino/ Pedagogia; Matemática, Física, Astronomia Geodesia, Química/ Ciências Mineralógicas, Ciências Biológicas, Ecologia Geral, Botânica, Zoologia, Anatomia, Literatura Angolana, Linguística Português, Linguística Inglesa, Literatura Portuguesa, Relatórios, Monografias e História.

No entanto, dos **3500 livros existentes (100%)** nesta biblioteca, **50 livros de física (1,4%)** fazem referência ao uso do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) e **62 livros da multidisciplinariedade (1,7%)** falam do Sistema Internacional (**SI**) em algumas das suas páginas, mas só existe **um (1) livro (0,02%)** da autoria de Guilherme de Almeida (2002) que trata especificamente do Sistema Internacional de Unidades (**SI**).

A existência de **somente 2 livros (0,01%) que tratam especificamente do Sistema Internacional de Unidades (SI)**, num universo de 12 957 livros existentes nas duas bibliotecas públicas da cidade do Dundo, demonstra bem claro o deficit nesta área e a **importância do Material aqui proposto.**

As **escolas do Ensino Médio** no Dundo, na sua maioria **não tem bibliotecas internas**, o número de livros existentes e controlados por algumas subdirecções pedagógicas e que serve de materiais didácticos distribuídos aos professores, na maior dos casos apresenta aspectos isolados sobre os sistemas de medidas, o que não significa abordagem específica sobre o Sistema Internacional de Unidades (**SI**).

2.4. Diagnóstico e Resultados

2.4.1. Consultas aos Subdirectores pedagógicos do ensino médio no Dundo.

A partir de consultas aos Subdirectores pedagógicos das 4 escolas do ensino médio no Dundo, se pode constatar que os professores de física do ensino médio no Dundo não têm encontros metodológicos sobre o ensino do Sistema Internacional de Unidades (**SI**).

A falta de encontros metodológicos entre os professores de física das quatro escolas do ensino médio do Dundo, resulta em não linearidade de conhecimento sobre o ensino e uso correcto do Sistema Internacional de Unidades (**SI**).

As subdirecções pedagógicas não realizam actividades formativas com os docentes visando a aplicação eficiente do Sistema Internacional de Unidades (**SI**).

Por exemplos, no total de 11 jornadas pedagógicas que nós assistimos na condição de visitas em 4 escolas do ensino médio no Dundo (3 em cada escola do ensino médio), se pode constatar que **45,8%** de acções formativas das subdirecções pedagógicas com docentes representou apenas aspectos metodológicos e didácticos gerais sem referências específicas ao Sistema Internacional de Unidades (**SI**). (**Anexo 1. a**).

Os Subdirectores pedagógicos mostraram ainda que muitos professores de física do ensino geral e não só, não utilizam as novas tecnologias de informação (TICs).

2.4.2. Interação com a comunidade escolar do Ensino Médio no Dundo (alguns erros comuns).

Observando o uso de unidades na prova pedagógica aplicada a comunidade escolar no Dundo, e interagindo com ela (comunidade escolar), se pode constatar que, comumente usa-se muitas grandezas e unidades do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) de forma confusa ou mesmo completamente errada. Veja alguns exemplos.

1. Fala-se da “**corrente de 110 volts**”, mas a grandeza que caracteriza se uma rede eléctrica é de 110V ou 220V é a tensão, a unidade da corrente é ampere (A). Também os termos “amperagem” e “wattagem” são completamente errados.

2. Dizer que “a nova central térmica do Dundo, quando pronta, terá uma **potência de 30 megawatts por mês**” está errado. Isso não faz o menor sentido, pois “megawatts por mês” significaria potência dividida por tempo. O correcto nesse exemplo é dizer “a central térmica gerará uma potência de 30 megawatts” e pronto, já que estamos falando da potência gerada.

3. Com frequência se diz: “**o meu disco rígido é de 160 gigas**”. Veja, “giga” é um prefixo e não uma unidade. O correcto é “o meu disco rígido tem capacidade de 160 gigabytes”.

4. Nas cantinas escolares encontra-se escrito: açúcar por peso: **20Kzs por kilo**, erro duplo: primeiro, quilo não é unidade, mas prefixo, segundo quilograma é unidade de massa, não do peso.

5. Está errado escrever, trabalho **24 / 24hrs**. Sabemos que o dia tem 24 horas, mas como inicia com a hora zero, não existe o horário “24 h”, muito menos “24h e 30 min”. A meia-noite, portanto, é “0 h”. Mas pode se trabalhar 24 h por dia.

6. Diz-se, a temperatura máxima na sala de aula é de 32 **graus centígrados** quando se quer dizer 32 graus celsius. Ora, até 1948, os termos **Centigrado** (centésima parte do grado, unidade de angulo) e **centígrado** (unidade de

temperatura) criavam muita confusão; uma resolução da CGPM adoptou kelvin (**K**) para temperatura termodinâmica e celsius (**°C**) para temperatura atmosférica. O termo centígrado não faz mais parte do vocabulário referente a temperatura.

2.4.3. Caracterização psicológica dos alunos do ensino médio no Dundo em 2013.

A longa etapa que abrange a adolescência e a juventude, até que os filhos entrem definitivamente na vida adulta, contém uma série de mudanças e transformações, de riscos e incertezas diante dos quais convém que os pais estejam preparados.

A despedida da infância, o surgimento das amizades, a transformação do corpo, a autoestima, a instabilidade, a problemática social, os estudos e a formação intelectual e profissional, a descoberta do amor e da sexualidade é entre outra o estado psicológico dos alunos que frequentam o ensino médio em diversas especialidades em 2013, no Dundo.

Tem-se a seguinte estatística (**Anexo 12**): 2.040 dos **4 742 alunos** em 2013, são de sexo feminino, representando 43,0%, 1073 alunos são finalistas entre os quais 507 finalistas femininas, perfazendo 47,3%. Estes números demonstram a vontade feminina na aprendizagem neste século.

Todos frequentam escolas públicas em três períodos (matinal, vespertino e nocturno). O aluno menor é da idade de 16 anos e o mais velho tem 42 anos de idade.

Destes alunos, **42,3%** já tem alguma ocupação, seja profissional ou familiar (paternidade). Pelo menos, **78,2%** dos alunos suportam os seus próprios estudos e dos seus parentes em outros níveis de escolaridade (alunos e encarregados de educação ao mesmo tempo). (**Anexo 12**).

Observa-se também que **84%** dos alunos do ensino médio no Dundo é de origem camponesa, desempregados ou com salário incompatível. Lamentavelmente,

72,1% destes alunos, não utiliza os TICs (Novas tecnologias de informação).
(Anexo 12).

O estado psicológico dos alunos do ensino médio no Dundo pode ser descrito como:

1. **Carregado de pressões:** os alunos trabalhadores chegam geralmente atrasados. Têm faltas justificadas pelo serviço que é atendido imediatamente antes, durante ou depois da aula.
2. **Carregado de ansiedade:** o desejo de terminar a formação média com ânsia de elevar o nível salarial ou ingressar a universidade.
3. **De muita seriedade:** alunos adultos encerram o ensino médio com seriedade procurando recuperar o tempo perdido (em muitos casos nas forças armadas ao serviço da nação).
4. **De muitos sonhos:** Os alunos almejam muitas realizações profissionais, académicas, emocionais, etc.

Os alunos mais jovens demonstram irresponsabilidade na aprendizagem, enquanto os adultos demonstram cansaço na aprendizagem. O número elevado de alunos numa sala de aula aumenta as pressões nos alunos e contribui no mau empenho destes.

2.4.4. Observação de Actividades formativas de docentes e visitas as aulas de física nas escolas do ensino médio no Dundo.

A Reforma Educativa, vigente no país, recomenda que as subdirecções pedagógicas realizassem pelo menos uma actividade pedagógica formativa em cada trimestre.

Das visitas de observação realizadas nas subdirecções pedagógicas e nas salas de aulas de físicas, com relação ao ensino e uso do Sistema Internacional (**SI**) no processo docente educativo, se pode constatar que,

Em dois anos lectivos seguidos, as **subdirecções pedagógicas** visitadas, realizaram actividades formativas com docentes na seguinte proporção: **EFPP** - Dundo 33,3% das

actividades, o **PUNIV** - Camatundo 33,3% das actividades, o **28 de Agosto** - Samacaca, 83,3% das actividades e a **EFTS – LN**, 16,6% das actividades representando ao todo (45,8%) das actividades formativas realizadas. (**Anexo 1.a**).

A menção ou alusão ao Sistema Internacional de Unidades (**SI**) durante as aulas, representa simplesmente **16,6%** (**anexo 1.b**), esta percentagem demonstra que existe um défice sério com o ensino e uso correcto do Sistema Internacional de unidades (**SI**) nas escolas do ensino médio no Dundo, Lunda Norte.

Nas **36 aulas** de física visitadas (9 em cada escola), verifica-se que somente em 6 aulas os professores fizeram menção ou alusão ao uso correcto de unidades e grandezas do Sistema Internacional de Unidades (**SI**), valendo **16,6%**. (**Anexo 1.b, 1.c**). Isto demonstra porque os alunos não usam o Sistema Internacional de Unidades (**SI**) no seu dia-a-dia.

Durante o processo docente educativo de física, no ensino médio no Dundo, os professores se referem muito poucas vezes ao Sistema Internacional de Unidades (**SI**).

2.4.5. Entrevistas aos docentes de física do ensino médio no Dundo (Anexo 2)

A entrevista dirigida aos 18 professores de física (100%) de 4 escolas do ensino médio no Dundo, nomeadamente, Escola de Formação de Professores do Dundo (EFP-DUNDO), Escola de Formação de Técnicos da Saúde da Lunda Norte (EFTS-LN), Escola do II Ciclo do Ensino Secundário do Camatundo (PUNIV-CAMATUNDO) e Instituto Médio Politécnico 28 de Agosto do Samacaca (IMP-28 DE AGOSTO - SAMACACA) se fez com base os indicadores discriminados no quadro do **anexo 2.a**).

Como demonstrado no **anexo 2.b**), das entrevistas aos docentes se pode recolher os seguintes resultados por indicador:

Analisando os resultados dos indicadores 1 e 2, se nota que **100%** dos professores entrevistados sabem o significado do Sistema Internacional de Unidades (**SI**), mas só **22,2%** fala do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) durante a aula.

Do terceiro indicador, se constata que **50%** dos professores entrevistados admitem as insuficiências de manuais escritos sobre o Sistema Internacional de Unidades (**SI**). **44,4%** aparentemente fazendo uso da internet afirmam haver suficiência em manuais sobre o Sistema Internacional de Unidades (**SI**) e **5,5%** não tem ideia, pois não usam o Sistema Internacional de Unidades (**SI**) no seu quotidiano.

Analisando os resultados do 4º indicador sobre o plano curricular, **33,3%** dos entrevistados afirmaram a inserção do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) no plano curricular e **22,2%** mostraram-se indecisos; havendo apenas **44,4%** dos entrevistados discordando da inserção do **SI** no plano curricular das classes de reforma, nota-se o grau da inocência destes docentes no conhecimento sólido na questão do Sistema Internacional de Unidades (**SI**).

Todos os professores entrevistados (**100%**) no 5º indicador convergiram na não aprendizagem do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) no ensino geral. **61,1%** afirmam a falta de conhecimento sólido sobre o Sistema Internacional de Unidades (**SI**) dos seus discentes, conforme o indicador nº 6.

A coerência do Sistema Internacional de Unidades foi comprovada por **88,8%** dos professores entrevistados, mas só alunos de **33,3%** dos entrevistados, utilizam o Sistema Internacional de Unidades (**SI**) no quotidiano, analisando os indicadores 7 e 8.

A análise dos indicadores 9 e 10, revela que só **11,1%** dos alunos dos professores entrevistados demonstram capacidade de fazer a análise dimensional sem muitos problemas. **22,2%** afirmam sem convicção o ensino do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) sempre que se fale de medidas, pois a verdade é que no ensino geral não se fala do Sistema Internacional de Unidades (**SI**).

Ao analisar os resultados do indicador nº11, se constata que **94,4%** dos docentes entrevistados acham que o Sistema Internacional de Unidades (**SI**) não esteja inserido no plano curricular da reforma educativa em curso em Angola.

Todos os entrevistados (100%) no 12º indicador, são unânimes na necessidade de um material didático que contenha exercícios que contribuam e favoreçam o ensino e aprendizagem do Sistema Internacional de Unidades (**SI**)

2.4.6. Entrevistas aos alunos do ensino médio no Dundo (Anexo 3).

A entrevista dirigida a **2482 alunos** considerados como amostra da situação nas 4 escolas do ensino médio no Dundo teve em conta 5 indicadores ou perguntas a serem respondidas afirmativamente, negativamente ou sem ideia do que se trata.

Os indicadores a terem em contas na entrevista aos alunos do ensino médio, são os mencionados no **anexo 3.a).**

Analisando os resultados (**Anexo 3.b)** do indicador nº 1, se pode notar que só **20,1%** dos alunos entrevistados sabem o significado e a importância do **SI**, **43,5%** não sabe o que significa o Sistema Internacional de Unidades (**SI**) e lamentavelmente **36,2%** nunca ouviu nada sobre o Sistema Internacional de Unidades (**SI**).

Pelo segundo indicador, constata-se que só **4,8%** conhecem os prefixos do Sistema Internacional de Unidades (**SI**), **76,1%** dos alunos entrevistados não conhecem os prefixos do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) e seriamente, **19,0%** destes alunos não tem ideia de existência de prefixos.

O terceiro indicador revela-nos que só 40,5% dos alunos entrevistados reconhecem a aplicação quotidiana do Sistema Internacional, 31,8% dos entrevistados não vê a aplicação do Sistema Internacional no dia-a-dia e 19,5% destes alunos nada sabem sobre o assunto.

Os **76,5%** do sim ao 4º indicador são imediatamente considerados nulos pelo **1,2%** ao sim do 5º indicador, pois o 5º indicador é a própria resposta do indicador nº 4. Quem conhece as unidades básicas do Sistema Internacional de Unidades (**SI**), não pode responder com não no indicador nº 5.

Os resultados contraditórios ao sim destes dois últimos indicadores, mostram que os alunos entrevistados nada sabem de correcto sobre o Sistema Internacional de Unidades (**SI**).

2.4.7. A prova pedagógica aplicada a alunos de 4 escolas secundárias do Dundo. (Anexo 4).

a) Objectivos pedagógicos da Prova

A prova pedagógica tinha os seguintes objectivos pedagógicos:

1. Avaliar o nível de conhecimento do **SI** nos alunos do ensino médio.
2. Verificar se os alunos possuem a capacidade de conversão de unidades em diferentes sistemas de medidas.
3. Verificar a habilidade de transformação de unidades de comprimento, massa e tempo em seus múltiplos e/ou submúltiplos.

b) Resultado da prova pedagógica aplicada aos alunos do ensino médio no Dundo.

De forma geral, a prova pedagógica aplicada a **2 482** alunos de 4 escolas secundárias produziu os seguintes resultados: apenas **1,3%** dos alunos examinados foi apto, tendo 98,7% não aptos na seguinte proporção: **12,6%** com a nota entre 5 e 9 valores e **85,9%** classificados como maus.

A prova foi avaliada em 20 valores, as perguntas 1 e 4, valiam 4 valores cada, a 2ª pergunta valia 8 valores e as perguntas nº 3 e 4 valiam 2 valores cada.

Analisando cada indicador se constata o seguinte:

Só dois (2) alunos responderam correctamente as perguntas 1, 2 e 5, obtendo 16 valores.

32 alunos acertaram as perguntas nº 2 e 4, obtendo 12 valores. No entanto, 315 alunos acertaram as perguntas nº 3, 4 e 5, obtendo 8 valores.

Lamentavelmente, 2 133 alunos só conseguiram sem perfeição as perguntas 1, 2 e 3, obtendo 4 valores como nota máxima.

Conclusão.

Analisada e diagnosticada a situação do ensino e uso do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) no ensino médio no Dundo, conclui-se:

- Existe défices nos textos escolares, nos planos curriculares e nos programas da disciplina de física no plano da Reforma Educativa já vigente em Angola com relação o ensino e uso do Sistema Internacional de Unidades (**SI**).
- Os défices resultam em graves deficiências no uso do Sistema Internacional de Unidades (SI) nas escolas do ensino geral no Dundo.
- A necessidade do material didático com conteúdos e exercícios sobre o Sistema Internacional de Unidades (**SI**) como o aqui proposto é imprescindível.

Cap. III. Proposta: Manual Didáctico contendo Exercícios para contribuir no aperfeiçoamento do ensino- aprendizagem do Sistema Internacional de Unidades (SI) no ensino médio.

Partindo dos pressupostos e princípios da Reforma Educativa em Angola, propomos o material didáctico para aperfeiçoar o ensino – aprendizagem do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) no Ensino Médio na Lunda Norte.

O Material contém exercícios de transformação de unidades **SI** em seus múltiplos e submúltiplos, em unidades de outros sistemas de medidas, etc. Os exercícios são resolvidos e propostos.

3.1. Princípios didáticos que sustentam a proposta de um Material Didáctico com Exercícios sobre o Sistema Internacional de Unidades (SI) no Ensino Médio

Os princípios didáticos são postulados gerais sobre a estruturação do **conteúdo, organização, métodos e meios** de ensino.

Os diferentes **princípios didáticos** são: princípio do carácter científico, da sistematicidade, da vinculação da teoria com a prática, da vinculação do concreto com o abstrato, da exequibilidade, da solidez dos conhecimentos, do carácter consciente e actividade independente dos alunos e da vinculação do individual com o colectivo.

Os **princípios de sistematicidade** e da **solidez dos conhecimentos sustentam** a nossa proposta. Entendemos que há falta de sistematização de informação durante o PDE sobre o Sistema Internacional de Unidades (**SI**) no ensino em Angola, o que resulta na falta de solidez de conhecimentos sobre o Sistema Internacional de Unidades (**SI**).

Entre outra, a falta de sistematicidade do conteúdo sobre o Sistema Internacional de Unidades (**SI**), retira o carácter científico ao ensino do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) a este nível do ensino. Isto se pode evitar aplicando com rigor todos componentes do Processo docente educativo (PDE).

O método como componente do PDE consiste em seguintes aspectos:

1. O professor é o **guia** que deve influenciar os estudantes através a sua comunicação oral e corporal com **motivação permanente**.
2. O professor deve mostrar **domínio, conhecimento e habilidades** na transmissão dos **conteúdos**.
3. O aluno **só aprende quando motivado** e consciente da importância e interesse que dá ao assunto que está aprender.
4. A **autorregulação** do estudante e as notas ou qualificações são estímulos importantes na aprendizagem.
5. As **sanções são estímulos negativos** que são superáveis com autorregulação.
6. A **independência cognitiva** do estudante é necessária para efectivação da aprendizagem. Isto é, a liberdade que deve ter o aluno na escolha de vias e meios de realização das tarefas.

3.2. Aspectos metodológicos que sustentam a proposta do Material didáctico para contribuir no aperfeiçoamento do ensino-aprendizagem do Sistema Internacional de Unidades (SI) no ensino médio.

A proposta foi elaborada a partir de um diagnóstico inicial. A proposta cumpre com as funções instrutivas, educativas e desenvolvimento dos alunos, por que:

- Se ajusta aos conteúdos físicos que permitem os alunos assimilar os conceitos e procedimentos físicos.
- Motiva os alunos à concepção científica do mundo e uso de grandezas e unidades na vida social, construção, saúde, higiene, meio ambiente, estradas, etc.
- Propicia a coerência entre formas de pensar, sentir e actuar, entre afecto e cognição.
- Contribui na formação e desenvolvimento do pensamento lógico dos alunos, pois leva-os à analisar, aplicar os conceitos, princípios e leis que se impõe.
- Facilita o poder de comunicação fomentando as relações humanas (professor – alunos, alunos – professor, alunos – alunos).

- Possibilita elevar a cultura geral integral inculcando nos alunos os sentimentos de amor a natureza, a pátria (Angola) no processo de desenvolvimento científico e pacífico.
- A proposta favorece a livre escolha e tomada de decisão com base a relação entre os novos conhecimentos e os já adquiridos eliminando a ideia de que a física é muito difícil.

A proposta tem a sua pertinência na importância que tem no plano social, científico, técnico e educacional, no que tange a medição com eficiência e que se expressa em seguintes razões:

- A **exigência** que o Estado Angolano impõe aos professores do Ensino Médio de elevar a qualidade de ensino para a formação geral e integral do futuro quadro.
- A necessidade de que os alunos que terminam o Ensino Médio no Dundo, serão **professores de física nas escolas do 1º Ciclo** da Província e estudantes em distintos cursos na universidade Lueji-a-N'konde do qual Dundo é a sede.
- A necessidade de **desenvolver nos alunos uma atitude científica**, na vida actual e futura, que lhes permite resolver com crescente independência os diversos problemas que lhes aparecerem.

A Proposta de um **Material didáctico** que contém exercícios vinculados com a vida para aperfeiçoar o processo de ensino – aprendizagem do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) nas Escolas do Ensino Médio no Dundo, vai contribuir na diminuição do Stress profissional com que o professor de física se enfrenta na preparação e administração de suas aulas teóricas e práticas.

A nossa proposta contém:

- a) Exercícios sobre as **transformações de unidades** de comprimento, massa e tempo: para criar nos alunos a capacidade de transformar unidades de medida de comprimento, massa e tempo em seus múltiplos ou submúltiplos e vice e versa.
- b) Exercícios sobre o **Sistema internacional de unidades**: para levar os alunos ao reconhecimento da unidade padrão de cada grandeza e verificar a relevância histórica de adopção de um Sistema de Medidas.

- c) Exercícios de **conversões e transformações em unidades não SI autorizadas**: com objectivo de levar o aluno a estabelecer relações entre diferentes magnitudes
- d) Exercícios sobre **Ordens de grandeza e notação científica**: que propiciam oportunidades nas quais os alunos possam expressar/estimar fenómenos, acontecimentos e acções quotidianas em ordem de grandeza e notação científica.
- e) Exercícios sobre o **Sistema métrico decimal** e outros sistemas de medidas: para relacionar e transformar um prefixo do sistema decimal ao seu respectivo símbolo e/ou potencia de dez.
- f) Exercícios sobre os **algarismos significativos**: para levar o aluno fazer uma leitura correcta utilizando algarismos significativos com um instrumento de medição.

3.3. Perspectiva dos resultados a obter aplicando a Proposta

A aplicação da Proposta vai superar as deficiências de muitos alunos na aprendizagem e aplicação do Sistema Internacional de Unidades (**SI**).

Do ponto de vista instrutivo, a Proposta vai enriquecer o acevo bibliográfico sobre o Sistema Internacional de Unidades (**SI**). E, de ponto de vista educativo, vai contribuir na mudança positiva dos alunos ao fazer a análise dimensional e conversões em diferentes unidades do Sistema Internacional de Unidades (**SI**). e não só.

A aplicação da Proposta, também vai superar as deficiências dos docentes motivando-os a falar do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) durante a aula.

3.4. Material Didáctico proposto (Apêndice 1)

O Material Proposto trata do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) desde a sua concepção, evolução e aplicação eficiente. Os exercícios são resolvidos e propostos. As tabelas são completas e actualizadas.

Os alunos que estudam física a todos os níveis na Província da Lunda Norte têm ao seu dispor um manancial que os ajudará a aperfeiçoar a aprendizagem do Sistema Internacional de Unidades (**SI**).

O Material didáctico proposto tem a seguinte **estrutura**:

Introdução: Na introdução trata-se de aspectos teóricos, históricos e pedagógicos sobre o Sistema Internacional de Unidades (SI), ressaltando avista, a evolução do Sistema Internacional de Unidades (SI), suas unidades fundamentais e derivadas, a forma como se escreve e pronuncia os nomes e símbolos das unidades do Sistema Internacional de Unidades (SI) e alguns erros comuns da comunidade escolar no ensino médio no Dundo.

Epígrafe: Na epígrafe I se trata do Sistema de Exercícios resolvidos para minorar as dificuldades no ensino do Sistema Internacional de Unidades (SI), na epígrafe II aparecem o sistema de exercícios propostos e na epígrafe III vêm os exercícios de aplicações diversas.

Todos os epígrafes tratam de exercícios sobre a transformação de unidades em seus múltiplos e submúltiplos, aplicação correcta do Sistema Internacional de Unidades (**SI**), conversão em unidades não **SI** autorizadas, a ordem de grandeza, a notação científica, algarismos significativos e outros sistemas de medidas.

Os exercícios são resolvidos e/ou propostos tendo em contas a unidade fundamental do Sistema Internacional de Unidades (SI) de cada grandeza ou magnitude envolvido no exercício.

Exemplo de exercícios resolvidos para aperfeiçoar o ensino e aprendizagem do Sistema Internacional de Unidades – SI.

- a) **Exercícios de transformações de unidades de comprimento em seus múltiplos e submúltiplos.**

1. Determina na unidade do **SI**, a distância entre dois objectos que distam 6 nanómetros (6 nm).

Resolução:

nano é um prefixo que significa que uma unidade foi multiplicada por 0,000 000 001.

A unidade de distância (longitude) é o metro (m)

Então $6 \text{ nm} = 6 \times 0,000\,000\,001 = 0,000\,000\,006 = 6 \cdot 10^{-9} \text{ m}$

2. Converte na unidade fundamental **SI** de longitude: 1 km, 0,001 km, 1000 mm, 100 cm.

Resolução:

A unidade básica no **SI** de comprimento é o **metro (m)**. 1km é equivalente a 1000 m, 0,001km corresponde a 1 m, 1000 mm são iguais a 1 m e 100 cm são equivalentes a 1 m. (1km = 1000m; 100 cm = 1m)

Obs. Os múltiplos do metro são quilómetro (**km**), hectómetro (**hm**), decâmetro (**dam**). Os seus submúltiplos são decímetro (**dm**), centímetro (**cm**) e milímetro (**mm**).

b) Exercícios de aplicação do Sistema Internacional de unidades (SI).

2. a) Escolher a resposta certa: Comprimento da folha do caderno é de 0,32^m, 0,32m, 0,32M, ou 0,32mts?

Resposta certa: 0,32m

b) Porque é que o símbolo do metro é **m** minúsculo e o símbolo do newton é **N** maiúsculo?

Resolução:

O nome e símbolo de unidade se escreve em carácter romano directo e com letra minúscula, mas o símbolo da unidade de força (newton - N) é maiúscula porque o nome da unidade vem do nome de um cientista (Sir Isaac Newton).

c) Exercícios de Conversões e transformações em unidades não SI autorizadas

3. Converta em unidade fundamental **SI** do tempo: uma hora, um dia, uma semana, 3 h 45 min, 20 anos, espaço das 9 h50 min as 10 h 35 min.

Resolução:

$$1 h = 3600 s; \mathbf{1 dia} = 24 h = 24 \times 3600 = 86\,400 s;$$

$$\mathbf{1 semana} = 7 \text{ dias} = 7 \times 86\,400 = 604\,800 s;$$

$$\mathbf{3 h 45 min} = (3 h = 3 \times 3600 = 10\,800 s; 45 \text{ min} = 45 \times 60 = 2700 s) = 10\,800 + 2700 = 13500 s;$$

Conclusão.

- Há falta de sistematização do PDE sobre o **SI** no ensino em Angola, o que resulta na falta de solidez de conhecimento sobre o **SI**.
- A proposta de um material didáctico sobre o ensino do **SI** motiva a comunidade escolar à concepção científica do mundo e uso de grandezas e unidades na vida social, construção, saúde e meio ambiente.
- O sistema de exercícios está fundamentado em princípios didácticos tendo em contas aspectos metodológicos e as perspectivas da sua aplicação.

Conclusões gerais

Do aperfeiçoamento do ensino e aprendizagem do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) no ensino médio no Dundo se admite:

1. O trabalho com o material didáctico para minorizar as dificuldades no uso do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) proposto está baseado na teoria histórico-cultural por conveniência.
2. Existe linearidade de falta de eficiência no ensino e aprendizagem do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) no ensino médio no Dundo.
3. O Material didáctico proposto contribui na sistematização do Processo docente educativo (PDE) sobre o uso correcto do Sistema Internacional de Unidades (SI).

Recomendações

- ✓ Inclusão nos textos escolares, nos planos curriculares e nos programas de ensino de disciplinas de componente científica de aspectos relacionados com o Sistema Internacional de Unidades (SI) a todos os níveis.
- ✓ Exploração, expansão e aplicação do Material didático aqui proposto.

Guia (Mapa) de Observação de Actividades docentes (Anexo 1)

a) Actividades formativas com Docentes (2012- 2013)

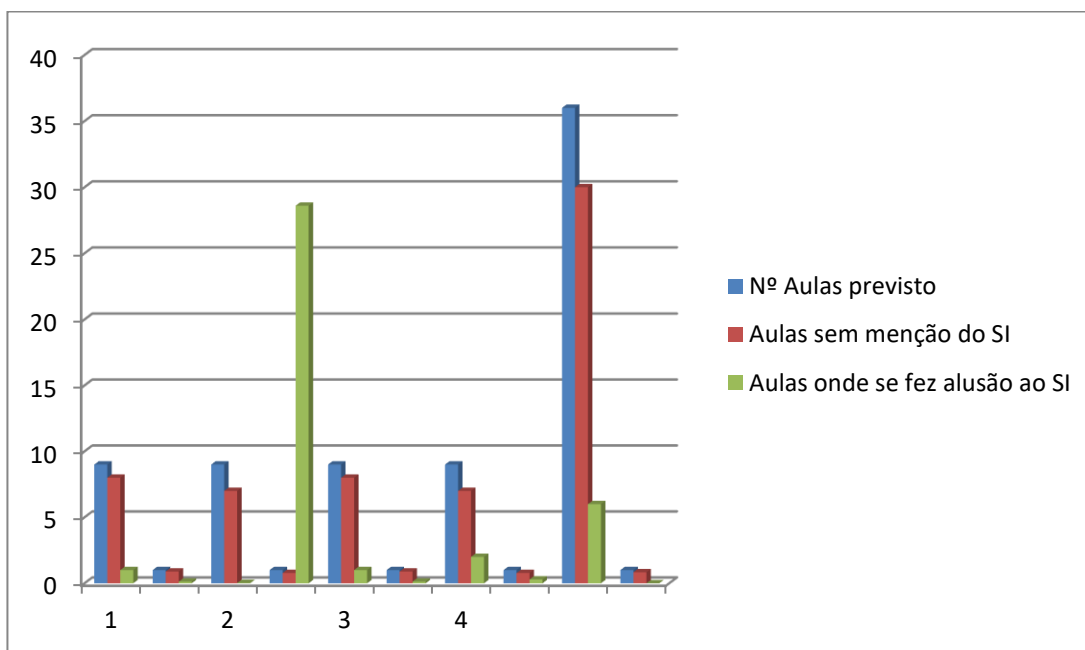
Nº	Escola	Actividades					
		Previstas			Realizadas		
		2011	2012	Total	2011	2012	Total
1.	EFTS- DUNDO	3	3	6 (100%)	-	1 33,3%	1 16,6%
2.	EFP – DUNDO	3	3	6 (100%)	1 33,3%	2 66,6	3 50%
3.	28 AGOSTO	3	3	6 (100%)	2 66,6%	3 100%	5 83,3%
4.	PUNIV	3	3	6 (100%)	1 33,3%	1 33,3%	2 33,3%
Total		12 (100%)	12 (100%)	24 (100%)	4 33,3%	7 58,33	11 45,8%

b). Aulas de física assistidas e observadas (2012 - 2013)

Escola	Nº Aulas previsto	Aulas sem menção do SI	Aulas onde se fez alusão ao SI
EFTS- DUNDO	9 100%	8 88,8%	1 12,5%
EFP – DUNDO	9 100%	7 77,7%	2 28,6

IMP 28 AGOSTO	9 100%	8 88,8%	1 12,5%
PUNIV - DUNDO	9 100%	7 77,7%	2 28,6%
Total	36 100%	30 83,3%	6 16.6%

c) O gráfico das aulas assistidas



Entrevistas aos docentes de física do ensino médio no Dundo (Anexo 2)

Objectivo: Conhecer sobre a importância que atribuem os professores ao **SI**. Vantagens do ensino e uso do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) no ensino geral.

Intervenientes: 18 Professores de física do ensino médio no Dundo

a) Indicadores a se terem em conta na entrevista aos docentes

Nº	Indicadores	Sim	Não	As vezes
1.	Sabes o que significa o SI ?			
2.	Falas do SI a teus alunos durante a aula?			
3.	Existe manuais suficientes sobre o SI ?			
4.	O plano curricular contempla o SI ?			
5.	Os teus alunos aprendem o SI desde o ensino básico?			
6.	Os teus alunos demonstram conhecimento sobre o SI ?			
7.	O SI é mais coerente que outros sistemas de medidas?			
8.	Os teus alunos utilizam o SI no quotidiano			
9.	Os teus alunos são capazes de fazer a análise dimensional sem problemas?			
10.	Quando se ensina as medidas, se ensina também o sistema de medidas?			
11.	Há programas que orientam ensinar o SI ?			
12.	Há necessidade de um material didáctico sobre o SI a todos os níveis?			

b) Resultados da entrevista aos docentes

Nº	Indicadores	Sim	Não	As vezes
1.	Sabes o que significa o SI ?	18 (100%)	-	-
2.	Falas do SI a teus alunos durante a aula?	4 22,2%	-	14 77,7%
3.	Existe manuais suficientes sobre o SI ?	8 44,4%	9 50%	1 5,5%
4.	O plano curricular contempla o SI ?	6 33,3%	8 44,4%	4 22,2%
5.	Os teus alunos aprendem o SI desde o ensino básico?	-	18 (100%)	-
6.	Os teus alunos demonstram conhecimento sobre o SI ?	3 16,6%	11 61,1%	5 27,7%
7.	O SI é mais coerente que outros sistemas de medidas?	16 88,8%	1 5,5%	1 5,5%
8.	Os teus alunos utilizam o SI no quotidiano	-	6 33,3%	12 66,6%
9.	Os teus alunos são capazes de fazer a análise dimensional sem problemas?	2 11,1%	8 44,4%	8 44,4%
10.	Quando se ensina as medidas, se ensina também o sistema de medidas?	4 22,2%	7 38,8%	7 38,8%
11.	Há programas que orientam ensinar o SI ?	1 5,5%	17 94,4%	-
12.	Há necessidade de um material didáctico sobre o SI a todos os níveis?	18 (100%)	-	-

Entrevistas aos alunos do ensino médio no Dundo (Anexo 3)

Objectivo: Determinar o nível de conhecimento geral sobre o **SI** na aprendizagem.

Intervenientes: 2 482 Alunos dos matriculados nas 4 escolas do ensino médio no Dundo.

a) Indicadores a se terem em conta na entrevista aos alunos do ensino médio no Dundo.

Nº	Indicadores	Sim	Não	Sem ideia
1.	Sabes o que significa o SI e sua importância?			
2.	nano, quilo, deci, centi, giga são prefixos SI ?			
3.	O SI tem aplicação no dia-a-dia?			
4.	Conheces as unidades básicas do SI ?			
5.	m, kg, s, A, K, mol e cd são unidades básicas SI ?			

b) Resultados da entrevista aos alunos do ensino médio no Dundo.

Nº	Indicadores	Sim	Não	Sem ideia
1	Sabes o que significa o SI e sua importância?	500 20,1%	1082 43,5%	900 36,2%
2	nano, quilo, deci, centi, giga são prefixos SI ?	120 4,8%	1890 76,1%	472 19,0%
3	O SI tem aplicação no dia-a-dia?	1007 40,5%	790 31,8%	485 19,5%
4	Conheces as unidades básicas do SI ?	1900 76,5%	82 3,3%	500 20,1%
5	m, kg, s, A, K, mol e cd são unidades básicas SI ?	32 1,2%	2067 83,2%	381 15,3%

Prova pedagógica aos alunos do IIº Ciclo (Anexo 4)

c) Objectivos pedagógicos da Prova

4. Avaliar o nível de conhecimento do **SI** nos alunos do ensino médio.
5. Verificar se os alunos possuem a capacidade de conversão de unidades em diferentes sistemas de medidas.

6. Verificar a habilidade de transformação de unidades de comprimento, massa e tempo em seus múltiplos e/ou submúltiplos.

Intervenientes: 2 482 alunos (EFP- Dundo, IMP 28 de Agosto, EFTS-LN e PUNIV).

Perguntas da prova:

1. É comum encontrar nas nossas estradas placas indicando a velocidade, distância, tempo e peso como seguinte: 80 KM, 20 mts., 24/24 Hrs e 5,5^t. Quantos erros tem cada escrita? Quais são?
2. Constrói uma tabela onde põe os nomes e símbolos das unidades fundamentais do **SI** e suas grandezas.
3. A unidade do trabalho em unidades fundamentais é:
 - a) kgm/s², b) N.m, c) J, d) kgs²/m, e) kgm²/s².
4. Converta em unidade **SI** do tempo, o espaço das 9 h 50 às 10 h 35 min; 5t, 200 g, 500 km, 100 cm, 10 litros.
5. Escreve **V** se é verdadeira e **F** se é falsa a afirmação seguinte:
M, KG, S, a, k, Mol e CD são unidades fundamentais do SI. _____

b) Resultados da prova pedagógica.

Ano Lectivo 2012 - 2013					Total aptos
Nº de alunos	0 - 4 Valores	5 -9 Valores	10 -15 Valores	16 - 20 Valores	
2482 100%	2133 85,9%	315 12,6%	32 1,2%	2 0,08%	34 1,3%

População: (Anexo 6)

	EFP - DUNDO	PUNIV - DUNDO	28 DE AGOSTO	EFTS - LN	Total
Alunos Matriculados	1700 (100%)	1500 (100%)	940 (100%)	602 (100%)	4742 (100%)
Professores de Física	6 (100%)	5 (100%)	4 (100%)	3 (100%)	18 (100%)
Prof +Alunos	1706	1505	944	605	
Total População	4760 (100%)				

Amostra: (Anexo 7)

	EFP - DUNDO	PUNIV - DUNDO	28 DE AGOSTO	EFTS - LN	Total
Alunos Matriculados	1700	1500	940	602	4742
Amostra/alunos	880 (51,7%)	780 (52%)	510 (54,2%)	330 (54,8%)	2482 (53,3%)
Amostra/Prof	6 (100%)	5 (100%)	4 (100%)	3 (100%)	18 (100%)
Amostra /Escola	886	785	514	333	
Amostra Total	2500 (100%)				

Implementação da Reforma Educativa em Angola (Anexo 8).

Ano	Experimentação	Avaliação	Generalização
2004	1 ^a , 7 ^a , e 10 ^a classes		
2005	1, 2 ^a , 8 ^a e 11 ^a classes	1 ^a , 7 ^a , e 10 ^a classes	
2006	3 ^a , 9 ^a e 12 ^a classes	1, 2 ^a , 8 ^a e 11 ^a classes	1 ^a , 7 ^a , e 10 ^a classes
2007	4 ^a e 13 ^a classes	3 ^a , 9 ^a e 12 ^a classes	1, 2 ^a , 8 ^a e 11 ^a classes
2008	5 ^a Classe	4 ^a e 13 ^a classes	3 ^a , 9 ^a e 12 ^a classes
2009	6 ^a Classe	5 ^a Classe	4 ^a e 13 ^a classes
2010		6 ^a Classe	5 ^a Classe
2011			6 ^a Classe
2012	Avaliação global		

Existência de bibliografia sobre o Sistema Internacional de Unidades (SI) na cidade do Dundo. (Anexo 9).

	Biblioteca Pública	Biblioteca Interna da ESPLN	Total
Nº de livros existentes	9 457 (100%)	3500 (100%)	12.957 (100%)
Nº de livros que tratam especificamente do SI .	1 (0,01%)	1 (0,02%)	2 (0,01%)
Nº de Livros de física com algum conteúdo sobre SI	272 (2,8%)	50 (1,4%)	322 (2,4%)
Nº de Livros de outras disciplinas com conteúdo sobre SI	250 (2,6%)	62 (1,7%)	310 (2,3%)

A física no Plano curricular do ensino médio no Dundo (Anexo 10)

Escola	Duração do ciclo	Especialidade	Aprende física			
			10 ^a	11 ^a	12 ^a	13 ^a
Dundo EFP -	4 Anos	Geografia-História	Não	Não	Não	Não
		Bioquímica	Não	Não	Não	Não
		Mat – física	Sim	Sim	Sim	Sim
		Línguas	Não	Não	Não	Não
		Magistério	Sim	Não	Não	Não
Dundo V - PUNI	3 Anos	Ciências Humanas	Não	Não	Não	xxx
		C. Econ. Jurídicas	Não	Não	Não	xxx
		C. Físicas-biológicas	Sim	Sim	Sim	xxx
Agosto IMP-28 de	3 Anos	Informática	Não	Sim	Sim	xxx
		Contabil. e gestão	Não	Não	Não	xxx
		Energia e Inst. Electr	Não	Sim	Sim	xxx
		Desenhador Projec.	Não	Sim	Sim	xxx
		Obras constr. Civil	Não	Sim	Sim	xxx
EFTS - Dundo	4 Anos	Enfermagem	Sim	Não	Não	Não

Lei de Bases do Sistema de Educação (Anexo 11)

(Lei N.º 13/01 de 31 de dezembro de 2001)

Considerando a vontade de realizar a escolarização de todas as crianças em idade escolar, de reduzir o analfabetismo de jovens e adultos e de aumentar a eficácia do sistema educativo;

Considerando igualmente que as mudanças profundas no sistema socioeconómico, nomeadamente a transição da economia de orientação socialista para uma economia de mercado, sugerem uma readaptação do sistema educativo, com vista a responder as novas exigências da formação de recursos humanos, necessários ao progresso sócio-económico da sociedade angolana;

Nestes termos, ao abrigo da alínea b) do artigo 88º da Lei Constitucional, a Assembleia Nacional aprova a seguinte: **LEI DE BASES DO SISTEMA DE EDUCAÇÃO**

CAPÍTULO I

Definição, Âmbito e Objectivos

ARTIGO 1º

(Definição)

1. A educação constitui um processo que visa preparar o indivíduo para as exigências da vida política, económica e social do País e que se desenvolve na convivência humana, no círculo familiar, nas relações de trabalho, nas instituições de ensino e de investigação científico - técnica, nos órgãos de comunicação social, nas organizações comunitárias, nas organizações filantrópicas e religiosas e através de manifestações culturais e ginnodesportivas.

2. O sistema de educação é o conjunto de estruturas e modalidades, através das quais se realiza a educação, tendentes à formação harmoniosa e integral do indivíduo, com vista à construção de uma sociedade livre, democrática, de paz e progresso social.

ARTIGO 2º

(Âmbito)

1. O sistema de educação assenta-se na Lei Constitucional, no plano nacional e nas experiências acumuladas e adquiridas a nível internacional.

2. O sistema de educação desenvolve-se em todo o território nacional e a definição da sua política é da exclusiva competência do Estado, cabendo ao

Ministério da Educação e Cultura a sua coordenação.

3. As iniciativas de educação podem pertencer ao poder central e local do Estado ou a outras pessoas singulares ou colectivas, públicas ou privadas, competindo ao Ministério da Educação e Cultura a definição das normas gerais de educação, nomeadamente nos seus aspectos pedagógicos e andragógicos, técnicos, de apoio e fiscalização do seu cumprimento e aplicação.

4. O Estado Angolano pode, mediante processos e mecanismos a estabelecer, integrar no sistema de educação os estabelecimentos escolares sediados nos países onde seja expressiva a comunidade angolana, respeitando o ordenamento jurídico do país hospedeiro.

ARTIGO 3º

(Objectivos gerais)

São objectivos gerais da educação:

a) desenvolver harmoniosamente as capacidades físicas, intelectuais, morais, cívicas, estéticas e laborais da jovem geração, de maneira contínua e sistemática e elevar o seu nível científico, técnico e tecnológico, a fim de contribuir para o desenvolvimento socioeconómico do País;

b) formar um indivíduo capaz de compreender os problemas nacionais, regionais e internacionais de forma crítica e construtiva para a sua participação activa na vida social, à luz dos princípios democráticos;

c) promover o desenvolvimento da consciência pessoal e social dos indivíduos em geral e da jovem geração em particular, o respeito pelos valores e símbolos nacionais, pela dignidade humana, pela tolerância e cultura de paz, a unidade nacional, a preservação do ambiente e a conseqüente melhoria da qualidade de vida;

d) fomentar o respeito devido aos outros indivíduos e aos superiores interesses da nação angolana na promoção do direito e respeito à vida, à liberdade e à integridade pessoal;

e) desenvolver o espírito de solidariedade entre os povos em atitude de respeito pela diferença de outrem, permitindo uma saudável integração no mundo.

CAPITULO II

Princípios Gerais

Artigo 4º

(Integridade)

O sistema de educação é integral, pela correspondência entre os objectivos da formação e os de desenvolvimento do País e que se materializam através da unidade dos objectivos, conteúdos e métodos de formação, garantindo a articulação horizontal e vertical permanente dos subsistemas, níveis e modalidades de ensino.

ARTIGO 5º

(Laicidade)

O sistema de educação é laico pela sua independência de qualquer religião.

ARTIGO 6º

(Democraticidade)

A educação tem carácter democrático pelo que, sem qualquer distinção, todos os cidadãos angolanos têm iguais direitos no acesso e na frequência aos diversos níveis de ensino e de participação na resolução dos seus problemas.

ARTIGO 7º

(Gratuidade)

1. Entende-se por gratuidade a isenção de qualquer pagamento pela inscrição, assistência às aulas e o material escolar.

2. O ensino primário é gratuito, quer no subsistema de ensino geral, quer no subsistema de educação de adultos.

3. O pagamento da inscrição, da assistência às aulas, do material escolar e do apoio social nos restantes níveis de ensino, constituem encargos para os alunos, que podem recorrer, se reunirem as condições exigidas, à bolsa de estudo interna, cuja criação e regime devem ser regulados por diploma próprio.

ARTIGO 8º

(Obrigatoriedade)

O ensino primário é obrigatório para todos os indivíduos que frequentem o subsistema do ensino geral.

ARTIGO 9º

(Língua)

1. O ensino nas escolas é ministrado em língua portuguesa.

2. O Estado promove e assegura as condições humanas, científico-técnicas, materiais e financeiras para a expansão e a generalização da utilização e do ensino de línguas nacionais.

3. Sem prejuízo do nº 1 do presente artigo, particularmente no subsistema de educação de adultos, o ensino pode ser ministrado nas línguas nacionais.

CAPÍTULO III

Organização do Sistema de Educação

SECÇÃO I

Estrutura do Sistema de Educação

ARTIGO 10º

(Estrutura)

1. A educação realiza-se através de um sistema unificado, constituído pelos seguintes subsistemas de ensino:

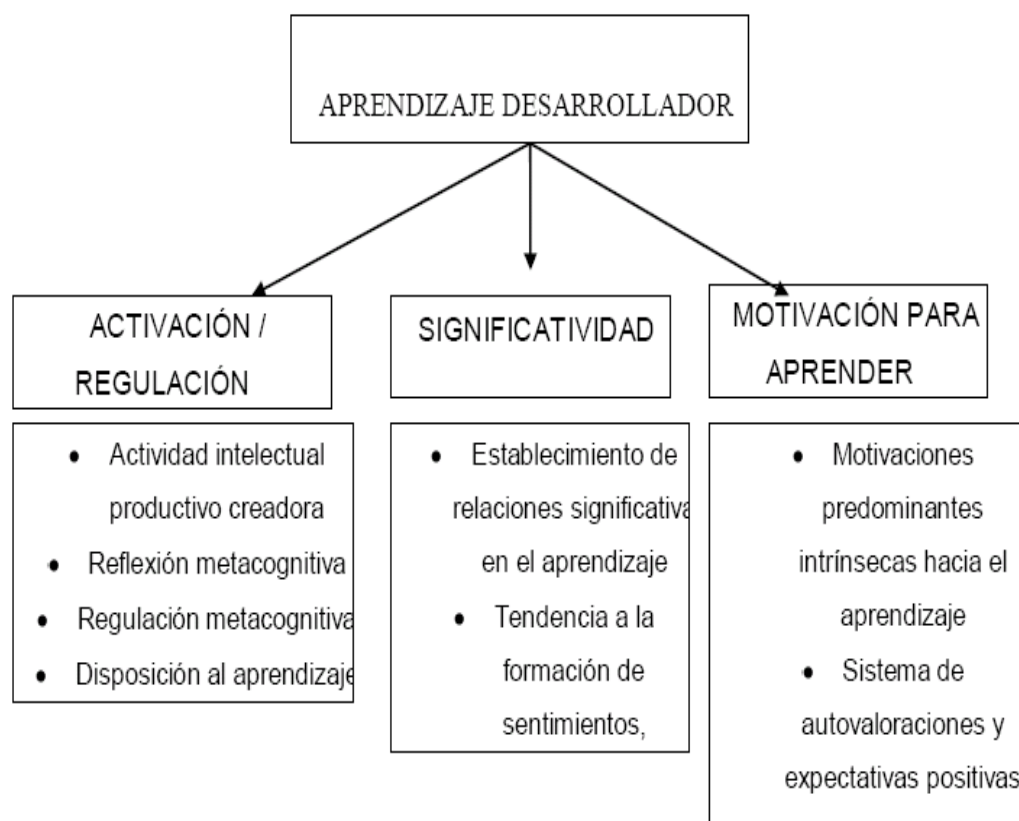
- a) subsistema de educação pré-escolar;
- b) subsistema de ensino geral;
- c) subsistema de ensino técnico-profissional;
- d) subsistema de formação de professores;
- e) subsistema de educação de adultos;
- f) subsistema de ensino superior.

2. O sistema de educação estrutura-se em três níveis:

- a) Primário;
- b) Secundário;
- c) Superior.

3. No domínio da formação de quadros para vários sectores económicos e sociais do País, sob a responsabilidade dos subsistemas do ensino técnico-profissional e da formação de professores, a formação média, técnica e normal, corresponde ao 2º ciclo do ensino secundário, com a duração de mais um ano dedicado a profissionalização, num determinado ramo com carácter terminal...

Teoría Histórico-cultural: aprendizaje
desenvolvedora. (**Anexo 13**)



Referências Bibliográficas.

1. **J.I. Reyes de Corcuera**, *Novas tendências filantrópicas e o ensino*, 1ª Edição, Havana, 1988.
2. **Morejón C. e outros**, *The teaching of the International Unit System at health centres*, 2ª Edição, Washington, 1987.
3. **Prof. Dr. Sérgio Pilling**, *Grandezas fundamentais e derivadas do Universo*, Edições de Biologia, Paraiba, 2002.
4. **Carlos S. e outros**, *Guia para o ensino do Sistema Internacional de Unidades nos cursos industrial*, 1ª Edição, Peru, 2003.
5. **Nascimento, Isabel Ferreira do**, *Guia do professor - Matemática 2º Ano*, 1ª Edição, Lisboa, 2007.

Bibliografias

1. **Almeida, Guilherme de**; Sistema Internacional de Unidades (SI), Grandezas e unidades físicas. Terminologia, símbolos e recomendações; 3ª edição revista e actualizada, Abril 2002.
2. **Alonso, Marcelo; e Finn, Edward Júnior**; 2º volume. Física: um curso universitário. São Paulo: Edgard Blücher, 1972.
3. **Álvarez Perz Marta**, Interdisciplinarietà, una aproximacion desde la Ensenanza Aprendizaje de las ciências, Editorial, Pueblo e Educación, Habana, Cuba, 2004.
4. **Baxter Perez, Esther**, Promueves ou facilitas a comunicacion entre teus alunos, Editorial, Pueblo e Educacion, Habana, 2003.
5. **Bermudez R e L. Perez**, Aprendizaje formativo e crecimiento personal, Editorial, Pueblo e Educación, Habana, 2003.
6. **Brekner, L, J e G. L. Bom**, Diagnóstico y tratamiento de las dificultades en el aprendizaje, 5ta edición, Madrid, 1999.
7. **Campos, António Augusto Machado Monteiro**. Compêndio do sistema métrico decimal em forma de diálogo, Lisboa, 1861.
8. **Chaby, Manuel Bernardo Pereira de**; Tabuada do novo sistema legal de pesos e medidas (aprovada pela Junta Consultiva de Instrução Pública para uso das escolas de instrução primaria). 2ª.ed. Lisboa, 1863.
9. **Chervel, André**; História das disciplinas escolares: reflexões sobre um campo de pesquisa. Teoria & Educação, 1990.
10. **Colectivo de autores**; teorías psicológicas e su influencia en la educación, Editorial, Pueblo e Educación, La Habana, 2005.
11. **Moisés Nussenzveig, e Edgar Blücher**, Curso de Física Básica. Vol. 1 - Mecânica, 1996.

12. **Danilov, M. A. E M. N. Skatkin**, Didáctica de la Escuela Media, Editorial de libros para a Educación, La Habana, 1978.
13. **H. E. Huntley, Macdonald & Co. Publishers**, Dimensional analysis, London, 1958.
14. **Vasco, Leioa (Vizcaya)**, Departamento de Física de la Materia Condensada. *Cálculo de errores en las medidas*. 2001.
15. **Fernandes, Rogério**, Génese e consolidação do sistema educativo nacional em Portugal, Lisboa, 1998.

16. **Ferreira, H. Amorim**, física experimental e matemática, Escola Politécnica de Lisboa. Lisboa, 1937.
17. **Fevrier, Dinis**, Un historique du Mètre. Disponível em: <<http://www.ensmp.fr/industrie/darpmi/sdm/unites/metre.htm>>. Página acedida em 27 Julho, 2012.
18. **Dalton Gonçalves**, Física, primeiro volume, ao Livro Técnico S. A., 1971.
19. **García Batista Gilberto e coautores**, temas de introducción a la formación pedagógica, Editorial, Pueblo e Educación, 2004.
20. **Giacomo P**, *The new definition of the meter*. Am. J. Phys. 52 (7) July 1984.
21. **Graça, Joaquim José da**, Tabelas das medidas de capacidade antigas: reduzidas ao sistema métrico decimal e as deste ao antigo sistema. Lisboa, 1863.
22. **Halliday, David e Resnick, Robert**, Fundamentos de Física. 4ª edição, Rio de Janeiro, Brasil, 1996.
23. [http://en.wikipedia.org/wiki/Similitude_\(model\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Similitude_(model)), 24/04/ 2012.
24. <http://www.deltateta.com.br>, analise-dimensional, 23/02/2008
25. <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/unidLegaisMed.asp>, 20/4/2012.
26. **Instituto Português da Qualidade**. Pesos e medidas em Portugal: catálogo. Exposição Nacional de Metrologia. Lisboa: Instituto Nacional de Investigação Científica, 1990.
27. **IUPAC**. iupac.chemsoc.org/report/shomann/index.html, 1993.
28. **Lopes, J. P**, Fragmentações e aproximações entre matemática e física no contexto escolar: problematizando o conceito de função, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

29. **López Díaz A. J**, *Métodos experimentales para el laboratorio de Física*. Tórculo Edicións.
30. **Ministério de Obras Públicas y Urbanismo**, Real Decreto 1317/1989 de 27 de octubre, *sobre el uso y desuso del Sistema Internacional de Unidades, Espanha, 1991*.
31. **Monteverde, Emílio Achille**, Método fácilimo para aprender a escrever tanto a letra redonda como a manuscrita no mais curto espaço possível. Inventaire des poids: collection des poids et mesures. Paris, 1990.
32. **Mulero A., Suero M.A., e outros**, El Sistema Internacional de Unidades en el supermercado. *Revista Española de Física*, Vol. 16, nº 5, 2002.
33. **NUSSENZVEIG, H. Moisés**, *Curso de Física Básica*. São Paulo, 1998.
34. **Orte A**, La medida atómica del tiempo. *Revista Española de Física*, V-3, nº 2, 1989.
35. **Pinheiro, T. F. e outros**, *Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora*. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.
36. **SI – Sistema Internacional de Unidades**, INMETRO, 8ª edição revisada, Rio de Janeiro, 2007.
37. **Sierpinska, A**, On understanding the notion of function. In: *The concept of function: aspects of epistemology and pedagogy*, Mathematical Association of America, 1992.
38. **Tipler, Paul A. E De Biasi, Ronaldo**, *Física para Cientistas e Engenheiros*. 4. Edição, Rio de Janeiro, 2000.



UNIVERSIDADE LUEJI-A-NKONDE

ESCOLA SUPERIOR PEDAGÓGICA DA LUNDA NORTE

DEPARTAMENTO DE ENSINO E INVESTIGAÇÃO DE MATEMÁTICA E FÍSICA

Material Didático proposto para Contribuir no menorizar as dificuldades de aprendizagem do Sistema Internacional de Unidades (SI). (Apêndice 1)

Parte do Trabalho de Fim de Curso para obtenção do título de Licenciado em Ciências da Educação na opção de Física

Autor: Licenciando Carlos Mucuta Santos. Outubro 2013

Este Material didático tem a seguinte **estrutura**: uma introdução e 3 epígrafes.

Introdução: Na introdução trata-se de aspectos teóricos, históricos e pedagógicos sobre o Sistema Internacional de Unidades (SI), ressaltando avista, a evolução do Sistema Internacional de Unidades (SI), suas unidades fundamentais e derivadas, a forma como se escreve e pronuncia os nomes e símbolos das unidades do Sistema Internacional de Unidades (SI) e alguns erros comuns da comunidade escolar no ensino médio no Dundo.

Epígrafes: Na epígrafe I se trata do Sistema de Exercícios resolvidos para minorar as dificuldades no ensino do Sistema Internacional de Unidades (SI), na epígrafe II aparece o sistema de exercícios propostos e na epígrafe III vêm os exercícios de aplicações diversas.

Todos os epígrafes tratam de exercícios sobre a transformação de unidades em seus múltiplos e submúltiplos, aplicação correcta do Sistema Internacional de Unidades (SI), conversão em unidades não **SI** autorizadas, a ordem de grandeza, a notação científica, Algarismos significativos e outros sistemas de medidas.

Os exercícios são resolvidos e/ou propostos tendo em contas a unidade fundamental do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) de cada grandeza ou magnitude envolvido no exercício.

Antes do Sistema Internacional de Unidades (**SI**) o mundo científico utilizou vários sistemas de medidas, que, com o tempo foram perdendo a sua utilidade por a ciência exigir medições com máxima precisão que aqui vamos chamar de Outros sistemas de medidas:

- **Sistema CGS de unidades**: Denominado assim, porque suas unidades básicas são o centímetro, o grama e o segundo.
- **Sistema Natural**: As unidades são escolhidas de forma que certas constantes físicas passem a valer exactamente 1.
- **Sistema Inglês (Sistema imperial)**: utilizado no passado pelos países anglo-saxões. A maioria já o substituiu pelo Sistema Internacional de Unidades, excepto Libéria, Birmânia e Estados Unidos, etc.

I. Introdução: Aspectos teóricos e históricos do Sistema Internacional de Unidades (SI)

1.1. Antecedentes do Sistema Internacional de Unidades (SI).

Em 1586, o matemático **Flamengo Simon Stevin**, no panfleto informativo, “De Thiende” (o décimo) prognostica a introdução da cunhagem, medidas e pesos decimais.

Em 1668, o filósofo inglês **John Wilkins**, membro da Royal Society e bispo de Chester define pela primeira vez o comprimento como uma unidade de medida universal baseada no decimal e em 1675, o cientista italiano **Tito Lívio Burattini** chama a medida universal de John Wilkins de **metro** (do grego *métron katholikón* que deu origem ao **mètre** francês em 1797).

Em 1780, a Assembleia Nacional Constituinte da Revolução Francesa sob proposição de Talleyrand recomenda a criação de um sistema de medida estável, uniforme e simples, e em **1791** é instituído na França, o **Sistema Métrico Decimal**.

Em **20 de Maio de 1875**, na França, 17 Estados assinam a “**Convention du mètre**” em português, “**Convenção do metro ou Tratado do metro**”, como forma de estabelecer uma autoridade internacional no campo da metrologia e adoção do metro como unidade básica da medida de comprimento.

Em 1875 construiu-se (os protótipos) as barras padrões do metro e do grave (nome original do quilograma).

O metro e o grave (quilograma) padrão, em platina foram depositados nos arquivos nacionais de França aos 04 Messidor ano VII (22 de Junho de 1899), o que as vezes é considerado como **acto criador do Sistema métrico decimal**.

Entretanto, o desenvolvimento científico e tecnológico passou a exigir medições cada vez mais precisas e diversificadas. Havia também a necessidade de resolver o problema de duas grandes inconveniências ou dificuldades que apresentavam as antigas medidas:

1. As unidades com mesmo nome variavam de uma região a outra,

2. As subdivisões das diferentes medidas não eram decimais, as quais representavam grandes complicações para o cálculo.

Se tratava de criar um sistema de unidades simples, coerente e único que pudesse reproduzir-se com exactidão em qualquer lugar e com meios disponíveis para cada pessoa.

Por esse facto, a **XIª CGPM (1960)**, por intermédio de sua Resolução 12, adoptou finalmente o [Sistema Internacional de Unidades](#) (sigla **SI**, do francês *Système International d'Unités*) como único sistema de medida coerente.

1.2. Evolução do Sistema Internacional de Unidades (SI).

Descrita em 3 etapas:

1ª Etapa: criação do sistema métrico decimal na revolução francesa e o depósito do metro e grave padrão nos arquivos da República em Paris.

2ª Etapa: Estabelecimento de organizações de normalização e regulação do **SI** (ex. **CGPM** – Conférence Générale des Poids et Mesures, **CIPM** – Comité International des Poids et Mesures, **BIPM** – Bureau International des Poids et Mesures, etc.)

3ª Etapa: Definição de unidades básicas e destas, as derivadas.

1.2.1. Unidades fundamentais do Sistema Internacional de Unidades (SI).

Estabelece-se **7 unidades básicas** (tabela nº 1) cujos nomes e símbolos são os seguintes: metro (**m**) para o comprimento, quilograma (**kg**) para a massa, segundo (**s**) para o tempo, ampere (**A**) para a corrente eléctrica, kelvin (**K**) para a temperatura termodinâmica, mol (**mol**) para a quantidade de substância e candela (**cd**) para a intensidade luminosa. (vide tabela em anexo)

1.2.2. Unidades derivadas do Sistema Internacional de Unidades (SI).

São definidas de forma que sejam coerentes com as unidades básicas (tabela nº 3)

Ex: metro quadrado (**m²**) para superfície, metro cúbico (**m³**) para volume, metro por segundo (**m/s**) para velocidade, radiano por segundo (**rad/s**) para velocidade angular, quilograma por segundo (**kg/s**) para caudal mássico, etc.

Outras recebem um nome especial e um símbolo particular (tabela nº 4).

Ex. hertz (**Hz**) para a frequência, newton (**N**) para a força, pascal (**Pa**) para a pressão, joule (**J**) para o trabalho, watt (**W**) para potência, coulomb (**C**) para a carga eléctrica, ohm (**Ω**) para a resistência, tesla (**T**) para a indução magnética, weber (**Wb**) para o fluxo magnético, etc.

E, outras são definidas a partir das unidades **SI**, mesmo não sendo múltiplos ou submúltiplos das mesmas (tabela nº 6).

Ex: minuto (**min**), hora (**h**) e dia (**d**) para o tempo, grau (**º**), minuto (**'**) e segundo (**''**) para o ângulo plano, litro (**l** ou **L**) para o volume, tonelada (**t**) para a massa, etc.

1.3. Como se escreve os nomes e os símbolos das unidades do Sistema Internacional de Unidades (SI).

1. Os **símbolos** das unidades são impressos em carácter romanos direitos, em geral escritos com letras minúsculas. Se o nome da unidade resulta de um nome próprio, a primeira letra do símbolo é maiúscula.

Ex. Escrita correcta: kg, m, K, Pa, mol, N, J, km, A, etc.

Escrita incorrecta: Kg, M, pa, Mol, n, j, KM, a, etc.

2. Os **símbolos** das unidades são invariáveis no plural

Ex. Escrita correcta: 5 kg, 10 m, 27 l, 5 quilogramas, 10 metros, 27 litros...

Escrita incorrecta: 5 kgs, 10 mts, 27 Lts, etc.

Obs. Deve fazer-se notar que os nomes das unidades são utilizados no plural quando o valor numérico é igual ou superior a 2.

Ex. 1,5 quilograma; 2 quilogramas; 0,3 metro; 50 metros

3. Os **símbolos** das unidades não são seguidos por um ponto.

Ex: Escrita correcta: 5 kg de aço, 10 m de distância, 27 L de vinho, etc.

Escrita incorrecta: 5 kgr. de aço, 10 m. de distância, 27 L. de vinho

Obs. De notar que o ponto pode surgir quando se referir a pontuação relativa a limite de período ou parágrafo. Ex. «Esta frase lê-se em 3s. Pausadamente, pode demorar 6s, ou ainda mais.»

4. O produto de duas ou mais unidades pode ser indicado ligado por um ponto ou com um intervalo entre os respectivos símbolos:

N.m ou N m

5. Quando uma unidade derivada é formada dividindo uma unidade por outra, pode utilizar-se uma barra oblíqua “/”, uma barra horizontal “_____” ou expoentes negativos:

m/s $\frac{m}{s}$ m.s⁻¹

6. Não se utiliza na mesma linha mais do que uma barra oblíqua, a menos que se utilizem parêntesis.

Ex: Escrita correcta: m/s², m.s⁻², m².kg/(s³.A), m².kg.s⁻³.A⁻¹, etc.

Escrita incorrecta: m/s/s ou m².kg/s³/A

7. Símbolo da unidade não é abreviatura. O símbolo é um sinal convencional e invariável utilizado para facilitar e universalizar a escrita e a leitura das unidades (SI).

8. O símbolo não é escrito na forma de expoente.

Ex: Escrita certa: 250 m, 10 g, 2 mg, etc.

Escrita errada: 250^m, 10^g, 2^{mg}, etc.

9. Ao escrever uma unidade composta, não se mistura nome com símbolo.

Ex. Escrita certa: quilometro por hora, km/h, metro por segundo, m/s, etc.

Escrita errada: quilometro/h, km/hora, metro/s, m/segundo, etc.

10. O grama pertence ao género masculino. Por isso, ao escrever e pronunciar essa unidade, seus múltiplos e submúltiplos, deve se fazer a concordância correctamente.

Exemplos: dois quilogramas (2kg), quinhentos miligramas (500 g), duzentos e dez gramas (210g), oitocentos e um gramas (801 g).

11. O prefixo quilo (símbolo k) indica que a unidade está multiplicada por mil. Portanto, não pode ser usado sozinho.

Ex. Escrita certa: quilograma, kg, quilómetro, quilolitro, etc.

Escrita errada: quilo, k, kilometro. Kilograma, Kilolitro, etc.

12. Há algumas grandezas cuja unidade é apenas o número um (1). Comumente são chamadas de “sem unidade”. Elas costumam ser a razão ou comparação entre grandezas de mesma natureza, como por exemplo o índice de refração e o coeficiente de atrito.

1.4. Como se pronuncia os nomes e os símbolos das unidades do Sistema Internacional de Unidades (SI).

Para a **pronúncia correcta** do nome das unidades, deve-se utilizar o acento tónico sobre a unidade e não sobre o prefixo.

Ex: micrometro, hectolitro, milissegundo, centigrama

Excepções: quilómetro, hectómetro, decâmetro, decímetro, centímetro e milímetro

Obs. Segundo o país ou região donde se faz uso do **SI**, se permite a tradução dos nomes das unidades **SI** derivadas do Latim ou do grego na língua local, obedecendo a suas regras gramaticais próprias.

Ex: metro, meter, metre, quilograma, kilogramo, kilogramme, etc.

No caso em que se permite a **tradução das unidades derivadas dos nomes próprios de cientistas**, deve conservar-se sempre a escrita original para manter a uniformidade da linguagem **SI**.

Ex: hertz não hertzio; watt não wátio; volt não vóltio; joule (pronuncia jul) não Júlio, ampère (pronuncia ampér) não amperio; farad não farádio; grau Celsius não grau celso; coulomb não Colombo; newton (pronuncia niúton) não newtonio; henry não henrique; ohm não ohmio; siemens não siemensio; weber não weberio, etc.

1.5. Importância e vantagem do uso do Sistema Internacional de Unidades (SI) na globalização.

No futebol, é aceitável os passos do árbitro para formar a barreira na cobrança de uma falta como medida certa, mas, seria tão absurdo utilizar as medidas do árbitro na compra de um terreno para construção de um prédio habitacional.

O diâmetro de um dedo, o tamanho de um palmo, um pé ou um braço, ou o comprimento de um passo utilizados na antiguidade para medir o comprimento, não podiam produzir medidas confiáveis, certíssimas e iguais para todos.

No comércio, a falta de padrões utilizáveis por todos dificultava o intercâmbio entre os povos. Por exemplo, se os chineses não usassem um padrão comum de comprimento com os angolanos, haveria dificuldades no intercâmbio comercial na tecnologia de construção e reconstrução de Angola.

Daí a **importância** do Sistema Internacional de Unidades que é único sistema de medidas que internacionalmente permite um diálogo técnico uniforme sem recurso a conversões complexas.

Imagine o mundo globalizado e conectado de hoje, mas com cada país usando unidades diferentes.

As vantagens básicas do uso do **SI** são:

Unicidade – existe apenas uma unidade para cada grandeza física, mas duas grandezas podem ter a mesma unidade (ex. trabalho e energia).

Uniformidade – cada unidade ou grandeza tem o seu próprio símbolo.

Relação decimal – entre múltiplos e submúltiplos

Coerência – na interpretação dos resultados não há confusão.

1.6. Tabelas de unidades do Sistema Internacional de Unidades – SI.

1.6.1. Unidades fundamentais (tabela nº 1)

Unidades Fundamentais do Sistema Internacional de Unidades (SI).			
Magnitude física fundamental	Símbolo da magnitude	Nome da unidade SI	Símbolo da unidade SI
Longitude	l	metro	m
Massa	m	quilograma	kg
Tempo	t	segundo	s
Corrente eléctrica	l	ampere	A

Temp. Termodinâmica	T	kelvin	K
Quant. Substância	n	mol	mol
Intensidade luminosa	lv	candela	cd

1.6.2. Unidades suplementares (tabela nº 2)

Unidades suplementares SI			
Magnitude	Nome	Símbolo	Expressão em SI
Ângulo plano	radiano	rad	$m \cdot m^{-1} = 1$
Ângulo sólido	esterrodiano	sr	$m^2 \cdot m^{-2} = 1$

Obs. Obs. A 20ª CGPM, de Outubro de 1995, na sua 8ª Resolução, decidiu eliminar a classe de unidades suplementares, passando estas a ser consideradas unidades derivadas.

1.6.3. Unidades derivadas das unidades básicas (tabela nº 3)

Unidades SI derivadas expressas a partir de unidades básicas e suplementares		
Magnitude	Unidade	
	Nome	Símbolo
Superfície	metro quadrado	m^2
Volume	metro cúbico	m^3
Velocidade	metro por segundo	m/s
Aceleração	metro por segundo quadrado	m/s^2
Número de ondas	metro á potencia menos um	m^{-1}
Massa em volume	quilograma por metro cúbico	kg/m^3
Caudal em volume	metro cúbico por segundo	m^3/s
Caudal mássico	quilograma por segundo	kg/s
Velocidade angular	radiano por segundo	rad/s
Aceleração angular	radiano por segundo quadrado	rad/s^2

1.6.4. Unidades com nome especial (tabela nº 4)

Unidades SI derivadas com nomes e símbolos especiais				
Magnitude	Unidade			
	Nome	Símbolo	Em outra SI	Definição
Frequência	hertz	Hz	---	s^{-1}
Força	newton	N	---	$m\ kg\ s^{-2}$
Pressão, tensão	pascal	Pa	$N\ m^{-2}$	$m^{-1}\ kg\ s^{-2}$
Energia, trabalho	joule	J	$N\ m$	$m^2\ kg\ s^{-2}$
Potência	watt	W	$J\ s^{-1}$	$m^2\ kg\ s^{-3}$
Carga eléctrica	coulomb	C	---	$s\ A$
Potencial eléctrico	volt	V	$W\ A^{-1}$	$m^2\ kg\ s^{-3}\ A^{-1}$
Resistência eléctrica	ohm	Ω	$V\ A^{-1}$	$m^2\ kg\ s^{-3}\ A^{-2}$
Fluxo magnético	weber	Wb	$V\ s$	$m^2\ kg\ s^{-2}\ A^{-1}$
Indução magnética	tesla	T	$Wb\ m^{-2}$	$kg\ s^{-2}\ A^{-1}$
Inductância	henry	H	$Wb\ A^{-1}$	$m^2\ kg\ s^{-2}\ A^{-2}$
Fluxo luminoso	lumen	lm	---	$cd\ sr$
Iluminância	lux	lx	$lm\ m^{-2}$	$m^{-2}\ cd\ sr$
Actividade	becquerel	Bq	---	s^{-1}
Dose absorvida	gray	Gy	$J\ kg^{-1}$	$m^2\ s^{-2}$
Dose equivalente	sievert	Sv	$J\ kg^{-1}$	$m^2\ s^{-2}$

Tabela 4: Unidades derivadas com nome especial.

1.6.5. Unidades derivadas dos com nome especial (tabela nº 5)

Unidades SI derivadas expressas a partir das que têm nomes especiais			
Magnitude	Unidade		
	Nome	Símbolo	Definição
Viscosidade dinâmica	Pascal segundo	Pa s	$m^{-1}\ kg\ s^{-1}$
Entropia	Joule por kelvin	J/K	$m^2\ kg\ s^{-2}\ K^{-1}$
Capacidade térmica mássica	Joule por quilograma kelvin	J/(kg K)	$m^2\ s^{-2}\ K^{-1}$
Conductividade térmica	Watt por metro kelvin	W/(m K)	$m\ kg\ s^{-3}\ K^{-1}$
Intensidade de campo eléctrico	Volt por metro	V/m	$m\ kg\ s^{-3}\ A^{-1}$
Intensidade radiante	Watt por estereorradiano	W/sr	$m^2\ kg\ s^{-3}$

1.6.6. Unidades admitidas (tabela nº 6)

Unidades admitidas em domínios especiais	
Grandeza	Unidades

	Nome	S í m b o l o	Valor
Vergência (sistemas ópticos)	diotria	-	1dioptria = 1m^{-1}
Massa de pedras preciosas	Carat métrico	-	1carat = 2.10^{-4} kg
Área (terrenos agrícolas)	are	a	$1a = 10^2\text{ m}^2$
Massa linear das fibras têxteis	tex	t e x	$1\text{tex} = 10^{-6}\text{kg./m}$
Secção eficaz	bam	b	$1b = 10^{-28}\text{ m}^2$
Pressão sanguínea	milímetro de mercúrio	m m H g	$1\text{mm Hg} =$ $132,322\text{ Pa}$

1.6.7. Unidades temporários (tabela nº 7)

Unidades admitidas com uso temporário			
Grandeza	Unidade	Símbolo	Conversão
energia	quilowatthora	kWh	$1\text{ kWh} = 3,6\text{ MJ}$
área	hectare	ha	$1\text{ ha} = 1\text{ hm}^2 = 104\text{ m}^2$
secção de choque	barn	b	$1\text{ b} = 10^{-28}\text{m}^2 = 100\text{ fm}^2$
pressão	bar	bar	$1\text{ bar} = 105\text{ Pa}$
radioatividade	curie	Ci	$1\text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10}\text{ Bq}$
exposição (radiação)	roentgen	R	$1\text{ R} = 2,58 \times 10^{-4}\text{ C/kg}$
dose absorvida	rad	rd	$1\text{ rd} = 0,01\text{ Gy}$
dose equivalente	rem	rem	$1\text{ rem} = 0,01\text{Sv} = 10\text{ mSv}$

1.6.8. Equivalência de unidades (tabela nº 9)

Equivalência de unidades não SI com unidades SI

Grandeza	Unidade	Definição	SI
comprimento	centímetro	cm	1cm = 10^{-2} m
massa	grama	g	1g = 10^{-3} kg
tempo	segundo	s	
força	dina	dyn = 1 g.cm/s ²	1dyn = 10^{-5} N
energia	erg	erg = 1 g.cm ² /s ²	1erg = 10^{-7} J
potência	erg por seg.	1 erg/s = 1 g.cm ² /s ³	1erg = 10^{-7} W
pressão	bar	1 bar = 1 dyn/cm ² = 1 g/(cm.s ²)	1bar = 10^5 Pa
viscosidade	poise	1 P = 1 g/(cm.s)	1P = 10^{-1} Pa.s

1.6.9. Os prefixos (tabela nº 8)

Prefixos do SI		
Factor	Prefixo	Símbolo
1 000 000 000 000 000 000 000 000 = 10^{24}	yotta	Y
1 000 000 000 000 000 000 000 000 = 10^{21}	zetta	Z
1 000 000 000 000 000 000 000 = 10^{18}	exa	E
1 000 000 000 000 000 000 = 10^{15}	peta	P
1 000 000 000 000 = 10^{12}	tera	T
1 000 000 000 = 10^9	giga	G
1 000 000 = 10^6	mega	M
1 000 = 10^3	quilo	k
100 = 10^2	hecto	h
10 = 10^1	deca	da
0,1 = 10^{-1}	deci	d
0,01 = 10^{-2}	centi	c
0,001 = 10^{-3}	mili	m
0,000 001 = 10^{-6}	micro	μ
0,000 000 001 = 10^{-9}	nano	n
0,000 000 000 001 = 10^{-12}	pico	p
0,000 000 000 000 001 = 10^{-15}	femto	f
0,000 000 000 000 000 001 = 10^{-18}	atto	a
0,000 000 000 000 000 000 001 = 10^{-21}	zepto	z
0,000 000 000 000 000 000 000 001 = 10^{-24}	yocto	y

1.6.10. Unidades em uso com o SI cujo valor é obtido experimentalmente (tabela nº 12)

Magnitude	Nome	Símbolo	Valor em unidades SI
Massa	Unidade de massa atômica	u	1u = 1,6605402 10^{-27} kg
Energia	electronvolt	eV	1eV = 1,60217733 10^{-19} J

1.6.11. Algumas unidades usuais no SI (tabela nº 11)

Grandeza	Símbolo	Unidade	Símbolo
Densidade	δ	quilograma por metro cúbico	kg.m ⁻³
Carga eléctrica	q, Q	coulomb	C
Período	T	segundo	s
Frequência	f	hertz	Hz
Velocidade	v, c	metro por segundo	m.s ⁻¹
Velocidade angular	ω	radiano por segundo	rad.s ⁻¹
Energia	E	joule	J
Quantidade de calor	Q	joule	J
Indutância	L	henry	H
Capacidade eléctrica	C	farad	F
Pressão	p, P	pascal	Pa
Calor específico	c	joule por kelvin e por quilograma	J.kg ⁻¹ .K ⁻¹
Capacidade calorífica	C	joule por kelvin	J.K ⁻¹
Calor latente	L	joule por quilograma	J.kg ⁻¹
Tensão eléctrica	U, V	volt	V
Resistência eléctrica	R, r	ohm	Ω
Resistividade	ρ	ohm metro	Ω .m
Condutividade	σ	siemens por metro	S.m ⁻¹
Impedância	Z	ohm	Ω
Campo magnético	B	tesla	T
Fluxo magnético	Φ	weber	Wb

1.6.12. Unidades definidas a partir das unidades (SI), mas que não são múltiplos ou submúltiplos decimais de tais unidades (tabela nº 10)

Grandeza	Unidade	Símbolo	Relação com o SI
Tempo	minuto	min	1 min = 60 s
Tempo	hora	h	1 h = 60 min = 3600 s
Tempo	dia	d	1d = 24 h = 86.400 s
Ângulo plano	grau	°	1° = $\frac{\pi}{180}$ rad
Ângulo plano	minuto	'	1' = 1/60 ° = $\frac{\pi}{10.800}$ rad

Ângulo plano	segundo	”	$1 \text{ ''} = 1/60 \text{ '} = \pi/648.000 \text{ rad}$
Volume	litro	l ou L	$1 \text{ l} = 0,001 \text{ m}^3$
Massa	tonelada	t	$1 \text{ t} = 1.000 \text{ kg}$

1.7. Alguns erros comuns do dia-a-dia da Comunidade Escolar do Ensino Médio no Dundo, Lunda Norte, Angola.

Comummente usa-se muitas grandezas e unidades de forma confusa ou mesmo completamente errada. Veja alguns exemplos.

1. Fala-se da “**corrente de 110 volts**”, mas a grandeza que caracteriza se uma rede eléctrica é de 110V ou 220V é a tensão, a unidade da corrente é ampere (A). Também os termos “amperagem” e “wattagem” são completamente errados.

2. Dizer que “a nova central térmica do Dundo, quando pronta, terá uma **potência de 30 megawatts por mês**” está errado. Isso não faz o menor sentido, pois “megawatts por mês” significaria potência dividida por tempo. O correcto nesse exemplo é dizer “a central térmica gerará uma potência de 30 megawatts” e pronto, já que estamos falando da potência gerada.

3. Com frequência se diz: “**o meu disco rígido é de 160 gigas**”. Veja, “giga” é um prefixo e não uma unidade. O correcto é “o meu disco rígido tem capacidade de 160 gigabytes”.

4. Nas cantinas escolares encontra-se escrito: açúcar por peso: **20Kzs por kilo**, erro duplo: primeiro, quilo não é unidade, mas prefixo, segundo quilograma é unidade de massa, não do peso.

5. Está errado escrever, trabalho **24/24hrs**. Sabemos que o dia tem 24 h, mas como inicia com a hora zero, não existe o horário “24 h”, muito menos “24h e 30 min”. A meia-noite, portanto, é “0 h”. Mas pode se trabalhar 24 h por dia.

Está errado escrever, trabalho **24/24hrs**. Sabemos que o dia tem 24 h, mas como inicia com a hora zero, não existe o horário “24 h”, muito menos “24h e 30 min”. A meia-noite, portanto, é “0 h”. Mas pode se trabalhar 24 h por dia.

6. Diz-se, a temperatura máxima na sala de aula é de 32 **graus centígrados** quando se quer dizer 32 graus celsius. Ora, até 1948, os termos **Centigrado** (centésima parte do grado, unidade de angulo) e **centígrado** (unidade de temperatura) criavam muita confusão; uma resolução da CGPM adoptou kelvin (**K**) para temperatura termodinâmica e celsius (**°C**) para temperatura atmosférica. O termo centígrado não faz mais parte do vocabulário referente a temperatura.

7. Finalmente, um erro bastante comum é encontrar nas ruas e estradas, placas de trânsito indicando a “velocidade máxima permitida como seguinte: **80KM**” três erros: primeiramente, o “K” que indica o prefixo quilo não é maiúsculo e sim minúsculo. Em segundo lugar, o “M” também é minúsculo por ser o símbolo da unidade metro. E em terceiro (e mais importante), que km é uma unidade de distância, enquanto a unidade usual para velocidade em rodovias é o km/h.

II. Sistema de exercícios para minorizar as dificuldades de ensino-aprendizagem do Sistema Internacional de Unidades (SI)

2) Sistema de Exercícios resolvidos

2.1. Transformações de unidades de comprimento, massa e tempo em seus múltiplos e submúltiplos.

1. Converte na unidade fundamental **SI** de longitude: 1 km, 0,001 km, 1000 mm, 100 cm.
2. Transforme na unidade básica **SI** de massa: 20 toneladas, 30 gramas, 0,20 dakg.
3. O valor do tempo na unidade fundamental **SI** de uma hora corresponde à: a) 3600; b) 360; c) 3,6; d) 60 e e) 24.

Respostas:

1. A unidade básica no **SI** de comprimento é o **metro (m)**. 1km é equivalente a 1000 m, 0,001km corresponde a 1 m, 1000 mm são iguais a 1 m e 100 cm são equivalentes a 1 m.

Obs. Os múltiplos do metro são quilómetro (**km**), hectómetro (**hm**), decâmetro (**dam**). Os seus submúltiplos são decímetro (**dm**), centímetro (**cm**) e milímetro (**mm**).

2. A unidade fundamental no **SI** de massa é o **quilograma (kg)**. Os seus múltiplos são: tonelada (**t**), quintal (**q**) e decaquilograma (**dakg**) e os seus submúltiplos são: hectograma (**hg**), decagrama (**dag**), grama (**g**), decigramma (**dg**), centigramma (**cg**) e miligramma (**mg**).

20 toneladas são 20.000 kg, 30 g são iguais a 0,03 kg e 0,20 dakg são equivalentes à 2 kg.

3. A unidade básica no **SI** do tempo é o segundo (**s**). Os seus múltiplos não pertencem ao **SI**, mas são usados com ele. 1h = 3600 s, 1h = 60 min, 1 min = 60s, então a resposta certa é alínea a).

Aplicação correcta do Sistema Internacional de unidades (SI).

4. Porque é que o símbolo do metro é **m** minúsculo e o símbolo do newton é **N** maiúsculo?

5. A unidade de força em unidades fundamentais do **SI** é:

a) $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$, b) $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}$, c) $\text{kgf}\cdot\text{m}/\text{s}$, d) $\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$, e) $\text{kg}\cdot\text{s}/\text{m}$.

6. Assinale a alternativa que expressa correctamente as unidades fundamentais do Sistema Internacional de Unidades para medir as grandezas de comprimento, massa e tempo, respectivamente.

a) quilómetro (km), tonelada (t) e hora (h).

b) quilómetro (km), quilograma (kg) e hora (h).

c) metro (m), grama (g) e segundo (s).

d) metro (m), quilograma (kg) e segundo (s).

e) centímetro (cm), grama (g) e segundo (s).

7. Escreva por extenso os nomes das unidades **SI** de grandezas abaixo:

a) Volume, b) Força, c) resistência eléctrica, d) Trabalho.

8. Escreva o nome e o símbolo das grandezas cujas unidades **SI** são as seguintes: a) newton, b) candela, c) joule, d) pascal, e) tesla.

Respostas:

4. O símbolo da unidade de força (newton - N) é maiúscula porque o nome da unidade vem do nome de um cientista (Sir Isaac Newton).
5. Força é igual a massa vezes a aceleração. A unidade de massa é quilograma (kg) e a da aceleração é metro por segundo ao quadrado (m/s^2). Então, a unidade de força em unidades fundamentais é a alínea a) kgm/s^2 .
6. A unidade de comprimento é metro (m), da massa, quilograma (kg) e do tempo é o segundo (s). A alternativa certa é alínea d). m, kg e s.
7. A unidade do volume é metro cúbico (m^3), da força é o newton (**N**), da resistência é ohm (Ω) e do trabalho é joule (**J**).
8. newton é unidade de força (F), candela (cd) é unidade de intensidade luminosa (Iv), joule é unidade do trabalho (W), pascal é unidade de pressão (p) e tesla é unidade de indução magnética.

2.2. Conversões e transformações em unidades não SI autorizadas

9. Que relação existe entre elétron-volt (eV) e o joule (J); unidade de massa atômica (u) e o quilograma (kg) e a unidade astronômica (ua) e o metro (m)?
10. Relaciona as unidades **SI** a seguir com as unidades não **SI** autorizadas:
 Milha marítima – metro (m); nó – metro por segundo (m/s)
 Are (a) – metro quadrado (m^2); hectare (há) – metro quadrado (m^2)
 Angström (A') – metro (m); bar (b) – pascal (Pa)
11. Converta em unidade fundamental **SI** do tempo: uma hora, um dia, uma semana, 3 h 45 min, 20 anos, espaço das 9 h50 min as 10 h 35 min.
12. Um cavalo-vapor (cv) equivale 735,5 W. Uma máquina de 5 cv consome $8,2631 \cdot 10^{26}$ eV em 10 horas. Quanto vale na unidade SI? ($1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$).

Respostas

9. Relacionando as unidades temos:
 $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$; $1 \text{ u} = 1,660 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$; $1 \text{ ua} = 1,495 \cdot 10^{11} \text{ m}$
10. 1 milha marítima = 1852 m; 1 a = 100 m^2 ; 1 há = 10.000 m^2 .
 1 nó = 1 milha marítima por hora = $1852 \text{ m}/3600 \text{ s} = 0,514 \text{ m/s}$;
 $1 A' = 10^{-10} \text{ m}$; 1 b = 100 000 Pa.
11. 1 h = 3600 s; 1 dia = 24 h = $24 \times 3600 = 86\ 400 \text{ s}$;

1 semana = 7 dias = $7 \times 86\,400 = 604\,800$ s;

3 h 45 min = (3 h = $3 \times 3600 = 10\,800$ s; 45 min = $45 \times 60 = 2700$ s) = $10\,800 + 2700 = 13500$ s;

20 anos = $20 \times 365 = 7300$ dias = $7300 \times 86\,400 = 630\,720\,000$ s,

Das 9 h 50 as 10 h 35 min = 45 min = $45 \times 60 = 2700$ s.

12. Como $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$, então $8,2631 \cdot 10^{26} \times 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J} = 132\,390\,000 \text{ J}$

2.3. Ordens de grandeza e notação científica

13. Escreve em ordem de grandeza o número de cigarros consumidos por um fumador que fuma 20 cigarros por dia durante 20 anos.

14. Determine a ordem de grandeza do número de gotas de água que cabem em uma banheira.

15. Complete as igualdades, conforme o modelo.

Modelo: cem = $100 = 10^2$

a) mil = d) um centésimo =

b) cem mil = e) um décimo de milésimo =

c) um milhão = f) um milionésimo =

Respostas

13. Número de dias = $20 \text{ anos} \times 365 \text{ dias} = 7300 \text{ dias}$.

Número de cigarros = $7300 \text{ dias} \times 20 \text{ cigarros} = 146\,000 \text{ cigarros}$

A ordem de grandeza é 1000 ou seja 10^3 .

14. Determinemos primeiro a ordem de grandeza da banheira comum. O comprimento da banheira é compreendido entre 1 m e 10 m, isto é entre as potências de 10^0 m e 10^1 m. Como o comprimento está mais próximo de 1 m ou 10^0 , então a ordem de grandeza da profundidade e da largura da banheira é também entre 1 m ou 10^0 m, logo a ordem de grandeza do volume da banheira é: $1 \text{ m} \times 1 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 1 \text{ m}^3$.

A ordem de grandeza do volume da gota de água é: imaginemos que para a gota da água, o comprimento, a altura e a largura seja mais próxima de 1 mm, temos: $10^{-3} \text{ m} \times 10^{-3} \text{ m} \times 10^{-3} \text{ m} = 10^{-9} \text{ m}^3$.

A ordem de grandeza do número de gotas que cabe na banheira será, então:

$$\frac{1 \text{ m}^3}{10^{-9} \text{ m}^3} = 10^9 \text{ gotas}; \text{ isto é um bilhão de gotas.}$$

15. mil = $1000 = 10^3$. Cem mil = $100\,000 = 10^5$.

Um milhão = 1000 000 = 10^6 ; Um centésimo = 0,01 = 10^{-2}

Um décimo de milésimo = $\frac{1}{0,001} = 10^{-3}$

Um milionésimo = 0,000001 = 10^{-6} .

2.4. Sistema métrico decimal e outros sistemas de medidas

16. O nanograma é um submúltiplo do quilograma equivalente à:

a) 10^{-12} g, b) 10^{-9} g, c) 10^{-6} g e d) 10^{-3} g.

17. Assinale a alternativa que contém a representação numérica dos prefixos: micro, nano, deci, centi e mili, nessa mesma ordem de apresentação.

a) 10^{-9} , 10^{-12} , 10^1 , 10^{-2} , 10^{-3}

b) 10^6 , 10^{-9} , 10, 10^2 , 10^3

c) 10^{-6} , 10^{-12} , 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}

d) 10^{-3} , 10^{-12} , 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-6}

e) 10^{-6} , 10^{-9} , 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}

18. Um evento teve a duração de 2,5 horas. Pode-se dizer que

a) O tempo está expresso no sistema **SI**.

b) A notação está conforme o sistema métrico decimal.

c) A duração do evento foi de 2 horas e 50 minutos.

d) A duração do evento foi de 125 minutos.

e) Em notação científica, o tempo vale $0,025 \cdot 10^2$.

19. Um quilowatt-hora (kWh) no **SI** é igual a: a) $1,0 \cdot 10^3$, b) $3,6 \cdot 10^3$, c) $9,8 \cdot 10^3$, d) $3,6 \cdot 10^6$, e) 9,8

Respostas.

16. O prefixo nano corresponde a $0,000\,000\,001 = 10^{-9}$. A resposta certa está na alínea **b)**

17. A alternativa certa é a **alínea e)** porque micro = -6, nano = -9, deci = -1, centi = -2, mili = -3 casas decimais.

18. A alínea **b)**

19. Sabemos que 1kW equivale a 10^3 W e, 1h equivale a $3,6 \cdot 10^3$ s.

A relação entre Joule e W.s é: $1\text{J} = 1\text{W.s}$.

Logo, temos: $1\text{kwh} = 10^3\text{w} \cdot 3,6 \cdot 10^3\text{s} = 3,6 \cdot 10^6\text{W.s}$

Então: $1\text{kwh} = 3,6 \cdot 10^6\text{J}$

A resposta certa é **alínea d)**

2.5. Algarismos significativos.

20. Um aluno, no laboratório de Física, pesa 3 substâncias A, B e C e sabe da importância dos algarismos significativos para o resultado da experiência. Assim, ele anota:

Substância A: 98,3 g

Substância B: 25,67 g

Substância C: 0,387 g

O resultado da soma das massas dessas 3 substâncias será, em gramas, correctamente apresentado por:

- a) 124,357. b) 124,35. c) 124,36. d) 124,3. e) 124,4.

3) Sistema de Exercícios Propostos

3.1. Transformações de unidades de comprimento, massa e tempo.

1. Converta na unidade **SI** de longitude: 1 km, 0,001 km, 100 mm, 0,01 cm.
2. Transforme na unidade **SI** de massa: 20 toneladas, 30 gramas, 0,020 dag.
3. O valor do tempo na unidade **SI** de uma hora corresponde à:
a) 3600; b) 360; c) 3,6; d) 60 e e) 24.

3.2. Sistema Internacional de unidades (SI).

4. Por que a unidade para metro se representa por um símbolo minúsculo e o símbolo para newton se representa por um símbolo maiúsculo?
5. As unidades de comprimento, massa e tempo no Sistema Internacional de unidades são, respectivamente, o metro (m) o quilograma (kg) e o segundo (s). Podemos afirmar que, nesse sistema de unidades, a unidade de força é: a) $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$, b) $\text{kg}\cdot\text{m}/\text{s}$, c) $\text{kgf}\cdot\text{m}/\text{s}$, d) $\text{kg}\cdot\text{m}^2/\text{s}$, e) $\text{kg}\cdot\text{s}/\text{m}$.
6. Assinale a alternativa que expressa correctamente as unidades do Sistema Internacional de Unidades para medir as grandezas comprimento, massa e tempo, respectivamente.
a) quilómetro (km), tonelada (t) e hora (h).
b) quilómetro (km), quilograma (kg) e hora (h).
c) metro (m), grama (g) e segundo (s).
d) metro (m), quilograma (kg) e segundo (s).
e) centímetro (cm), grama (g) e segundo (s).

7. É comum encontrar em nossas estradas uma placa onde está escrito: Velocidade máxima 80 KM. Tu achas que essa placa está certa? Porque?

Quantos erros tem? Quais são?

8. Transforme em unidade fundamental (**SI**) de velocidade.

a) km/h, b) hm/min, c) 5,0 m/min, d) 36 km/h

9. No **SI**, qual é a unidade de medida de potência? Escreva o nome da unidade por extenso e seu símbolo.

10. Escreva por extenso o nome das unidades SI de grandezas abaixo:

a) Volume b) Força , c) Aceleração e d) Trabalho

11. Escreva o nome e o símbolo das grandezas das unidades **SI** abaixo:

a) Newton b) candela, c) joule, d) pascal, e) tesla

12. Escreva os símbolos das seguintes unidades **SI**: Pascal segundo, Joule por kelvin, Joule por quilograma kelvin, Watt por metro kelvin, Volt por metro, Watt por esterorradiano

3.3. Unidades não SI autorizadas

12. Que relação existe entre elétron - volt e o joule, unidade de massa atômica e o quilograma, unidade astronômica e o metro?

13. Relaciona uma milha marítima com o metro, um nó e o metro por segundo, are e metro quadrado, hectare com metro quadrado, bam com metro quadrado, angström com metro e um bar com o pascal.

14. Converta em unidade **SI** do tempo.

a) Uma hora , b) Um dia , c) Uma semana , d) 3h45min, e) 20 anos

f) Dois dias e meio, g) Quantas unidades de tempo se passaram das 9h50min até as 10h35min?

h) Quantas unidades de tempo têm 35 min?, i) Quantas unidades de tempo têm 2 h 53 min?

j) Quantas unidades de tempo têm 12 horas?

15. Um cavalo-vapor (cv) equivale a 735,5 W. O consumo de energia de uma máquina de 5 cv que funciona durante 10 horas, é 8,2631.1026 eV. Quanto vale na unidade **SI**? (1eV = 1,6.10⁻¹⁹ J)

16. O rendimento agrícola norte-americano é expresso frequentemente em bushels/acre. Se a quantidade de toneladas por hectare equivale um rendimento de soja de 40 bushels/acre for 2,69 ton/há. Exprime este resultado em unidade **SI** (1 acre = 4047 m²; 1 bushel de soja = 0,0272 ton).

3.4. Ordem de grandezas.

17. Um fumante compulsivo, aquele que consome em média cerca de 20 cigarros por dia, terá sérios problemas cardiovasculares. A ordem de grandeza do número de cigarros consumidos por este fumante durante 20 anos é de:

a) 10², b) 10³, c) 10⁵, d) 10⁷ e e) 10⁹

18. A ordem de grandeza do número de grãos de arroz que preenchem um recipiente de 5 litros é de:

a) 10³, b) 10⁶, c) 10⁸, d) 10⁹, e) 10¹⁰

19. Em um hotel com 200 apartamentos o consumo médio de água por apartamento é de 100 litros por dia. Qual a ordem de grandeza do volume que deve ter o reservatório do hotel, em metros cúbicos, para abastecer todos os apartamentos durante um dia?

a) 10¹, b) 10², c) 10³, d) 10⁴, e) 10⁵

20. "A próxima geração de chips da Intel, os P7, deverá estar saindo da fábrica dentro de dois anos, reunindo nada menos do que dez milhões de transístores num quadrinho com quatro ou cinco milímetros de lado."

Tendo como base a informação anteriores, podemos afirmar que cada um desses transístores ocupa uma área da ordem de:

a) 10⁻² m², b) 10⁻³ m², c) 10⁻¹² m², d) 10⁻²⁰ m², e) 10⁻²¹ m²

3.5. Notação científica.

21. A nossa galáxia, a Via Láctea, contém cerca de 400 bilhões de estrelas. Suponha que 0,05% dessas estrelas possuam um sistema planetário onde exista um planeta semelhante à Terra. O número de planetas semelhantes à Terra, na Via Láctea, é:

a) 2 × 10⁴, b) 2 × 10⁶, c) 2 × 10⁸, d) 2 × 10¹¹, e) 2 × 10¹²

3.6. Sistema métrico decimal

22. O nanograma é um submúltiplo do quilograma equivalente a:

a) 10⁻¹²g, b) 10⁻⁹ g, c) 10⁻⁶g, d) 10⁻³ g

23. Os prefixos indicam os múltiplos decimais que são maiores ou menores do que a unidade - base. Assinale a alternativa que contém a representação numérica dos prefixos: micro, nano, deci, centi e mili, nessa mesma ordem de apresentação.

- a) 10^{-9} , 10^{-12} , 10^1 , 10^{-2} , 10^{-3} b) 10^6 , 10^{-9} , 10 , 10^2 , 10^3
c) 10^{-6} , 10^{-12} , 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} d) 10^{-3} , 10^{-12} , 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-6}
e) 10^{-6} , 10^{-9} , 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}

24. Um evento teve a duração de 2,5 horas. Pode-se dizer que

- a) O tempo está expresso no sistema SI.
b) A notação está conforme o sistema métrico decimal.
c) A duração do evento foi de 2 horas e 50 minutos.
d) A duração do evento foi de 125 minutos.
e) Em notação científica, o tempo vale $0,025 \cdot 10^2$.

3.7. Algarismos significativos

25. Um aluno, no laboratório de Física, pesa 3 substâncias A, B e C e sabe da importância dos algarismos significativos para o resultado da experiência. Assim, ele anota:

Substância A: 98,3 g

Substância B: 25,67 g

Substância C: 0,387 g

O resultado da soma das massas dessas 3 substâncias será, em gramas, correctamente apresentado por:

- a) 124,357. b) 124,35. c) 124,36. d) 124,3. e) 124,4.

26. Sabendo-se que M representa a dimensão de massa, L a de comprimento e T a de tempo, e considerando os conceitos de algarismos significativos, medidas e dimensões físicas, é correcto afirmar:

- a) Os números $3,55 \times 10^2$, 355,0 e 0,355 têm todos a mesma quantidade de algarismos significativos.
b) Utilizando uma régua milimetrada, uma pessoa não tem como afirmar que obteve, como medida de um comprimento, o valor de 9,653 cm.
c) O trabalho realizado por uma força de módulo $2,00 \times 10^5$ N, aplicada a um corpo que se desloca paralelamente à direcção da força por uma distância de 3,55 m, é $7,10 \times 10^3$ J e a dimensão física do trabalho é [M] [L] [T].

3.8. Outros sistemas de unidades

27. Quais as unidades fundamentais do sistema MKS? E quais as do sistema CGS?

28 Deduza a relação entre a unidade de condutância do sistema do CGS e a do MKS.
Idem com as unidades de condutividade.

29. Deduza a relação entre o miliohm em unidade CGS e o microhm em unidade CGS.

30. Um termómetro foi graduado, em graus Celsius, incorrectamente. Ele assinala 1°C para o gelo em fusão e 97°C para a água em ebulição, sob pressão normal. Pode-se afirmar que a única temperatura que esse termómetro assinala correctamente, em graus Celsius é:

a) 12, b) 49, c) 75, d) 25, e) 64

31. O kWh é unidade usual da medida de consumo de **energia eléctrica**, um múltiplo do joule, que é a unidade do Sistema Internacional. O factor que relaciona estas unidades é:

a) $1,0 \cdot 10^3$, b) $3,6 \cdot 10^3$, c) $9,8 \cdot 10^3$, d) $3,6 \cdot 10^6$, e) 9,8

Resolução

Sabemos que 1kW equivale a 10^3W e, 1h equivale a $3,6 \cdot 10^3\text{s}$.

A relação entre Joule e w.s é: $1\text{j} = 1\text{w.s}$.

Logo, temos:

$$1\text{kwh} = 10^3\text{w} \cdot 3,6 \cdot 10^3\text{s} = 3,6 \cdot 10^6\text{W.s}$$

Então:

$$1\text{kwh} = 3,6 \cdot 10^6\text{J}$$

4) Exercícios de aplicações diversas

4.1. Conversões em unidades de comprimento, massa e tempo.

33. A água contida em 1 litro possui massa igual a 1 kg. Qual a massa de água contida em um metro cúbico?

34. Como transformamos 1 km em metros?

35. Como transformamos 1 m em cm?

36. Qual a relação entre o metro cúbico e o litro?

37. Considere os três comprimentos seguintes:

$d_a = 0,521 \text{ km}$,

$d_d = 5,21 \cdot 10^{-2} \text{ m}$ e

$d_f = 5,21 \cdot 10^3 \text{ mm}$.

a) Escreva esses comprimentos em ordem crescente.

b) Determine a razão d_f/d_a .

38. O volume do tanque de combustível de um Boeing 767 é de 90.000 L. Sabemos que a queima de 1 litro deste combustível de aviação libera 35,0 MJ da energia (um Mega Joule equivale a um milhão de Joules). Por outro lado, a explosão de um kiloton de dinamite (mil toneladas de TNT) libera $4,2 \times 10^2 \text{ J}$ de energia. Se o tanque de combustível do Boeing, por um terrível acidente, explodisse, equivaleria a quantos kilotons de TNT?

a) 1,34 b) 0,75 c) $7,5 \times 10^3$ d) $1,34 \times 10^5$ e) $1,08 \times 10^{-4}$

39. Um homem caminha com velocidade $v_H = 3,6 \text{ km/h}$, uma ave com velocidade $v_A = 30 \text{ m/min}$ e um insecto com $v_I = 60 \text{ cm/s}$. Essas velocidades satisfazem a relação

a) $v_I > v_H > v_A$ b) $v_A > v_I > v_H$ c) $v_H > v_A > v_I$

d) $v_A > v_H > v_I$ e) $v_H > v_I > v_A$

4.2. Sistema Internacional de Unidades

40. A unidade km/dia, apesar de estranha, é dimensionalmente válida. Qual a grandeza física que pode ser medida por esta unidade?

41. O intervalo de tempo de 2,4 minutos equivale, no Sistema Internacional de unidades (SI), a:

a) 24 segundos. b) 124 segundos. c) 144 segundos.

d) 160 segundos. e) 240 segundos.

42. Designando as dimensões fundamentais de comprimento, massa e tempo por L, M e T, respectivamente, como fica a dimensão para velocidade?

43. Um aluno, muito distraído, desejava escrever quilograma e grafou Kg. O que um físico lê neste caso?

44. Um tenista, numa brilhante jogada durante um treino, atirou a bola de ténis para o outro lado da quadra. Instantes depois, foi anunciado que a bola atingiu uma velocidade escalar média de 151,2 km/h.

Expresse essa velocidade no sistema internacional de unidades.

45. SEU OLHAR na eternidade. Eu quisera ter. Tantos anos-luz. Quantos fosse precisar. Para cruzar o túnel. Do tempo do seu olhar José Carima usa na letra da música a

palavra composta ANOS-LUZ. O sentido prático, em geral, não é obrigatoriamente o mesmo que na ciência. Na Física, um ano luz é uma medida que relaciona a velocidade da luz e o tempo de um ano e que, portanto, se refere a

a) tempo. b) aceleração. c) distância. d) velocidade. e) luminosidade.

46. Um estudante mandou o seguinte e-mail a um colega: "No último fim-de-semana fui com minha família à praia. Depois de 2hrs de viagem, tínhamos viajado 110Kms e paramos durante 20 MIN para descansar e fazer compras em um shopping. Meu pai comprou 2KG de queijo colonial e minha mãe 5ltrs de suco concentrado. Depois de viajarmos mais 2h, com uma velocidade média de 80KM/H, chegamos ao destino."

O número de erros referentes à grafia de unidades, nesse e-mail, é

a) 2. b) 3. c) 4. d) 5. e) 6

47. A respeito da unidade de força do SI, o newton, afirma-se que a força de 1,00N dá à massa de 1,00kg a:

a) velocidade $v = 9,81\text{m/s}$.

b) velocidade $v = 1,00\text{m/s}$.

c) aceleração $a = 9,81\text{ m/s}^2$

d) variação de aceleração de $1,00\text{m/s}^2$ em cada segundo.

e) variação de velocidade de $1,00\text{m/s}$ em cada segundo.

48. Na lista a seguir sublinhar as palavras que são grandezas físicas e riscar com x as que não são: cansaço, calor, energia, rapidez, curiosidade, trabalho, honestidade, amor, força, medo, velocidade, pontualidade, temperatura, Intensidade da luz, aceleração, coragem e pontualidade.

49. Na seguinte lista, sublinhar as grandezas físicas e riscar com X as unidades físicas.

metro, força, newton, quilograma, comprimento, tempo, segundo, joule, candela, massa, intensidade luminosa, Kelvin, volume, metro cúbico, trabalho, metro por segundo, energia, velocidade, ampere e volt.

50. Expressa em unidades básicas do (SI):

1 J =

1 w =

1 N =

1 Ω =

51. Símbolo de uma unidade é um sinal convencional e invariável utilizado para facilitar e universalizar a escrita e a leitura das unidades SI. Por isso mesmo não é seguido de ponto. Ele também não é um expoente.

a) Diga se o símbolo do segundo, metro, quilograma e hora esta correcto; se estiver errado, corrija – o:

- * Rogeiro Mudiquita percorreu 30 mtrs. em 20 segs.
- * A Loide Ana Teresa Santos carregou 5 Kgrs de farinha em 1hr.
- * Holden Mucuta Santos comeu 15^g de feijão e andou 25^m de casa à escola.
- * 25 KM de estrada.

52. Qual é o símbolo SI de: metro por segundo, newton, metro quadrado, ampere, joule, watt e segundo.

53. As seguintes unidades m/s, Hz, m³, m², Ω, J, N, K e kg correspondem a que grandezas físicas?

54. Preciosa Augusta Calumbo Santos andou 2 km em 90 segundos com uma velocidade de 60 km/h.

Diga as grandezas e as unidades físicas utilizadas neste exercício.

55. Completa com a unidade SI correspondente.

- a) A corrente que circula no circuito é de 50 _____
- b) O trabalho realizado por um motor é de 120 _____
- c) Billy Graham Emanuel Santos aplicou uma força de 45 _____
- d) Camassa Cristina Santos levantou um saco de fuba de 25 _____
- e) Musseno Isabel Santos capinou uma área de 10 _____

56. Escreve o símbolo SI de: metro por segundo, newton, metro quadrado, ampere, joule, watt, segundo e kelvin.

57. As seguintes unidades Hz, Ω, J, N e K correspondem a que grandezas físicas?

58. Jemima Rosa Jorgina Santos percorreu 25 km em 2 horas com uma velocidade de 45 km/h. Que grandezas e as unidades físicas são utilizadas neste exercício?

4.3. Conversões e transformações em unidades SI e não SI

59. Siga os exemplos e faça as transformações de unidades pedidas ao lado: Exemplos:

Transforma:

- $5 \text{ cm} = 5 \cdot 10^{-2} \text{ m}$. $0,01 \text{ m} = 100 \text{ cm} = 10^{-2} \text{ m}$.
- $5,8 \text{ in} = 5,8 \cdot 0,0254 \text{ m} = 0,14732 \text{ m}$
- $1 \text{ m} = 1\,000 \text{ mm}$

Transforma:

- a) 3 cm em m. b) 2,5 mm em m. c) 0,8 km em m d) 1,2 ft em m
- e) 4,5 in em m f) 20 yd em m g) 500 mi em m

Obs.

1 in = 0,0254 m ou 2,54 cm (inch)

1 ft = 0,3048 m ou 30,48 cm (pé - feet)

1 yd = 0,9144 m ou 91,44 cm (polegada - yard)

1 mi = 1.609 m ou 1,609 km (milha)

60. Exemplo: 1 kg = 1.000 g

a) 12 g em kg

b) 20 t em kg

c) 50 lb em kg

61. Exemplos: 1 kg = 0,001 t

$$5 \text{ min} = 5 \cdot 60 \text{ s} = 300 \text{ s}$$

a) 0,7 kg em g b) 8,2 kg em g c) 300 kg em t d) 630.000 kg em t

62. Exemplos: 1 h 20 min = 1h + 20 min = (1 · 3.600 s) + (20 · 60 s)

$$= 3.600 + 1.200 = 4.800 \text{ s}$$

a) 1,5 min em s

b) 2 h 15 min em s

c) 5 h 22 min 13 s em s

63. Exemplo: 2,8 l = 2,8 · 0,001 m³

$$4,5 \text{ l} = 4,5 \cdot 1.000 \text{ cm} = 4.500 \text{ cm}$$

a) 500l em m³

b) 69l em cm

64. Três pessoas, utilizando um parquímetro, medem o diâmetro de um cilindro e obtêm as seguintes medidas: 38,45 mm, 38,41 mm e 38,42 mm. Qual é o valor médio dessa medida, expresso com o número correcto de algarismos significativos?

65. Um terreno rectangular tem 8 metros de frente por 25 metros de fundo. A sua área (A) é: $A = 8 \text{ m} \cdot 25 \text{ m} = 200 \text{ m}^2$ ou 200 metros quadrados.

Que grandezas e que unidades foram utilizadas neste exemplo.

66. Diga as grandezas e as unidades utilizadas neste exemplo:

Um carro percorre 120 km (quilómetros) em 2 h (horas). A sua velocidade média (v_m) é:

$$v_m = 120 \text{ km} \div 2 \text{ h} = 60 \text{ km/h (quilómetros por hora)}.$$

67. Cita os múltiplos das unidades usadas nas frases a seguir:

A distância da bola à barreira deve ser de 10 jardas ou 9,15 metros.

A bola deve ter entre 400 gramas e 500 gramas.

O tempo de uma partida é de 90 minutos

68. Quanto vale em metros:

a) $3,6 \text{ km} + 450 \text{ m}$ b) $6,8 \text{ hm} - 0,34 \text{ dam}$ c) $16 \text{ dm} + 54,6 \text{ cm} + 200 \text{ mm}$

69. O micrómetro ($1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$) é comumente chamado de *mícron*.

a) Quantos mícrons existem em 1 km? **(R: 1.109 μm)**

b) Que fração do cm é igual a 1 μm ? **(R: 0,0001 cm)**

70. Um nó é definido como uma milha náutica por hora. Uma milha náutica equivale à distância de 1 minuto de latitude. O perímetro da Terra é 40.000 km.

a) A quantos metros equivale uma milha náutica? **(R: 1851,8 m)**

b) Um navio anda na velocidade de 20 nós. Qual sua velocidade em m/s?

R: 10,3 m/s

71. Uma unidade astronómica (UA) é a distância média da Terra ao Sol, aproximadamente igual a 150.000.000 km. A velocidade da luz vale cerca de $3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$. Escreva esta velocidade em termos de unidades astronómicas por minuto. **(R: 0,12 UA/min)**

72. Uma unidade de área frequentemente utilizada para expressar áreas de terra é o *hectare*, definido como 10^4 m^2 . Uma mina de carvão a céu aberto consome 75 hectares de terra, a uma profundidade de 26 m por ano. Calcule o volume de terra retirada neste tempo em km^3 . **(R; 0,0195 km^3)**

73. A densidade da água é igual a 1 g /cm^3 . Qual é a densidade da água expressa na unidade:

a) kg/L **(R: 1 kg/L)**

b) $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ **(R: 1000 kg/m^3)**

c) libras por pé cúbico ($1 \text{ lb} = 0,454 \text{ kg}$; $1 \text{ pé} = 30,48 \text{ cm}$) **(R: 62,35 lb ft^{-3})**

74. Uma estação meteorológica observou em determinado dia uma chuva de 18 mm. Quantos litros de água precipitaram durante esta chuva em cada hectare? **(R: 180 000 L/há)**

75. Um suíno, na fase de creche, ganha 30 gramas por dia.

a) Qual é o ganho de massa por unidade de tempo, em miligramas por segundo? **(R: 0,3472 mg/s)**

b) Qual é o ganho de peso por unidade de tempo, em Newton por hora?

R: 0,0122 N/h

76. A quantidade média de radiação solar que chega na superfície da Terra está em torno de $1 \text{ cal cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$. Expressar essa quantidade em unidades do Sistema Internacional, sabendo que 1 caloria equivale a 4,18 J.

R: $696,7 \text{ J m}^{-2} \text{ s}^{-1}$

77. Transforme as grandezas abaixo para as respectivas unidades:

- a) $9810 \text{ dinas} = \text{_____ kgf}$ (Resp.: **0,01 kgf**)
b) $7814 \text{ N} = \text{_____ kgf}$ (Resposta: **796,53 kgf**)
c) $200 \text{ cm s}^{-2} = \text{_____ ms}^{-2}$ (R: **2 m s^{-2}**)
d) $80 \text{ km h}^{-1} = \text{_____ m s}^{-1}$ (R: **$22,22 \text{ m s}^{-2}$**)
e) $3.000 \text{ L h}^{-1} = \text{_____ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (R: **$8,33 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$**)
f) $7.500 \text{ N m}^{-2} = \text{_____ kgf m}^{-2}$ (R: **$764,52 \text{ kgf m}^{-2}$**)
g) $7 \text{ kgf cm}^{-2} = \text{_____ kgf m}^{-2}$ (R: **$70.000 \text{ kgf m}^{-2}$**)
h) $820 \text{ N m}^{-3} = \text{_____ kgf m}^{-3}$ (R: **$83,59 \text{ kgf m}^{-3}$**)
i) $8.000.000 \text{ cm}^2 \text{ s}^{-1} = \text{_____ m}^2 \text{ s}^{-1}$ (R: **$800 \text{ m}^2 \text{ s}^{-1}$**)
j) $9.700 \text{ din cm}^{-3} = \text{_____ kgf m}^{-3}$ (R: **$9887,87 \text{ kgf m}^{-3}$**)

78. Um estudante de física resolvendo certo problema chegou à expressão final: **$F = 2 (m_1 + m_2) vt^2$** onde F representa uma força, m_1 e m_2 representam massas, v é uma velocidade linear, t é tempo. Outro estudante resolvendo o mesmo problema chegou à expressão: **$F = 2 (m_1 + m_2) vt^{-1}$** . Mesmo sem conhecer os detalhes do problema você deve ser capaz de verificar qual das respostas acima obviamente deve estar errada. Explique qual delas é certamente errada.

79. Transforme em km

- a) 5000 m b) 209 m c) 108.000 m d) 75 m e) 800 m

80. Transforme em kg

- a) 500 g b) 100 g c) 7000 g d) 230.000 g e) 104.768 g

81. Transforme em segundos

- a) 3 min b) 45 min c) 5 h d) 1,5 h e) 15 h

82. Transforme em min

- a) 108 seg b) 450 seg c) 180seg d) 90 seg e) 720 seg

83. Transforme em horas

- a) 150 min b) 300 min c) 2700 s d) 7200 s e) 108.000 s

84. Transforme em gramas

- a) 2 kg b) 22,5 kg c) 0,5 kg d) 0,8 kg e) 0,03 kg

4.4. Ordem de grandezas.

A ordem de grandeza de uma medida é a potência de 10 mais próxima dela. Por exemplo, a ordem de grandeza do resultado acima ($4,461 \cdot 10^9$) é 10^9 . A ordem de grandeza do resultado do problema inicial ($8,922 \cdot 10^5$) é 10^6 ?

85. Os produtos químicos que liberam clorofluorcarbonos para a atmosfera têm sido considerados pelos ambientalistas como um dos causadores da destruição do ozônio na estratosfera. A cada primavera aparece no hemisfério sul, particularmente na Antártida, uma região de baixa camada de ozônio ("buraco").

No ano 2000, a área dessa região equivalia a, aproximadamente, 5% da superfície de nosso planeta. A ordem de grandeza que estima, em km^2 a área mencionada é: a) 10^3 , b) 10^4 , c) 10^7 , d) 10^9 , e) 10^{12}

(Dado: raio da Terra = $6,4 \times 10^8$ km)

86. "Pois há menos peixinhos a nadar no mar do que os beijinhos que eu darei na sua boca (Djeej Mucuta)"

Supondo que o volume total de água nos oceanos seja de cerca de um bilhão de quilômetros cúbicos e que haja em média um peixe em cada cubo de água de 100 m de aresta, o número de beijos que o poeta beijoqueiro teria que dar em sua namorada, para não faltar com a verdade, seria da ordem de

a) 10^{10} , b) 10^{12} , c) 10^{14} , d) 10^{16} , e) 10^{18}

87. O fluxo total de sangue na grande circulação, também chamado de débito cardíaco, faz com que o coração de um homem adulto seja responsável pelo bombeamento, em média, de 20 litros por minuto. Qual a ordem de grandeza do volume de sangue, em litros, bombeado pelo coração em um dia?

a) 10^2 , b) 10^3 , c) 10^4 , d) 10^5 , e) 10^6

88. Em um bairro com 2500 casas, o consumo médio diário de água por casa é de 1000 litros. Qual a ordem de grandeza do volume que a caixa d'água do bairro deve ter, em m^3 , para abastecer todas as casas por um dia, sem faltar água? a) 10^3 , b) 10^4 , c) 10^5 , d) 10^6 , e) 10^7

89. O censo populacional realizado em 1970 constatou que a população da RDC era de 90 milhões de habitantes. Hoje, o censo estima uma população de 150 milhões de habitantes. A ordem de grandeza que melhor expressa o aumento populacional é:

a) 10^6 , b) 10^7 , c) 10^8 , d) 10^9 , e) 10^{10} .

90. Uma determinada marca de automóvel possui um tanque de gasolina com volume igual a 54 litros. O manual de apresentação do veículo informa que ele pode percorrer

12 km com 1 litro. Supondo-se que as informações do fabricante sejam verdadeiras, a ordem de grandeza da distância, medida em metros, que o automóvel pode percorrer, após ter o tanque completamente cheio, sem precisar reabastecer, é de

a) 10^0 , b) 10^2 , c) 10^3 , d) 10^5 , e) 10^6 .

91. Considere o volume de uma gota como $5,0 \times 10^{-2}$ ml. A ordem de grandeza do número de gotas em um litro de água é:

a) 10^3 , b) 10^5 , c) 10^2 , d) 10^4 , e) 10^6

92. Uma estimativa de quantas moléculas de água existem em um copo de água seria:

a) 10^{19} , b) 10^{21} , c) 10^{23} , d) 10^{25} , e) 10^{27}

93. O fumo é comprovadamente um vício prejudicial à saúde. Segundo dados da Organização Mundial da Saúde, um fumante médio, ou seja, aquele que consome cerca de 10 cigarros por dia, ao chegar à meia-idade terá problemas cardiovasculares. A ordem de grandeza do número de cigarros consumidos por este fumante durante 30 anos é de:

a) 10^2 , b) 10^3 , c) 10^4 , d) 10^5 , e) 10^6

94. Admitindo-se que uma gota de água tem volume aproximado de $1 \cdot 10^{-4}$ m³ e considerando que um recipiente de $1 \cdot 10^3$ m³ está completamente cheio do líquido, pode-se dizer que a ordem de grandeza do número de gotas contido, nesse recipiente, é

a) 10, b) 10^2 , c) 10^7 , d) 10^9 , e) 10^{12} .

95. Um dia Carima viu uma moça nuinha no banho. Ficou parado o coração batendo. Ela se riu. Foi o seu primeiro alumbramento."

A ordem de grandeza do número de batidas que o coração humano dá em um minuto de alumbramento como este é:

a) 10^1 , b) 10^2 , c) 10^0 , d) 10^3 , e) 10^4

96. Os números e cifras envolvidos, quando lidamos com dados sobre produção e consumo de energia em nosso país, são sempre muito grandes. Apenas no sector residencial, em um único dia, o consumo de energia eléctrica é da ordem de 200 mil MWh. Para avaliar esse consumo, imagine uma situação em que Angola não dispusesse de hidroeléctricas e tivesse de depender somente de termoeléctricas, onde cada kg de carvão, ao ser queimado, permite obter uma quantidade de energia da ordem de 10kWh. Considerando que um caminhão transporta, em média, 10 toneladas de carvão, a quantidade de caminhões de carvão necessária para abastecer as termoeléctricas, a cada dia, seria da ordem de

a) 20, b) 200, c) 1.000, d) 2.000, e) 10.000

97. No painel de um carro, está indicado no velocímetro que ele já "rodou" 120000 km. A alternativa que melhor indica a ordem de grandeza do número de voltas efectuadas pela roda desse carro, sabendo que o diâmetro da mesma vale 50 cm, é: (considera $\pi = 3$)

a) 10^8 , b) 10^7 , c) 10^6 , d) 10^5 , e) 10^4

4.5. Notação científica.

98. O sistema solar tem $4,5 \times 10^9$ anos de idade. Os primeiros homínídeos surgiram na Terra há cerca de 4,5 milhões de anos.

Imagine uma escala em que o tempo transcorrido entre o surgimento do sistema solar e a época actual corresponda a um ano de 365 dias. De acordo com tal escala, há quantas horas os homínídeos surgiram na Terra? Aproxime sua resposta para um número inteiro apropriado.

99. A massa do sol é cerca de $1,99 \cdot 10^{30}$ kg. A massa do átomo de hidrogeno, constituinte principal do sol é $1,67 \cdot 10^{-27}$ kg. Quantos átomos de hidrogénio há aproximadamente no sol?

a) $1,5 \cdot 10^{-57}$ átomos b) $1,2 \cdot 10^{57}$ átomos c) $1,5 \cdot 10^{57}$ átomos

d) $1,2 \cdot 10^{-57}$ átomos e) $1,2 \cdot 10^3$ átomos

100. Uma caixa mede 1,5 cm x 40,00 m x 22 mm. O seu volume é:

a) 132,0 litros b) $23,10 \times 10^4$ litros c) 1320×10^{-2} litros

d) 2310×10^{-4} litros e) $132,0 \times 10^{-2}$ litros

Conversões e definições de algumas unidades derivadas (Apêndice 2)

hertz (Hz). Unidade de frequência. Um hertz é um ciclo por cada segundo.

$$\text{Hz} = \frac{1}{\text{s}}$$

newton (N). Unidade de força. Um newton é a força necessária para proporcionar uma

aceleração de 1 m/s^2 a um objeto cuja massa é de 1 kg.
$$\text{N} = \frac{\text{m} \cdot \text{kg}}{\text{s}^2}$$

Pascal (Pa). Unidade de pressão. Um pascal é pressão que exerce uma força de 1 newton sobre uma superfície de 1 metro quadrado normal a la mesma.

$$\text{Pa} = \frac{\text{N}}{\text{m}^2} = \frac{\text{kg}}{\text{s}^2 \cdot \text{m}}$$

watt (W). Unidade de potência. Um watt é a potência que dá lugar a uma produção de energia igual a 1 joule por segundo. Em termos eléctricos, um watt é a potência produzida por uma diferença de potencial de 1 volt e uma corrente eléctrica de 1 ampere.

$$W = \frac{J}{s} = V \cdot A = \frac{m^2 \cdot kg}{s^3}$$

Coulomb (C). Unidade de carga eléctrica. Um coulomb é a quantidade de electricidade transportada em um segundo por uma corrente de um ampere de intensidade.

$$C = A \cdot s = F \cdot V$$

Volt (V). Unidade de potencial eléctrico e força electromotriz. A diferença de potencial ao longo de um condutor quando uma corrente com uma intensidade de um ampere utiliza um watt de potencia.

$$V = \frac{J}{C} = \frac{m^2 \cdot kg}{s^3 \cdot A}$$

Ohm (Ω). Unidade de resistência eléctrica. Um ohm é a resistência eléctrica que existe entre dois pontos de um condutor quando uma diferencia de potencial constante de 1 volt aplicada entre estes dois pontos produz, no tal condutor, uma corrente de intensidade 1 ampere, quando não há força electromotriz no condutor.

$$\Omega = \frac{V}{A} = \frac{m^2 \cdot kg}{s^3 \cdot A^2}$$

Siemens (S). Unidade de Conductância eléctrica. Um siemens é a Conductância eléctrica que existe entre dois pontos de um condutor que tem um ohm de resistência.

$$S = \frac{1}{\Omega}$$

Farad (F). Unidade de capacidade eléctrica. Um farad é a capacidade de um condutor com uma diferença de potencial de um volt tem como resultado uma carga estática de um coulomb.

$$F = \frac{A \cdot s}{V} = \frac{C}{V} = \frac{C^2}{J} = \frac{C^2}{N \cdot m} = \frac{s^2 \cdot C^2}{m^2 \cdot kg} = \frac{s^4 \cdot A^2}{m^2 \cdot kg}$$

Tesla (T). Unidade de densidade de fluxo magnético e intensidade de campo magnético. Um tesla é uma indução magnética uniforme que, repartida normalmente sobre uma superfície de um metro quadrado, produz através desta superfície um fluxo magnético total de um weber.

$$T = \frac{\text{Wb}}{\text{m}^2} = \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{m}^2} = \frac{\text{kg}}{\text{s}^2 \cdot \text{A}} = \frac{\text{kg}}{\text{C} \cdot \text{s}}$$

Weber (Wb). Unidade de fluxo magnético. Um weber é o fluxo magnético que ao atravessar um circuito de um só espiral produz na mesma uma força electromotriz de 1 volt se, se anula tal fluxo em 1 segundo por decrescimento uniforme.

$$\text{Wb} = \text{V} \cdot \text{s} = \text{T} \cdot \text{m}^2 = \frac{\text{m}^2 \cdot \text{kg}}{\text{s}^2 \cdot \text{A}}$$

Henry (H). Unidade de Inductância. Um henry é a indutância de um circuito em que uma corrente que varia a razão de um ampere por segundo dá como resultado uma força electromotriz autoinduzida de um volt.

$$H = \frac{\text{V} \cdot \text{s}}{\text{A}} = \frac{\text{m}^2 \cdot \text{kg}}{\text{s}^2 \cdot \text{A}^2}$$

Radiano (rad). Unidade de angulo plano. Um radiano é o ângulo que limita um arco de circunferência cuja longitude é igual ao raio de la circunferência.

$$\text{rad} = \frac{\text{m}}{\text{m}} = 1$$

lumen (lm). Unidade de fluxo luminoso. Um lumen é o fluxo luminoso produzido por uma candela de intensidade luminosa, repartida uniformemente em um estereorradiano.

$$\text{lm} = \text{cd} \cdot \text{sr}$$

lux (lx). Unidade de iluminância. Um lux é a iluminância produzida por um lumen de fluxo luminoso, em uma superfície equivalente a de um quadrado de um metro de lado.

$$\text{lx} = \frac{\text{cd} \cdot \text{sr}}{\text{m}^2}$$

Becquerel (Bq). Unidade de actividade radiativa. Um becquerel é uma desintegração nuclear por segundo.

$$\text{Bq} = \frac{1}{\text{s}}$$

Gray (Gy). Unidade de dose de radiação absorvida. Um gray é a absorção de um joule de energia ionizante por um quilograma de material irradiado.

$$\text{Gy} = \frac{\text{J}}{\text{kg}} = \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

Sievert (Sv). Unidade de dose de radiação absorvida equivalente. Um sievert é a absorção de um joule de energia ionizante por um quilograma de tecido vivo irradiado.

$$\text{Sv} = \frac{\text{J}}{\text{kg}} = \frac{\text{m}^2}{\text{s}^2}$$

Constantes Físicas Fundamentais (Apêndice 3)

Constante física	Símbolo	Valor	Unidades
Aceleração de gravidade standard	g_0	9,806 65	m s^{-2}
Velocidade da luz no vazio	c	$2,997\ 925 \cdot 10^8$	m s^{-1}
Número de Advogadro	N	$6,022\ 137 \cdot 10^{23}$	moléculas mol^{-1}
Massa atômica unificada (uma)	m_u	$1,660\ 540 \cdot 10^{-27}$	kg
Constante de Faraday	F	$9,648\ 531 \cdot 10^4$	C mol^{-1}
Massa do eletrão em repouso	m_e	$9,109\ 390 \cdot 10^{-31}$	kg
Massa do prótão	m_p	$1,672\ 623 \cdot 10^{-27}$	kg
Carga elemental	e	$1,602\ 177 \cdot 10^{-19}$	C
Constante de Planck	h	$6,626\ 076 \cdot 10^{-34}$	J s

Constante de Boltzmann	$k = R/N$	$1,380\ 658 \cdot 10^{-23}$	$J\ K^{-1}$
Constante de los gases	R	8,314 510	$J\ mol^{-1}\ K^{-1}$
Volume molar standard do gás ideal a 0° C e pressão zero	V_0	$2,241\ 36 \cdot 10^{-2}$	$m^3\ mol^{-1}$
Temperatura absoluta do ponto de gelo, 0° C	$T_0\ c$	273,150	K
Constante de Stefan-Boltzmann	σ	$5,669\ 62 \cdot 10^{-16}$	$J\ m^{-2}\ s^{-1}\ K^{-4}$
Constante de gravitação	G	$6,672\ 59 \cdot 10^{-11}$	$N\ m^2\ kg^{-2}$

Instituições Internacionais de normalização do Sistema Internacional de Unidades (SI). (Apêndice 4)

Conferência Geral de Pesos e Medidas - CGPM (*Conférence générale des poids et mesures*) – um sistema de reuniões periódicas, realizadas em Paris cada 4 a 6 anos com a presença de delegados de todos os Estados membros, tendo com o objectivo adoptar as medidas de gestão política do sistema;

Bureau Internacional de Pesos e Medidas - BIPM (*Bureau international des poids et mesures*) – a organização que administra a Convenção, mantendo um centro internacional de metrologia em Sèvres, nos arredores de Paris, no qual estão alojados os antigos padrões internacionais de medida e no qual era feita a comparação e calibração dos protótipos utilizados pelos Estados membros;

Comité Internacional de Pesos e Medidas - CIPM (*Comité international des poids et mesures*) – um comité administrativo composto por 18 personalidades, eleito na Conferência Geral de Pesos e Medidas, que se reúne anualmente no BIPM e é responsável pela gestão corrente do sistema e pela gestão do conjunto de comissões consultivas constituídas por peritos que elaboram as propostas a submeter à Conferência Geral.

Organização Internacional de Normalização - ISO (Organisation International de Normalization): autoridade máxima no que se refere aos nomes, definições e símbolos das grandezas físicas, excepto grandeza de electricidade e magnetismo.

Comissão Electrónica Internacional - CEI (Commission Electrotechnique International): autoridade máxima no que se refere aos nomes, definições e símbolos nas grandezas de electricidade e magnetismo.

União Internacional de Física Pura e Aplicada - IUPAP: Promove a cooperação internacional em Física mediante conferências internacionais.

Comité de Dados para ciência e tecnologia - CODATA: recomenda os valores das constantes físicas fundamentais.

Estados signatários da Convenção do metro (ano 2002) (Apêndice 5)

África do sul, Alemanha, Argentina, Austrália, Áustria, Bélgica, Brasil, Bulgária, Camarões, Canadá, Chile, China, Coreia do sul, Coreia do norte, Dinamarca, Eslováquia, Espanha, USA, Finlândia, França, Grécia, Holanda, Hungria, Índia, Indonésia, Inglaterra, Irão do norte, Irlanda, Israel, Itália, Japão, Jugoslávia, México, Noruega, Nova Zelândia, Paquistão, Polónia, Portugal, República Checa, República Dominicana, Roménia, Rússia, Singapura, Suécia, Suíça, Tailândia, Turquia, Urugui e Venezuela.

Outros 6 Estados não signatários da convenção do metro, mas membros da Conferencia Geral de Peso e Medidas: Cuba, Equador, Hong Kong (China), Letónia, Lituânia e Malta.

