



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DE MESTRADO
PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

MARCUS VINÍCIUS ALMEIDA QUEIROZ

PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PARA ALUNOS DO
ENSINO MÉDIO

BRASÍLIA

2018



MARCUS VINÍCIUS ALMEIDA QUEIROZ

**PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PARA ALUNOS DO
ENSINO MÉDIO**

Dissertação realizada sob orientação do Prof. Dr. Ronni Geraldo Gomes de Amorim a ser apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Ensino de Física – Área de Concentração “Física na Educação Básica” pelo Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade de Brasília.

BRASÍLIA

2018

FOLHA DE APROVAÇÃO
MARCUS VINÍCIUS ALMEIDA QUEIROZ

**PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PARA ALUNOS DO
ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Física – Área de Concentração “Física na Educação Básica” pelo programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade de Brasília.

Aprovada em 06 12 2018

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Ronni Geraldo Gomes de Amorim

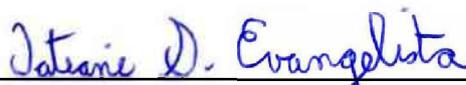
(Presidente)

(FGA – UnB)



Prof. Dr. Wytler Cordeiro dos Santos

(Membro interno vinculado ao Programa – FGA – UnB)



Profa. Dra. Tatiane da Silva Evangelista

(Membro externo vinculado ao Programa – Matemática – UnB)

FICHA CATALOGRÁFICA

QUEIROZ, Marcus Vinícius Almeida.

Projeto de Iniciação Científica para Alunos do Ensino Médio / Marcos Vinícius Almeida Queiroz; orientador Ronni Geraldo Gomes de Amorim. -- Brasília, 2018.

110 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Física) -- Universidade de Brasília, 2018.

1. Iniciação científica. 2. Método científico. 3. Ensino de física. 4. Feira de ciências. 5. David Ausubel. I. Amorim, Ronni Geraldo Gomes de, orient. II. Título.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha esposa, Maria Gabriela, e à minha filha, Maria Valentina, pela sabedoria, paciência e força ao suportar tantos momentos de ausência física ao longo de tanto tempo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela minha existência.

À minha mãe, pela minha formação.

À minha esposa, pela vida ao seu lado.

À minha filha, pela vontade imensa de educá-la.

Ao meu orientador, pela ajuda fundamental para a conclusão deste mestrado.

Aos amigos sinceros que Deus me deu.

Ao Instituto de Física da UnB, pela oportunidade de conhecer excelentes profissionais na área de Física e Ensino de Física.

À Sociedade Brasileira de Física (SBF), pela idealização do MNPEF.

À CAPES, pelo apoio financeiro.

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001”

FRASES

“Disse a flor para o pequeno príncipe: é preciso que suporte duas ou três larvas se quiser conhecer as borboletas.”

Antoine de Saint-Exupéry

“Ninguém cruza nosso caminho por acaso e nós não entramos na vida de alguém sem nenhuma razão.”

Chico Xavier

RESUMO

O presente trabalho apresenta uma pesquisa que versa acerca de um projeto de iniciação científica aplicado junto a alunos de Ensino Médio. A busca por uma metodologia que aproximasse o discente das Ciências, principalmente da Física, de tal forma que a distância entre a pesquisa teórica, o uso de normas científicas, a avaliação de resultados e o interesse por novas perspectivas acadêmicas, foi o norte deste trabalho. Nesta pesquisa o autor busca embasamento na teoria da aprendizagem de David Ausubel para a aplicação e o aprimoramento do produto educacional, produto este que consta de um manual para professores de Ensino Médio que desejam implementar um projeto de pesquisa em seu respectivo ambiente de trabalho. O trabalho pode ainda ser utilizado pelos professores para despertarem em seus alunos a iniciativa da escrita de artigos científicos, montagem de feiras de ciências e projetos que ajudem a reduzir a distância entre a escola e as famílias.

Palavras-chaves: Projetos de Iniciação Científica. Feiras de Ciências. Método Científico. David Ausubel.

ABSTRACT

The current study presents a research that deals with a project of scientific initiation applied to high school students. The search for a methodology that would bring the student closer to science, particularly Physics, so that the distance between theoretical research, the use of scientific rules, the evaluation of results and the interest in new academic perspectives was the way of this work. In this research, the author investigates the basement for the learning theory of David Ausubel, for the application and improvement of the educational result, a product consisting of a guidebook to high school teachers who wish to implement a research project in their workplace. The present study can also be used by teachers to awaken the initiative of producing scientific papers by their students, setting up science festivals and projects that help reducing the distance between school and families.

Keywords: Scientific Initiation Projects. Science fairs. Scientific Method. David Ausubel.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exercício referente à aula 1 – Devolutiva do autor com comentários	46
Figura 2 – Exercício referente à aula 1 – Devolutiva do autor com proposta do uso de normas da ABNT.....	47
Figura 3 – Exercícios referentes à aula 5 – Devolutiva do autor com proposta do uso de normas da ABNT.....	51
Figura 4 – Exercício referente à Aula 05 – Devolutiva do autor com proposta do uso de normas da ABNT.....	52
Figura 5 – Exercício referente à Aula 05 – Devolutiva do autor com proposta do uso de normas da ABNT.....	53
Figura 6 – Exercício referente à Aula 05 – Devolutiva do autor com proposta do uso de normas da ABNT.....	54
Figura 7 – Exercício referente à aula 05 – Devolutiva do autor com proposta do uso de normas da ABNT.....	55
Figura 8 – Modelo de comunicação entre autor e alunos.....	62
Figura 9 – Modelo de comunicação entre autor e alunos.....	62
Figura 10 – Questão 04 sem resolução – Aluno interessado.....	64
Figura 11 – Questão 04 sem resolução – Aluno desinteressado.....	64
Figura 12 – Duas resoluções com uso de subsunçores formados pelos alunos.....	68
Figura 13 – Devolutiva do autor com correções e sugestões – exercício de correção de um artigo.....	70
Figura 14 – Estufa de vidro	71
Figura 15 – Modelo das placas fotovoltaicas de captação solar.....	72
Figura 16 – Especificação das placas fotovoltaicas.....	72
Figura 17 – Placa Arduíno com sensores de umidade e temperatura.....	73
Figura 18 – Troca de mensagens entre o autor e os alunos	73

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Estatística do número de alunos	60
Gráfico 2 – Estatística do número de alunos	60
Gráfico 3 – Estatística Questão 04	64
Gráfico 4 – Estatística Questão 02	66
Gráfico 5 – Estatística Questão 03	66
Gráfico 6 – Estatística Questão 06	66
Gráfico 7 – Percentual de respostas na resolução das questões	67
Gráfico 8 – Estatística do teste diagnóstico	67

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1	PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA	17
2.2	MÉTODO CIENTÍFICO	20
2.3	SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES	22
2.4	ANÁLISE DIMENSIONAL	23
2.5	ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS E TEORIA DOS ERROS	24
2.6	ORDEM DE GRANDEZA	25
2.7	ABNT	25
3	REFERENCIAL TEÓRICO	27
3.1	DAVID AUSUBEL	27
3.1.1	Breve biografia	27
3.1.2	Aprendizagem significativa	27
3.1.3	Condições para a aprendizagem significativa	29
3.1.4	O papel do professor	30
3.1.5	O papel do aluno	31
4	METODOLOGIA	33
4.1	INTRODUÇÃO À METODOLOGIA	33
4.2	DIÁRIO DE BORDO	34
4.2.1	Cronologia	34
4.2.1.1	<i>Domingo, 30 de abril de 2017</i>	34
4.2.1.2	<i>Domingo, 7 de maio de 2017</i>	34
4.2.1.3	<i>Domingo, 14 de maio de 2017</i>	35
4.2.1.4	<i>Domingo, 20 de maio de 2017</i>	35
4.2.1.5	<i>Domingo, 28 de maio de 2017</i>	36
4.2.1.6	<i>Domingo, 4 de junho de 2017</i>	36
4.2.1.7	<i>Domingo, 18 junho de 2017</i>	36
4.2.1.8	<i>Domingo, 25 junho de 2017</i>	36
4.2.1.9	<i>Domingo, 2 de julho de 2017</i>	36
4.2.1.10	<i>Domingo, 9 de julho de 2017</i>	37
4.3	DOCUMENTOS PRODUZIDOS PELO AUTOR	38
4.3.1	Carta de Apresentação	38
4.3.2	Informativo sobre o Projeto de Iniciação Científica	39
4.3.2.1	<i>Objetivo</i>	39
4.3.2.2	<i>Informações gerais</i>	39
4.3.3	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	41
4.4	AULA 01 – SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES	43

4.5	AULA 02 – ANÁLISE DIMENSIONAL.....	48
4.6	AULA 03 – ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS E TEORIA DOS ERROS	48
4.7	AULA 04 – ORDEM DE GRANDEZA.....	49
4.8	AULA 05 – NORMAS DA ABNT	49
4.9	AULAS 06 A 10	56
5	APRESENTAÇÃO DO PRODUTO	57
5.1	AULA 01 – SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES.....	57
5.2	AULA 02 – ANÁLISE DIMENSIONAL.....	57
5.3	AULA 03 – ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS E TEORIA DOS ERROS	57
5.4	AULA 04 – ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS E TEORIA DOS ERROS	58
5.5	AULA 05 – SUGESTÃO DE UM MÉTODO DE RESOLUÇÃO DE EXERCÍCIOS.....	58
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	59
6.1	NÚMERO DE ALUNOS	59
6.2	AULA 01 – SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES.....	61
6.3	AULA 02 – ANÁLISE DIMENSIONAL.....	63
6.4	AULA 03 – ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS E TEORIA DOS ERROS	69
6.5	AULA 04 – ORDEM DE GRANDEZA.....	69
6.6	AULA 05 – NORMAS ABNT.....	69
6.7	ENCONTROS POR GRUPO	70
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
	APÊNDICE A – Carta de Apresentação	79
	APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	80
	APÊNDICE C – Cronograma e Informações Gerais.....	81
	APÊNDICE D – Diário de Bordo.....	83
	APÊNDICE E – Aula 01 – Sistema Internacional de Unidades	87
	APÊNDICE F – Aula 02 – Análise Dimensional	90
	APÊNDICE G – Aula 03 – Algarismos Significativos e Teoria dos Erros.....	95
	APÊNDICE H – Aula 04 – Ordem de Grandeza	98
	APÊNDICE I – Aula 05 – Extra – Sugestão de um Método de Resolução de Exercícios.....	101
	APÊNDICE J – Artigo Escrito pelo Autor.....	104
	APÊNDICE K – Produto Educacional	110

1 INTRODUÇÃO

De um modo geral, uma teoria é uma interpretação sistemática de uma área de conhecimento (HILL, 1901). Pode-se dizer que o termo teoria é usado para significar uma maneira particular de ver as coisas, de explicar observações ou de resolver problemas (LEFRANÇOIS, 1982).

Teorias da aprendizagem são, portanto, tentativas de interpretar sistematicamente, de organizar, de fazer previsões, sobre conhecimentos relativos à aprendizagem. (MOREIRA, 2015, p. 19).

Durante mais de duas décadas como professor de Ensino Médio, e em torno de uma década exercendo a função de Coordenador de Física e de Ciências Exatas em escolas particulares de Brasília – DF, produzindo e revisando materiais didáticos de outros professores, tais como provas, avaliações, textos, apostilas e afins, o autor percebeu a necessidade de um maior esmero na confecção desses recursos didáticos. Também como professor regente, o autor identificou a necessidade de um ambiente mais apropriado para o melhor aproveitamento do momento designado à abordagem e absorção de conteúdos, neste caso, pertinentes à Física.

Será essa a percepção de grande parte dos professores? Essa percepção, somada à necessidade de: ter uma grande carga horária semanal por diversos motivos, preparar o aluno para exames admissionais e vestibulares diversos e trabalhar todo o conteúdo do Ensino Médio, que aumenta paulatinamente, levou o autor a buscar uma teoria da aprendizagem adequada à confecção de seu produto educacional.

Ano após ano essa necessidade de melhorias no processo de aprendizagem fez parte da história do autor, porém, no “corre-corre” cotidiano, muitas vezes caía no esquecimento. Ao entrar em contato com teorias da aprendizagem, o autor obteve incentivo e oportunidade para o começo da aplicabilidade das melhorias antes idealizadas, primeiramente para seu uso próprio, na ministração de suas aulas, na confecção de suas provas, em seus materiais didáticos e até mesmo em suas coordenações junto aos companheiros de profissão.

Com este trabalho, o autor realizou a aplicação com seus alunos das melhorias já identificadas, apresentando materiais e recursos didáticos com formatos diferentes, utilizando-se da aplicação da teoria da aprendizagem de David Ausubel para o uso de subsunçores¹ já reconhecidos previamente e para a formação de novos subsunçores.

¹ Neste ponto da dissertação, entenda-se “subsunçores” como sinônimo de pré-requisitos.

Portanto, este trabalho embrionário foi iniciado envolvendo poucos conteúdos, porém não menos relevantes, os quais costumam ser “jogados” no quadro quando ensinados aos alunos. Trata-se de assuntos que são fundamentais para a formação de vários subsunçores ao longo da jornada acadêmica de muitos discentes do Ensino Médio, e para aqueles que porventura vierem a se lançar no mundo das Ciências Exatas.

Nesta proposta de trabalho, o autor priorizou assuntos pertinentes à Física, mas que pudessem ser utilizados em outras áreas do conhecimento. A escolha de tais assuntos versa pela necessidade da formação de subsunçores. Assim, inicialmente, os assuntos escolhidos para serem abordados em aulas teóricas foram: o Sistema Internacional de Unidades, Análise Dimensional, Algarismos Significativos, Teoria dos Erros e Ordem de Grandeza. Aos assuntos pertinentes ao uso das Ciências e especificamente da Física, foram acrescentadas algumas normas da ABNT.

Como dar o trato correto a esse conteúdo para os alunos? Como medir o grau de maturidade dos alunos? Como fazer o conteúdo ser relevante aos alunos? Essas questões foram criando um corpo de respostas ao longo do conhecimento acerca de algumas Teorias de Aprendizagem.

Na tentativa de responder a tais questões, o autor montou um cronograma de aulas expositivas acerca dos assuntos citados anteriormente.

Aliado à sua necessidade de trabalhar tais assuntos, o autor busca a introdução de um projeto de iniciação científica junto aos alunos de Ensino Médio, projeto no qual os alunos poderiam “tomar as rédeas” da pesquisa científica, bem como das conclusões inerentes aos assuntos pesquisados, sendo dessa forma protagonistas no processo de ensino-aprendizagem.

Na sequência das aulas, os alunos teriam que montar experimentos e/ou pesquisas acerca de temas por eles escolhidos e, com a orientação do autor, trabalhar em pesquisas que corroborassem na possível produção de um artigo científico.

Na visão do autor, o projeto de iniciação científica proporcionará aos alunos voluntários uma ferramenta nova de pesquisa e uma exposição a novos assuntos escolhidos pelo autor e, na sequência, assunto(s) escolhidos pelos alunos, criando assim novos subsunçores. Estes subsunçores poderão ser utilizados tanto na sequência do aprendizado no ensino de Física como em outras áreas do conhecimento.

O Produto Educacional proposto pelo autor surge então para que professores de Física e das Ciências em Geral possam montar em seus locais de trabalho um projeto de iniciação científica. O Produto Educacional é composto por:

- a) aulas elaboradas pelo autor, devidamente revisadas e corrigidas à medida que a aplicação do produto acontecia;
- b) documentos necessários à aplicação, documentos que resguardam professores, instituição escolar e responsáveis pelos alunos, os quais na maioria das vezes são menores de idade;
- c) modelos de cronogramas e calendários;
- d) diário de bordo para uma organização do cotidiano do professor no que diz respeito à pesquisa e para um melhor aproveitamento dos dados na conclusão final de cada projeto científico;
- e) listas de exercícios aplicadas e referências bibliográficas.

A aplicação do trabalho aconteceu em uma escola particular, em contraturno, com pouco tempo de encontros com alunos voluntários, da primeira, segunda e terceira série do Ensino Médio. Conhecedor das possíveis dificuldades, o autor optou pela teoria da aprendizagem de David Ausubel, teoria esta que, intuitivamente, sempre pautou o trabalho do autor. Agora, de fato em contato com a teoria de Ausubel, o autor decidiu elaborar um produto educacional confeccionado e testado à luz de uma Teoria amplamente discutida e validada.

Quanto à questão de como ensinar, Bruner destaca o processo da descoberta, pela exploração de alternativas, e o currículo em espiral. Segundo Bruner, “o ambiente ou conteúdo de ensino têm que ser percebidos pelo aprendiz em termos de problemas, relações e lacunas que ele deve preencher, a fim de que a aprendizagem seja considerada significativa e relevante. Portanto, o ambiente para aprendizagem por descoberta deve proporcionar alternativas – resultando no aparecimento e percepção, pelo aprendiz, de relações e similaridades, entre as ideias apresentadas, que não foram previamente reconhecidas [...]. (MOREIRA, 2015, p. 19).

Outras Teorias de Aprendizagem poderiam ser utilizadas para tal pesquisa e confecção do Produto Educacional, porém na opinião do autor as dificuldades inerentes ao sistema de ensino – quantidade de alunos por sala, falta de interesse de alguns alunos, falta de subsunçores e afins – pareciam, aos olhos do autor, um obstáculo, e, somado a isso, a familiaridade encontrada pelo autor entre seu estilo de trabalhar e a Teoria de David Ausubel o levou à escolha por tal teoria da aprendizagem.

Ao final, o autor ratifica a escolha da teoria da aprendizagem de Ausubel como sendo a apropriada em sua dissertação, na análise dos dados e resultados, ficando bem nítida a percepção acertada do autor em relação à sua escolha.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão bibliográfica deste trabalho está dividida: em algumas subseções que apresentam trabalhos acerca dos temas “Projetos de Iniciação Científica” e “Método Científico”; nas aulas que compõem a metodologia e os apêndices; e na essência do corpo final do produto educacional apresentado. Para uma melhor visualização desta revisão, foi feita uma divisão em categorias, assim explanadas em sequência:

- a) propostas de projetos de Iniciação Científica no Ensino Médio;
- b) método científico;
- c) Sistema Internacional de Unidades;
- d) análise dimensional;
- e) Algarismos significativos e teoria dos erros;
- f) ordem de grandeza;
- g) normas da ABNT.

Em cada uma dessas categorias é detalhada a necessidade, de acordo com o autor, por parte dos alunos de conteúdos essenciais para uma formação de uma boa base de subsunções importantíssimas para o caminho mais prazeroso no estudo em Ciências.

2.1 PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

O primeiro pensamento acerca desta dissertação refere-se à iniciativa de um projeto científico que envolvesse alunos e autor. Na tentativa de definir o escopo deste trabalho, o autor inicia a montagem dos objetivos prévios. Na busca por um trabalho de excelência junto aos seus alunos de Ensino Médio de uma determinada escola particular de Brasília – DF, foram mapeados possíveis interesses que levariam os alunos à inscrição em um projeto científico. Na busca por essa resposta, o autor inicia uma pesquisa em projetos científicos já existentes, tomando conhecimento assim do Provoc².

[...] o Provoc passou, pouco a pouco, a se caracterizar pela amplitude e abrangência da proposta educacional e, simetricamente, a se distinguir pelo alcance e pela intensificação do debate sobre a necessária transformação da qualidade do ensino de ciências no país. Com efeito, à medida que o Programa se consolidou em diversas instituições científicas, tornou-se também evidente que existe atualmente, no Brasil, uma grande expectativa em relação ao processo de formação científica do aluno que cursa o Ensino Médio.

Neste contexto, é necessário perceber que a proposta da iniciação científica no Ensino Médio não se restringe à acumulação de experiências individuais. Para além dos

² Programa de Vocação Científica, criado em 1986 pela Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio da Fundação Oswaldo Cruz – Fiocruz.

indivíduos, é importante resgatar aqui o sentido maior da ideia de ensinar e aprender. (FERREIRA, 2003, p. 116).

Centenas de pesquisadores estiveram envolvidos com a orientação acadêmica de muitos alunos de Ensino Médio do projeto Provoc, trabalhando em projetos de pesquisa que vão desde o estudo teórico de um tema ou problema até o desenvolvimento tecnológico de produto e processos.

O Provoc é hoje uma experiência institucional que ultrapassa as fronteiras do campus Fiocruz no Rio de Janeiro, para se fazer presente em outras instituições científicas do país. A ampla e abrangente participação de pesquisadores de renomadas instituições científicas, como orientadores de iniciação científica de jovens que ainda nem sequer fizeram suas escolhas profissionais, tem sido fundamental para discutir a superação de modelos arcaicos de formação. (FERREIRA, 2003, p. 117).

Para o autor, o Provoc passa a ser um bom referencial no que tange inclusive a uma perspectiva futura de aproximar os alunos de Ensino Médio de profissionais, professores e doutores de universidades em encontros dentro de projetos futuros de iniciação científica.

O autor entende que o trabalho a ser iniciado passará por um processo embrionário, e que pode galgar degraus atingindo um nível de excelência à medida que os alunos entendam a proposta e se engajem.

O autor é ciente da participação fundamental do professor na organização, produção de materiais, incentivo e cobrança no que tange aos alunos, e ratifica seu pensamento ao ler o seguinte: “É bem verdade que a reciprocidade que existe determina via de regra o estilo de orientação adotado, porém, é do nosso ponto de vista importante lembrar que devemos encarar a orientação acadêmica como uma relação totalmente construída no processo” (FERREIRA, 2003).

Outro ponto a ser destacado é a ocorrência dos encontros com os alunos no contraturno escolar e com alunos de diferentes etapas do Ensino Médio, fazendo com que o autor busque uma otimização do trabalho em relação ao exposto. Inicialmente o autor trabalhará a formação de uma base de subsunçores pertinentes a qualquer assunto que possa ser escolhido pelos alunos para os respectivos trabalhos, e logo depois seguirá como professor-orientador, como sugere Costa e Zompeiro (2017, p. 15): “Cabe ao educador mediar e mostrar o caminho a ser percorrido pelo aluno, ajudando-o a transpor barreiras que a própria situação de novas descobertas pode proporcionar [...]”.

Também era objetivo do autor a realização de uma feira de ciências em que o trabalho, não necessariamente experimental, pudesse ser visto pela comunidade escolar e afins.

[...] as feiras de Ciências são eventos em que os alunos são responsáveis pela comunicação de projetos planejados e executados por eles durante o ano letivo. Durante o evento os alunos apresentam trabalhos que lhes tomaram várias horas de estudo e investigação, em que buscaram informações, reuniram dados e os interpretaram, sistematizando-os para comunicá-los a outros, ou então construíram algum artefato tecnológico. Eles vivenciam, desse modo, uma iniciação científica Júnior de forma prática, buscando soluções técnicas e metodológicas para o problema que se empenham em resolver. (HARTMANN; ZIMMERMANN, 2000, p. 2).

Como trabalhar uma feira de ciências com esse objetivo? O fato é: as diversas “feiras de ciências” já presenciadas pelo autor e pela grande maioria de interessados no assunto, frequentemente não cumprem sua função.

Para que este trabalho junto aos alunos e à direção da escola pudesse ser abraçado, seria necessário um cronograma bem elaborado com objetivos bem definidos.

Adequação dos trabalhos ao currículo: o trabalho a ser mostrado na feira deve refletir o tipo de assunto estudado em sala de aula [...]

Regularidade: outro aspecto importante é o fato de que o professor não pode passar oito meses por ano realizando um ensinar burocrático de giz e quadro e desejar que seus alunos, de uma hora para outra, virem “cientistas” e façam trabalhos mirabolantes e sofisticados [...]

Pesquisa: o trabalho apresentado deve ser um trabalho de pesquisa em ciência. Por trabalho de pesquisa quero dizer aquele tipo de trabalho onde uma questão foi colocada e uma resposta obtida através da aplicação dos procedimentos científicos adequados: observação, medição, análise, levantamento de hipóteses, tomadas de decisões, obtenção de conclusão, etc. [...] (ROSA P.R.S., 1995, p. 225).

Outro tópico a ser destacado pelo autor é a importância de um projeto de iniciação científica enquanto o aluno cursa o Ensino Médio, para que em sua futura vida acadêmica este mesmo aluno possa, saiba e consiga usufruir de projetos científicos e acadêmicos quando adentrar na universidade.

A ampla reestruturação das instituições do ensino superior, após a Reforma do Aparelho do Estado em 1995, mostrou que as universidades voltaram sua atenção para a graduação, com a perspectiva de selecionar os alunos mais destacados para a participação em projetos de pesquisa desde os primeiros anos da graduação. Essa iniciativa, por sua vez, facilitaria os sucessos subsequentes nos níveis de pós-graduação *stricto sensu*, já que os alunos que participam de Iniciação Científica (IC) são considerados os que entram mais rapidamente para os cursos de mestrado. Tais considerações são importantes, visto que pretendesse analisar a política da Iniciação Científica para a formação do aluno de graduação. (PINHO, 2017, p. 661).

Nas universidades os projetos de iniciação científica têm como um dos pilares o Pibic (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica), criado em 1988 e normatizado pelo CNPq.

Dentre as importâncias do Pibic sob o olhar da normatização (RN-005/1993), aquela que versa sobre a contribuição para a formação de recursos humanos para a pesquisa é a que o

autor entende como a mais importante na tentativa de diminuir essa grande lacuna entre o Ensino Médio e o Ensino Superior no que se refere à pesquisa feita pelos alunos.

O autor entende que as diversas olimpíadas do conhecimento de várias áreas poderiam selecionar alunos de Ensino Médio capacitados para ingressar em um Pibic Júnior, devidamente credenciados e financiados pelos órgãos competentes de educação no Brasil.

2.2 MÉTODO CIENTÍFICO

Uma das diretrizes deste trabalho é o uso de um método científico durante todo o projeto científico e, futuramente, durante toda a vida acadêmica dos alunos. E, de acordo com Moreira e Ostermann (1993, p. 108), “Mais importante do que aprender significados corretos de alguns conceitos científicos é aprender as etapas do método científico”.

Como definir e tentar introduzir o método científico aos alunos do projeto científico? E como transformar isso em um subsunçor? Seria possível tal missão?

O método científico é interpretado como um procedimento definido, testado, confiável, para se chegar ao conhecimento científico: consiste em compilar “fatos” através de observação e experimentação cuidadosas e em derivar, posteriormente, leis e teorias a partir destes fatos mediante algum processo lógico. Trabalhar cientificamente é seguir cuidadosamente, disciplinarmente, o método científico. Mas será que existe mesmo esta sequência tão bem definida de etapas que parece caracterizar a visão leiga de método científico?

Nosso argumento neste trabalho é o de que esta concepção de método científico, bastante comum dentro e fora da escola, é epistemologicamente equivocada, isto é, não é assim que se produz o conhecimento científico, e, em consequência, didaticamente errada, que dizer, não se deve ensinar ciência dessa maneira. (MOREIRA; OSTERMANN, 1993, p. 108).

Ao entrar em contato com tal argumentação, o autor busca diversas maneiras para uma tentativa de delinear o pensamento dos alunos no que tange ao projeto científico e posteriormente à aplicabilidade em sala de aula.

O autor exemplifica aos seus alunos o método científico como elemento histórico científico usando um pouco da biografia de Galileu, isto é, um pouco do trabalho desse cientista no que tange ao seu trabalho de observação de fenômenos físicos em detrimento de especulações metafísicas.

Segundo a versão empirista, Galileu teria rompido com a tradição reinante dos escolásticos aristotélicos ao contrapor, à metafísica especulativa daqueles, um novo método baseado na observação e no experimento para a obtenção do conhecimento – o assim denominado “método científico”.

De acordo com a sua interpretação mais tradicional, o “método científico” é concebido como um processo indutivo por meio do qual chega-se a generalizações (leis científicas) a partir de observações de instâncias singulares (dados empíricos) de um fenômeno. Tomando como ponto privilegiado de partida, e como limite do teórico, a

observação da realidade, a correta aplicação do “método científico” permitiria o conhecimento da natureza como ela é, livre das concepções e especulações do sujeito conhecedor. (ZYLBERSZTAJN, 1988, p. 37).

O autor procura então passar aos alunos a não existência de algoritmo para obter ou validar qualquer conhecimento científico, não havendo regras durante o processo de descoberta científica.

Segundo Moreira e Ostermann (1993, p. 115), “A concepção indutivista³ acredita ser possível a partir de fatos obter as leis, as teorias científicas. Quer dizer, dado um conjunto de fatos, poderíamos chegar às leis universais, às teorias, usando a lógica indutiva.”

Assim, o autor elabora uma série de exercícios com o intuito de criar uma linha de pensamento que busque dar subsídios aos alunos na resolução de situações-problema, mas deixando claro aos alunos que cada um pode desenvolver uma lógica quanto ao proposto.

Como exemplo de um dos exercícios propostos pelo autor:

(Vestibular – ITA) De acordo com a Lei de Stefan-Boltzmann, o equilíbrio da atmosfera terrestre é obtido pelo balanço energético entre a energia de radiação do Sol absorvida pela Terra e a reemitida pela mesma. Considere que a energia fornecida por unidade de tempo pela radiação solar é dada por $P = A \cdot e \cdot \delta \cdot T^4$, em que $\delta = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-4}$; A é a área da superfície do corpo; T a temperatura absoluta; e o parâmetro e é a emissividade que representa a razão entre a taxa de radiação de uma superfície particular e a taxa de radiação de uma superfície de um corpo ideal, com a mesma área e mesma temperatura. Considere a temperatura média da Terra $T = 287 \text{ K}$ e, nesta situação, $e = 1$. Sabendo que a emissão de gases responsáveis pelo aquecimento global reduz a emissividade, faça uma estimativa de quanto aumentará a temperatura média da Terra devido à emissão de gases responsáveis pelo aquecimento global, se a emissividade diminuir 8%. Considere: $(1-x)^{1/4} = 1 - x/4$.

1 Não admitir nada que não seja absolutamente evidente. Não lançar mão senão de ideias claras e distintas.

2 Dividir cada problema em tantos problemas particulares quanto convenha para melhor resolvê-lo.

3 Conduzir por ordem os pensamentos. Dispor as ideias em uma ordem tal que cada uma seja precedida de todas aquelas de que depende, e que preceda todas as que dela dependem.

4 Numerar completamente os dados do problema e passar em revisão cada um dos elementos da sua solução para se certificar de que os resolvemos corretamente.

O escopo desta parte do projeto de iniciação científica, tendo o método científico como exemplo, é o crescimento do aluno no que tange ao desenvolvimento de mecanismos que possam ajudá-lo na transposição de situações-problema ao longo de qualquer trabalho que lhe possa ser apresentado.

³ “Segundo Indução é uma inferência que a partir de enunciados particulares conduz a enunciados universais.” (MOREIRA; OSTERMANN, 1993, p. 115).

2.3 SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

Começaremos com alguns questionamentos dentre vários outros significativos:

- a) O que é de fato uma “unidade” para um aluno de Ensino Médio?
- b) O que significa para o aluno um volume de 1 metro cúbico?
- c) O aluno sabe relacionar medidas com modelos de referência?
- d) O aluno conhece o histórico, a necessidade científica e até mesmo a necessidade social da padronização de medidas?

Um dos escopos neste ponto do trabalho é a tentativa de responder a tais questionamentos, fazendo assim com que os alunos tenham a curiosidade e o prazer de conhecer os padrões de medida estabelecidos por necessidade social, econômica e científica, bem como a evolução do pensamento humano em relação à necessidade de se quantificar fenômenos naturais.

As unidades de comprimento utilizadas no passado – desde milhares de anos antes da era cristã até mesmo os princípios do século 20 –, variáveis de um lugar para o outro e de uma para outra época, tinham geralmente algo em comum: baseavam-se quase sempre nas dimensões de partes do corpo humano, padronizadas pelos comprimentos do seu pé, polegar, palmo, braço, mão, dedo, etc.

Uma das unidades mais antigas de medida de comprimento, de que se tem notícia, é o “cúbito” ou “côvado” utilizado no velho Egito há cerca de 50 séculos e definido pelo comprimento do braço medido do cotovelo à extremidade do dedo médio distendido. Essa unidade era materializada por um padrão – o “cúbito real” – gravado numa placa de granito, em relação ao qual eram aferidas as numerosas régua ou barras representativas dos “cúbitos” espalhados pelo reino. O cúbito real (equivalente a pouco mais de 0,5 m) tinha vários submúltiplos definidos de forma certamente vista como complicada, ou pelo menos estranha, por quem está habituado ao uso do sistema decimal para definir submúltiplos de uma unidade de medida. O cúbito era subdividido em 28 “dedos”, cada um deles representando a largura de um dedo da mão de um homem. Cinco dedos constituíam a “mão” e doze dedos formavam um “vão”. O primeiro dos “dedos”, contado a partir de uma das extremidades da escala que continha gravado o “cúbito”, era subdividido em 2 partes iguais: o segundo era subdividido em 3 partes iguais, o terceiro em 4, e assim por diante até o décimo quinto que continha 16 subdivisões, cada uma era entendida como a menor subdivisão de comprimento. Assim, um cúbito continha $28 \times 16 = 448$ dessas subdivisões e permitia a medida de comprimentos de, no mínimo, $1/448$ do “cúbito” (pouco mais de 1 milímetro). (ROZENBERG, 2006, p. 14).

Ao utilizar o texto como base teórica para a Aula 01, foi introduzida a necessidade de se trabalhar os submúltiplos de medidas, os prefixos utilizados – mili-, micro-, centi-, mega-, etc. –, bem como a utilização da matemática para possíveis transformações entre as unidades que seriam trabalhadas em sequência.

Ainda na Aula 01, o autor trabalha a necessidade de ser formal no uso de unidades em ciências, a maneira correta de escrever, de se fazer entender quando o assunto refere-se ao uso de unidades, seja em um artigo, seja em uma avaliação escolar, seja até mesmo no cotidiano.

Quando escritos por extenso, os nomes das unidades começam por letra minúscula, mesmo nos casos em que lembrem nomes próprios de cientistas. Exemplos: newton, pascal etc.

Faz exceção a esta regra o nome da unidade de intervalo (ou diferença) de temperatura “grau Celsius”, escrito com C (maiúsculo).

Quando precedido de um prefixo designativo de um múltiplo ou submúltiplo da unidade, o prefixo e o nome da unidade constituem uma única palavra: Exemplos: quilômetro, mega-hertz, miligrama.

Para exprimir o valor numérico de uma grandeza, a unidade correspondente tanto pode ser escrita por extenso, como representada apenas pelo seu símbolo, vedadas as combinações mistas, isto é, de algumas unidades escritas por extenso com outras representadas por seus símbolos. Exemplo: quilograma por metro cúbico, ou kg/m^3 e jamais quilograma por m^3 ou kg/metro cúbico .

Ao serem escritos ou pronunciados por extenso, os nomes das unidades no plural recebem a letra “s” no final das palavras que as designaram, mesmo contrariando as regras gramaticais. Exemplo: metros, quilogramas, farads, kelvins, mols, pascals, etc. Constituem exceções a esta regra os nomes ou partes dos nomes que terminam pelas letras “s”, “x” e “z”, iguais no singular e no plural. Exemplo: siemens, lux, hertz, etc. Também não recebem a letra “s” no final os nomes das unidades que figuram no denominador de unidades derivadas por quociente de duas outras. Exemplo: metros por segundo, quilogramas por metro cúbico, joules por kelvin, etc.

Os prefixos são invariáveis e, portanto, não admitem plural. O plural do múltiplo ou submúltiplo de uma unidade obedece à mesma regra. Exemplos: quilowatts, micrometros, giga-hertz, etc. (ROZENBERG, 2006, p. 53-54).

As normas de escrita foram trabalhadas junto aos alunos para que, ao tentarem escrever algum artigo, relatório ou qualquer material científico, estes o usassem de forma correta.

A separação da parte inteira da fração decimal de um número é sempre feita por uma vírgula. Exemplo: 245,32 (lê-se: duzentos e quarenta e cinco inteiros e trinta e dois centésimos).

Quando o valor absoluto do número a representar é menor que 1, coloca-se o algarismo 0 (zero) à esquerda da vírgula. Exemplo: 0,354 kg e não: .354 kg.

Em textos correntes deve ser utilizado o espaçamento correspondente a um ou meio caráter (letra) entre o número e o símbolo, a menos que haja a possibilidade de fraude. (ROZENBERG, 2006, p. 56).

2.4 ANÁLISE DIMENSIONAL

Na preparação para o material referente à Aula 02, que tem como escopo inicial a apresentação da Análise Dimensional, com o objetivo de manipulação de unidades do Sistema Internacional de Unidades por parte dos alunos, inicialmente, em resoluções de situações-problema, seja em uma avaliação escolar, seja na construção de algum material científico por parte dos discentes, o autor utilizou livros didáticos.

Fez-se clara a utilização de subsunçores matemáticos relacionados ao trato algébrico com frações e potenciação.

Na aula em questão ficou evidente a diferença de compreensão entre alunos de séries diferentes – primeira, segunda e terceira série do Ensino Médio, possuidores de subsunçores

diferentes no que tange ao conteúdo de Física: o aluno da terceira série do Ensino Médio já teve contato com todo o conteúdo da Mecânica, por exemplo.

Em física, a palavra dimensão denota a natureza física de uma quantidade. A distância entre dois pontos, por exemplo, pode ser medida em pés, metros ou furlongs, que são formas diferentes de expressar a dimensão de comprimento.

Os símbolos usados neste livro para especificar as dimensões de comprimento, massa e tempo são L, M e T, respectivamente. Utilizaremos com frequência colchetes [] para denotar as dimensões de uma quantidade física. Por exemplo, o símbolo adotado para a velocidade neste livro é v . Em nossa notação, as dimensões de velocidade $[v] = L/T$ e as dimensões de área são $[A] = L^2$. (JEWETT; SERWAY, 2012, p. 7).

Nesta aula o recurso de resolução de exercícios foi trabalhado com dosagem própria para cada série correspondente aos alunos. O autor, nesta aula, também trabalhou modelos de exercícios que necessitavam de uma interpretação, não só algébrica ou física, mas textual. Tentando verificar a presença de subsunçores referentes a outras áreas dos conhecimentos dos alunos, muitas vezes percebe-se a dificuldade deles na leitura, na conexão do modelo com a leitura.

Exercício Modelo – 2005

Quando camadas adjacentes de um fluido viscoso deslizam regularmente umas sobre as outras, o escoamento resultante é dito laminar. Sob certas condições, o aumento da velocidade provoca o regime de escoamento turbulento, que é caracterizado pelos movimentos irregulares (aleatórios) das partículas do fluido. Observa-se, experimentalmente, que o regime de escoamento (laminar ou turbulento) depende de um parâmetro adimensional (Número de Reynolds), dado por $R = \rho^\alpha \cdot v^\beta \cdot d^\gamma \cdot \eta^\tau$, em que ρ é a densidade do fluido; v , sua velocidade; η , seu coeficiente de viscosidade; e d , uma distância característica associada à geometria do meio que circunda o fluido. Por outro lado, num outro tipo de experimento, sabe-se que uma esfera, de diâmetro D , que se movimenta num meio fluido, sofre a ação de uma força de arrasto viscoso dada por $F = 3\pi D\eta v$. Assim sendo, com relação aos respectivos valores de α , β , γ e τ , uma das soluções é

- $\alpha = 1, \beta = 1, \gamma = 1, \tau = -1$.
- $\alpha = 1, \beta = -1, \gamma = 1, \tau = 1$.
- $\alpha = 1, \beta = 1, \gamma = -1, \tau = 1$.
- $\alpha = -1, \beta = 1, \gamma = 1, \tau = 1$.
- $\alpha = 1, \beta = 1, \gamma = 0, \tau = 1$.

Fonte: ITA-SP. Disponível em: <<http://www.vestibular.ita.br/>>. Acesso em: 2 abr. 2017.

2.5 ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS E TEORIA DOS ERROS

Na utilização da referência bibliográfica para a confecção do material referente à Aula 03, o autor tem como escopo a percepção por parte do aluno da importância que deve ser dada às medições e suas interpretações. Perguntar-se como medir, como deixar claro para alguém que fizer leitura e uso dessa medição é muito importante para a confiabilidade do experimento,

do relatório, do artigo, etc. Deixar claro para os alunos de Ensino Médio a importância dos algarismos significativos é fundamental para evidenciar os limites da incerteza experimental.

Quando certas quantidades são medidas, os valores medidos são conhecidos somente dentro dos limites da incerteza experimental. O valor dessa incerteza depende de vários fatores, como a qualidade do instrumento, a habilidade do experimentador e número de medições realizadas. O número de algarismos significativos em uma medição pode ser utilizado para expressar algo sobre a incerteza. Ele está relacionado com o número de dígitos numéricos utilizados para expressar a medida, como discutiremos a seguir: (JEWETT; SERWAY, 2012, p. 10).

A citação acima abre caminho para a segunda discussão da Aula 03, que versa acerca do número de medições realizadas. Assim, o autor introduz a teoria dos erros.

Mais uma vez percebe-se a necessidade de subsunções matemáticas e estatísticas: médias, valores médios, desvios, etc., para a apresentação formal de um resultado experimental.

Admitamos que uma mesma grandeza G tenha sido medida repetidas vezes por uma mesma pessoa que utilizou sempre o mesmo instrumento e o mesmo método. Seja $\bar{\alpha}$ o valor mais provável encontrado para a série de medidas e seja d_m o desvio absoluto médio determinado ao apresentarmos o resultado, devemos fazê-lo de uma maneira normalizada. Dizemos que o valor da grandeza G é α , tal que: $\alpha = \bar{\alpha} \pm d_m$ (FIGUEIREDO, 1993, p. 90).

2.6 ORDEM DE GRANDEZA

O material confeccionado pelo autor a partir das referências bibliográficas para a Aula 04 tem como escopo orientar os alunos a como fazer uma estimativa com maior grau de aproximação, em caráter mais científico, cuja técnica ainda possa ser usada em avaliações feitas no Ensino Médio e, a depender do caso, até na universidade.

Suponha que lhe perguntem o número de bits de dados em um CD de música. Como resposta, geralmente não se espera um número exato, mas uma estimativa, que pode ser expressa em notação científica. A estimativa pode ser ainda mais aproximada se expressa como ordem de grandeza, isto é, como uma potência de 10 determinada. (JEWETT; SERWAY, 2012, p. 9).

2.7 ABNT

O material confeccionado pelo autor referente à Aula 05 foi dedicado a uma introdução a algumas normas de escrita para um trabalho de caráter científico. O autor ensinou aos seus alunos algumas noções de:

- a) fonte;
- b) parágrafos;

- c) recuo;
- d) notas de rodapé;
- e) referências.

Fez alusão também a apresentação gráfica dos trabalhos, de acordo com a ABNT 14724:

- a) formatação – papel, margens, parágrafos e alinhamentos;
- b) papel: formato A4, que corresponde a 210 x 297 mm, de cor branca;
- c) texto: digitado na fonte Times New Roman ou Arial tamanho 12;
- d) as margens das páginas devem estar configuradas em: superior 3 cm, inferior 2 cm, esquerda 3 cm e direita 2 cm;
- e) alinhamento de texto: justificado às margens esquerda e direita;
- f) parágrafos: duas opções para a configuração do parágrafo: justificado, sem recuo, com espaço entre parágrafos de 1,5; ou justificado, com recuo de 1,25 na primeira linha, sem espaço entre parágrafos.

A Aula 05 finaliza a parte teórica com a intenção de os alunos iniciarem a produção de algum material científico, uma vez que já são possuidores de ferramentas que possam ser utilizadas e de conhecimento acerca das maneiras de aprimorar essas ferramentas por meio de pesquisa em fontes citadas pelo autor.

Ao longo de todas as aulas, o autor, sempre que necessário e possível, fez menção ao contexto histórico, científico, cultural, econômico e social, tentando assim auxiliar os alunos na percepção de outros conteúdos curriculares, não necessariamente das Ciências exatas.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 DAVID AUSUBEL

3.1.1 Breve biografia

David Paul Ausubel nasceu em 25 de outubro de 1918 e morreu em 9 de julho de 2008 aos noventa anos. Psiquiatra, professor Emérito da Universidade de Columbia, em Nova York, dedicou a carreira à psicologia educacional. Após a aposentadoria da carreira de professor, retoma a psiquiatria. É representante e divulgador da Teoria da Aprendizagem Significativa.

Torna-se um dos ícones do cognitivismo, indo de encontro às teorias behavioristas⁴ predominantes na época, e tem como divulgador e refinador de sua teoria Joseph D. Novak, professor de Educação da Universidade de Cornell. Podemos então mencionar a teoria de Ausubel e Novak como a Teoria da Aprendizagem Significativa.

3.1.2 Aprendizagem significativa

Uma vez que o problema organizacional substantivo (identificação dos conceitos organizadores básicos de uma dada disciplina) está resolvido, a atenção pode ser dirigida para os problemas organizacionais das unidades componentes. Aqui hipotetizam-se vários princípios relativos à programação eficiente para a aprendizagem do conteúdo, (que) são aplicáveis independentemente da área do conhecimento. (AUSUBEL, 1978, P. 189).

Ausubel é representante de um dos tipos gerais de aprendizagem, o cognitivismo. Ausubel reconhece a importância da experiência afetiva⁵, mas entende que a aprendizagem resulta no armazenamento organizado de informações na mente do indivíduo que aprende, e esse processo organizado é conhecido como estrutura cognitiva. Para Ausubel, aprendizagem significa organizar e integrar o material, informações novas, à estrutura cognitiva.

⁴ O behaviorismo supõe que o comportamento inclui respostas que podem ser observadas e relacionadas com eventos que as precedem (estímulos) e as sucedem (consequências). (MOREIRA, 2015, p. 21). O behaviorismo, do termo inglês *behaviour* ou do americano *behavior*, significando conduta, comportamento, é um conceito generalizado que engloba as mais paradoxais teorias sobre o comportamento, dentro da Psicologia. Estas linhas de pensamento só têm em comum o interesse por este tema e a certeza de que é possível criar uma ciência que o estude, pois suas concepções são as mais divergentes, inclusive no que diz respeito ao significado da palavra 'comportamento'. Os ramos principais desta teoria são o Behaviorismo Metodológico e o Behaviorismo Radical. (Disponível em: <<https://www.infoescola.com/psicologia/behaviorismo>>. Acesso em: 31 maio 2018).

⁵ “A aprendizagem afetiva resulta de sinais internos ao indivíduo e pode ser identificada com experiências tais como o prazer e a dor, satisfação ou contentamento, alegria ou ansiedade”. (MOREIRA, 2015, p. 160).

De acordo com Ausubel, existe uma estrutura que se processa, a estrutura cognitiva, podendo ser definida como o conteúdo total de ideias de um certo indivíduo e sua organização em uma área particular de conhecimentos.

Ausubel entende que cabe ao professor identificar o que o aluno já tem de conhecimento prévio – fator isolado que mais influencia a aprendizagem do aluno – e ensinar de acordo com esse saber. Entende também que novas informações podem ser entendidas e armazenadas na medida em que conceitos relevantes estejam de acordo com os conhecimentos prévios já pertencentes à estrutura cognitiva do indivíduo.

Entretanto, a experiência cognitiva não se restringe à influência direta dos conceitos já aprendidos sobre componentes da nova aprendizagem, mas abrange também modificações relevantes nos atributos da estrutura cognitiva pela influência do novo material. (MOREIRA, 2015, p. 160).

A aprendizagem significativa é um processo em que uma nova informação pode ser relacionada com um aspecto já existente na estrutura de conhecimento do indivíduo. Esse processo envolve uma ligação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específico que o indivíduo já detém. Ausubel define essa estrutura como *subsunçor*⁶, já existente na estrutura cognitiva do indivíduo.

Ausubel vê o armazenamento de informações de forma organizada e hierárquica conceitualmente, em que existe uma ligação entre elementos mais específicos a elementos mais gerais (mais inclusivos) do conhecimento. Conforme Moreira (2015, p. 161), “Estrutura cognitiva significa, portanto, uma estrutura hierárquica de conceitos que são representações de experiência sensoriais do indivíduo”.

É relevante salientar a existência da aprendizagem mecânica (ou automática), que segundo Ausubel é a aprendizagem de novas informações com pequenas ou nenhuma ligação com conceitos relevantes já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Sendo assim, a informação fruto da aprendizagem mecânica é armazenada de forma aleatória, sem uma ligação com informações já existentes. Entretanto, para Ausubel, a aprendizagem mecânica não deve ser considerada um obstáculo para a aprendizagem significativa, e sim uma ferramenta que pode ser utilizada quando necessária. Escreve Moreira (2015, p. 162), “Ausubel não estabelece a distinção entre a aprendizagem significativa e a aprendizagem mecânica fundamental como sendo uma dicotomia e sim um contínuo”.

⁶ “A palavra ‘subsunçor’ não existe em português; trata-se de uma tentativa de aporuguesar a palavra inglesa *subsumer*. Seria mais ou menos equivalente a inseridor, facilitador ou subordinador.” (MOREIRA, 2015, p. 161).

A aprendizagem mecânica tem importância fundamental quando se percebe a ausência de subsunçores para a absorção de novos conhecimentos por parte do indivíduo. O que fazer quando não há a existência de subsunçores? A aprendizagem mecânica é necessária quando o indivíduo adquire informações em uma área de conhecimento nova. Nesse contexto, a aprendizagem mecânica deve ocorrer para a formação relevante de informações na nova área, a fim de servir de subsunçores, mesmo que pouco elaborados. Tornando essa aprendizagem significativa, os subsunçores ficam mais elaborados e tornam-se capazes de ancorar novas informações.

Outra possível resposta é que, em crianças pequenas, conceitos são adquiridos por meio de um processo conhecido como formação de conceitos, o qual envolve abstrações e generalizações de instâncias específicas. Porém, ao atingir a idade escolar, a maioria das crianças já possui um conjunto adequado de conceitos que permite a ocorrência da aprendizagem significativa. A partir daí, apesar de que ocasionalmente ocorra ainda a formação de conceito, a maioria dos novos conceitos é adquirida mediante assimilação, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa de conceitos (MOREIRA, 2015, p. 163).

A elaboração do produto educacional por parte do autor tem como um dos pilares a teoria de Ausubel. O autor busca a utilização desses conceitos, desde experiência afetiva até os subsunçores necessários ao tópico escolhido, tanto para uma abordagem teórica junto aos alunos, como para a discussão de resultados. No produto educacional elaborado, a organização dos subsunçores necessários e o foco nas condições de aprendizagem significativa – tópico seguinte – foram os principais objetivos.

3.1.3 Condições para a aprendizagem significativa

O mais importante no processo de aprendizagem significativa é que as ideias expressas simbolicamente sejam informações adquiridas pelo indivíduo por meio de uma relação não aleatória (aprendizagem mecânica). A absorção de informações por aprendizagem não mecânica significa que as novas ideias podem ser relacionadas com algum aspecto relevante já existente na estrutura cognitiva do indivíduo, como por exemplo um símbolo, uma imagem, um conceito. Para alguns temas da Física abordados, os subsunçores ainda são inexistentes. Assim, é fundamental a abordagem da aprendizagem mecânica, e esse argumento torna-se presente no produto educacional do autor.

Aqui cabe uma observação acerca do posicionamento do indivíduo (aluno) em relação à aprendizagem significativa.

A aprendizagem significativa pressupõe que o aluno manifeste uma disposição para a aprendizagem significativa – ou seja, uma disposição para relacionar, de forma não arbitrária e substantiva, o novo material à sua estrutura cognitiva – e que o material

aprendido seja potencialmente significativo – principalmente incorporável à sua estrutura de conhecimento através de uma relação não arbitrária e não literal (AUSUBEL, 1961) (ver item A no Quadro 2-1). Portanto, independentemente do quanto de uma determinada proposição é potencialmente significativo: se a intenção do aluno é memorizá-la arbitrária e literalmente (como uma série de palavras arbitrariamente relacionadas), tanto o processo de aprendizagem como o produto da aprendizagem serão significativos se a tarefa da aprendizagem não for potencialmente significativa, ou seja, se não puder ser incorporada à estrutura cognitiva através de uma relação não arbitrária e substantiva.

Isto pode ser ilustrado pela memorização automatizada de definições e de conceitos ou proposições sem a compreensão do significado das palavras na definição. Um estudante pode aprender a lei de Ohm, que afirma que a corrente em um circuito é diretamente proporcional à voltagem. Entretanto, essa proposição não poderá ser aprendida significativamente a menos que o estudante saiba previamente o significado dos conceitos de corrente, voltagem, resistência direta e inversamente proporcional, e a menos que tente relacionar estes conceitos como estão indicados na lei de Ohm. (AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.D.; HENESEBIAN, H., 1980, p. 35).

A outra ponta para uma adequada condição de aprendizagem significativa é o material. Esse material, a ser utilizado e aprendido pelo indivíduo, deve ser relacionável – incorporável – ao arcabouço cognitivo dele de maneira não arbitrária (aleatória) e não literal. Assim, o material classifica-se como potencialmente significativo. É fundamental que o material seja potencialmente significativo e que possa ser relevante em relação aos subsunçores já pertencentes à estrutura cognitiva do indivíduo. Sendo assim, o autor confecciona com muito cuidado e esmero um material a ser utilizado pelos alunos no que tange aos assuntos abordados por todos os alunos do projeto.

Dessa forma, de acordo com Ausubel, as condições iniciais para uma aprendizagem significativa são pertinentes ao indivíduo e ao material desenvolvido.

A outra condição é que o aprendiz manifeste uma disposição para relacionar de maneira substantiva e não arbitrária o novo material potencialmente significativo à sua estrutura cognitiva. Esta condição implica que, independentemente de quão potencialmente significativo seja o material a ser aprendido, se a intenção do aprendiz for simplesmente a de memorizá-lo, arbitrária e literalmente, tanto o processo de aprendizagem como seu produto serão mecânicos (ou automáticos). De maneira recíproca, independentemente de quão disposto para aprender estiver o indivíduo, nem o processo nem o produto da aprendizagem serão significativos, se o material não for potencialmente significativo. (MOREIRA, 2015, p. 164).

3.1.4 O papel do professor

Para Ausubel, o professor constitui parte importante no processo de aprendizagem. É fundamental o professor fazer diferença do ponto de vista cognitivo, tendo a compreensão do assunto que ministra, mas também ser capaz de organizar, apresentar e explicar assuntos e ideias de modo claro e objetivo, bem como manipular as variáveis que afetam o processo de

aprendizagem, e ainda ser capaz de transmitir seu conhecimento de uma forma apropriada ao grau de maturidade dos seus alunos.

Segundo Ausubel, atualmente o papel do professor está ampliado, deixou de ter como escopo o papel instrucional original, o mais importante, uma vez que passou a incluir funções diversas do educador original.

Nos anos mais recentes o escopo do papel do professor se expandiu muito além do seu núcleo instrucional original para incluir funções como substituto do pai ou da mãe, amigo, confidente, orientador, tutor, representante da cultura dos adultos, transmissor de valores culturais aprovados e facilitador do desenvolvimento da personalidade. (AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.D.; HENESEBIAN, H., 1980, p. 415).

A personalidade do professor relacionada com sua eficiência, segundo Ausubel, é relevante sobre dois aspectos:

O “calor” do professor aumenta significativamente os resultados da aprendizagem nos alunos. Isto é particularmente verdadeiro no caso de alunos “satélites” cuja orientação motivacional para a aprendizagem exemplifica o motivo de afiliação e que se relacionam com o professor como se ele fosse um substituto dos pais. O entusiasmo, a imaginação ou a excitação do professor em relação ao assunto que leciona é outra variável que está significativamente relacionada com a eficiência do professor. (AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.D.; HENESEBIAN, H., 1980, p. 416).

Outro fator relevante no que tange ao rendimento do aluno, segundo Ausubel, pode ser a disciplina do estudante em sala de aula, o que pode ser um problema significativo, principalmente para professores iniciantes e professores que lecionam em escolas menos favorecidas e menos desenvolvidas, e até mesmo para professores mais permissivos.

3.1.5 O papel do aluno

Para Ausubel, o aluno deve ser parte integrante do processo de aprendizagem, mobilizando todo o esforço necessário para assimilar o novo conteúdo. A concentração durante a explanação do professor é imprescindível. Sem o interesse do aluno não haverá aprendizagem significativa.

A escola, naturalmente, não pode assumir a responsabilidade completa pelo aprendizado do aluno. O aluno deve também buscar uma participação completa através de um aprendizado ativo e crítico, tentando compreender e reter o que é ensinado, integrando novas informações a informações obtidas em experiências anteriores e experiências idiossincráticas, traduzindo novas proposições para uma linguagem própria, dedicando um esforço necessário para dominar dificuldades inerentes a novos aprendizados, formulando questões pertinentes e envolvendo-se conscientemente na solução de problemas que lhe são dadas a resolver. Tudo isto, entretanto, está distante da necessidade de o aluno responsabilizar-se completamente por sua própria aprendizagem. Não significa que os alunos devam descobrir por conta própria tudo o que aprendem, localizar e interpretar suas próprias fontes de ensino, planejar seus próprios experimentos e simplesmente utilizar o professor como um crítico e consultor. (AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.D.; HENESEBIAN, H., 1980, p. 30).

A combinação perfeita, na opinião do autor, parece então a intersecção do papel do aluno e do papel do professor presentes na teoria da aprendizagem de Ausubel, mas essa combinação esbarra em muitos obstáculos, dentre outros, as “novas” funções dadas ao professor. O autor cita, por experiência dentro e fora de sala de aula, as funções extraclasse, tais como: ser o professor um mediador de problemas sociais e culturais, ser o professor um profundo conhecedor de transtornos psicológicos apresentados pelos alunos, ser o professor um exímio elaborador de avaliações pertinentes a cada tipo de laudo apresentado pelos responsáveis dos alunos, e afins.

O autor entende as inúmeras dificuldades inerentes ao sistema educacional, mas tem como opinião formada que a escola, como uma instituição acolhedora de crianças e adolescentes, deveria ter como um dos pilares a teoria da aprendizagem de David Ausubel, criando, com essa dinâmica de disciplina e organização proposta, uma melhor abordagem de conteúdos significativos entre a maioria dos alunos.

4 METODOLOGIA

4.1 INTRODUÇÃO À METODOLOGIA

A pesquisa tem como alvo alunos das três séries do Ensino Médio. O autor fez a pesquisa em uma escola particular de Ensino Médio de Brasília-DF, CECAN-SEB, com o aval da direção da escola e de todo o corpo de orientadores e coordenadores.

Antes mesmo da divulgação do trabalho a ser desenvolvido, os seguintes documentos já haviam sido produzidos para os alunos:

- a) Carta de Apresentação, assinada pelo(a) coordenador(a) do curso polo 1 – UnB-MNPEF e pelo(a) orientador(a) do autor/pesquisador;
- b) cronograma do trabalho ao longo do período estabelecido pelo autor/pesquisador, bem como informações gerais acerca do trabalho;
- c) termo de consentimento livre e esclarecido.

Todos os cuidados e documentos para a pesquisa foram desenvolvidos e trabalhados para que a escola, o autor/pesquisador e alunos/responsáveis fossem devidamente resguardados em todos os sentidos.

A carta de apresentação desonera a escola particular em relação a qualquer problema futuro em relação à parte administrativa e/ou trabalhista, dentre outros.

O termo de consentimento livre e esclarecido resguarda as instituições envolvidas em relação a um trabalho voluntário desenvolvido junto ao menor de idade – aluno(a).

O cronograma e as informações gerais entregues antecipadamente em relação à “matrícula” dos alunos retratam uma maior organização e seriedade do trabalho junto aos responsáveis, pais e corpo administrativo escolar.

Vale ressaltar que a carta de apresentação e termo de consentimento livre foram documentos sugeridos pelo diretor da escola, sugestão esta muito saudável a qualquer trabalho desenvolvido com menores de idade.

Para uso próprio, o autor confeccionou um roteiro, aqui denominado “Diário de Bordo”, em que relacionou as metas para cada novo encontro e registrou, após o encontro ter ocorrido, se as metas foram cumpridas.

Para uma melhor compreensão da dinâmica inicial, os documentos originais são apresentados. Nos Apêndices do produto educacional, são fornecidos modelos desses documentos.

4.2 DIÁRIO DE BORDO

4.2.1 Cronologia

4.2.1.1 Domingo, 30 de abril de 2017

Preparação do primeiro encontro, 4 de maio.

Expectativa para o primeiro encontro:

- a) explanação minuciosa acerca do objetivo do projeto científico: aulas, escrita de um artigo, realização de um experimento, etc.;
- b) explanação minuciosa acerca das normas do projeto científico: faltas não justificadas, produção constante de textos, etc.;
- c) incentivo junto aos alunos quanto à leitura científica e não científica, buscando assim um maior foco para os objetivos estabelecidos.;
- d) entrega do material teórico, referente à Aula 01, aos alunos, e do termo de consentimento, a ser assinado pelo responsável;
- e) Aula 01: Sistema Internacional de Unidades – S.I.;
- f) Aula 01: Prefixos de Unidades;
- g) apresentação de fontes virtuais de consulta: Google Acadêmico;
- h) primeira tarefa: pedir aos alunos que escrevam dois parágrafos sobre o tema “Conferência geral de pesos e medidas”;
- i) criação de grupo de comunicação entre os alunos e professor(es).

4.2.1.2 Domingo, 7 de maio de 2017

Todos os tópicos da expectativa do primeiro encontro foram cumpridos.

- ✓ Explanação minuciosa acerca do objetivo do projeto científico: aulas, escrita de um artigo, realização de um experimento, etc.
- ✓ Explanação minuciosa acerca das normas do projeto científico: faltas não justificadas, produção constante de textos, etc.

- ✓ Incentivo junto aos alunos quanto à leitura científica e não científica, buscando assim um maior foco para os objetivos estabelecidos.
- ✓ Entrega do material teórico, referente à Aula 01, aos alunos, e do termo de consentimento, a ser assinado pelo responsável.
- ✓ Aula 01: Sistema Internacional de Unidades – S.I.
- ✓ Aula 01: Prefixos de Unidades.
- ✓ Apresentação de fontes virtuais de consulta: Google Acadêmico.
- ✓ Primeira tarefa: Pedir aos alunos que escrevam dois parágrafos sobre o tema “Conferência geral de pesos e medidas”. Assinalar aos alunos o recebimento da tarefa ao longo da semana.
- ✓ Criação de grupo de comunicação entre os alunos e professor(es).

4.2.1.3 Domingo, 14 de maio de 2017

Preparação do segundo encontro, 18 de maio.

Expectativa para o segundo encontro:

- a) entrega do material teórico, referente à Aula 02, aos alunos;
- b) Aula 02: Análise Dimensional;
- c) ao final da Aula 02, aplicação de teste diagnóstico sobre o tema “Análise Dimensional”;
- d) introdução a um método de organização;
- e) recolhimento do termo de consentimento assinado pelo responsável.

4.2.1.4 Domingo, 20 de maio de 2017

Todos os tópicos da expectativa do segundo encontro foram cumpridos.

- ✓ Sinalização aos alunos do recebimento da tarefa ao longo da semana.
- ✓ Entrega do material teórico, referente à Aula 02, aos alunos.
- ✓ Aula 02: Análise Dimensional.
- ✓ Ao final da Aula 02, aplicação de teste diagnóstico sobre o tema “Análise Dimensional”.
- ✓ Introdução a um método de organização.
- ✓ Recolhimento do termo de consentimento assinado pelo responsável.

4.2.1.5 Domingo, 28 de maio de 2017

Preparação do terceiro encontro, 1º de junho.

Expectativa para o terceiro encontro:

- a) entrega do material teórico referente à Aula 03;
- b) Aula 03: Algarismos Significativos e Teoria dos Erros;
- c) apresentação de algumas normas da ABNT.

4.2.1.6 Domingo, 4 de junho de 2017

Todos os tópicos da expectativa do terceiro encontro foram cumpridos.

- ✓ Correção e esclarecimento de dúvidas referentes ao segundo encontro.
- ✓ Entrega do material teórico referente à Aula 03.
- ✓ Aula 03: Algarismos Significativos e Teoria dos Erros.
- ✓ Apresentação de algumas normas da ABNT.

4.2.1.7 Domingo, 18 junho de 2017

Preparação do quarto encontro, 22 de junho.

Expectativa para o quarto encontro:

- a) entrega do material teórico, referente à Aula 04, aos alunos;
- b) Aula 04: Ordem de Grandeza.

4.2.1.8 Domingo, 25 junho de 2017

Todos os tópicos da expectativa do quarto encontro foram cumpridos.

- ✓ Entrega do material teórico, referente à Aula 04, aos alunos.
- ✓ Aula 04: Ordem de Grandeza.

4.2.1.9 Domingo, 2 de julho de 2017

Preparação do quinto encontro, 6 de julho.

Expectativa para o quinto encontro:

- a) entrega do material teórico, referente à Aula 05, aos alunos;
- b) Aula 05: Normas da ABNT;

- c) separação de alunos por grupos de 4 integrantes;
- d) apresentação de modelo de artigo;
- e) tarefa: entrega de um texto⁷ referente a um determinado assunto para que os alunos já em grupo organizassem o texto em forma de artigo. Esse exercício tem as seguintes tarefas:
 - produção de resumo e *abstract* após a leitura do texto,
 - recolocação do texto nas normas da ABNT,
 - criação de 2 notas de rodapé por página,
 - criação de 3 referências bibliográficas a mais, podendo ser “fora” do próprio contexto.

4.2.1.10 Domingo, 9 de julho de 2017

Todos os tópicos da expectativa do quinto encontro foram cumpridos.

- ✓ Entrega do material teórico, referente à Aula 05, aos alunos.
- ✓ Aula 05: Normas da ABNT.
- ✓ Separação de alunos por grupos de 4 integrantes (número máximo).
- ✓ Escolha do tema do experimento/artigo pelos integrantes dos grupos.
- ✓ Apresentação de modelo de artigo.
- ✓ Tarefa: entrega de um texto referente a um determinado assunto para que os alunos já em grupo organizassem o texto em forma de artigo. Esse exercício tem as seguintes tarefas:
 - produção de resumo após a leitura do artigo texto;
 - produção do *abstract*;
 - recolocação do texto nas normas da ABNT;
 - criação de 2 notas de rodapé por página;
 - criação de 3 referências bibliográficas a mais, podendo ser “fora” do próprio contexto.

⁷ Um artigo científico não publicado com algumas alterações em sua formatação.

4.3 DOCUMENTOS PRODUZIDOS PELO AUTOR

4.3.1 Carta de Apresentação

Brasília, 15 de maio de 2017.

À

Direção do Centro Educacional Candanguinho – CECAN

Prezados Senhores,

Pela presente, informamos que o professor de Física do Ensino Médio Marcus Vinícius Almeida Queiroz está devidamente matriculado – matrícula número 16/017422-8 – no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física na Universidade de Brasília e solicita a aplicação do projeto de mestrado intitulado Projeto de Iniciação Científica para Alunos de Ensino Médio, o qual irá compor seu trabalho de conclusão de mestrado. O projeto, ao ser trabalhado junto aos alunos, ocorrerá em contraturno, ao longo do ano de 2017, na instituição educacional, sem nenhum tipo de ônus para a mesma.

Desde já agradeço a atenção dispensada,

Profª. Dra. Maria de Fátima da Silva Verdeaux
Coordenadora do Polo 1 – UnB MNPEF
Núcleo de Pesquisa em Ensino de Física – Instituto de Física
Caixa Postal 04455 – Universidade de Brasília
Brasília – DF – Brasil – 70919-970

Prof. Dr. Ronni Geraldo Gomes de Amorim – Orientador
Núcleo de Pesquisa em Ensino de Física – Instituto de Física
Caixa Postal 04455 – Universidade de Brasília
Brasília – DF – Brasil – 70919-970

4.3.2 Informativo sobre o Projeto de Iniciação Científica

4.3.2.1 *Objetivo*

Preparar alunos do Ensino Médio para a organização, confecção e apresentação de uma semana científica/projeto científico e para a produção de um artigo científico.

4.3.2.2 *Informações gerais*

Os alunos interessados em participar do projeto devem inscrever-se junto à escola para, no horário de contraturno, participarem de encontros ao longo de um período preestabelecido pela instituição.

Nos primeiros três encontros, serão ministradas aos alunos aulas referentes a temas comuns a todos; em seguida, após optarem por um determinado tema, o(s) professor(es) ministrará(ão) aulas referentes ao assunto escolhido, aulas para o aprofundamento no assunto inerente ao currículo escolar, dando suporte ao artigo e ao experimento.

Escolhidos o tema e o experimento, professor(es) e alunos começarão a pesquisa acerca de materiais que deverão ser utilizados durante a programação e durante a semana científica. Esta pesquisa, que envolve custo-benefício, será apresentada à direção da escola, caso esteja interessada.

Os encontros ou aulas acontecerão às quintas-feiras no período vespertino, das 16 às 17 horas.

A programação é descrita na tabela que se segue, sendo passível de mudanças.

Tabela – Programação do Projeto de Iniciação Científica – 2017

Data	Programação
4 de maio	Sistema Internacional de Unidades
18 de maio	Introdução do modelo de artigo / normas ABNT
1º de junho	Algarismos significativos
22 de junho	Teoria dos erros
6 de julho	Ordem de grandeza
3 de agosto	Encontro por grupo
17 de agosto	Encontro por grupo
31 de agosto	Encontro por grupo
19 de setembro	Encontro por grupo / confecção do artigo / confecção do experimento
28 de setembro	Encontro por grupo / confecção do artigo / confecção do experimento

Fonte: produção do próprio autor.

4.3.3 Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado a participar, em caráter voluntário, de uma pesquisa da Universidade de Brasília sobre o Ensino em Física. Leia cuidadosamente o que segue, e quaisquer dúvidas serão respondidas prontamente. Este estudo será conduzido pelo professor Marcus Vinícius Almeida Queiroz, sob a orientação do professor Dr. Ronni Geraldo Gomes de Amorim.

A sua participação é voluntária e será documentada por meio deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, assinado.

O objetivo desta pesquisa é introduzir um projeto de iniciação científica junto aos alunos. Os instrumentos de coleta de dados incluem encontros agendados, questionários, a produção de um artigo científico e a montagem de um experimento. Se você concordar em participar do estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo. Somente o pesquisador e o orientador terão acesso às suas informações individuais.

As perguntas ou os problemas referentes ao estudo e à pesquisa poderão ser enviados ao pesquisador (e-mail: mv71fis@gmail.com).

Você pode escolher não fazer parte do estudo, desistir a qualquer momento ou ainda ser solicitado a sair do estudo se não cumprir os procedimentos previstos, ou não atender às exigências estipuladas. Você receberá uma via assinada deste Termo de Consentimento.

“Declaro que li e entendi este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, e que sou voluntário a tomar parte neste estudo.”

Brasília, ____ de _____ 2017.

Assinatura do(a) Participante

Assinatura do(a) Responsável

Assinatura do(a) Pesquisador

Após esse passo inicial junto ao corpo pedagógico e administrativo escolar, o trabalho foi divulgado aos alunos em sala de aula. A exposição do projeto foi realizada pelo professor titular da cadeira de Física, o autor/pesquisador.

Em um primeiro momento, duas semanas antes da data inicial programada, o autor relatou a todos os alunos, em horário de aula, o desejo de iniciar um projeto de iniciação científica e a importância de tal trabalho para toda a comunidade escolar.

Assim, o autor informa aos alunos:

- a) o número e horário dos encontros, enfatizando que os encontros serão em contraturno e que o trabalho é opcional;
- b) o que será abordado, dentro dos conteúdos de Física, nos primeiros encontros, conforme o cronograma já apresentado neste trabalho;
- c) a divisão dos grupos em determinado momento do trabalho;
- d) o trabalho que deve ser desenvolvido após a divisão em grupo por parte dos alunos;
- e) a intenção de realização de uma feira de ciências e da produção de um artigo para uma possível publicação em uma revista científica.

Nesse momento do trabalho, o autor percebeu um grande interesse dos alunos, principalmente da terceira série do Ensino Médio, com a curiosidade em saber se esse modelo de trabalho a ser desenvolvido por eles os ajudaria na produção de possíveis trabalhos na universidade futura, principalmente na produção do “famoso” TCC.

As informações pertinentes ao dia e ao horário de início do projeto foram comunicadas aos alunos, bem como a necessidade das assinaturas dos documentos que porventura deveriam ser levados aos pais e responsáveis.

O autor, com o auxílio do professor titular de Física da escola, reforçou o convite ao longo das duas semanas que precederam o primeiro encontro em contraturno.

4.4 AULA 01 – SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

O autor preparou antecipadamente um diário de bordo, mostrado a seguir, com as perspectivas de cada aula, e, ao seu término, a avaliação acerca de tais perspectivas. Um modelo desse diário de bordo será apresentado na seção Apêndices deste trabalho.

O projeto científico iniciou o contato direto com os alunos interessados, com um total de 87 alunos de Ensino Médio, divididos em:

- 39 de primeira série;
- 23 de segunda série;
- 25 de terceira série.

Compareceram 24 alunos no total, assim divididos:

- 12 de primeira série;
- 4 de segunda série;
- 8 de terceira série.

Na Aula 01 foi trabalhado um conteúdo muito importante para a formação de subsunçores relativos ao algebrismo aplicado em unidades, de fundamental importância na compreensão, por parte dos estudantes, das grandezas físicas que mensuram os fenômenos naturais, fenômenos esses que devem ser trabalhados no decorrer do projeto científico.

O autor iniciou a aula entregando aos alunos um material didático confeccionado pelo próprio autor. Assim, começou a explanação sobre a importância da construção de modelos referenciais para chegarmos às medidas padronizadas, e esse modelo inicial em quase todas as civilizações foi o próprio corpo humano.

O autor criou junto aos alunos dois modelos de medida em sala de aula: o palmo de um determinado aluno e a caneta (sem a tampa) de outro aluno, medindo assim uma das dimensões da mesa do professor em sala de aula.

O autor incentivou os alunos a montarem uma relação matemática entre os padrões de medida escolhidos e pediu para mensurarem quantos palmos equivalem a uma caneta, e vice-versa.

Foram feitas as seguintes perguntas:

- a) É comum medirmos algo no nosso cotidiano usando canetas?
- b) Ou é usual usarmos régua ou trenas já previamente graduadas?

Feita a conexão com o nosso cotidiano, em relação a medidas em metros e submúltiplos, o autor introduziu o Sistema Internacional de Unidades e a(s) conferência(s) geral(is) de Pesos e Medidas.

As primeiras definições das principais unidades de medida, bem como as mais atuais foram de fundamental importância para o desenvolvimento da aula e da tarefa proposta pelo autor.

Em relação ao metro, tem-se que:

Essa unidade que, por sugestão de Borda, recebeu o nome de “metro” (do latim “metru”) foi então definida como o “comprimento” de um décimo de milionésimo do comprimento de um quarto do meridiano terrestre (medido entre um polo e o equador terrestre). Para determinar o comprimento desse segmento, medido sobre o meridiano passante por Dunquerque, na França, e Barcelona, na Espanha, foram designados os engenheiros Jean Delambre e Pierre Méchain. Dos trabalhos desses engenheiros resultou que o comprimento (médio) de um quarto do meridiano terrestre era de 5 130 740 “toesas”⁸. (ROZENBERG, 2006, p. 19).

Afirma ainda: “O metro (símbolo m) é o comprimento percorrido pela luz no vácuo, durante um intervalo de tempo $1/299\,792\,458$ do segundo”. (ROZENBERG, 2006, p. 42).

O autor tentou mostrar um pouco da evolução das medidas padronizadas e fez com que os alunos pensassem sobre a necessidade das novas definições e sobre a maior precisão obtida a cada Conferência Geral de Pesos e Medidas.

O quilograma: “Uma unidade de massa, o ‘quilograma’⁹, como massa de um decímetro cúbico de água destilada, à temperatura em que sua densidade é máxima (4 °C)” (ROZENBERG, 2006, p. 42).

O autor fomentou a curiosidade dos alunos de segunda e terceira série falando um pouco acerca de unidades de temperatura e intensidade da corrente elétrica, definições não convencionais, para os alunos de Ensino Médio, e ao mesmo tempo deixando claro que o que os alunos “recebem” de informações acerca do estudo em Ciências é fruto de uma transposição didática bem estruturada por profissionais do ensino, muitas vezes sendo passados aos alunos

⁸ A toesa aqui referida era uma unidade equivalente a 6 “pés”, hoje equivalente a 1,98 m, aproximadamente. Assim, o comprimento de um quarto do meridiano terrestre, então calculado, equivaleria a cerca de 10 158 865 metros. (ROZENBERG, 2006, p. 19).

⁹ Ao que parece, a unidade de massa originalmente definida teria sido o “grama” – massa de um centímetro cúbico de água destilada, medido a 4 °C – e apenas na construção do padrão representativo da unidade ter-se-ia convencionado adotar a massa de 1 000 “gramas”. A ser verdadeira, essa versão explicaria a razão de o nome da unidade de massa “quilograma” conter o prefixo “quilo” designativo de “mil”. (ROZENBERG, 2006, p. 45).

uma cronologia diferente da histórica. Como exemplo, podemos transcrever: “O kelvin (símbolo k) é a fração $1/273,16$ da temperatura termodinâmica do ponto tríplice da água” (ROZENBERG, 2006, p. 46).

Unidade de intensidade de corrente elétrica:

O ampère (símbolo A) é a intensidade da corrente elétrica contínua e constante que, percorrendo dois fios condutores retilíneos, paralelos, de comprimento indefinido e de seção transversal circular de área desprezível, situados no vácuo à distância de 1 metro um do outro, determina entre eles uma força de interação de origem eletromagnética de intensidade igual a 2×10^{-7} newton por metro de comprimento de cada um dos fios. (ROZENBERG, 2006, p. 45).

Então, o autor começou a incentivar a importância da pesquisa científica, comentando um pouco sobre a história da Ciência, basicamente nesse momento, acerca do eletromagnetismo, na pessoa de Ampère¹⁰.

Terminada a explanação e as discussões relacionadas ao tema, o autor passou aos alunos a tarefa referente ao tema abordado.

A partir do material didático recebido, o aluno deveria escrever dois parágrafos, com cinco linhas cada um, sobre o tema “Conferência Geral de Pesos e Medidas”. O autor não mencionou a escrita com o rigor da ABNT.

Nesse momento o autor pediu aos alunos seus respectivos endereços eletrônicos, criou um grupo em um provedor de endereços eletrônicos e informou aos alunos que as correções das tarefas e as comunicações entre os alunos e o autor poderiam ser estendidas por meio do uso de tal ferramenta.

Foi estabelecido um prazo máximo de envio da primeira tarefa para o autor. Os trabalhos foram confeccionados pelos alunos e a comunicação foi iniciada.

O trabalho consistiu em uma orientação do autor junto aos alunos, na tentativa de mostrar a necessidade de uma escrita mais coesa, clara e objetiva. Nesse momento do projeto científico, junto aos alunos, o autor abordou o rigor das normas da ABNT.

A figura 1 mostra a correção de uma tarefa realizada por um aluno. A tarefa consistia em escrever dois pequenos parágrafos acerca do tema “Conferência Geral de Pesos e Medidas”, bem como a devolutiva do autor para o aluno.

¹⁰ André-Marie Ampère (1775-1836) foi um importante físico, cientista e matemático francês.

Figura 1 – Exercício referente à aula 1 – Devolutiva do autor com comentários

Conferência Geral de Pesos e Medidas

Com a revolução científica se tornando mais presente, houve a necessidade da criação de um sistema internacional de medidas, já que as mesmas não estavam definidas para um contexto científico **universal padronizado/uniformizado**. Com isso já **Ao longo dos anos** ocorreram ao todo vinte e duas conferências gerais de pesos e medidas, sendo a primeira realizada em 1889 e a última em 2003. A conferência se reúne a cada quatro anos, "Na CGPM (Conferência Geral de Pesos e Medidas) são apresentados relatórios das atividades desenvolvidas pelo BIPM (Bureau Internacional de Pesos e Medidas) e pelo CIPM (Comitê Internacional de Pesos e Medidas)", sendo que esses relatórios são votados pela CM (Convenção do Metro), que atualmente é composta por 51 países signatários.

O Sistema Internacional de Medidas SI foi iniciado na conferência de 1954 e nela foi definida as grandezas mais importantes de uso na tecnologia. ~~Nesse mesmo sistema ainda houve mudança mais três vezes. Desde a primeira conferência algumas mudanças ocorreram, algumas dessas mudanças são citadas a seguir~~, quais sejam, metro, quilograma, segundo, ampère, kelvin e candela.

- ~~a primeira mudança ocorreu na conferência de 1971, em que o mol foi definido como uma nova unidade SI básica;~~
- ~~em 1995 as unidades: radiano e esferorradiano, que eram unidades SI suplementares tornaram-se unidades derivadas;~~
- ~~em 1999 o katal, que é usado para expressar atividade catalítica, se torna uma unidade SI derivada.~~

Referências Bibliográficas

<http://www.inmetro.gov.br/metcientifica/comites/cgpm.asp> - acessado em xx/xx/2017.

Comentado [MV1]: Sugestão: trocar por:

Comentado [MV2]: Sugestão: trocar por:

Comentado [MV3]: O que significa o que está entre aspas? É uma citação?

Comentado [MV4]: Sugestão: trocar por:

Comentado [MV5]: Sugestão: trocar por:

Comentado [MV6]:

Comentado [MV7]: Sugestão: colocar na forma de tópicos

Fonte: produção do próprio autor.

A figura 2 mostra a indicação do autor de como formatar a escrita nas normas da ABNT.

Figura 2 – Exercício referente à aula 1 – Devolutiva do autor com proposta do uso de normas da ABNT

Texto: Arial ou Times New Roman 12

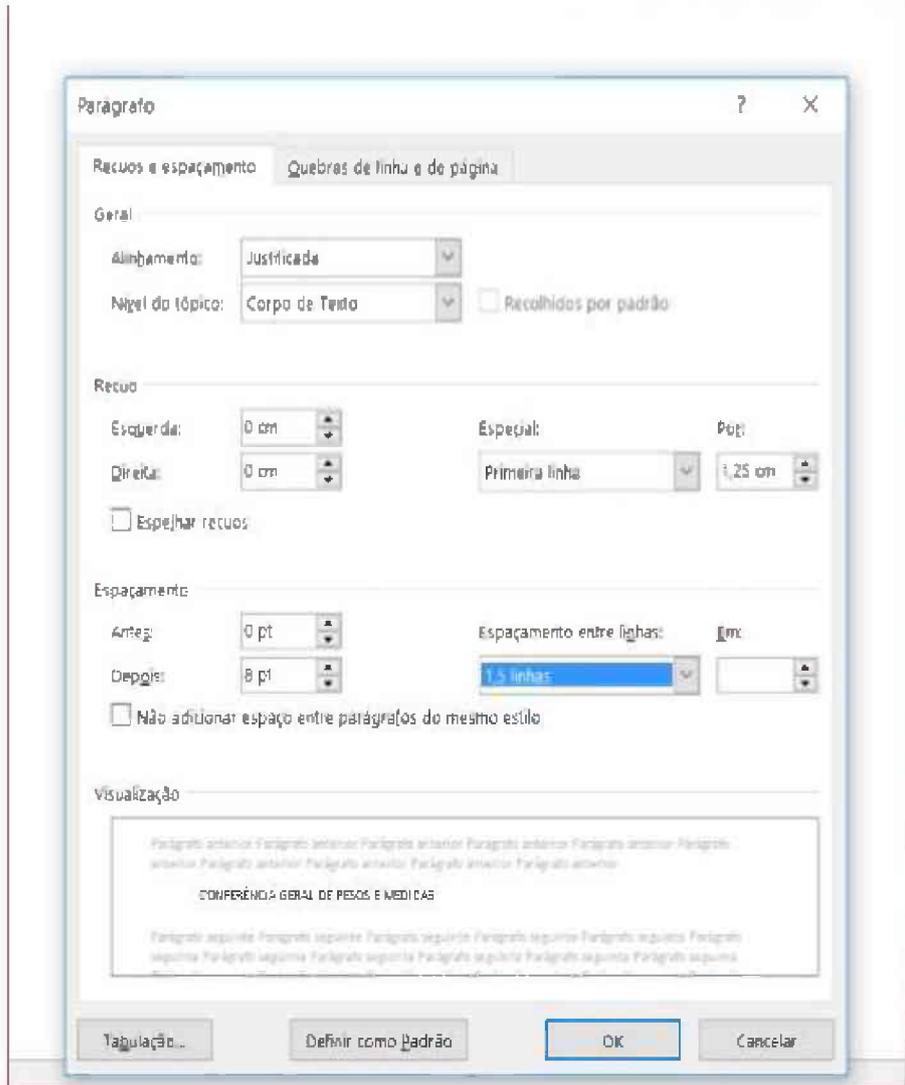
Títulos: Times New Roman ou Arial 14

Clicar em Parágrafo – Página inicial na barra de ferramentas.

Selecionar o texto e fazer as marcações da janela.

Comentado [MV8]: Começar a fazer uso de:

Comentado [MV9]: Começar a organizar:



Fonte: produção do próprio autor.

4.5 AULA 02 – ANÁLISE DIMENSIONAL

Ao iniciar a Aula 02, o autor entregou o material por ele confeccionado aos alunos, material que contempla a teoria referente às técnicas preestabelecidas para o manuseio de algumas unidades, inicialmente: tempo (T), comprimento (L) e massa (M), e algumas de suas grandezas derivadas. Como existe a mescla de alunos de todas as séries do Ensino Médio, o autor optou por não trabalhar com todas as unidades de grandezas físicas, como, por exemplo, intensidade da corrente elétrica.

Ao final da explanação teórica, o autor resolveu com os alunos um exercício modelo, exercício já mostrado na Revisão Bibliográfica deste trabalho (ver p. 21).

Em seguida, uma avaliação não formal foi distribuída aos alunos, a qual foi corrigida pelo autor em um momento após a Aula 02. A avaliação consta como modelo para uso de professores de Física na seção Apêndices deste trabalho, e o resultado da avaliação é mostrada na seção Resultados e Discussão deste trabalho.

4.6 AULA 03 – ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS E TEORIA DOS ERROS

Nesse momento da Aula 03, o autor cercou-se de cuidados pela possível falta de subsunçores em relação à Matemática, principalmente em relação à teoria de Estatística – médias e valores médios.

Expôs com muito cuidado a teoria apresentada no material didático por ele confeccionado, definiu e relatou a importância dos algarismos significativos, explicou acerca dos tipos de erros em possíveis medidas e partiu para um exemplo direto de medidas confiáveis, médias e desvios, com a participação dos alunos:

- a) usou uma régua, graduada em milímetros, e selecionou quatro alunos para as devidas medições;
- b) ensinou a maneira correta da medida de cada aluno, por conta da graduação do instrumento escolhido, já mapeando possíveis erros;
- c) anotou medidas confiáveis e calculou a média aritmética de tais medidas;
- d) calculou o desvio absoluto e o desvio absoluto médio;
- e) calculou o desvio relativo e o desvio relativo médio;
- f) apresentou de forma correta o resultado experimental.

4.7 AULA 04 – ORDEM DE GRANDEZA

A Aula 04 foi iniciada com a explanação da teoria e da necessidade de utilização da Ordem de Grandeza em uma experimentação.

Como esse conteúdo é parte integrante do currículo escolar, os alunos já haviam tido contato com o tópico em sala de aula. Foi então apresentado aos alunos um exercício modelo e, em seguida, feita uma avaliação para possível diagnóstico em relação aos subsunçores, principalmente os que equivalem à Matemática, agora com ênfase na potenciação.

A avaliação consta como modelo para uso de professores de Física na seção Apêndices deste trabalho, e o resultado da avaliação é mostrado na seção Resultados e Discussão deste trabalho.

4.8 AULA 05 – NORMAS DA ABNT

Nesse encontro com os alunos, na Aula 05, foram apresentadas normas iniciais para uma escrita mais formal, as normas da ABNT. O autor tem ciência de que qualquer aluno possui acesso a maneiras mais fáceis de formatação de um texto, qualquer que seja sua finalidade, mas o intuito era fazer com que o aluno entendesse a necessidade da norma, da organização, da sequência lógica de pensamentos, bem como a produção de um trabalho acadêmico.

Foram mostrados aos alunos diversos tópicos importantes para confecção com mais rigor de um trabalho científico; tópicos que podem ajudá-los, na opinião do autor, sem pular etapas cognitivas, em sua futura produção acadêmica. Alguns tópicos discutidos em aula estão relacionados a seguir:

- a) formatação;
- b) numeração de títulos e subtítulos;
- c) espaçamento entre linhas;
- d) tipo de fonte;
- e) tamanho da fonte;
- f) citações;
- g) notas de rodapé explicativas.

Após a explanação item a item, seguindo material didático confeccionado pelo autor, foi dada aos alunos uma tarefa. O autor selecionou um artigo, confeccionado pelo próprio autor, porém não publicado, e fez modificações diversas no artigo, suplantando dados, citações,

resumo, etc. Repassou-o, por meio do correio eletrônico, aos alunos, que deveriam reescrever/ refazer/ reorganizar o artigo, com seus conhecimentos prévios, sem necessariamente terem a obrigação de fazer igual ao original. Tarefa executada, o aluno deveria enviar o arquivo ao endereço eletrônico do autor para as devidas correções e sugestões. O artigo enviado aos alunos constará na seção Apêndices (APÊNDICE J).

A figura 3 apresenta a correção de uma tarefa realizada por um aluno. Ele deveria fazer menções, citações, correções e afins ao longo de um artigo escrito pelo autor, modificado em relação ao original.

Figura 3 – Exercícios referentes à aula 5 – Devolutiva do autor com proposta do uso de normas da ABNT

FÍSICA ATÔMICA E MOLECULAR

Henrique Salviano, Luiz Henrique, Lucas Leite, Vitor

Marcus Vinicius - Física

RESUMO

Ernest Rutherford é considerado criador de um dos primeiros modelos da Física Nuclear moderna ao confirmar a existência de núcleos com carga positiva, rodeados por elétrons de massa insignificante. Uma série de experimentos usando partículas alfa foram feitos para provar suas teorias, confirmando também o tamanho do núcleo relativo ao resto do átomo. Seus testes foram fundamentais para a compreensão dos elementos químicos; classificados a partir do número de prótons e nêutrons, e seus isótopos correspondentes.

ABSTRACT

Ernest Rutherford is considered creator of one of the first models of modern Nuclear Physics when he confirmed the existence of nuclei with positive charge, surrounded by electrons of insignificant mass. Experiments using alpha particles were made to prove his theories, also confirming the size of the nucleus relative to the atom. His tests were fundamental for comprehending chemical elements; classified based on their number of protons and neutrons, and corresponding isotopes.

INTRODUÇÃO:

Já possuímos uma razoável compreensão acerca da natureza do átomo como um todo, bem como a compreensão da natureza da força que age entre diversas partes, e os efeitos dessas forças já podem ser analisadas por meio da mecânica quântica, porém em relação ao núcleo o caso é diferente. As forças entre as diversas partes do núcleo não são completamente conhecidas, e não há garantia que a mecânica quântica nos forneça suporte para avaliar essas forças quando as conhecermos. Há alguns modelos que explicam algumas propriedades que nos ajudam a entender algumas dessas propriedades e no momento o estudo do núcleo é baseado nesses modelos. Uma grande diferença entre a análise do átomo e do núcleo consiste na compreensão de suas energias características. A energia característica do núcleo é da ordem de 1 MeV¹.

REFERENCIAL TEÓRICO:

1. Biografia de Rutherford



Ernest Rutherford nasceu em Nelson, Nova Zelândia, a 30 de agosto de 1871. Estudou matemática e física no *Canterbury College*, em *Christchurch* e com o auxílio de uma bolsa de estudo, ingressou em 1895 no *Cavendish Laboratory*, em Cambridge.

Foi professor de física e química na *McGill University* (Canadá), de 1898 a 1907 e na *Manchester University* (Inglaterra), de 1907 a 1919. Em 1919, sucedeu J. J. Thomson na direção do *Cavendish Laboratory*, cargo que exerceu até ao resto da sua vida e onde realizou importantes investigações.

Em 1932 detectou, juntamente com Walton e Cockroft, a captura de um próton pelo Lítio 7, decompondo-se em duas partículas alfa e libertando energia. Dois anos mais tarde,

¹ MEGAELÉTRON-VOLT

Marcus Vinicius
UM POR LINHA
NOMES COMPLETOS

Marcus Vinicius
PROFESSOR

Marcus Vinicius
ÓTIMO.
TENTAR RESUMIR QUAL O OBJETIVO DO ARTIGO.
ALGO COMO: VISAMOS COM ESSE ARTIGO RELACIONAR DISES TRABALHOS DE ERNEST RUTHERFORD QUE TINHA POR OBJETIVO.....

Marcus Vinicius
BOM!
SEM CAIXA ALTA (NÃO USUO/LD).
INTRODUZIR O SIGNIFICADO DO QUE É O EV¹.

Fonte: produção do próprio autor.

A figura 4 apresenta a correção de uma tarefa realizada por um aluno. Ele deveria fazer menções, citações, correções e afins ao longo de um artigo escrito pelo autor, modificado em relação ao original.

Figura 4 –Exercício referente à Aula 05 – Devolutiva do autor com proposta do uso de normas da ABNT

conseguiu, com Oliphant e Harteck efetuar a fusão de dois deutérios² que se transformam em hélio 3 e um nêutron, ou em trítio³ e um próton (libertando-se energia em qualquer das reações).

Atualmente considerado o fundador da Física Nuclear, Rutherford introduziu o conceito de núcleo atômico ao investigar a dispersão das partículas alfa por folhas delgadas de metal. Rutherford verificou que a grande maioria das partículas atravessava a folha sem se desviar e concluiu, com base nessas observações e em cálculos, que os átomos de ouro e, por extensão, quaisquer átomos - eram estruturas praticamente vazias, e não esferas maciças. Rutherford também descobriu a existência dos prótons, as partículas com carga positiva que se encontram no núcleo.

2. Trabalho de Rutherford

O elétron foi descoberto por JJ Thomson em 1897, porém sua massa era desconhecida, assim não se sabia nem mesmo o número de elétrons o átomo possuía, pois, a massa do elétron era desconhecida. Os físicos sabiam que os átomos eram eletricamente neutros assim tinham que conter cargas positivas e negativas.

Em 1911 Rutherford sugeriu que a carga positiva estava concentrada no centro do átomo, formando um núcleo, e que além disso, o núcleo era responsável pela maior parte de massa do átomo. A sugestão de Rutherford não era simples especulação, baseava-se nos resultados de um experimento proposto por ele e executado por dois colaboradores, Hans Geiger e Ernest Marsden.

Rutherford já sabia que alguns elementos químicos, chamados elementos radioativos, se transformavam espontaneamente em outros elementos ao emitirem partículas. Um desses elementos (o gás radônio) emite partículas alfa com energia de aproximadamente 5,5 MeV. Sabemos, hoje, que essas partículas alfa são núcleos de átomo de hélio.

A ideia de Rutherford era fazer as partículas alfa incidirem em uma folha fina de metal e medir o desvio da trajetória das partículas ao passarem pelo material. As partículas

² Elemento químico, isótopo do hidrogênio de massa igual a 2

³ isótopo de hidrogênio que contém dois nêutrons e um próton, isto é, número de massa igual a 3, e é um elemento radioativo



A figura 5 apresenta a correção de uma tarefa realizada por um aluno. Ele deveria fazer menções, citações, correções e afins ao longo de um artigo escrito pelo autor, modificado em relação ao original.

Figura 5 – Exercício referente à Aula 05 – Devolutiva do autor com proposta do uso de normas da ABNT

alfa, cuja a massa é cerca de 7300 vezes maior que a do elétron, têm uma carga equivalente a $+2e$.

A figura I mostra o arranjo experimental proposto por Geiger e Marsden. A fonte de partículas alfa era um tubo de vidro de paredes finas contendo radônio. O experimento consistia em medir o número de partículas alfa em função do ângulo de espalhamento. A figura II mostra os resultados obtidos, a relação matemática é uma escala logarítmica, o ângulo de espalhamento é pequeno para a grande maioria de partículas emitidas, entretanto, algumas poucas partículas apresentam ângulos de espalhamento extremamente elevados, próximos de 180° . Para Rutherford em suas palavras: "Foi a coisa mais incrível que aconteceu em toda a minha vida. É quase como se você desse um tiro de canhão em uma folha de papel e a bala ricocheteasse."

A força experimentada por uma partícula alfa ao passar por uma esfera de carga positiva do tamanho de um átomo produziria uma deflexão menor que 1° . A deflexão esperada foi comparada por um pesquisador à o que aconteceria se alguém desse um tiro em um saco cheio de bolas de neve. Os elétrons do átomo praticamente não afetariam a partícula alfa, muito mais pesada. Na verdade, os elétrons é que seriam espalhados para todos os lados, como uma nuvem de mosquitos atingida por uma pedra.



Figura I

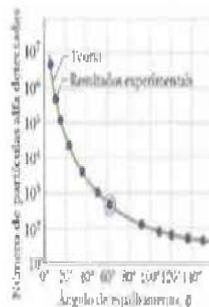


Figura II

Para sofrer uma deflexão⁴ de mais de 90° , a partícula alfa teria que ser submetida a uma força considerável; essa força poderia ser explicada se a carga positiva, em vez de

⁴ alteração ou desvio da posição natural

Fonte: produção do próprio autor



Marcus Vinícius
QUÍMICO
COMEÇAR COM LETRA MAIÚSCULA "Alteração".
SEVER TODOS OS DEMAIS.

A figura 6 apresenta a correção de uma tarefa realizada por um aluno. Ele deveria fazer menções, citações, correções e afins ao longo de um artigo escrito pelo autor, modificado em relação ao original.

Figura 6 – Exercício referente à Aula 05 – Devolutiva do autor com proposta de uso de normas da ABNT

5. Energia de ligação dos Núcleos

A massa de um núcleo é menor que a massa total das partículas que o compõem. Isso significa que a energia de repouso mc^2 de um núcleo é menor que a energia de repouso total dos prótons e nêutrons que fazem parte do núcleo. A diferença entre as duas energias é chamada de energia de ligação do núcleo.

A força que mantém os elétrons unidos ao núcleo para formar os átomos é a força eletromagnética. A força que mantém os núcleons⁷ unidos entre si para formar os núcleos deve ser suficientemente intensa para superar a força eletromagnética de repulsão entre os prótons, que possuem todos a mesma carga positiva. Os experimentos mostram também que essa força é de curto alcance, já que seus efeitos não estendem além de alguns femtômetros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar das dezenas de estudos, tanto o núcleo do átomo quanto várias outras coisas dentro da física não são entendidas por completo, porém se foi possível teorizar o átomo com tamanha precisão cerca de 100 anos atrás, com o tempo e com o avanço da tecnologia essa limitação em relação aos estudos acabará ou pelo menos diminuirá. Com certeza muitos dados até lá podem ser alterados e até mesmo coisas acreditamos corretas hoje podem tornar-se erradas no futuro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Halliday, Resnick. Fundamentos da Física. Óptica e Física Moderna. 8ª Edição. Rio de Janeiro. Editora LTC.

[2] Eisberg. Fundamentos da Física Moderna. Rio de Janeiro. Editora Guanabara Dois - 1979.

[3] Eisberg, Resnick. Física Quântica. 4ª Edição. Rio de Janeiro. Editora campus - 1986.

⁷ partícula sub-atômica constituinte do núcleo dos átomos.

Fonte: produção do próprio autor.



Marcus Vinícius

ÓTIMO!

TENTAR ESCREVER MAIS SOBRE O ARTIGO.

O QUE FOI RELEVANTE PARA O GRUPO EM RELAÇÃO AO ARTIGO.

A figura 7 apresenta a correção de uma tarefa realizada por um aluno. Ele deveria fazer menções, citações, correções e afins ao longo de um artigo escrito pelo autor, modificado em relação ao original.

Figura 7 – Exercício referente à aula 05 – Devolutiva do autor com proposta do uso de normas da ABNT

[4] <http://www.explicatorium.com/biografias/ernest-rutherford.html>. Acessado em 06/12/2016.

[5] Gonçalves. Física Nuclear. 3ª Edição. Brasília. Editora Invenção - 2006

[6] Klein. Ernest Rutherford – A Biografia. São Paulo. Editora Mayen - 1999

[7] <http://www.fisicahoje.com/atomos/protons-neutrons.html>. Acessado em 15/03/17

Texto: Arial 12

Títulos: Arial 14

Clicar em Parágrafo – Página inicial na barra de ferramentas.

Selecionar o texto e fazer as marcações da janela.

MUITO BOM, CONTINUEM ASSIM.

MARCUS VINÍCIUS.



Fonte: produção do próprio autor.

 Marcus Vinícius
OTIMAO

 Marcus Vinícius
ORGANIZAR A FORMATAÇÃO...
USE O PRINT.

4.9 AULAS 06 A 10

Nos encontros que aconteceram após a Aula 05, os grupos já estavam divididos, com os temas escolhidos. Assim, o autor passou a ministrar pequenas aulas de tópicos que fossem inerentes aos conteúdos escolhidos.

O autor exemplifica esses encontros utilizando um dos grupos formados. Um grupo de alunos da primeira série do Ensino Médio montou um experimento para a medição da temperatura, umidade relativa do ar e intensidade de energia solar dentro e fora de uma estufa de vidro (formato de um aquário). Para tal procedimento, além da estufa confeccionada em uma vidraçaria, foram utilizadas duas placas de coleta de luz solar e duas placas do modelo Arduíno, com respectivos sensores de temperatura e umidade.

Com esse grupo de alunos, o autor trabalhou conceitos de:

- a) potência elétrica;
- b) pressão máxima de vapor;
- c) umidade relativa do ar;
- d) escalas termométricas;
- e) refração luminosa.

Por conta própria, esse determinado grupo pesquisou sobre a placa Arduíno, sobre a placa de coleta de luz solar e afins do circuito eletrônico.

Assim, o trabalho desenvolveu-se ao longo do Projeto de Iniciação Científica.

Durante todo o processo de aplicação do produto educacional, o autor trabalhou bastante acerca do papel do professor e do aluno propostos na teoria da aprendizagem de Ausubel, sendo, em sua visão, muito sistemático ao aplicar o material, aula a aula, junto aos alunos. Assim, o autor começa a entender melhor os resultados que são apresentados na próxima seção.

5 APRESENTAÇÃO DO PRODUTO

Nesta seção o autor mostra de forma mais objetiva o produto, que poderá ser utilizado por professores de Ensino Médio e porventura por professores dos anos finais do Ensino Fundamental.

5.1 AULA 01 – SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

Nesta aula o autor propõe, por meio de aula expositiva, que o professor ministre aos alunos a necessidade de se trabalhar com unidades de um sistema unificado cientificamente, que coloque o aluno a par das várias unidades criadas pelo homem ao longo da história, bem como de suas origens.

Ainda com um viés histórico, o autor propõe uma leitura acerca das alterações propostas nas definições de determinadas unidades de medidas nas conferências gerais de Pesos e Medidas.

O autor propõe ainda um exercício para iniciar a produção textual dos alunos.

5.2 AULA 02 – ANÁLISE DIMENSIONAL

Nesta aula o autor propõe um trabalho mais concreto com unidade de medidas, com um viés mais algébrico e literal. O autor monta um material teórico para uso do professor com textos de referência e exercícios.

A proposta versa no sentido de o aluno tornar-se mais hábil no que tange ao uso de unidades nas diversas aplicações científicas.

5.3 AULA 03 – ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS E TEORIA DOS ERROS

Nesta aula o escopo consiste em fazer com que o aluno aprenda a lidar com a teoria dos algarismos significativos e a teoria dos erros, com um pouco de viés estatístico, de modo a conseguir escrever e ler corretamente relatórios e artigos científicos.

O autor escreve um texto teórico acerca do assunto e propõe um exercício modelo.

5.4 AULA 04 – ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS E TEORIA DOS ERROS

Nesta aula o autor tem um objetivo parecido com o da Aula 03: a tentativa de fazer o aluno conseguir escrever e ler corretamente relatórios e artigos científicos, bem como a interpretação e o significado da ordem de grandeza de um número.

O autor escreve um texto teórico acerca do assunto com exemplos numéricos e uma bateria de atividades para os alunos.

5.5 AULA 05 – SUGESTÃO DE UM MÉTODO DE RESOLUÇÃO DE EXERCÍCIOS

Nesta aula, proposta como extra pelo autor, o escopo é o professor criar junto ao seu aluno métodos de resolução de exercícios. O autor sugere exercícios de Física para alunos de Ensino Médio, sendo alguns exercícios de vestibulares, e uma sequência de propostas para uma leitura por parte dos alunos antes da resolução dos exercícios. Tal sequência busca deixar o aluno mais crítico e organizado em relação à resolução dos exercícios propostos.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Serão discutidos nesta seção os resultados obtidos pelo autor em relação ao trabalho desenvolvido pelos alunos ao longo do período proposto.

Os resultados serão analisados e discutidos de forma qualitativa e quantitativa, mensurando o grau de percepção dos alunos antes e depois de discutidos os conteúdos de Física inerentes aos tópicos propostos para cada aula; e quantitativa, mensurando os resultados individuais por grupo dos alunos ao trabalharem um determinado teste diagnóstico.

6.1 NÚMERO DE ALUNOS

Inicialmente será discutido o número de alunos que iniciou o projeto científico (ver gráfico 1) e posteriormente um contexto de evasão por encontro, bem como possíveis elementos motivacionais para tal evento. Em seguida, a discussão relacionará aula a aula, assunto a assunto, qualitativa e quantitativamente.

Como já mencionado anteriormente, a Escola no ano de 2017 trabalhava com três turmas de Ensino Médio, uma de cada série. O número de alunos por série é relacionado a seguir:

- 39 de primeira série;
- 23 de segunda série;
- 25 de terceira série.

Tendo como resultado um total de 87 alunos. Após a explanação dos objetivos e cronogramas do projeto científico, um grupo de alunos das três séries compareceu ao primeiro encontro, assim divididos:

- 12 de primeira série;
- 4 de segunda série;
- 8 de terceira série.

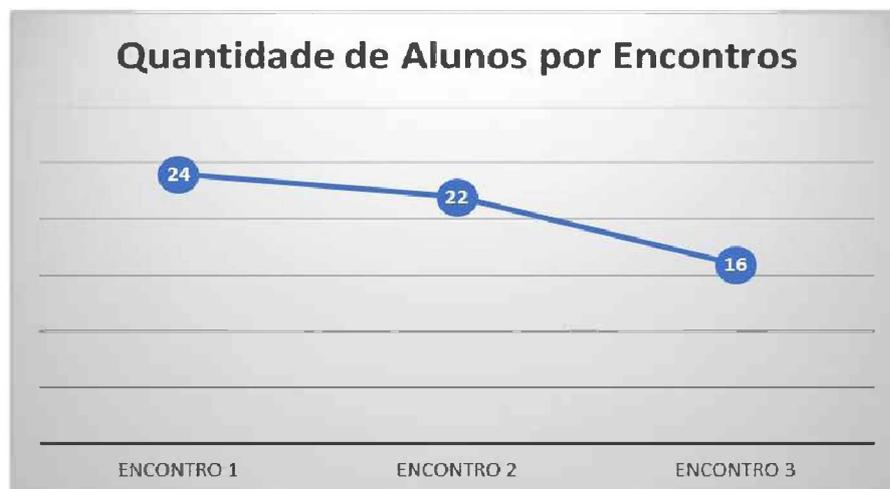
Gráfico 1 – Estatística do número de alunos



Fonte: produção do próprio autor.

No período relacionado com os três primeiros encontros, o número de alunos participantes diminuiu como mostra o gráfico 2 a seguir.

Gráfico 2 – Estatística do número de alunos



Fonte: produção do próprio autor.

A partir do quarto encontro, o autor não contabiliza o número de desistentes. Nesse momento, os 16 alunos, referentes ao terceiro encontro, já estavam devidamente cadastrados pelo autor. No quarto e quinto encontro, os alunos faltantes já haviam avisado previamente ou justificado posteriormente suas ausências.

Os encontros seguintes ao quinto encontro já aconteceram com os grupos separadamente. Assim, esse diagnóstico numérico não foi realizado.

6.2 AULA 01 – SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

O primeiro encontro, Aula 01, tem como grande característica, em seu início, uma euforia por parte dos alunos. Segundo a percepção do autor, grande parte dos alunos procurava inicialmente no projeto científico algo mais lúdico, mais fácil e talvez até mais socializador do que um trabalho organizado e desafiador, como propunha o autor.

Assim, o autor concentrou-se e focou em toda a teoria da aprendizagem de Ausubel, bem como em toda a leitura já mencionada no Referencial Teórico, citado anteriormente, e buscou disciplina e foco no material produzido para o projeto científico.

Foi notório durante a aplicação da Aula 01 a compreensão, por parte dos alunos, do uso do “material” mais utilizado para a criação de padrões de medidas: o corpo humano. Boa parte dos alunos já tinha uma boa compreensão acerca do tema, por conhecerem medidas do tipo polegadas e pés, por exemplo, apesar de essas unidades não fazerem parte do cotidiano social no Brasil. Usando as unidades mais conhecidas por parte dos alunos, foi introduzida uma sequência de outras unidades utilizadas ao longo da história.

Feitos a explanação acerca da teoria relativa ao conteúdo da Aula 01, o reforço quanto às normas preestabelecidas para um bom andamento do projeto científico e a proposta da primeira tarefa a ser desenvolvida entre o período da Aula 01 e da Aula 02, o autor percebeu uma diminuição da euforia em parte do grupo voluntário.

A tarefa referente à Aula 01 consistiu na escrita de dois parágrafos, com cinco linhas cada um, referentes ao tema proposto “Conferência Geral de Pesos e Medidas”. Dos vinte e quatro alunos participantes do primeiro encontro, apenas quatro fizeram e enviaram, por e-mail, a tarefa proposta.

O autor, ao receber as tarefas, fez as devidas correções e a devolutiva com observações para cada aluno. A seguir, as figuras 8 e 9 mostram um dos métodos de comunicação entre o autor e os alunos, tomando como exemplo um dos trabalhos entregues pelos alunos.

Figura 8 – Modelo de comunicação entre autor e alunos

Título

Desde as **primeiras**, há ao longo da história do homem, a necessidade de mensurar distâncias, temperaturas e **outros**, **colocar a definição, o que é distância, temperatura** afin de facilitar a comunicação, especificar situações e até promover a sobrevivência. Com a ascensão da ciência e o início do processo de globalização, houve a demanda de certa unificação dos sistemas de medida até **então** existentes, **nesse contexto** aconteceu a primeira Conferência Geral dos Pesos e Medidas em 1889.

Como **foi** resultado da Convenção do metro, que aconteceu em 1875 em na cidade de Paris, com objetivo de estabelecer regularidade na que diz respeito a meteorologia, foi delegada autoridade a Convenção Geral dos Pesos e Medidas para articular, no meio internacional, a utilização de diferentes unidades de medida. Esse sistema de reuniões tem como principais responsabilidades:

- questionar e aprimorar o sistema Internacional de Unidades;
- confirmar as resoluções científicas provenientes de estudos já feitos;
- garantir atualidade e modernidade do Sistema Internacional de Unidades.

Referências Bibliográficas

XXXXXXXXXXXX

Comentado [MV1]: Criar um;

Comentado [MV2]: Sugestão: trocar por;

Comentado [MV3]: Melhorar a forma de se fazer entender;

Comentado [MV4]: Sugestão: trocar por;

Comentado [MV5]: Criar;

Fonte: produção do próprio autor.

Figura 9 – Modelo de comunicação entre autor e alunos

Texto: Arial ou Times New Roman 12

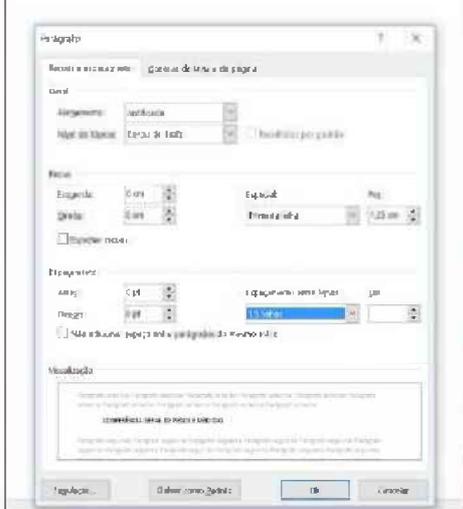
Títulos: Times New Roman ou Arial 14

Clicar em Ferrágrão – Página inicial na barra de ferramentas

Selecionar o texto e fazer as marcações da janela

Comentado [MV6]: Conhecer para usar

Comentado [MV7]: Conhecer o separar



The image shows a screenshot of a software window titled "Parágrafo" (Paragraph). The window has a title bar with a close button. Below the title bar, there are several sections of controls:

- Recortar e colar com:** "Copiar e colar com a formatação" (selected)
- Alinhamento:** A dropdown menu set to "Justificado" (Justified).
- Índice de linhas:** A dropdown menu set to "Cero de topo" (Zero top).
- Recortar por página:** A checkbox that is checked.
- Margens:**
 - Esquerda:** 0 cm
 - Superior:** 2,54 cm
 - Direita:** 0 cm
 - Inferior:** 2,54 cm
- Elementos:** A checkbox for "Bolinhas" (Bullets) is checked.
- Elementos:**
 - Assin:** 0 pt
 - Índice de linhas:** 12 pontos (selected)
 - Assin:** 0 pt
 - Índice de linhas:** 12 pontos (selected)
- Visualização:** A preview area showing the text "XXXXXXXXXXXX" with the applied formatting.

At the bottom of the window, there are buttons for "Aplicar", "Definir como padrão", "OK", and "Cancelar".

Fonte: produção do próprio autor.

6.3 AULA 02 – ANÁLISE DIMENSIONAL

A Aula 02 iniciou-se, com vinte e dois alunos, com uma conversa a respeito da responsabilidade e maturidade que o professor espera deles para o bom andamento do projeto científico. O autor fez referência ao baixo percentual de alunos que se prontificaram a realizar a tarefa proposta e reforçou a importância da sequência didática das tarefas para um crescimento sequencial dos alunos no escopo do projeto científico.

Nessa aula, o autor trabalhou com o grupo de alunos a respeito da teoria da Análise Dimensional. No encontro, o autor optou por não fazer um teste diagnóstico no início da aula, por identificar, via método informal – pergunta ao grupo –, que os alunos, principalmente os de primeira série do Ensino Médio, não detêm os subsunçores para as operações e correlações entre Grandezas/Unidades no que tange à Análise Dimensional.

O autor entregou o material teórico, fez a explanação referente ao conteúdo e estimulou os alunos a procederem com a cópia da teoria colocada na lousa, para uso oportuno.

Ao final da aula, o autor entregou aos alunos um teste diagnóstico com oito questões, mas, por uma opção didática, solicitou aos alunos a resolução de apenas quatro.

Para uma melhor análise dos dados contidos no teste diagnóstico, o autor iniciou a aplicação do teste incentivando e supervisionando cada aluno durante a resolução da primeira questão proposta: a Questão 04.

O autor observa que, com o acompanhamento realizado, houve um melhor desempenho da grande maioria dos alunos na resolução desta questão, conforme mostra o gráfico 3 e a figura 10. Não obstante, mesmo com esse acompanhamento, o autor percebeu um pequeno grupo desinteressado em relação ao teste diagnóstico, em alguns casos, deixando-a sem resposta, conforme gráfico 3 e figura 11.

Figura 10 – Questão 04 sem resolução – Aluno interessado

04. Seja X uma grandeza física hipotética definida pela equação $X = k \frac{V \times M}{\Delta t}$, em que V representa velocidade, M massa e Δt intervalo de tempo. Sendo L , M e T as unidades de comprimento, massa e tempo, respectivamente, a unidade de k , para que X seja adimensional, é corretamente representada por

- a) LMT^2
 b) $L^{-1}M^{-1}T^2$
 c) $L^{-1}MT^2$
 d) $LM^{-1}T^{-2}$
 e) LMT

Para X ser adimensional, $Lx^0 \cdot Tx^0 \cdot Mx^0$

$$Lx^0 \cdot Tx^0 \cdot Mx^0 = K \cdot \frac{L \cdot T^{-1} \cdot M}{T}$$

$$K = \frac{L^0 \cdot T^0 \cdot M^0 \cdot T^1}{L^1 \cdot T^{-1} \cdot M^1} \quad K = \frac{T^2}{L \cdot M}$$



Fonte: produção do próprio autor.

Figura 11 – Questão 04 sem resolução – Aluno desinteressado

04. Seja X uma grandeza física hipotética definida pela equação $X = k \frac{V \times M}{\Delta t}$, em que V representa velocidade, M massa e Δt intervalo de tempo. Sendo L , M e T as unidades de comprimento, massa e tempo, respectivamente, a unidade de k , para que X seja adimensional, é corretamente representada por

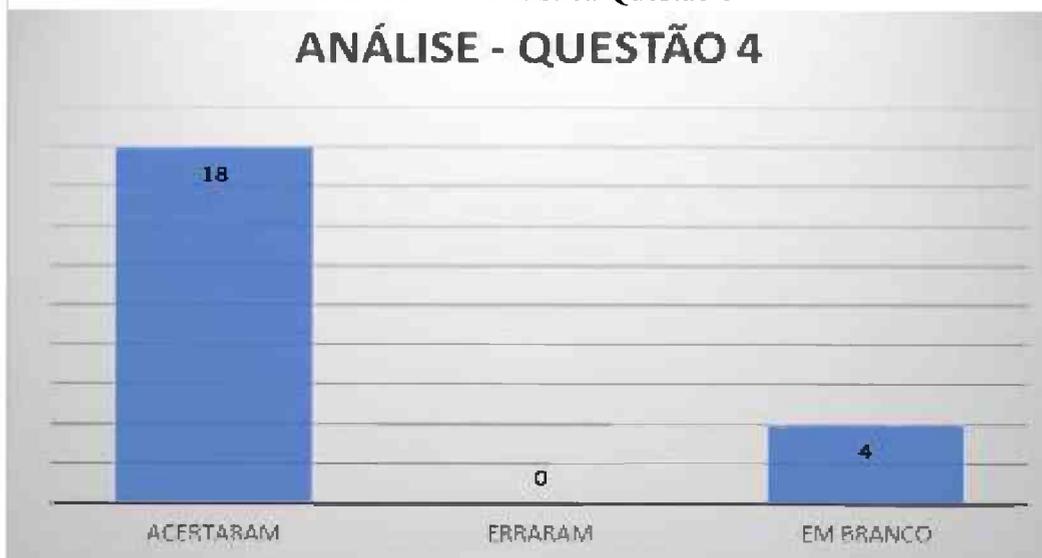
- a) LMT^2
 b) $L^{-1}M^{-1}T^2$
 c) $L^{-1}MT^2$
 d) $LM^{-1}T^{-2}$
 e) LMT

B

Fonte: produção do próprio autor.

Gráfico 3 – Estatística Questão 04

ANÁLISE - QUESTÃO 4



Fonte: produção do próprio autor.

Em depoimentos de alunos, o autor tem uma excelente resposta no que tange ao trabalho acerca da temática Análise Dimensional.

Depoimento 1:

Acredito ser indispensável o acesso a aulas de análise dimensional, à medida que promovem o desenvolvimento de uma maneira de conhecer particular e orgânica, de modo a possibilitar uma aprendizagem em forma de processo e não em um bloco a ser digerido de uma só vez. A aula me possibilitou compreender e absorver o conhecimento moldado ao que desejo para mim, tornando-me capaz de entender temáticas e aspectos da Física a que ainda não tive acesso. (Aluna – Terceira Série do Ensino Médio).

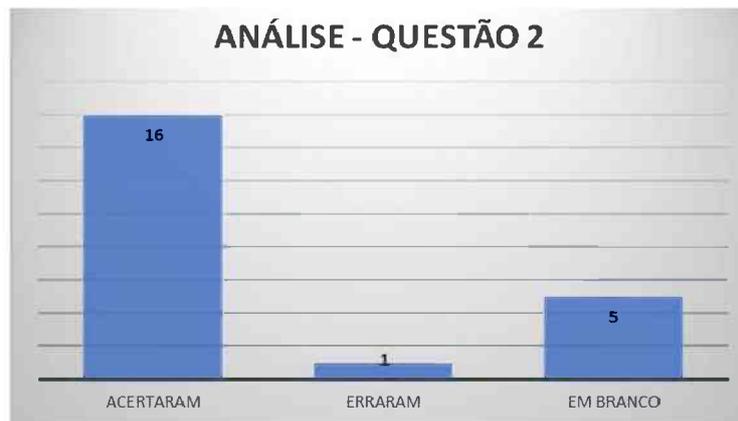
Depoimento 2:

Em relação às minhas percepções sobre a aula de análise dimensional, tenho até um fato interessante para contar: eu entrei para a Universidade de Brasília agora, no meio do ano de 2018, e a minha primeira aula de mecânica foi exatamente como a aula que o professor Marcus Vinícius deu para a gente no projeto de iniciação científica, e eu estava no segundo ano. Pelo menos, naquela época, eu vi a aula e isso abriu minha cabeça no sentido de conseguir dar mais significado para os conteúdos que vi depois daquela aula. Mudou completamente a minha percepção de entendimento das fórmulas, e consegui depois disso criar significado para os conteúdos de forma mais efetiva, entender o que está acontecendo, me situar dentro de todo esse conteúdo. E na minha primeira aula de mecânica na Universidade, o professor falou exatamente das mesmas coisas sobre análise dimensional e tudo mais, e eu assisti àquela aula e pensava que as pessoas não estariam vendo novidades, assim como eu não estava; e depois quando terminou a aula, eu só escutava vários murmurinhos das pessoas falando: “nossa, que incrível ver isso no primeiro dia, na primeira semana de aula minha percepção já mudou completamente”. E eu só pensava: pô, eu já tive essa aula no segundo ano e pude abrir minha cabeça nesse sentido antes dessas pessoas. E conto essa história para dizer o quanto foi importante para mim ter essa aula antes, e o quanto as pessoas da comunidade acadêmica julgam importante esse tipo de conteúdo para uma aula de curso superior.” (Aluno – Terceira Série do Ensino Médio – aprovado no vestibular para Física-UnB, na metade da Terceira Série do Ensino Médio).

Na sequência, o autor, propositalmente, não acompanhou com o mesmo rigor a resolução das demais questões (nº 02, 03 e 06), deixando inclusive a ordem de resolução à escolha dos alunos.

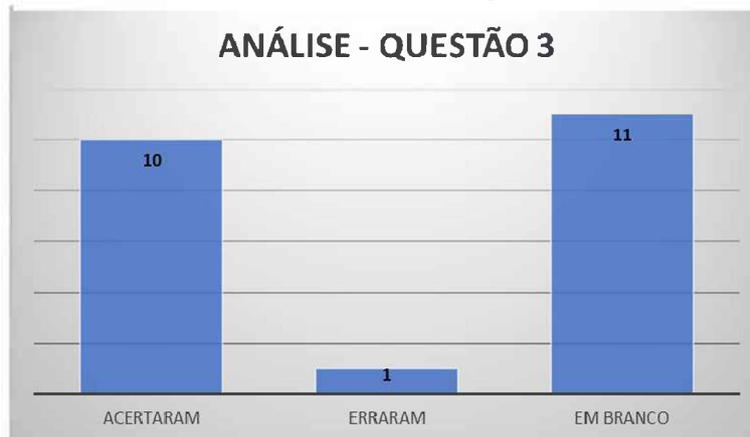
Os gráficos 4, 5 e 6 apresentam o desempenho dos alunos na resolução das questões citadas.

Gráfico 4 – Estatística Questão 02



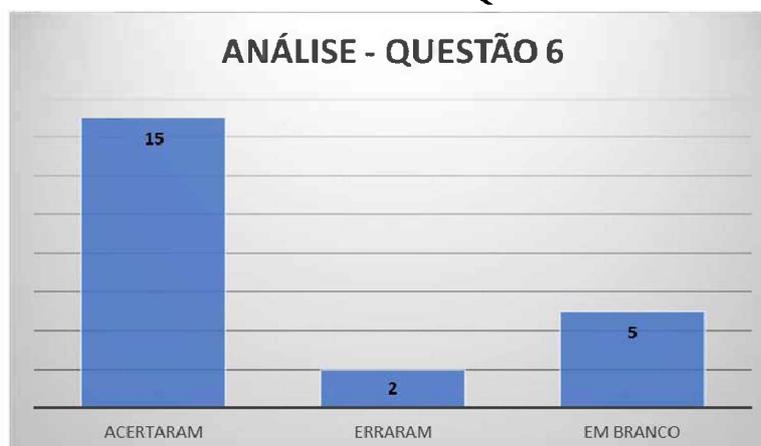
Fonte: produção do próprio autor.

Gráfico 5 – Estatística Questão 03



Fonte: produção do próprio autor.

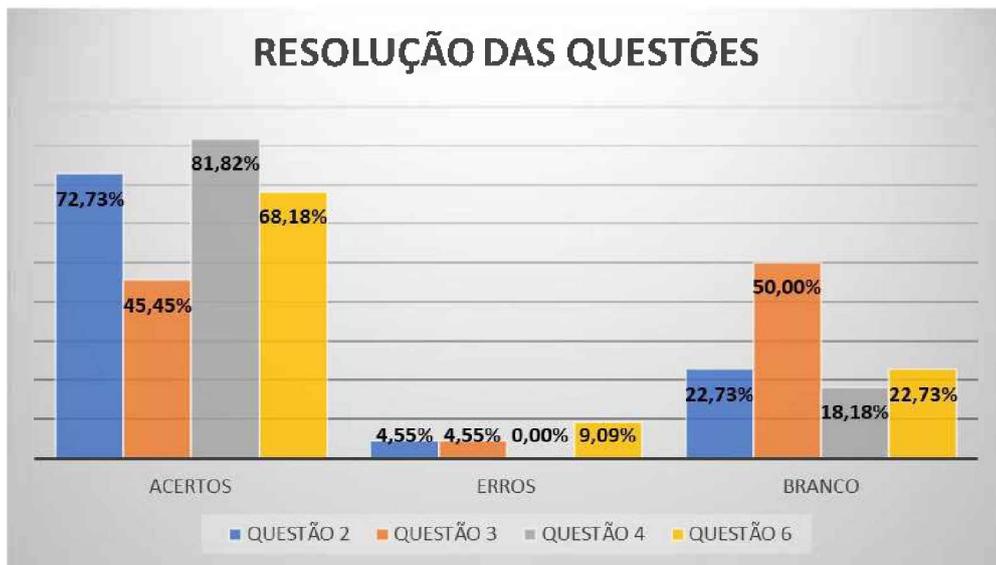
Gráfico 6 – Estatística Questão 06



Fonte: produção do próprio autor.

O gráfico 7 apresenta o percentual de resolução de todas as questões, considerando acertos, erros e em branco.

Gráfico 7 – Percentual de respostas na resolução das questões



Fonte: produção do próprio autor.

Os alunos que, durante a resolução da primeira questão, mostraram desinteresse mantiveram a postura no restante do trabalho. Com o grau de liberdade aumentado em relação à rigidez do autor, outro pequeno grupo também demonstrou perda de foco em relação ao trabalho. Porém, um grande grupo manteve o foco no trabalho, mostrando interesse na resolução das questões e grande entusiasmo quando a resolução lhes mostrava uma evolução de raciocínio quanto ao tema. Esta análise está refletida no gráfico 8, o qual apresenta que 45% dos alunos responderam às 4 questões do teste diagnóstico, independentemente de acerto ou erro com relação à resposta da questão, o que é considerado um percentual positivo pelo autor.

Gráfico 8 – Estatística do teste diagnóstico



Fonte: produção do próprio autor.

Algumas resoluções mostraram ao autor a utilização de subsunçores formados na primeira parte da aula. Como exemplo, temos duas resoluções da Questão 02, figura 12. Os alunos, já de posse do conhecimento da teoria de Análise de Dimensão das Grandezas Físicas Trabalho e Energia, fizeram uso deste para otimizar a resolução da questão citada.

Na figura 12 fica evidente a utilização de um subsunçor formado pelos alunos no processo trabalhado na aula anterior ao teste, aula em que o autor trabalhou a análise dimensional de diversas grandezas físicas, dentre elas, o Trabalho Mecânico e as Energias Mecânicas (Cinética e Potências), bem como a relação entre tais grandezas. A percepção dos alunos, no enunciado da questão, da grandeza Energia fez com que eles a relacionassem com a grandeza Trabalho Mecânico e sua respectiva análise dimensional, já tidas como subsunçores.

Figura 10 – Duas resoluções com uso de subsunçores formados pelos alunos

02. As grandezas físicas são utilizadas para descrever fenômenos ou propriedades de sistemas e são caracterizadas por terem dimensões, e a análise dimensional é uma técnica que permite entender quais são as combinações de grandezas físicas relevantes para determinado problema.

Considerando-se que a explosão de bombas atômicas libera uma energia, na explosão, dada pela equação $E = \frac{c\rho R^3}{t^2}$, sendo C uma constante adimensional: ρ , a densidade do ar; R, o tamanho da frente de choque da onda da explosão e t o tempo, conclui-se que a energia liberada pela onda tem sua dimensão dada por

- a) $M^2L^{-1}T^{-1}$
 b) ML^2T^{-2}
 c) $M^2L^{-1}T$
 d) $M^{-1}LT$
 e) MLT

$$E = M \cdot L^2 \cdot T^{-2}$$

↑
Energia



02. As grandezas físicas são utilizadas para descrever fenômenos ou propriedades de sistemas e são caracterizadas por terem dimensões, e a análise dimensional é uma técnica que permite entender quais são as combinações de grandezas físicas relevantes para determinado problema.

Considerando-se que a explosão de bombas atômicas libera uma energia, na explosão, dada pela equação $E = \frac{c\rho R^3}{t^2}$, sendo C uma constante adimensional: ρ , a densidade do ar; R, o tamanho da frente de choque da onda da explosão e t o tempo, conclui-se que a energia liberada pela onda tem sua dimensão dada por

- a) $M^2L^{-1}T^{-1}$
 b) ML^2T^{-2}
 c) $M^2L^{-1}T$
 d) $M^{-1}LT$
 e) MLT

$$E = M \cdot L^2 \cdot T^{-2}$$



Fonte: produção do próprio autor.

Com a correção das quatro questões propostas, o autor conclui que, mesmo com um material apropriado, uma exposição de conteúdo feita de forma adequada, com a aula formal, com a disciplina mantida e entusiasmo do professor, o interesse do aluno é fator primordial para a construção dos subsunçores propostos por Ausubel.

Outras questões podem ser trabalhadas a partir do exposto: o que leva o aluno ao desinteresse, mesmo sendo um aluno voluntário? A falta de maturidade e elementos alheios ao ambiente escolar são tão relevantes nesse caso?

O autor finaliza a discussão em relação à Aula 02 propondo um futuro diálogo referente ao tema.

6.4 AULA 03 – ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS E TEORIA DOS ERROS

Nesta aula o autor ministra apenas exposição teórica do conteúdo, não aplicando tarefas ou avaliação diagnóstica para coleta de dados.

6.5 AULA 04 – ORDEM DE GRANDEZA

Nesta aula o autor ministra apenas exposição teórica do conteúdo, não aplicando tarefas ou avaliação diagnóstica para coleta de dados.

6.6 AULA 05 – NORMAS ABNT

Na Aula 03 o autor trabalha as normas da ABNT com os alunos. Nesse momento do projeto científico, o número de alunos presente já passou por uma queda, como mostra o gráfico 2.

Nessa aula é proposta uma tarefa a ser feita em casa, com um prazo de quinze dias – com dois finais de semana durante o período para os alunos trabalharem.

O autor envia, por e-mail, um artigo de sua autoria escrito durante o curso de uma disciplina do Mestrado Profissional em Ensino de Física – não publicado – com várias alterações propositais, de tal sorte que os alunos fizessem as correções necessárias, utilizando as normas da ABNT trabalhadas na Aula 03.

Apenas quatro alunos, o que representa 18,2% do total de alunos participantes, enviaram ao autor o artigo com as suas modificações, para devida correção.

Um pequeno trecho do trabalho entregue pelos alunos e a devolutiva com as correções do autor são apresentados a seguir. O trabalho do autor e dos alunos, na íntegra, encontra-se exposto na Metodologia desta dissertação (Figura 20).

O autor observou neste trabalho uma boa dedicação na pesquisa dos alunos, no que se refere à preocupação com as normas referentes à ABNT.

A figura 13 mostra a correção de uma tarefa realizada por um aluno. A tarefa consistia em fazer correções em um artigo escrito pelo autor, que foi modificado em relação ao original. O aluno deveria fazer menções, citações, correções e afins ao longo do artigo.

Figura 11 – Devolutiva do autor com correções e sugestões – exercício de correção de um artigo

The image shows a document with several sections and annotations. On the left, there is a text block under the heading "INTRODUÇÃO:" and another under "REFERENCIAL TEÓRICO:". The "REFERENCIAL TEÓRICO:" section includes a sub-heading "1. Biografia de Rutherford" and a portrait of Ernest Rutherford. To the right of the text, there are red circular icons with the name "Marcus Vinícius" and a list of references numbered [4] through [7]. Below the text, there is a software interface window titled "Parágrafo" with various settings for text alignment and spacing. The interface includes fields for "Alinhamento" (Justificado, Esquerda, Centro, Direita), "Espaçamento" (Espaçamento entre palavras, Espaço entre parágrafos), and "Visualização" (Mostrar o texto original, Mostrar o texto corrigido).

Fonte: produção do próprio autor.

6.7 ENCONTROS POR GRUPO

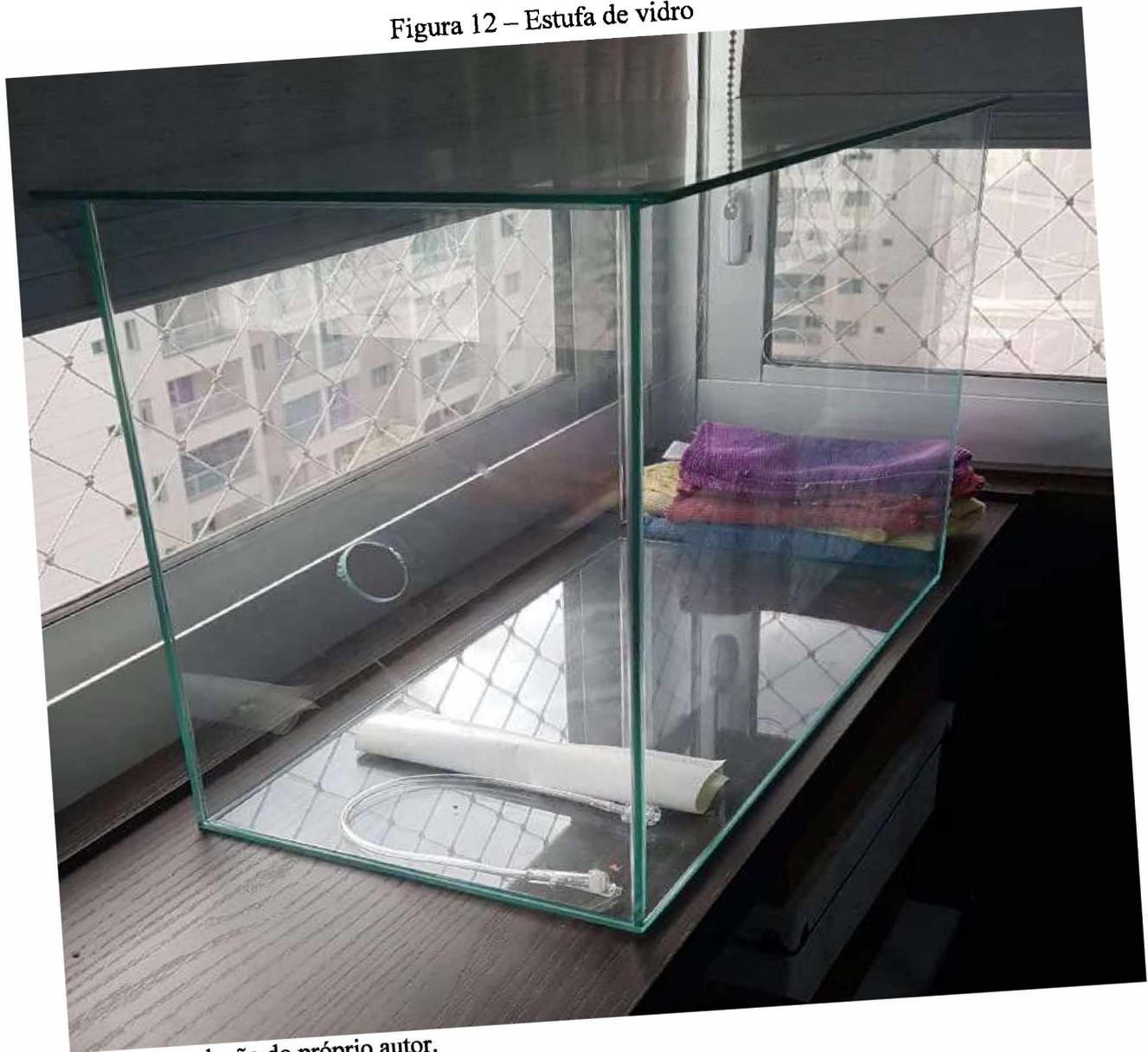
A partir desse momento do projeto científico, o autor percebeu uma dispersão de grande parte dos alunos em relação ao grupo inicial.

A maior parte dos grupos formados demonstrou desinteresse e falta de foco à medida que os encontros por grupo aconteciam.

Somente o grupo dos quatro alunos que finalizaram a tarefa referente à Aula 05 deu continuidade com foco na pesquisa proposta. Esse grupo escolheu o tema “Medida da Intensidade Solar” para a produção de um artigo, com coleta de dados, e apresentação de um experimento para a comunidade escolar.

O trabalho proposto pelos alunos, com sugestões do autor, consistiu em medir a intensidade solar em um ambiente aberto e em um ambiente fechado – estufa de vidro sob medida, encomendada em uma vidraçaria pelo autor (ver figura 14). A captação da energia solar foi feita por meio de duas placas fotovoltaicas – compradas pelos alunos –, uma fora e uma dentro da estufa (ver figuras 15 e 16).

Figura 12 – Estufa de vidro



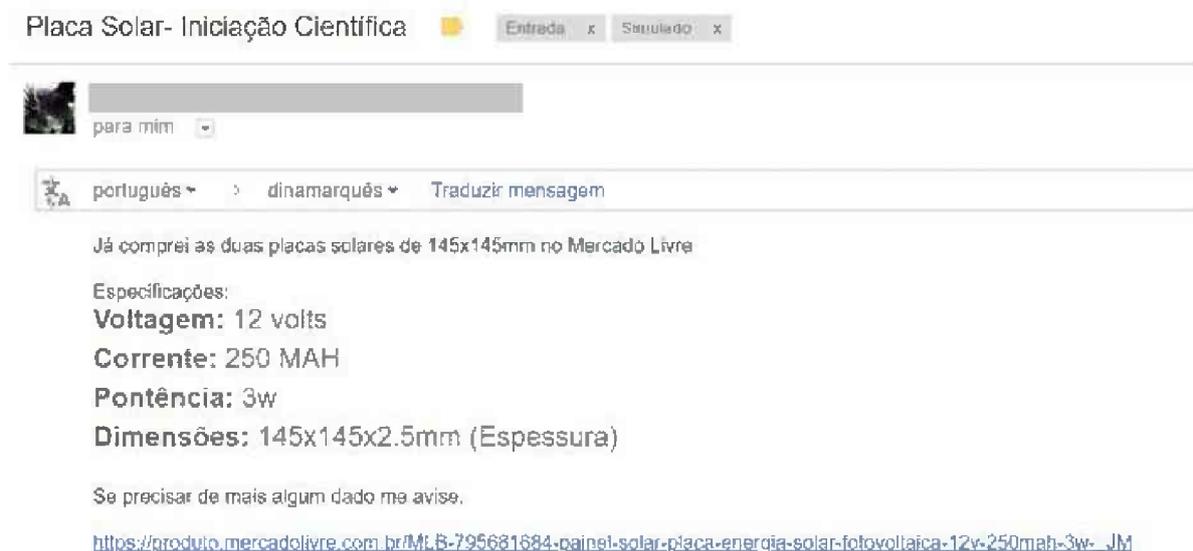
Fonte: produção do próprio autor.

Figura 13 – Modelo das placas fotovoltaicas de captação solar



Fonte: produção do próprio autor.

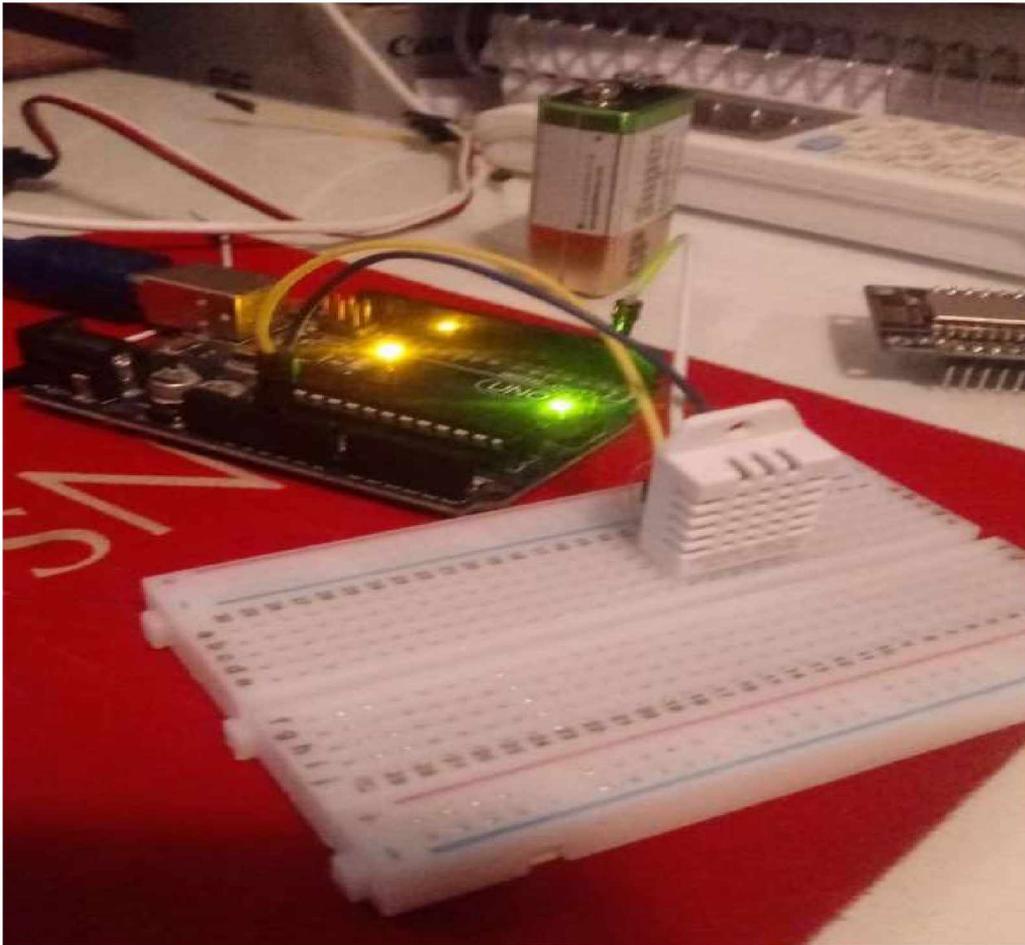
Figura 14 – Especificação das placas fotovoltaicas



Fonte: produção do próprio autor.

A coleta de dados e as medidas das grandezas físicas necessárias foram feitas com o auxílio de uma placa Arduino, com sensores de umidade relativa do ar e temperatura, com o intuito de enriquecer mais ainda o trabalho inicial (ver figura 17).

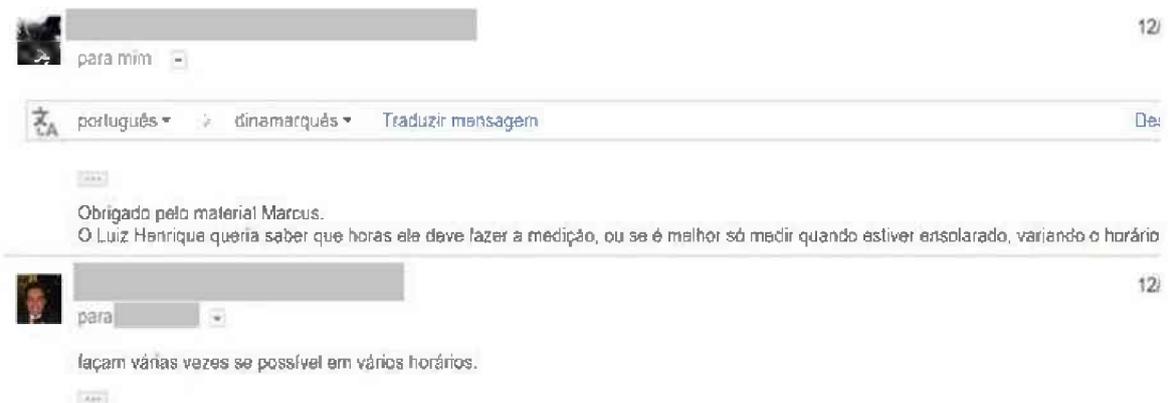
Figura 15 – Placa Arduino com sensores de umidade e temperatura



Fonte: produção do próprio autor.

Com todo o material em mãos para a coleta de dados, o grupo de alunos produziu um cronograma de medidas, horários e locais, segundo orientação do autor (ver figura 18), de modo a ter um conjunto de dados para análise satisfatória.

Figura 16 – Troca de mensagens entre o autor e os alunos



Fonte: produção do próprio autor.

O trabalho proposto pelo grupo que permaneceu no projeto por mais tempo parecia muito promissor. O autor reforçou o objetivo de apresentar os trabalhos para a comunidade escolar e a tentativa de escrita de um artigo por parte dos alunos para uma possível publicação em revista científica. Esta seria uma pesquisa acerca da incidência solar.

O autor acompanhou esse grupo de alunos, que ainda não possuíam subsunções acerca do tema, e percebeu grande interesse e proatividade em relação à pesquisa de materiais para a construção física do projeto.

Materiais pedagógicos relacionados ao uso dos dispositivos adquiridos pelos alunos foram disponibilizados pelo autor, bem como a orientação para a busca de materiais a serem utilizados, sendo um início de pesquisa satisfatório.

Contudo, algumas semanas depois, já em meados do mês de outubro, o autor percebeu um enfraquecimento do trabalho por parte do grupo final, pois o grupo já não estava tão coeso nos encontros: os objetivos e os interesses dos alunos pareciam divergentes nesse momento do trabalho proposto e do ano letivo.

Com o resultado final do projeto, o autor também percebeu que as provas que aconteceriam a partir do mês de outubro na escola, a realização de provas em menores intervalos de tempo e a proximidade da data de realização do Programa de Avaliação Seriada da Universidade de Brasília (PAS) foram alguns fatores que provocaram o afastamento dos alunos do projeto científico, resultando na interrupção do trabalho e da coleta final de dados.

No mês de outubro, o calendário escolar também previa alguns eventos escolares, tais como gincana e feira cultural. Para esses eventos, os discentes já estavam devidamente engajados, o que lhes demandava boa parte do tempo. Esses eventos tradicionalmente já fazem parte do calendário da escola.

Alguns dos motivos causadores da desistência dos alunos em relação ao projeto de iniciação científica, em seu conjunto, são apresentados nos depoimentos gravados e aqui transcritos pelo autor.

Depoimento 1:

Não pude finalizar o projeto em função de demandas recorrentes ao próprio Ensino Médio. Não encontrei tempo para me dedicar a algo que acredito ser imprescindível, para atender a requerimentos importantes também, até certo ponto, mas secundários em relação aos benefícios que eu poderia ter tido com o projeto. (Aluna – Terceira Série do Ensino Médio).

Depoimento 2:

Eu e o meu grupo não finalizamos o projeto. A gente chegou a realmente estudar os conteúdos, criar uma tese para que a gente escrevesse. Começou a escrever, mas não foi possível terminar. Não foi por falta de vontade mesmo, eu acho que foi mais por falta de incentivo da escola se apropriar desse projeto como uma forma de aprendizado, porque esses projetos que são ofertados de iniciação científica ou coisas extracurriculares muitas vezes estão lá, mas a gente continua tendo que se comprometer com todas as formalidades da escola que não o próprio projeto, que é superimportante. Então acaba que para se envolver com uma coisa que realmente é interessante como esse projeto, a gente tem que se dedicar muito mais em relação ao projeto em si, em relação à escola com todas as obrigações que tem de prova, deveres e trabalhos. E na época a gente até chegou a conversar com a coordenação e a propor que a gente pudesse de alguma forma compensar as notas, que os professores da área de exatas analisassem nossa nota dada pelo professor orientador do trabalho no projeto de iniciação científica e trocassem essa nota por prova, teste ou outros trabalhos, mas não foi possível. Então acabou que todas essas formalidades e coisas da própria escola atrapalham a gente a conseguir desenvolver algo que eu julgo pelo menos muito mais importante. (Aluno – Terceira Série do Ensino Médio – aprovado no vestibular para Física-UnB, na metade do Terceiro Ano do Ensino Médio).

Infere-se do depoimento 2 um grande interesse por parte dos alunos, mas a intensa demanda do cotidiano do Ensino Médio desfavorece um trabalho, mesmo que voluntário.

O autor entende que, ao seguir a teoria da aprendizagem de Ausubel, no que tange ao papel do professor e do aluno, possa ter havido frustração dos discentes que entenderam o Projeto de Iniciação Científica como um projeto lúdico e sem responsabilidades acadêmicas.

Por fim, o autor tem indícios de um dos escopos mais importantes do projeto de iniciação científica: a percepção por parte dos alunos da importância do trabalho desenvolvido como um instrumento eficaz que pode proporcionar melhor qualidade para uma aprendizagem significativa.

Depoimento 3:

Tendo em vista o contexto educacional vivido nos dias de hoje, podemos afirmar que a difusão de projetos de iniciação científica é fundamental para que o envolvimento entre estudante e objeto de estudo possa ser de fato possibilitado e apropriado. É imprescindível a percepção de que estudantes, em um meio que afirma o alcance real de uma análise acerca do mundo circundante apenas após o estabelecimento de uma vida acadêmica, possam compreender que o conhecimento apreendido e transformado, individualmente e em um momento anterior, é cabível e muito agregador. (Aluna – Terceira Série do Ensino Médio).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A teoria de aprendizagem de David Ausubel se agiganta ao longo da aplicação desta pesquisa. A produção de materiais, os testes diagnósticos e o direcionamento das aulas expositivas foram fielmente desenvolvidos à luz de Ausubel, no que diz respeito ao papel do professor, ao papel do aluno e ao material potencialmente significativo.

A aplicação do produto educacional como forma de pesquisa deixa evidente a necessidade da construção cotidiana de um projeto de iniciação científica ao longo de todo o seu processo junto ao aluno. A formatação de uma base teórica acerca de tópicos inerentes à produção de um material escrito que possa ser baseado em pesquisas feitas pelos alunos é de fundamental importância. A metodologia foi construída pelo autor com este viés.

A experiência do professor deve ser usada para motivar os alunos e despertar-lhes a curiosidade para temas diversos, de forma a descobrirem subsunçores já existentes e a participarem na formação de novos subsunçores.

A aplicação de teste diagnóstico após a explanação teórica acerca da teoria de análise dimensional ratifica a importância do papel do professor e do papel do aluno como fatores para uma aprendizagem significativa, bem como a formação de subsunçores por parte deste último.

O autor entende que uma maior aproximação entre outros setores pedagógicos da escola e os membros envolvidos no projeto de iniciação científica teria sido de fundamental importância no desenvolvimento de todo o processo. Por parte de outros professores, a proximidade proporcionaria a escolha de vários temas para diversas pesquisas, não apenas no campo das ciências exatas. Por parte da orientação educacional e da direção educacional, haveria um incentivo maior ao uso do projeto de iniciação científica no sistema de avaliação da escola, sob o entendimento de que o trabalho tenha enriquecido o arcabouço acadêmico dos alunos participantes.

Na possível utilização deste trabalho como modelo de um projeto de iniciação científica para alunos de ensino médio, o autor recomenda: o trabalho no contraturno com alunos voluntários; a confecção de material similar ao apresentado no produto educacional; o rigor da teoria de David Ausubel no que tange ao papel do professor e ao papel do aluno; um cronograma mais flexível para possíveis mudanças no calendário escolar ao longo do ano letivo;

e a possibilidade, junto à coordenação e à direção da escola, de utilização do projeto de iniciação científica como avaliação dos alunos.

Nesse caminho, um projeto de iniciação científica bem monitorado, tendo como participantes alunos voluntários, passa a ser um meio de encurtamento entre o aprendizado mais formal que ocorre em sala de aula e um aprendizado ainda latente para alunos de Ensino Médio, com base em pesquisas próprias.

Com o encerramento desta pesquisa, o autor, mais experiente e mais teórico em relação ao assunto abordado, aumenta sua motivação em incentivar e auxiliar alunos de Ensino Médio a adentrarem no mundo da pesquisa científica, e ratifica sua vontade segundo Maretti (2015): “A Iniciação Científica (IC) no Ensino Básico é uma das possíveis estratégias de desenvolvimento do potencial humano”.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT 14724. Informação e documentação: trabalhos acadêmicos: apresentação. 3. ed. Rio de Janeiro, 2011.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J.D.; HENESEBIAN, H. **Psicologia Educacional**. Trad. Eva Nick *et al.* Rio: Interamericana, 1980.

BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio (PCNEM)**. Brasília: MEC/SEMTEC, v. 4, p.123-199, 1999.

CALÇADA, Caio Sérgio. **Física Clássica**. São Paulo: Editora Atual, 1988.

COSTA, W. L. S.; ZOMPEIRO, A. F. **A Iniciação Científica no Brasil e Sua Propagação no Ensino Médio**, *RenCiMa*, v. 8, n. 1, p. 14-25, 2017.

FERREIRA, Cristina Araripe. **Concepções da Iniciação Científica no Ensino Médio: Uma Proposta de Pesquisa**. 2003. 16f, *Trabalho, Educação e Saúde*, 1 (1): 115-130, 2003.

FIGUEIREDO, Eduardo. **Estática, Gravitação, Hidrostática, Análise Dimensional, Teoria dos Erros e Eletromagnetismo**. São Paulo. Centro de Recursos Educacionais de Aprendizagem, 1993.

HARTMANN, Ângela Maria; ZIMMERMANN, Ericka. **Feira de Ciências: a interdisciplinaridade e a contextualização em produções de estudantes de Ensino Médio**. Florianópolis, 2000.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE AERONÁUTICA – ITA. Vestibular 2008. Disponível em: <http://www.vestibular.ita.br/provas/fisica_2008.pdf>. Acesso em: 2 abr. 2017.

JEWETT, J. W.; SERWAY, R. A. **Física para cientistas e engenheiros**. Trad. 8. ed. norte-americana. 2012.

MOREIRA, M. A. **O que é aprendizagem significativa? A aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Livraria da Física, 2012.

MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v.10, n. 2: p. 108-117, ago., 1993.

PINHO, Maria José de. **Ciência e ensino: contribuições da iniciação científica na educação superior**. Avaliação. Campinas, Sorocaba, SP. v. 22, n. 03, p. 658-675, 2017.

ROSA, P.R.S. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. v.12, n.3: p.223-228, dez., 1995.

ROZENBERG, Izrael Mordka. **O Sistema Internacional de Unidades**. 3. ed. São Paulo: Instituto Mauá de Tecnologia, 2006.

ZYLBERSTAJN, Arden. Galileu: um cientista e várias versões. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, 5 (Número Especial): 36-48, jun., 1988.

APÊNDICE A – Carta de Apresentação

Brasília, 15 de maio de 2017.

À

Direção do Centro Educacional Candanguinho – CECAN

Prezados Senhores,

Pela presente, informamos que o professor de Física do Ensino Médio **Nome do Professor/Pesquisador** está devidamente matriculado – matrícula número **xx -xxxxxx** – no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física na Universidade de Brasília e solicita a aplicação do projeto de mestrado intitulado **Nome do projeto**, o qual irá compor seu trabalho de conclusão de mestrado. O projeto, ao ser trabalhado junto aos alunos, ocorrerá em contraturno, ao longo do ano de **xxxx**, na instituição educacional sem nenhum tipo de ônus para a mesma.

Desde já agradeço a atenção dispensada,

Prof. Dr. Nome do Coordenador(a) do Polo
Coordenador(a) do Polo **x – xxxxxxxxxxx**
Núcleo de Pesquisa em Ensino de Física – Instituto de Física

Caixa Postal **xxxxx**
Universidade **xxxxxxxx**
Cidade-Estado – País – CEP

Prof. Dr. **Nome do Orientador** – Orientador
Núcleo de Pesquisa em Ensino de Física – Instituto de Física

Caixa Postal **xxxxx**
Universidade **xxxxxxxx**
Cidade-Estado – País – CEP

APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo convidado a participar, em caráter voluntário, de uma pesquisa da Universidade XXXXXXXX sobre o Ensino em Física. Leia cuidadosamente o que segue, e quaisquer dúvidas serão respondidas prontamente. Este estudo será conduzido pelo professor Marcus Vinícius Almeida Queiroz, sob a orientação do professor Dr. Ronni Geraldo Gomes de Amorim.

A sua participação é voluntária e será documentada por meio deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, assinado.

O objetivo desta pesquisa é introduzir um projeto de iniciação científica junto aos alunos. Os instrumentos de coleta de dados incluem encontros agendados, questionários, a produção de um artigo científico e a montagem de um experimento.

Se você concordar em participar do estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo. Somente o pesquisador e o orientador terão acesso às suas informações individuais. Você pode escolher não fazer parte do estudo, desistir a qualquer momento ou ainda ser solicitado a sair do estudo se não cumprir os procedimentos previstos, ou não atender às exigências estipuladas. Você receberá uma via assinada deste Termo de Consentimento.

As perguntas ou os problemas referentes ao estudo e à pesquisa poderão ser enviados ao pesquisador (e-mail: mv71fis@gmail.com).

“Declaro que li e entendi este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, e que sou voluntário a tomar parte neste estudo.”

Cidade, ____ de _____ 20xx.

Assinatura do(a) Participante

Assinatura do(a) Responsável

Assinatura do Pesquisador

APÊNDICE C – Cronograma e Informações Gerais

PROJETO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

1. Objetivo

Preparar alunos do Ensino Médio para a organização, confecção e apresentação de uma semana científica/projeto científico e para a produção de um artigo científico.

2. Informações Gerais

Os alunos interessados em participar do projeto devem inscrever-se junto à escola para, no horário de contraturno, participarem de encontros ao longo de um período preestabelecido pela instituição.

Nos primeiros três encontros, serão ministradas aos alunos aulas referentes a temas comuns a todos; em seguida, após optarem por um determinado tema, o(s) professor(es) ministrará(ão) aulas referentes ao assunto escolhido, para o aprofundamento no assunto inerente ao currículo escolar, dando suporte ao artigo e ao experimento.

Escolhidos o tema e o experimento, professor(es) e alunos começarão a pesquisa acerca de materiais que deverão ser utilizados durante a programação e durante a semana científica. Essa pesquisa, que envolve custo-benefício, será apresentada à direção da escola, caso esteja interessada.

A programação é descrita na tabela que se segue, sendo passível de mudanças.

Professor XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX – Física

3. Modelo de Tabela com Programação

Data	Programação
4 de maio	Sistema Internacional de Unidades
18 de maio	Introdução do modelo de artigo / normas ABNT
1º de junho	Algarismos significativos
22 de junho	Teoria dos erros
6 de julho	Ordem de grandeza
3 de agosto	Encontro por grupo
17 de agosto	Encontro por grupo
31 de agosto	Encontro por grupo
19 de setembro	Encontro por grupo / confecção do artigo / confecção do experimento
28 de setembro	Encontro por grupo / confecção do artigo / confecção do experimento

APÊNDICE D – Diário de Bordo

1. Cronologia

1.1 Domingo, 30 de abril de 2017.

Preparação do primeiro encontro, 4 de maio.

Expectativa para o primeiro encontro:

- a) explanação minuciosa acerca do objetivo do projeto científico: artigo, experimento, etc.;
- b) explanação minuciosa acerca das normas do projeto científico: faltas não justificadas, produção constante de textos, etc.;
- c) incentivo junto aos alunos quanto à leitura científica e não científica, buscando assim um maior foco para os objetivos estabelecidos;
- d) entrega do material teórico, referente à Aula 1, aos alunos, e do termo de consentimento, a ser assinado pelo responsável;
- e) Aula 01: Sistema Internacional de Unidades – S.I.;
- f) Aula 01: Prefixos de Unidades;
- g) apresentação de fontes virtuais de consulta: Google Acadêmico;
- h) primeira tarefa: pedir aos alunos que escrevam dois parágrafos sobre o tema “Conferência geral de pesos e medidas”;
- i) criação de grupo de comunicação entre os alunos e professor(es).

1.2 Domingo, 7 de maio de 2017

Todos os tópicos da expectativa do primeiro encontro foram cumpridos.

- ✓ Explanação minuciosa acerca do objetivo do projeto científico: artigo, experimento, etc.
- ✓ Explanação minuciosa acerca das normas do projeto científico: faltas não justificadas, produção constante de textos, etc.
- ✓ Incentivo junto aos alunos quanto à leitura científica e não científica, buscando assim um maior foco para os objetivos estabelecidos.
- ✓ Entrega do material teórico, referente à Aula 1, aos alunos, e do termo de consentimento, a ser assinado pelo responsável.

- ✓ Aula 01: Sistema Internacional de Unidades – S.I.
- ✓ Aula 01: Prefixos de Unidades.
- ✓ Apresentação de fontes virtuais de consulta: Google Acadêmico.
- ✓ Primeira tarefa: Pedir aos alunos que escrevam dois parágrafos sobre o tema “Conferência geral de pesos e medidas”. Assinalar aos alunos o recebimento da tarefa ao longo da semana.
- ✓ Criação de grupo de comunicação entre os alunos e professor(es).

1.3 Domingo, 14 de maio de 2017.

Preparação do segundo encontro, 18 de maio.

Expectativa para o segundo encontro:

- a) entrega do material teórico, referente à Aula 2, aos alunos;
- b) Aula 02: Análise Dimensional;
- c) apresentação de algumas normas da ABNT;
- d) segunda tarefa: introdução a um método de organização;
- e) recolhimento do termo de consentimento assinado pelo responsável.

1.4 Domingo, 20 de maio de 2017

Todos os tópicos da expectativa do segundo encontro foram cumpridos.

- ✓ Sinalização aos alunos do recebimento da tarefa ao longo da semana.
- ✓ Entrega do material teórico, referente à Aula 2, aos alunos.
- ✓ Aula 02: Análise Dimensional.
- ✓ Apresentação de algumas normas da ABNT.
- ✓ Segunda tarefa: Introdução a um método de organização, por meio de exercícios.
- ✓ Recolhimento do termo de consentimento assinado pelo responsável.

1.5 Domingo 28 de maio de 2017

Preparação do terceiro encontro, 1º de junho.

Expectativa para o terceiro encontro:

- a) correção e esclarecimento de dúvidas referentes ao segundo encontro;
- b) entrega do material teórico, referente à Aula 3, aos alunos;

- c) Aula 03: Algarismos Significativos e Teoria dos Erros;
- d) apresentação de algumas normas da ABNT.

1.6 Domingo, 4 de junho de 2017.

Todos os tópicos da expectativa do terceiro encontro foram cumpridos.

- ✓ Correção e esclarecimento de dúvidas referentes ao segundo encontro.
- ✓ Entrega do material teórico, referente à Aula 03, aos alunos.
- ✓ Aula 03: Algarismos Significativos e Teoria dos Erros.
- ✓ Apresentação de algumas normas da ABNT.

1.7 Domingo, 18 junho de 2017.

Preparação do quarto encontro, 22 de junho.

Expectativa para o quarto encontro:

- a) entrega do material teórico, referente à Aula 04, aos alunos;
- b) Aula 04: Ordem de Grandeza.

1.8 Domingo, 25 junho de 2017.

Todos os tópicos da expectativa do quarto encontro foram cumpridos.

- ✓ Entrega do material teórico, referente à Aula 04, aos alunos.
- ✓ Aula 04: Ordem de Grandeza.

1.9 Domingo, 2 de julho de 2017.

Preparação do quinto encontro, 6 de julho.

Expectativa para o quinto encontro:

- a) entrega do material teórico, referente à Aula 05, aos alunos;
- b) Aula 05: Normas da ABNT;
- c) separação de alunos por grupos de 4 integrantes;
- d) apresentação de modelo de artigo;

- e) tarefa: entrega de um texto¹¹ referente a um determinado assunto para que os alunos já em grupo organizassem o texto em forma de artigo. Esse exercício tem as seguintes tarefas:
- produção de resumo e *abstract* após a leitura do artigo texto,
 - recolocação do texto nas normas da ABNT,
 - criação de 2 notas de rodapé por página,
 - criação de 3 referências bibliográficas a mais, podendo ser “fora” do próprio contexto.

1.10 Domingo, 9 de julho de 2017.

Todos os tópicos da expectativa do quinto encontro foram cumpridos.

- ✓ Entrega do material teórico, referente à Aula 05, aos alunos.
- ✓ Aula 05: Normas da ABNT.
- ✓ Separação de alunos por grupos de 4 integrantes (número máximo).
- ✓ Escolha do tema do experimento/artigo pelos integrantes dos grupos.
- ✓ Apresentação de modelo de artigo.
- ✓ Tarefa: Entrega de um texto referente a um determinado assunto para que os alunos já em grupo organizassem o texto em forma de artigo. Esse exercício tem as seguintes tarefas:
 - produção de resumo após a leitura do artigo texto;
 - produção de *abstract*;
 - recolocação do texto nas normas da ABNT;
 - criação de 2 notas de rodapé por página;
 - criação de 3 referências bibliográficas a mais, podendo ser fora do próprio contexto.

¹¹ Um artigo científico não publicado com algumas alterações em sua formatação.

APÊNDICE E – Aula 01 – Sistema Internacional de Unidades

1. Introdução Teórica

1.1 Sistema Internacional de Unidades – SI

Com o desenvolvimento científico, a adoção de um sistema de unidades de grandezas por parte da sociedade tornou-se cada vez mais necessária. Os fenômenos naturais observados eram trabalhados com grandezas em várias unidades, nem sempre bem-definidas, reunidas em vários sistemas de unidades. As definições das grandezas eram associadas às unidades envolvidas em sua compreensão, como por exemplo a pressão, que pode ser medida comparando-se a força que a atmosfera exerce sobre a superfície terrestre.

Os sistemas de unidades surgem e são organizados por unidades fundamentais, as unidades de grandezas simples, e por unidades derivadas, resultantes de combinações das unidades fundamentais.

Como exemplo de unidades fundamentais, temos:

- a unidade de distância: metro ou milha.
- a unidade de tempo: segundo ou hora.

Como exemplo de unidades derivadas, temos:

- a unidade de velocidade: metro por segundo ou quilômetro por hora.

A organização das grandezas em suas unidades fundamentais e conseqüentemente em suas unidades derivadas deu origem a alguns sistemas originários do Sistema Métrico Decimal.

O sistema CGS (centímetro, grama e segundo) surge no século XIX. No começo do século XX, surge o sistema MKS (metro, quilograma e segundo).

Vários outros sistemas são os antecessores do Sistema Internacional de Unidades (SI).

Em 1948, a 9ª Conferência Geral de Pesos e Medidas atribuiu ao Comitê Internacional de Pesos e Medidas a adoção de um Sistema de Unidades de Medidas.

Em 1954, a 10ª Conferência Geral de Pesos e Medidas propõe como unidades fundamentais do Sistema Prático de Unidades de Medidas as unidades de comprimento, massa e tempo, já adotadas anteriormente, e, acrescentando à lista, as de intensidade de corrente elétrica, temperatura e intensidade luminosa.

Em 1960, na 11ª Conferência Geral de Pesos e Medidas, o Sistema Prático de Unidades teve o nome alterado para Sistema Internacional de Unidades, com a sigla oficial SI.

Em 1971, a 14ª Conferência Geral de Pesos e Medidas acrescenta a unidade “mol”, referente a quantidades de matéria.

O Sistema Internacional de Unidades (SI) é utilizado nos vários ramos da economia, do comércio e em todos os demais ramos da atividade do dia a dia, e não apenas na Ciência.

Os nomes das unidades devem ser escritos por extenso, quando necessário. Os nomes das unidades devem começar por letras minúsculas, mesmo em casos de nomes próprios que homenageiam cientistas: newton, kelvin, joule, etc.

A exceção é a de temperatura, grau Celsius. O grau Celsius não é unidade do SI.

Os nomes das unidades devem receber a letra “s” no final, mesmo que contrariem a norma gramatical, para indicar o plural: newtons, pascals, etc. Com exceção aos que terminam com “s”, “x” e “z”: hertz, lux, siemens, etc.

Os símbolos das unidades são escritos com letras minúsculas: m (metro), s (segundo), kg (quilograma).

Os símbolos derivados de nomes próprios têm a primeira letra do nome, mesmo sendo a única, escrita com letra maiúscula: N (newton), Pa (pascal), Hz (hertz), etc.

Os símbolos não admitem plural: uma medida de 100 metros de distância entre dois pontos deve ser escrita como a seguir: 100 m. É errado escrever: 100 ms ou 100 mts.

1.2 Prefixos de Unidades

É comum, ao estabelecermos algum padrão de comparação e conseqüentemente medida de comparação, precisarmos de produtos ou quocientes desse padrão. Por exemplo:

Usaremos como padrão de medida a distância entre a extremidade de seus dedos com a mão bem aberta, o palmo.

Quantas unidades de palmos são necessárias para medir o seu caderno?

Quantas dezenas de palmos são necessárias para medir o quadro-negro em sua sala de aula?

Quantas centenas de palmos são necessárias para medir a distância entre sua residência e sua escola?

Quantas frações do palmo são necessárias para medir sua borracha?

Quantas frações do palmo são necessárias para medir a espessura da folha do seu caderno?

Para facilitar a compreensão das medidas, bem como o uso da matemática, converteremos múltiplos e submúltiplos das unidades que representam as unidades (tabela 1), para o Sistema Internacional de Unidades e para as unidades usadas no nosso cotidiano.

2. Apêndice

Tabela 1 – Conversão para SI e unidades usuais

PREFIXO	SÍMBOLO	POTÊNCIA DE DEZ	VALOR DECIMAL
TERA	T	10^{12}	1 000 000 000 000
GIGA	G	10^9	1 000 000 000
MEGA	M	10^6	1 000 000
QUILO	k	10^3	1 000
HECTO	h	10^2	100
DECA	da	10^1	10
<u>UNIDADE</u>	-	-	-
DECI	d	10^{-1}	0,1
CENTI	c	10^{-2}	0,01
MILI	m	10^{-3}	0,001
MICRO	μ	10^{-6}	0,000001
NANO	η	10^{-9}	0,000000001

3. Referência Bibliográfica

ROZENBERG, Izrael Mordka. **O Sistema Internacional de Unidades**. 3. ed. São Paulo: Instituto Mauá de Tecnologia, 2006.

APÊNDICE F – Aula 02 – Análise Dimensional

1. Introdução Teórica

Uma grandeza física pode ser expressa sob a forma de um produto de potências das grandezas das quais ela depende.

$$G = X^a \cdot Y^b \cdot Z^c$$

Usualmente expressamos grandezas físicas em função das fundamentais ou primitivas.

Fundamentais:

- Comprimento (L)
- Massa (M)
- Tempo (T)

$$G = M^a \cdot L^b \cdot T^c$$

Velocidade	Aceleração	Força
Energia	Pressão	Potência

2. Exercício Modelo

(ITA-SP – 2005) Quando camadas adjacentes de um fluido viscoso deslizam regularmente umas sobre as outras, o escoamento resultante é dito laminar. Sob certas condições, o aumento da velocidade provoca o regime de escoamento turbulento, que é caracterizado pelos movimentos irregulares (aleatórios) das partículas do fluido. Observa-se, experimentalmente, que o regime de escoamento (laminar ou turbulento) depende de um parâmetro adimensional (Número de Reynolds), dado por $R = \rho^\alpha v^\beta d^\gamma \eta^\tau$, em que ρ é a densidade do fluido; v , sua velocidade; η , seu coeficiente de viscosidade; e d , uma distância característica associada à geometria do meio que circunda o fluido. Por outro lado, num outro tipo de experimento, sabe-se que uma esfera, de diâmetro D , que se movimenta num meio fluido, sofre a ação de uma força de arrasto viscoso dada por $F = 3\pi D\eta v$. Assim sendo, com relação aos respectivos valores de α , β , γ e τ , uma das soluções é:

- a) $\alpha = 1, \beta = 1, \gamma = 1, \tau = -1$.
- b) $\alpha = 1, \beta = -1, \gamma = 1, \tau = 1$.
- c) $\alpha = 1, \beta = 1, \gamma = -1, \tau = 1$.
- d) $\alpha = -1, \beta = 1, \gamma = 1, \tau = 1$.
- e) $\alpha = 1, \beta = 1, \gamma = 0, \tau = 1$.

3. Sugestão de atividade a ser desenvolvida pelo professor junto aos alunos

QUESTÃO 01

Uma certa grandeza física A é definida como o produto da variação de energia de uma partícula pelo intervalo de tempo em que esta variação ocorre. Outra grandeza, B, é o produto da quantidade de movimento da partícula pela distância percorrida. A combinação que resulta em uma grandeza adimensional é

- A) AB.
- B) A/B.
- C) A/B².
- D) A²/B.
- E) A²B.

Gabarito: B

QUESTÃO 02

No que respeita às unidades básicas do SI (kg, m, s, A, K, mol e cd), julgue os itens que se seguem em certos ou errados.

- 01. A constante gravitacional possui unidades m³, s⁻² e kg⁻¹.
- 02. A constante universal dos gases possui unidades kg, m², mol⁻¹, K⁻¹ e s⁻².
- 03. A capacitância possui unidades A², s³, m⁻² e kg⁻¹.
- 04. A frequência possui unidade s⁻¹.
- 05. O potencial elétrico possui unidades kg, m², A⁻¹ e s⁻³.

Gabarito: CCECC

QUESTÃO 03

A intensidade de determinada grandeza física G pode ser calculada pela expressão $G = \frac{A \cdot B}{C}$.

Sabendo que a grandeza A é medida em unidades de força; B, em unidades de comprimento; e C, em unidades de tempo, pode-se afirmar que a grandeza G tem dimensão de

- A) potência.
- B) aceleração.
- C) trabalho.
- D) quantidade de movimento.
- E) velocidade.

Gabarito: A

4. Sugestão de atividade a ser desenvolvida pelos alunos

QUESTÃO 01

As grandezas físicas são utilizadas para descrever fenômenos ou propriedades de sistemas e são caracterizadas por terem dimensões, e a análise dimensional é uma técnica que permite entender quais são as combinações de grandezas físicas relevantes para determinado problema.

Considerando-se que a explosão de bombas atômicas libera uma energia, na explosão, dada pela equação $E = \frac{c\rho R^5}{t^2}$, sendo C uma constante adimensional; ρ , a densidade do ar; R, o tamanho da frente de choque da onda da explosão; e t o tempo, conclui-se que a energia liberada pela onda tem sua dimensão dada por

- A) $M^2L^{-1}T^{-1}$.
- B) ML^2T^{-2} .
- C) $M^2L^{-1}T$.
- D) $M^{-1}LT$.
- E) MLT .

Gabarito: B

QUESTÃO 02

Uma gota de chuva se forma no alto de uma nuvem espessa. À medida que vai caindo dentro da nuvem, a massa da gota vai aumentando, e o incremento de massa Δm , em um pequeno intervalo de tempo Δt , pode ser aproximado pela expressão: $\Delta m = \alpha v S \Delta t$, em que α é uma constante, v é a velocidade da gota, e S, a área de sua superfície. No sistema internacional de unidades (SI), a constante α é

- A) expressa em $kg \cdot m^3$
- B) expressa em $kg \cdot m^{-3}$
- C) expressa em $m^3 \cdot s \cdot kg^{-1}$
- D) expressa em $m^3 \cdot s^{-1}$
- E) adimensional.

Gabarito: B

QUESTÃO 03

Seja X uma grandeza física hipotética definida pela equação $X = k \frac{V \times M}{\Delta t}$, em que V representa velocidade, M massa e Δt intervalo de tempo. Sendo L, M e T as unidades de comprimento, massa e tempo, respectivamente, a unidade de k, para que X seja adimensional, é corretamente representada por

- A) LMT^2 .
- B) $L^{-1}M^{-1}T^2$.
- C) $L^{-1}MT^2$.
- D) $LM^{-1}T^{-2}$.
- E) LMT .

Gabarito: B

QUESTÃO 04

Considere a expressão $Z = \frac{x^2}{mr^2} - \frac{ym^2}{r}$, em que:

Z – energia

m – massa

r – distância

Para que a homogeneidade da expressão seja garantida, as grandezas x e y devem ser medidas no SI, respectivamente, em

- A) $kg\ m^4/s^2$; $kg\ m^2/s^2$.
- B) $kg\ N/s$; $kg^2/N\ m^2$.
- C) N^2m/s ; $N\ m^2/kg$.
- D) Nm/s^2 ; Nm/kg^2 .
- E) $kg\ m^2/s$; $m^3/kg\ s^2$.

Gabarito: E

QUESTÃO 05

Assinale o que for correto.

01. Se X é medido em quilogramas, Y é medido em metros por segundo e Z é medido em metros, a unidade para a quantidade XY^2Z^{-1} é $\frac{kg \cdot m^2}{s}$.

02. Se X é medido em newtons e Y é medido em kg/m, a unidade para $\left(\frac{X}{Y}\right)^{1/2}$ é m/s.

04. Se X é medido em quilogramas, Y é medido em metros por segundo e Z é medido em metros, a unidade para a quantidade XY^2Z^{-1} é $\frac{kg \cdot m}{s^2}$.

08. Para um gráfico que apresenta uma quantidade que é medida em newtons no eixo y, e uma quantidade que é medida em metros no eixo x, a inclinação de uma reta está associada às unidades de N.m.

Gabarito: ECCE

QUESTÃO 06

Uma grandeza física de natureza mecânica pode ser expressa em função das três grandezas fundamentais, em que M é o símbolo da dimensão massa, L, o da dimensão comprimento e T, o da dimensão tempo, obtendo-se, assim, a equação dimensional da grandeza.

Considerando-se a grandeza Y dada pela expressão $Y = K \frac{m^2}{(v^2 t^4)}$, em que Y é uma força, K é uma constante, m é a massa, v é a velocidade e t é o tempo, pode-se afirmar que a unidade da constante K, no SI, é dada por

- A) m^2/kg .
- B) $kg.m/s$.
- C) $kg^2/m.s$.
- D) m^3/kg .
- E) $m.s^2/kg$.

Gabarito: D

QUESTÃO 07

Na resolução de problemas de Física, é sempre necessário verificar a coerência entre as unidades de medida antes mesmo de partir para a solução. Sabendo-se que, na expressão $P = Zv^2 / 2$, P é a pressão e \vec{v} a velocidade, e que ambas estão medidas de acordo com o Sistema Internacional de Medidas (SI), marque a opção que representa corretamente a unidade de Z.

- A) kg / m
- B) kg / m^2
- C) kg / m^3
- D) kg^2 / m
- E) kg^3 / m^3

Gabarito: C

QUESTÃO 08

Considere um corpo esférico de raio r totalmente envolvido por um fluido de viscosidade η com velocidade média v. De acordo com a lei de Stokes, para baixas velocidades, esse corpo sofrerá a ação de uma força de arrasto viscoso dada por $F = -6 \pi r \eta v$. A dimensão de η é dada por

- A) $m.s^{-1}$
- B) $m.s^{-2}$
- C) $kg.m.s^{-2}$
- D) $kg.m.s^{-3}$
- E) $kg.m^{-1}s^{-1}$

Gabarito: E

1. Algarismos Significativos

Em toda medida, os algarismos corretos e o primeiro duvidoso são chamados de algarismos significativos.

- Os zeros à esquerda do primeiro algarismo significativo não são significativos.
- Algarismos de 1 a 9 são sempre significativos.

2. Teoria dos Erros

2.1 Classificação dos erros:

- Grosseiros: Expressam falta de atenção ou experiência do medidor.
- Acidentais: Provêm de causas indeterminadas. Afetam as medidas de maneira imprevisível.
- Sistemáticos: Decorrem de imperfeições no instrumento do método e do observador.

3. Postulado de Gauss

Supomos medidas confiáveis: $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3 \dots \lambda_N$

Para Gauss, o valor mais provável $\bar{\lambda}$ é a média aritmética.

3.1 Desvio Absoluto

$$d = \lambda_1 - \bar{\lambda}$$

em que d pode assumir valores positivos, negativos ou até zero.

3.2 Desvio Relativo

$$d = \frac{d_1}{\lambda}$$

3.3 Desvio Absoluto Médio

É dado pela média aritmética dos módulos dos desvios absolutos.

$$d_m = \frac{|d_1| + |d_2| + |d_3| + \dots + |d_n|}{n}$$

3.4 Desvio Relativo Médio

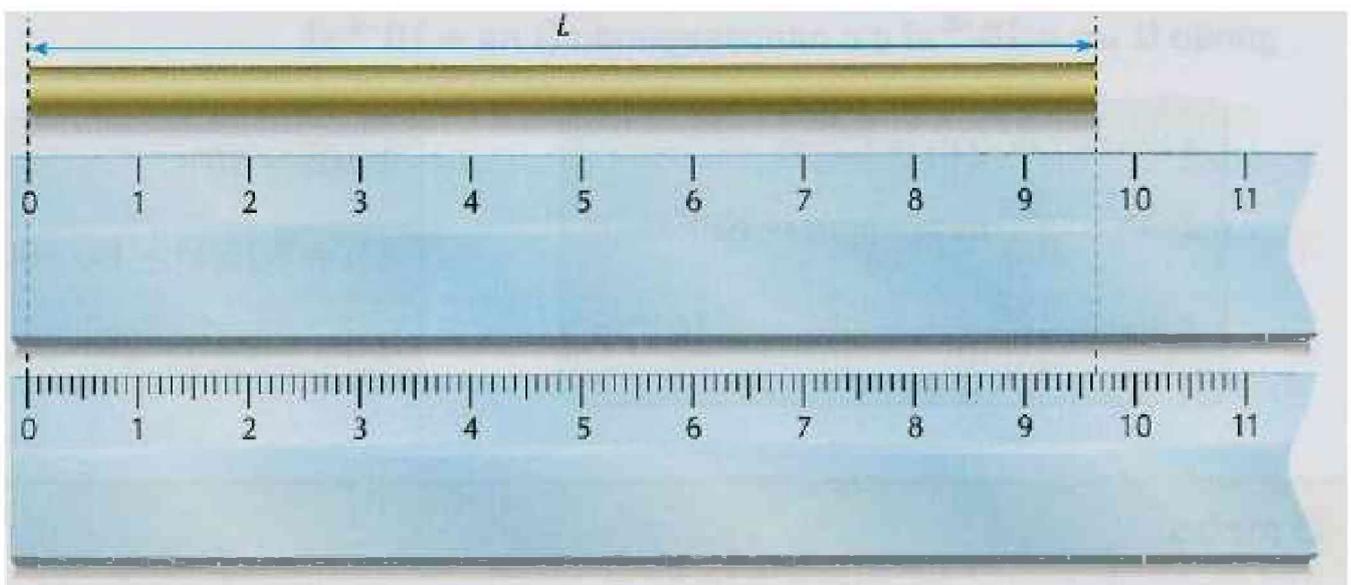
$$d_R = \frac{d_m}{\lambda}$$

3.5 Apresentação de um resultado experimental

$$\lambda = \bar{\lambda} \pm d_m$$

4. Exercício Modelo

Usando a figura abaixo, pedir para os alunos, em grupos de quatro, que apresentem, usando a teoria apresentada, um resultado da medida com os dois instrumentos de medida.



APÊNDICE H – Aula 04 – Ordem de Grandeza

1. Introdução Teórica

A ordem de grandeza pode ser entendida com a estimativa de uma medida pela qual não se tem um valor exato, mas uma boa aproximação. Para essa estimativa ter uma aproximação científica, trabalhamos com uma potência de 10. Essa determinação deve seguir uma sequência para ser bem-definida:

- Expressar o número em notação científica, na forma: $n \cdot 10^x$.
- Comparar o número obtido n com o valor equivalente a $\sqrt{10}$, ou seja, com 3,162.
- Se n for maior que 3,162, somar uma unidade ao expoente x da potência de 10.
- Se n for menor que 3,162, manter o valor x da potência de 10.
- Se n for igual a 3,162, a opção fica por conta do avaliador.

2. Exemplo

Estime a ordem de grandeza do número de aspirações durante um período médio da vida humana. Resolução:

- ✓ Estimamos a expectativa de vida em torno de 70 anos.
- ✓ Estimamos um número de aspirações por minuto.
- ✓ Calculamos o valor aproximado de minutos em um ano: $6 \cdot 10^5$ minutos
- ✓ Calculamos o valor aproximado de minutos em 70 anos:

$$70 \text{ anos} = 4 \cdot 10^7 \text{ minutos}$$

- ✓ Assim, temos o número aproximado de aspirações durante a vida:

$$4 \cdot 10^8 \text{ aspirações}$$

- ✓ Seguindo a técnica apresentada acima, temos:

$n = 4$ e $x = 8$, como 4 é maior que 3,162, somamos uma unidade ao x , obtendo a ordem de grandeza 10^9 .

3. Atividade para os alunos

QUESTÃO 01

No campeonato mundial de futebol, disputado nos Estados Unidos em 1994, a ordem de grandeza do número de espectadores presentes em cada um dos jogos do Brasil foi

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

Gabarito: D

QUESTÃO 02

O rio Amazonas injeta, a cada hora, 680 bilhões de litros de água no oceano Atlântico. Esse volume corresponde a cerca de 17% de toda a água doce que chega aos oceanos do planeta, no mesmo intervalo de tempo. A ordem de grandeza do volume total de água doce, em **litros**, que chega aos oceanos a cada hora é, então,

- a) 10^7 .
- b) 10^9 .
- c) 10^{11} .
- d) 10^{12} .
- e) 10^{15} .

Gabarito: D

QUESTÃO 03

Cada exemplar de um jornal é lido, em média, por três pessoas. Num grupo de 7500 leitores, a ordem de grandeza da quantidade de exemplares necessários corresponderá a

- a) 10^0 .
- b) 10.
- c) 10^2 .
- d) 10^3 .
- e) 10^4 .

Gabarito: D

QUESTÃO 04

Alguns experimentos realizados por virologistas demonstraram que um bacteriófago (vírus que parasita e se multiplica no interior de uma bactéria) é capaz de formar 100 novos vírus em apenas 30 minutos.

Se introduzirmos 1000 bacteriófagos em uma colônia suficientemente grande de bactérias, qual será a ordem de grandeza do número de vírus existentes após 2 horas?

- a) 10^7 .
- b) 10^8 .
- c) 10^9 .
- d) 10^{10} .
- e) 10^{11} .

Gabarito: E

QUESTÃO 05

Para se obter 1 mol de qualquer substância, é necessário reunir $5 \cdot 10^{23}$ moléculas aproximadamente. Deixa-se 1 mol de água (18 g) numa vasilha exposta ao sol. Algum tempo depois, verifica-se que se evaporaram 3 g de água. A ordem de grandeza do número de moléculas de água restantes na vasilha é

- a) 10^{24} .
- b) 10^{22} .
- c) 10^{20} .
- d) 10^{18} .
- e) 10^{16} .

Gabarito: A

QUESTÃO 06

O diâmetro atômico de qualquer elemento químico é da ordem de 10^{-10} m. O número de átomos contidos em 1 cm^3 de um elemento sólido é da ordem de

- a) 10^{24} .
- b) 10^{16} .
- c) 10^{20} .
- d) 10^{30} .

Gabarito: A

APÊNDICE I – Aula 05 – Extra – Sugestão de um Método de Resolução de Exercícios

Em cada uma das questões a seguir, utilize as orientações para as devidas resoluções.

- 1 Não admitir nada que não seja absolutamente evidente. Não lançar mão senão de ideias claras e distintas.
- 2 Dividir cada problema em tantos problemas particulares quanto convenham para melhor resolvê-lo.
- 3 Conduzir por ordem os pensamentos. Dispor as ideias em uma ordem tal que cada uma seja precedida de todas aquelas de que depende, e que preceda todas as que dela dependem.
- 4 Numerar completamente os dados do problema e passar em revisão cada um dos elementos da sua solução para se certificar de que o resolvemos corretamente.

QUESTÃO 01

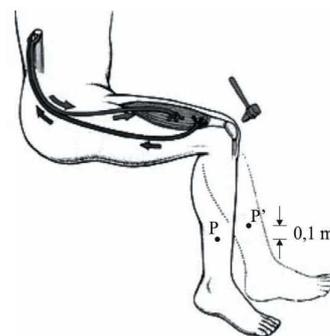
Um corpo é deixado cair em queda livre, a partir do repouso, da altura de 80 m. Adotando-se $g = 10 \text{ m/s}^2$, pode-se afirmar que a velocidade média na queda é, em m/s.

QUESTÃO 02

De um telhado de 20 m de altura, caem gotas de chuva, separadas por intervalos de tempo iguais entre si. No momento em que a quinta gota se desprende, a primeira toca o solo. Adotando $g = 10 \text{ m/s}^2$ e desprezando a resistência do ar, calcule a distância que separa as duas últimas gotas a se desprenderem do telhado (quarta e quinta), no instante em que a quinta gota se desprende.

QUESTÃO 03

(Vestibular-UnB – adaptada) Considere que a massa da parte do membro inferior de uma pessoa, que vai do joelho ao pé – perna e pé –, seja igual a 2 kg e que seu centro de massa esteja localizado no ponto indicado por P , como ilustrado na figura. Considere, ainda,



que, no movimento de “arcorreflexo” descrito no texto, o ponto P se desloque para o ponto P' , realizando-se trabalho contra a gravidade. Suponha que o equivalente a 10% desse trabalho seja convertido em calor durante o referido movimento e que esse calor seja utilizado para aquecer a coxa da pessoa. Suponha, ainda, que a coxa tenha massa de 5 kg, que o seu calor específico seja de $1,05 \text{ cal}\cdot\text{g}^{-1}\cdot^{\circ}\text{C}^{-1}$ e que a aceleração da gravidade seja 10 m/s^2 . Com base nessas informações, faça o que se pede no item a seguir, que é do tipo B, desprezando, para a marcação na folha de respostas, a parte fracionária do resultado obtido, após efetuados todos os cálculos solicitados. Calcule, em $^{\circ}\text{C}$, o aumento de temperatura na coxa dessa pessoa, devido à conversão

de calor aludida acima, depois de ela realizar 1.000 vezes o movimento de arcorreflexo. Considere que 1 cal seja igual a 4,18 J.

QUESTÃO 04

(Vestibular-ITA) De acordo com a Lei de Stefan-Boltzmann, o equilíbrio da atmosfera terrestre é obtido pelo balanço energético entre a energia de radiação do Sol absorvida pela Terra e a reemitida pela mesma. Considere que a energia fornecida por unidade de tempo pela radiação solar é dada por $P = A e \sigma T^4$, em que $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$; A é a área da superfície do corpo; T a temperatura absoluta, e e é a emissividade que representa a razão entre a taxa de radiação de uma superfície particular e a taxa de radiação de uma superfície de um corpo ideal, com a mesma área e mesma temperatura. Considere a temperatura média da Terra $T = 287 \text{ K}$ e, nesta situação, $e = 1$. Sabendo que a emissão de gases responsáveis pelo aquecimento global reduza a emissividade, faça uma estimativa de quanto aumentará a temperatura média da Terra devido à emissão de gases responsáveis pelo aquecimento global, se a emissividade diminuir 8%. Considere $(1-x)^{1/4} \cong 1 - \frac{x}{4}$

QUESTÃO 05

Células fotovoltaicas foram idealizadas e desenvolvidas para coletar a energia solar, uma forma de energia abundante, e convertê-la em energia elétrica. Esses dispositivos são confeccionados com materiais semicondutores que, quando iluminados, dão origem a uma corrente elétrica que passa a alimentar um circuito elétrico. Considere uma célula de 100 cm^2 que, ao ser iluminada, possa converter 12% da energia solar incidente em energia elétrica. Quando um resistor é acoplado à célula, verifica-se que a tensão entre os terminais do resistor é 1,6 V. Considerando que, num dia ensolarado, a célula receba uma potência de 1 kW por metro quadrado, calcule a corrente que passa pelo resistor.

QUESTÃO 06

(Vestibular-UnB – adaptada) O chuveiro elétrico é um dos principais inimigos da economia doméstica. O uso indiscriminado desse equipamento pode gerar altas contas de energia elétrica no final de cada mês. Para tentar minimizar esse problema, um pai de família, depois de instalar um chuveiro de 6250 W em 220 V, resolveu explicar a seu filho adolescente como o chuveiro funciona:

“Esse chuveiro possui três posições de operação: DESLIGADO, VERÃO e INVERNO. Quando a chave está na primeira posição, a resistência elétrica do chuveiro é infinita, ou seja, não há corrente elétrica e, por isso, a água não é aquecida. Quando a chave está na posição INVERNO, a resistência é mínima, o que garante a máxima corrente elétrica e o máximo aquecimento da água. Se a chave está na posição VERÃO, a resistência é igual ao triplo da resistência mínima. Atualmente, um banho de uma hora de duração, com a chave na posição INVERNO, custa R\$ 1,00. Portanto, se em nossa casa moram sete pessoas, temos de ter cuidado com a duração de cada banho e, sempre que possível, usar o chuveiro com a chave na posição VERÃO. Além do mais, o preço do kWh aqui em Brasília depende da faixa de consumo; quanto mais se consome, mais caro fica o kWh.” Considerando que o preço do kWh independa da energia consumida e que cada um dos sete moradores tome um banho de vinte minutos de duração por dia, usando o chuveiro com a chave na posição VERÃO, calcule, em reais, o valor a ser pago pelo uso do chuveiro em um período de trinta dias.

APÊNDICE J – Artigo Escrito pelo Autor

FÍSICA ATÔMICA E MOLECULAR

Marcus Vinícius Almeida Queiroz

Ivan Soares Ferreira – Disciplina Física Contemporânea

Universidade de Brasília – Instituto de Física

RESUMO

Nesse artigo o principal objetivo é tentar entender a estrutura do núcleo atômico, seus modelos, bem como as nomenclaturas usadas para auxílio nas aplicações físicas e químicas. Observar a diferença e saber identificar o mesmo elemento químico com propriedades diferentes. Ter uma noção de valores de massa e raio dessas estruturas importantes. Por isso a importância da discussão referente ao átomo como um todo, elementos radioativos e a emissão e compreensão da partícula alfa.

Palavras-chave: modelos atômicos, Rutherford, raio atômico, isótopos.

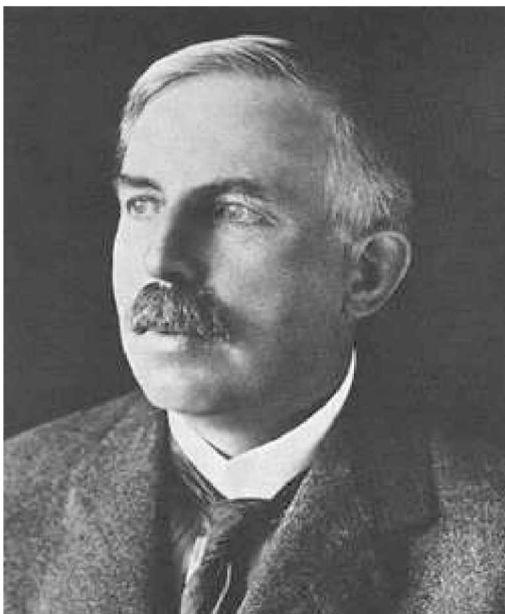
INTRODUÇÃO

Já possuímos uma razoável compreensão acerca da natureza do átomo como um todo, bem como a compreensão da natureza da força que age entre diversas partes, e os efeitos dessas forças já podem ser analisadas por meio da mecânica quântica, porém em relação ao núcleo o caso é diferente. As forças entre as diversas partes do núcleo não são completamente conhecidas, e não é garantia que a mecânica quântica nos forneça suporte para avaliar essas forças quando as conhecermos. Há alguns modelos que explicam algumas propriedades que nos ajudam a entender algumas dessas propriedades e no momento o estudo do núcleo é baseado nesses modelos. Uma grande diferença entre a análise do átomo e do núcleo consiste na compreensão de suas energias características. A energia característica do núcleo é da ordem de 1 MeV.

A observação referente ao espalhamento de partículas quanto as de emissão de partículas alfa nos dão conta das forças (coulombianas repulsivas) e das forças nucleares que são atrativas, agindo entre essas partículas e o núcleo. Assim recordando os conceitos referentes ao estudo do átomo como um todo, começamos a tentar compreender melhor o núcleo.

REFERENCIAL TEÓRICO

1. Biografia de Rutherford



Ernest Rutherford nasceu em Nelson, Nova Zelândia, a 30 de agosto de 1871. Estudou Matemática e Física no Canterbury College, em Christchurch e, com o auxílio de uma bolsa de estudo, ingressou em 1895 no Cavendish Laboratory, em Cambridge.

Foi professor de Física e Química na McGill University (Canadá), de 1898 a 1907, e na Manchester University (Inglaterra), de 1907 a 1919. Em 1919, sucedeu J. J. Thomson na direção do Cavendish Laboratory, cargo que exerceu até o resto

da sua vida e onde realizou importantes investigações.

Em 1932 detectou, juntamente com Walton e Cockroft, a captura de um próton pelo Lítio 7, decompondo-se em duas partículas alfa e libertando energia. Dois anos mais tarde, conseguiu, com Oliphant e Harteck, efetuar a fusão de dois deutérios que se transformam em hélio 3 e um nêutron, ou em trítio e um próton (liberando-se energia em qualquer das reações).

Atualmente considerado o fundador da Física Nuclear, Rutherford introduziu o conceito de núcleo atômico ao investigar a dispersão das partículas alfa por folhas delgadas de metal. Rutherford verificou que a grande maioria das partículas atravessava a folha sem se desviar e concluiu, com base nessas observações e em cálculos, que os átomos de ouro – e, por extensão, quaisquer átomos – eram estruturas praticamente vazias, e não esferas maciças. Rutherford também descobriu a existência dos prótons, as partículas com carga positiva que se encontram no núcleo.

Pelas suas investigações sobre a desintegração dos elementos e a química das substâncias radioativas, obteve em 1908 o Prêmio Nobel de Química. Foi também presidente da *Royal Society* (1925-1930) e homenageado em 1931 com o título de primeiro barão de Rutherford de Nelson e Cambridge. Faleceu em Cambridge, Inglaterra, a 19 de outubro de 1937.

[1]

2. Trabalho de Rutherford

O elétron foi descoberto por J.J Thomson em 1897, porém sua massa era desconhecida. Assim, não se sabia nem mesmo o número de elétrons que o átomo possuía, pois a massa do elétron era desconhecida. Os físicos sabiam que os átomos eram eletricamente neutros e, assim, tinham que conter cargas positivas e negativas.

Em 1911 Rutherford sugeriu que a carga positiva estava concentrada no centro do átomo, formando um núcleo, e que, além disso, o núcleo era responsável pela maior parte de massa do átomo. A sugestão de Rutherford não era simples especulação, baseava-se nos resultados de um experimento proposto por ele e executado por dois colaboradores, Hans Geiger e Ernest Marsden.

Rutherford já sabia que alguns elementos químicos, chamados elementos radioativos, se transformavam espontaneamente em outros elementos ao emitirem partículas. Um desses elementos (o gás radônio) emite partículas alfa com energia de aproximadamente 5,5 MeV. Sabemos, hoje, que essas partículas alfa são núcleos de átomo de hélio.

A ideia de Rutherford era fazer as partículas alfa incidirem em uma folha fina de metal e medir o desvio da trajetória das partículas ao passarem pelo material. As partículas alfa, cuja massa é cerca de 7 300 vezes maior que a do elétron, têm uma carga equivalente a $+2e$.

A figura I mostra o arranjo experimental proposto por Geiger e Marsden. A fonte de partículas alfa era um tubo de vidro de paredes finas contendo radônio. O experimento consistia em medir o número de partículas alfa em função do ângulo de espalhamento. A figura II mostra os resultados obtidos, a relação matemática é uma escala logarítmica, o ângulo de espalhamento é pequeno para a grande maioria de partículas emitidas, entretanto, algumas poucas partículas apresentam ângulos de espalhamento extremamente elevados, próximos de 180° . Para Rutherford, em suas palavras: “Foi a coisa mais incrível que aconteceu em toda a minha vida. É quase como se você desse um tiro de canhão em uma folha de papel e a bala ricocheteasse.”

A força experimentada por uma partícula alfa ao passar por uma esfera de carga positiva do tamanho de um átomo produziria uma deflexão menor que 1° . A deflexão esperada foi comparada por um pesquisador a o que aconteceria se alguém desse um tiro em um saco cheio de bolas de neve. Os elétrons do átomo praticamente não afetariam a partícula alfa, muito mais pesada. Na verdade, os elétrons é que seriam espalhados para todos os lados, como uma nuvem de mosquitos atingida por uma pedra.



Figura I

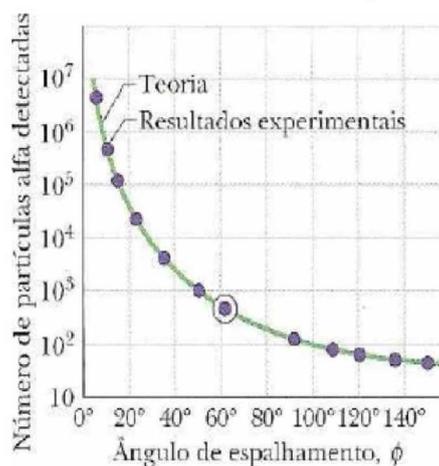


Figura II

Para sofrer uma deflexão de mais de 90° , a partícula alfa teria que ser submetida a uma força considerável; essa força poderia ser explicada se a carga positiva, em vez de se espalhar por todo o átomo, estivesse concentrada em uma pequena região central. Ao aproximar-se muito dessa região sem atravessá-la, resultaria em uma força muito grande.

A figura III mostra algumas possíveis trajetórias de partículas alfa no interior da folha de metal. Analisando os dados, Rutherford chegou à conclusão de que o raio do núcleo era aproximadamente 10^4 vezes menor que o do átomo, concluindo então que o átomo era composto principalmente de espaços vazios.

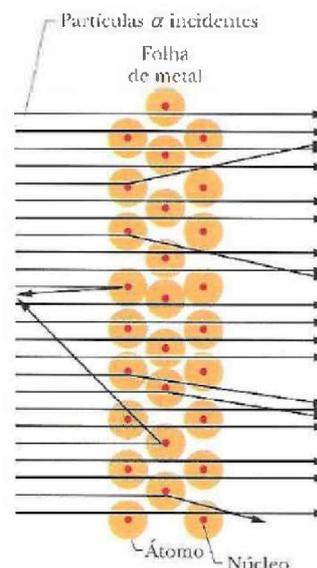


Figura III

Os núcleos são feitos de prótons e nêutrons. O número de prótons, também conhecido como número atômico, é representado pela letra Z ; o número de nêutrons é representado pela letra N . A soma do número de prótons e do número de nêutrons é conhecida como número de massa, representado pela letra A .

Considere o elemento químico ouro ^{197}Au . O índice superior 197 indica o valor do número de massa A . O ouro tem número atômico 79, assim, o número de nêutrons vale 118.

Os elementos químicos com o mesmo número atômico e diferente número de nêutrons N são chamados de isótopos. O elemento ouro tem 32 isótopos, que vão desde o ^{173}Au até o ^{204}Au ; assim, apenas um desses é estável, os outros 31 são radioativos, que sofrem um processo espontâneo de decaimento no qual emitem uma ou mais partículas e se transformam em um elemento químico diferente.

Os átomos neutros de todos os isótopos de um elemento químico, para os quais por definição o valor de Z é o mesmo, possuem o mesmo número de elétrons, as mesmas propriedades químicas e ocupam a mesma posição na tabela periódica dos elementos.

3. Raios dos Núcleos

A palavra raio indica que o núcleo tem forma esférica. A estrutura do átomo é hiperfina, indicando assim que a distribuição da carga no núcleo não é esférica, e sim um elipsoide de revolução com eixo de simetria na direção em redor da qual o vetor momento angular de spin precessa. Uma unidade conveniente para medir distâncias subatômicas é o femtômetro. Essa unidade também é chamada de fermit.

$$1 \text{ femtômetro} = 1 \text{ fermi} = 1 \text{ fm} = 10^{-15} \text{ m.}$$

O núcleo, como o átomo, não é um corpo sólido, com uma superfície bem definida. Além disso, embora muitos núcleos sejam esféricos, outros têm a forma de uma elipsoide. Mesmo assim, os experimentos de espalhamento de elétrons permitem atribuir a cada elemento químico um raio efetivo dado por $r = r_0 \cdot A^{1/3}$, em que A é o número de massa e r_0 vale aproximadamente 1,2 fm.

4. Massas dos Núcleos

As massas atômicas podem ser medidas hoje com muita precisão, mas as massas dos núcleos são mais complicadas de serem medidas devido à dificuldade de se retirar todos os elétrons do átomo.

As massas atômicas são medidas em unidades de massa atômica, definida de tal forma que a massa atômica (e não a massa nuclear) do ^{12}C neutro é exatamente 12u.

$$1 \text{ u} = 1,66053886 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$$

5. Energia de ligação dos Núcleos

A massa de um núcleo é menor que a massa total das partículas que o compõem. Isso significa que a energia de repouso $m.c^2$ de um núcleo é menor que a energia de repouso total dos prótons e nêutrons que fazem parte do núcleo. A diferença entre as duas energias é chamada de energia de ligação do núcleo.

A força que mantém os elétrons unidos ao núcleo para formar os átomos é a força eletromagnética. A força que mantém os núcleos unidos entre si para formar os átomos deve ser suficientemente intensa para superar a força eletromagnética de repulsão entre os prótons, que possuem todos a mesma carga positiva. Os experimentos mostram também que essa força é de curto alcance, já que seus efeitos não se estendem além de alguns femtômetros.

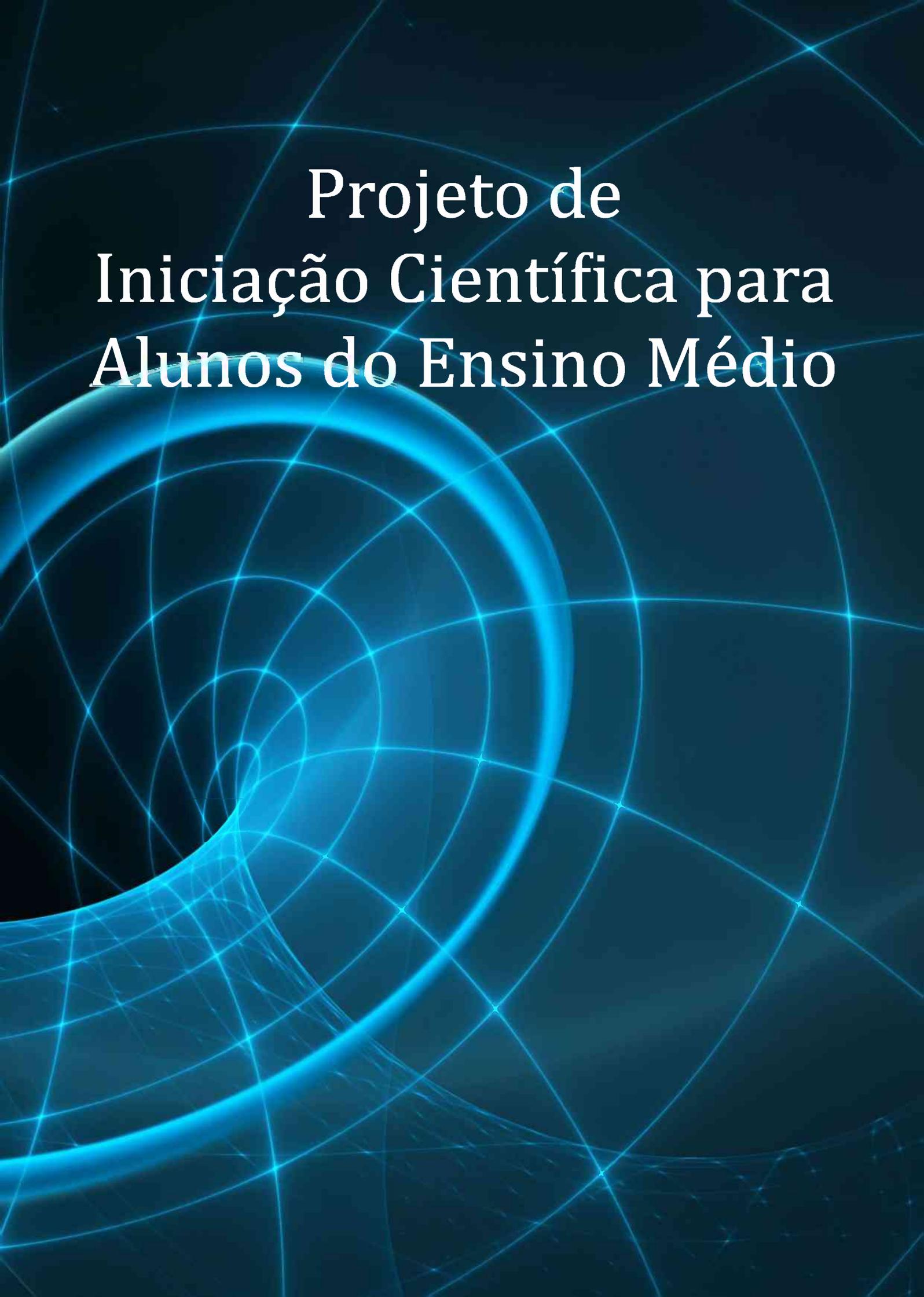
CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento de experimentos feitos, valores e definições são de grande valia para o professor tornar mais rica sua aula. Assim, o intuito deste trabalho é passar para os professores uma introdução teórica que facilite e desperte a curiosidade em seus alunos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] HALLIDAY, Resnick. **Fundamentos da Física**. Óptica e Física Moderna. 8ª Edição. Rio de Janeiro. Editora LTC.
- [2] Eisberg. **Fundamentos da Física Moderna**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Dois, 1979.
- [3] Eisberg, Resnick. **Física Quântica**. 4ª Edição. Rio de Janeiro: Editora campus, 1986.
- [4] Disponível em: <<http://www.explicatorium.com/biografias/ernest-rutherford.html>>. Acesso em: 6 dez. 2016.

APÊNDICE K – Produto Educacional

The background is a dark blue gradient with a complex pattern of glowing, light blue lines. These lines form a grid of intersecting circles and arcs, creating a sense of depth and movement. A prominent, thick, glowing blue arc curves across the lower-left and middle sections of the image. The overall aesthetic is futuristic and scientific.

Projeto de Iniciação Científica para Alunos do Ensino Médio

INTRODUÇÃO

Caro professor,

Nestes mais de 20 anos trabalhando com ensino de Física, dentro e fora de sala de aula, a zona de conforto nunca foi a opção mais aceita. Produzir materiais motivadores e preparar aulas mais ricas em exemplos e conceitos de Física sempre foram meus objetivos.

Um dos desafios encontrados neste período de atuação como professor foi aproximar mais os alunos do ensino de Física e de Ciências. Buscando êxito nessa tentativa de motivação, o autor confeccionou esta revista, elaborada para auxiliar a produção de um projeto de iniciação científica para alunos de Ensino Médio.

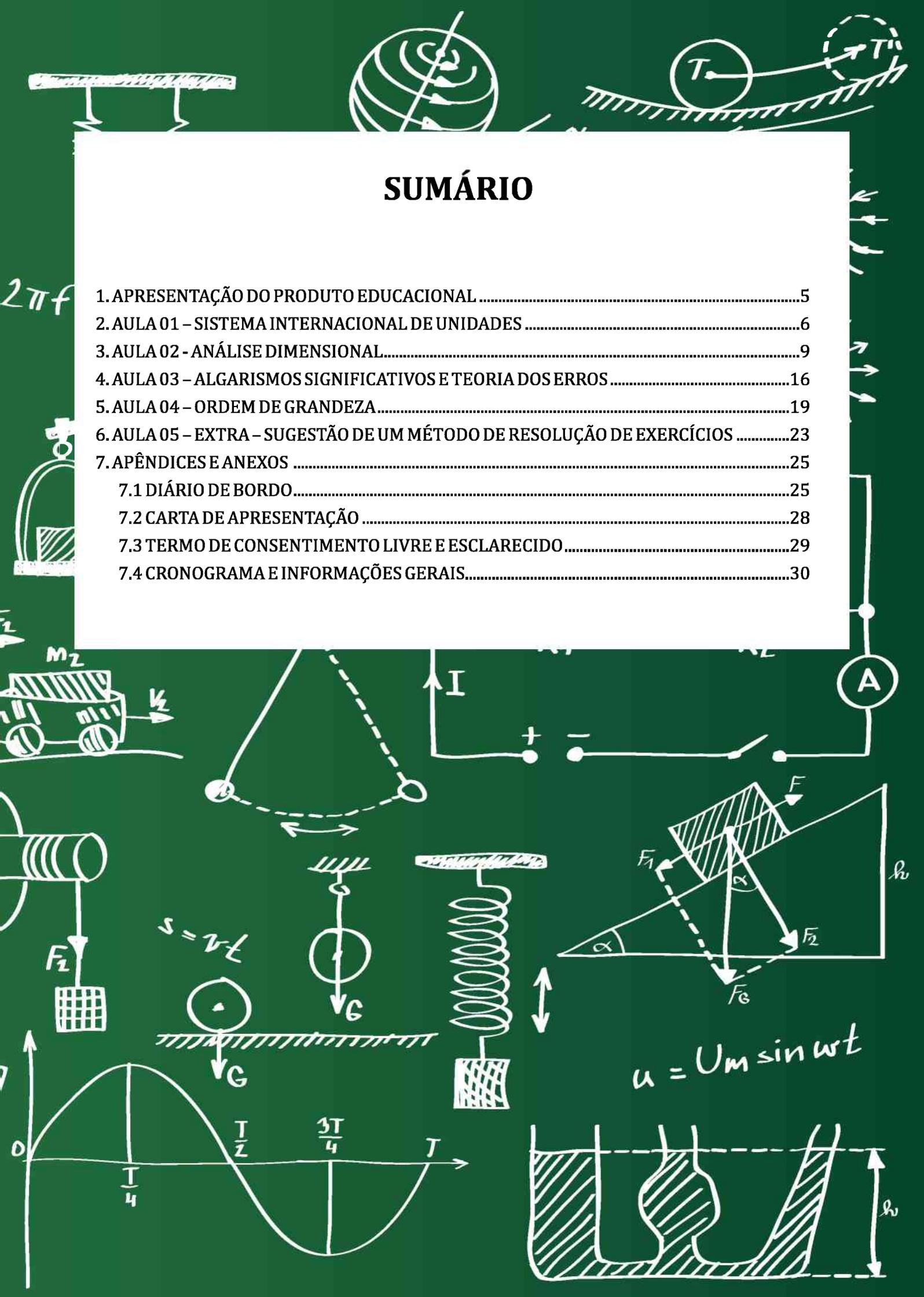
Faço votos que, tendo como suporte esta revista, professores possam desenvolver projetos de iniciação científica, feiras de Ciências e mecanismos que despertem o interesse dos alunos em Física e Ciências.

O autor



SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL	5
2. AULA 01 – SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES	6
3. AULA 02 - ANÁLISE DIMENSIONAL.....	9
4. AULA 03 – ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS E TEORIA DOS ERROS	16
5. AULA 04 – ORDEM DE GRANDEZA.....	19
6. AULA 05 – EXTRA – SUGESTÃO DE UM MÉTODO DE RESOLUÇÃO DE EXERCÍCIOS	23
7. APÊNDICES E ANEXOS	25
7.1 DIÁRIO DE BORDO.....	25
7.2 CARTA DE APRESENTAÇÃO	28
7.3 TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	29
7.4 CRONOGRAMA E INFORMAÇÕES GERAIS.....	30



APRESENTAÇÃO DO PRODUTO EDUCACIONAL

O produto educacional é constituído por cinco aulas enumerada de 1 a 5. Os objetivos de cada uma destas aula são sugeridos a seguir:

Aula 01 – Sistema Internacional de Unidades

- * Entender a necessidade de um padrão de uso das unidades de grandezas.
- * Reconhecer as unidades do Sistema Internacional de Unidades.
- * Conhecer o histórico referente à Conferência Geral de Pesos e Medidas.
- * Conhecer prefixos utilizados para facilitar o manuseio junto ao uso de unidades.

Aula 02 – Análise Dimensional

- * Compreender o uso de unidades como ferramenta algébrica junto ao uso de equações pertinentes às Ciências, principalmente a Física.
- * Saber manipular esta ferramenta em exercícios teóricos.

Aula 03 – Algarismos Significativos e Teoria dos Erros

- * Reconhecer os algarismos significativos.
- * Compreender a utilização de Algarismos Significativos no que tange o reconhecimento do grau de precisão dos instrumentos de medida utilizados em uma pesquisa científica.
- * Compreender os diversos tipos de desvios utilizados ao transpor dados de pesquisa para um trabalho acadêmico.

Aula 04 – Ordem de Grandeza

- * Saber estimar e fazer aproximações de medidas científicas com rigor acadêmico.

Aula 05 – Extra – Sugestão de um método de resolução de exercícios.

- * Criar junto ao aluno um método de resolução de exercícios que possa auxiliar na interpretação do texto de referência, na aplicação da teoria referente ao conteúdo estudado pelo aluno e a construção algébrica para a devida resolução.

Há ainda documentos que podem ser úteis no que tange a parte organizacional de um projeto científico:

- * **Diário de Bordo:** um exemplo de arquivo que pode auxiliar na organização ao longo do trabalho a ser desenvolvido pelo professor.
- * **Carta de Apresentação:** Caso necessário, um documento para o professor ser reconhecido como aplicador de uma pesquisa acadêmica.
- * **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido:** Documento que resguarda todos os segmentos envolvidos no trabalho a ser realizado.
- * **Cronograma e Informações Gerais:** Documento que auxilia na organização de um calendário a ser elaborado por todas as partes envolvidas no trabalho.



**1. AULA 01 – SISTEMA INTERNACIONAL
DE UNIDADES**



1.1 Introdução Teórica

1.1.1 Sistema Internacional de Unidades – SI

Com o desenvolvimento científico a necessidade a adoção de um sistema de unidades de grandezas por parte da sociedade tornou-se cada vez mais necessária. Os fenômenos naturais observados eram trabalhados com grandezas em várias unidades, nem sempre bem definidas, reunidas e vários sistemas de unidades. As definições das grandezas eram associadas as unidades envolvidas em sua compreensão, como por exemplo a pressão, que pode ser medida comparativa com a atmosfera terrestre sobre toda a superfície terrestre.

Os sistemas de unidades surgem e são organizados por unidades fundamentais, unidades de grandezas simples, e por unidades derivadas, resultantes de combinações de unidades fundamentais.

Como exemplo de unidades fundamentais temos:

- ✓ a unidade de distância: metro ou milha.
- ✓ a unidade de tempo: segundo ou hora.

Como exemplo de unidades derivadas temos:

- ✓ a unidade de velocidade: metro por segundo ou quilômetro por hora.

A organização das grandezas em suas unidades fundamentais e conseqüentemente em suas unidades derivadas deu origem a alguns sistemas originários do Sistema Métrico Decimal.

O sistema CGS (centímetro, grama e segundo) surge no século 19.

No começo do século 20 surge o sistema MKS (metro, quilograma e segundo).

Vários outros sistemas são os antecessores do Sistema Internacional de Unidades (SI).

Em 1948 a 9ª Conferência Geral de Pesos e Medidas atribuiu ao Comitê Internacional de Pesos e Medidas a adoção de um Sistema de Unidades e Medidas.

Em 1954 a 10ª Conferência Geral de Pesos e Medidas propõem como unidades fundamentais do Sistema Prático de Unidades e Medidas as unidades de comprimento, massa e tempo, essas já adotadas anteriormente, e aumentando a lista, as de intensidade de corrente elétrica, temperatura e intensidade luminosa.

Em 1960 a 11ª Conferência Geral de Pesos e Medidas o Sistema Prático de Unidades teve seu nome alterado para Sistema Internacional de Unidades, tendo como sigla oficial SI.

Em 1971 a 14ª Conferência Geral de Pesos e Medidas acrescenta a unidade “mol” para a quantidade de matéria.

O Sistema Internacional de Unidades, SI, utilizado nos vários ramos da economia, comércio, em todos os ramos da atividade do dia a dia, não apenas na ciência.

Os nomes das unidades devem ser escritos por extenso, quando necessário. Os nomes das unidades devem começar por letras minúsculas, mesmo em casos de nomes próprios que homenageiam cientistas: newton, kelvin, joule, etc.

A exceção é a de temperatura, grau Celsius. O grau Celsius não é unidade do SI.

Os nomes das unidades devem receber a letra “s” no final, mesmos que contrariem a norma gramatical, para indicar o plural: newtons, pascals, etc. Com exceção as que terminam com “s”, “x” e “z”: hertz, lux, siemens, etc.

Os símbolos das unidades são escritos com letras minúsculas: m (metro), s (segundo), kg (quilograma).

Os símbolos derivados de nomes próprios tem a primeira letra do nome, mesmo sendo a única, escrita com letra maiúscula: N (newton), Pa (pascal), Hz (hertz), etc.

Os símbolos não admitem plural: uma medida de 100 metros de distância entre dois pontos deve ser escrita como a seguir: 100 m. É errado escrever: 100 ms ou 100 mts.

1.2 Prefixos de Unidades

É comum, ao estabelecermos algum padrão de comparação e conseqüentemente medida de comparação, precisarmos de produtos ou quocientes desse padrão, por exemplo:

Usaremos como padrão de medida a distância entre a extremidade de seus dedos com a mão bem aberta, o palmo.

Quantas unidades de palmos são necessárias para medir o seu caderno?

Quantas dezenas de palmos são necessárias para medir o quadro negro em sua sala de aula?

Quantas centenas de palmos são necessárias para medir a distância entre sua residência e sua escola?

Quantas frações do palmo são necessárias para medir sua borracha?

Quantas frações do palmo são necessárias para medir a espessura da folha do seu caderno?

Para facilitar a compreensão das medidas, bem como o uso da matemática usaremos múltiplos e submúltiplos das unidades que representam as unidades (Tabela 1), para o Sistema Internacional de Unidades e para unidades usadas no nosso cotidiano.

1.3 Apêndice

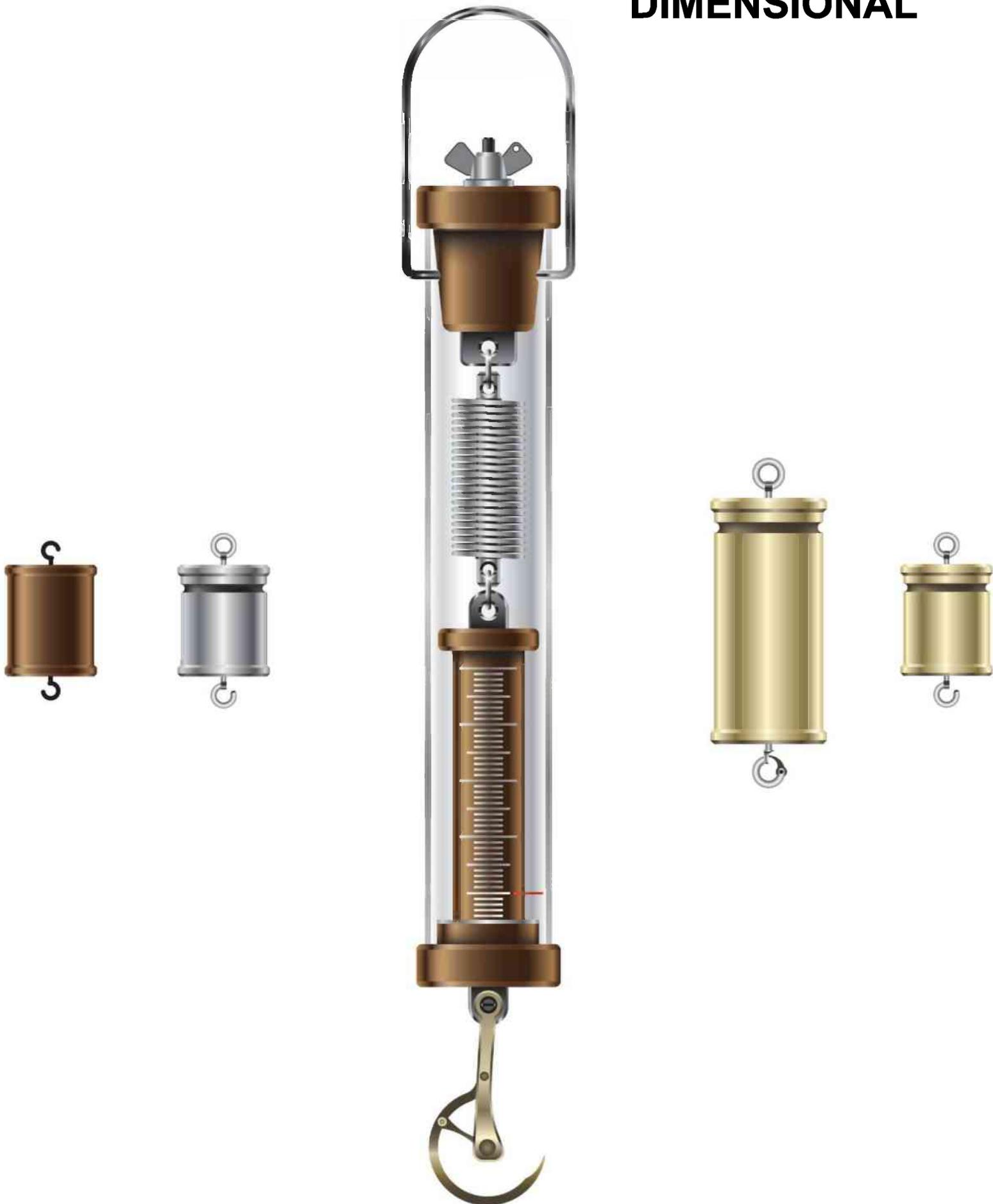
Tabela 1

PREFIXO	SÍMBOLO	POTÊNCIA DE DEZ	VALOR DECIMAL
TERA	T	10^{12}	1 000 000 000 000
GIGA	G	10^9	1 000 000 000
MEGA	M	10^6	1 000 000
QUILO	k	10^3	1 000
HECTO	h	10^2	100
DECA	da	10^1	10
UNIDADE	-	-	-
DECI	d	10^{-1}	0,1
CENTI	c	10^{-2}	0,01
MILI	m	10^{-3}	0,001
MICRO	μ	10^{-6}	0,000001
NANO	η	10^{-9}	0,000000001

1.4 Referência Bibliográfica

Rozenberg, Izrael Mordka. O Sistema Internacional de Unidades – 3ª Edição. São Paulo: Instituto Mauá de Tecnologia, 2006.

2. AULA 02 - ANÁLISE DIMENSIONAL



2.1 Introdução Teórica

Uma grandeza física pode ser expressa sob a forma de um produto de potências das grandezas das quais ela depende.

$$G = X^a \cdot Y^b \cdot Z^c$$

Usualmente expressamos grandezas física em função das fundamentais ou primitivas.

Fundamentais:

- ✓ Comprimento (L)
- ✓ Massa (M)
- ✓ Tempo (T)

$$G = M^a \cdot L^b \cdot T^c$$

Velocidade	Aceleração	Força
------------	------------	-------

Energia	Pressão	Potência
---------	---------	----------

2.2 Exercício Modelo

Fonte: (ITA SP) - Ano: (2005)

Quando camadas adjacentes de um fluido viscoso deslizam regularmente umas sobre as outras, o escoamento resultante é dito laminar. Sob certas condições, o aumento da velocidade provoca o regime de escoamento turbulento, que é caracterizado pelos movimentos irregulares (aleatórios) das partículas do fluido. Observa-se, experimentalmente, que o regime de escoamento (laminar ou turbulento) depende de um parâmetro adimensional (Número de Reynolds), dado por $R = \rho^\alpha v^\beta d^\gamma \eta^\tau$, em que ρ é a densidade do fluido; v , sua velocidade; η , seu coeficiente de viscosidade; e d , uma distância característica associada à geometria do meio que circunda o fluido. Por outro lado, num outro tipo de experimento, sabe-se que uma esfera, de diâmetro D , que se movimenta num meio fluido, sofre a ação de uma força de arrasto viscoso dada por $F = 3\pi D\eta v$. Assim sendo, com relação aos respectivos valores de α , β , γ e τ , uma das soluções é:

- a) $\alpha = 1, \beta = 1, \gamma = 1, \tau = -1$;
- b) $\alpha = 1, \beta = -1, \gamma = 1, \tau = 1$;
- c) $\alpha = 1, \beta = 1, \gamma = -1, \tau = 1$;
- d) $\alpha = -1, \beta = 1, \gamma = 1, \tau = 1$;
- e) $\alpha = 1, \beta = 1, \gamma = 0, \tau = 1$.

2.3 Sugestão de Atividade a ser desenvolvida pelo professor junto aos alunos.

✓ **Questão 01.**

Uma certa grandeza física A é definida como o produto da variação de energia de uma partícula pelo intervalo de tempo em que esta variação ocorre. Outra grandeza, B, é o produto da quantidade de movimento da partícula pela distância percorrida. A combinação que resulta em uma grandeza adimensional é:

- a) AB;
- b) A/B;
- c) A/B²;
- d) A²/B;
- e) A²B.

Gab: B

✓ **Questão 02.**

No que respeita as unidades básicas do SI (kg, m, s, A, K, mol e cd), julgue os itens que se seguem em certos ou errados.

- 01. A constante gravitacional possui unidades m³, s⁻² e kg⁻¹.
- 02. A constante universal dos gases possui unidades kg, m², mol⁻¹, K⁻¹ e s⁻².
- 03. A capacitância possui unidades A², s³, m⁻² e kg⁻¹.
- 04. A frequência possui unidade s⁻¹.
- 05. O potencial elétrico possui unidades kg, m², A⁻¹ e s⁻³.

Gab: CCECC

✓ **Questão 03.**

A intensidade de determinada grandeza física G pode ser calculada pela expressão

$$G = \frac{A \cdot B}{C}$$

Sabendo que a grandeza A é medida em unidades de força; B, em unidades de

comprimento e C, em unidades de tempo, pode-se afirmar que a grandeza G tem dimensão de:

- A) potência;
- B) aceleração;
- C) trabalho;
- D) quantidade de movimento;
- E) velocidade.

Gab: A

2.4 Sugestão de Atividade a ser desenvolvida pelos alunos.

✓ Questão 01.

As grandezas físicas são utilizadas para descrever fenômenos ou propriedades de sistemas e são caracterizadas por terem dimensões, e a análise dimensional é uma técnica que permite entender quais são as combinações de grandezas físicas relevantes para determinado problema.

Considerando-se que a explosão de bombas atômicas libera uma energia, na explosão,

dada pela equação $E = \frac{c\rho R^5}{t^2}$, sendo C uma constante adimensional: ρ , a densidade do

ar; R, o tamanho da frente de choque da onda da explosão e t o tempo, conclui-se que a energia liberada pela onda tem sua dimensão dada por:

- a) $M^2L^{-1}T^{-1}$;
- b) ML^2T^{-2} ;
- c) $M^2L^{-1}T$;
- d) $M^{-1}LT$;
- e) MLT .

Gab: B

✓ Questão 02.

Uma gota de chuva se forma no alto de uma nuvem espessa. À medida que vai caindo dentro da nuvem, a massa da gota vai aumentando, e o incremento de massa Δm , em um pequeno intervalo de tempo Δt , pode ser aproximado pela expressão: $\Delta m = \alpha v S \Delta t$, em que α é uma constante, v é a velocidade da gota, e S, a área de sua superfície. No sistema internacional de unidades (SI), a constante α é:

- A) expressa em $kg.m^3$;
- B) expressa em $kg.m^{-3}$;
- C) expressa em $m^3.s.kg^{-1}$;
- D) expressa em $m^3.s^{-1}$;
- E) adimensional.

Gab: B

✓ Questão 03.

Seja X uma grandeza física hipotética definida pela equação $X = k \frac{V \times M}{\Delta t}$, em que V

representa velocidade, M massa e Δt intervalo de tempo. Sendo L, M e T as unidades de comprimento, massa e tempo, respectivamente, a unidade de k, para que X seja adimensional, é corretamente representada por:

- A) LMT^2 ;
- B) $L^{-1}M^{-1}T^2$;
- C) $L^{-1}MT^2$;
- D) $LM^{-1}T^{-2}$;
- E) LMT .

Gab: B

✓ **Questão 04.**

Considere a expressão $Z = \frac{x^2}{mr^2} - \frac{ym^2}{r}$, onde:

Z - energia

m - massa

r - distância

Para que a homogeneidade da expressão seja garantida, as grandezas x e y devem ser medida no SI, respectivamente, em:

- A) $\text{kg m}^4/\text{s}^2$; $\text{kg m}^2/\text{s}^2$;
- B) kg N/s ; $\text{kg}^2/\text{N m}^2$;
- C) $\text{N}^2\text{m/s}$; $\text{N m}^2/\text{kg}$;
- D) Nm/s^2 ; Nm/kg^2 ;
- E) $\text{kg m}^2/\text{s}$; $\text{m}^3/\text{kg s}^2$.

Gab: E

2.5 Teste Diagnóstico.

✓ **Questão 01.**

Assinale o que for correto.

- 01. Se X é medido em quilogramas, Y é medido em metros por segundo e Z é medido em metros, a unidade para a quantidade XY^2Z^{-1} é $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}}$.
- 02. Se X é medido em newtons e Y é medido em kg/m , a unidade para $\left(\frac{X}{Y}\right)^{1/2}$ é m/s .
- 04. Se X é medido em quilogramas, Y é medido em metros por segundo e Z é medido em metros, a unidade para a quantidade XY^2Z^{-1} é $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$.
- 08. Para um gráfico que apresenta uma quantidade que é medida em newtons no eixo y, e uma quantidade que é medida em metros no eixo x, a inclinação de uma reta está associada às unidades de N.m.

Gab: ECCE

✓ **Questão 02.**

Uma grandeza física de natureza mecânica pode ser expressa em função das três grandezas fundamentais, em que M é o símbolo da dimensão massa, L, o da dimensão comprimento e T, o da dimensão tempo, obtendo-se, assim, a equação dimensional da grandeza.

Considerando-se a grandeza Y dada pela expressão $Y = K \text{ m}^2/(\text{v}^2\text{t}^4)$, em que Y é uma força, K é uma constante, m é a massa, v é a velocidade e t é o tempo, pode-se afirmar que a unidade da constante K, no SI, é dada por:

- A) m^2/kg ;
- B) kg.m/s ;
- C) $\text{kg}^2/\text{m.s}$;
- D) m^3/kg ;
- E) $\text{m.s}^2/\text{kg}$.

Gab: D

✓ **Questão 03.**

Na resolução de problemas de Física, é sempre necessário verificar a coerência entre as unidades de medida antes mesmo de partir para a solução.

Sabendo-se que, na expressão $P = Zv^2 / 2$, P é a pressão e \bar{v} a velocidade e que ambas estão medidas de acordo com o Sistema Internacional de Medidas (SI), marque a opção que representa corretamente a unidade de Z .

- A) kg / m.
- B) kg / m².
- C) kg / m³.
- D) kg² / m.
- E) kg³ / m³.

Gab: C

✓ **Questão 04.**

Considere um corpo esférico de raio r totalmente envolvido por um fluido de viscosidade η com velocidade média v . De acordo com a lei de Stokes, para baixas velocidades, esse corpo sofrerá a ação de uma força de arrasto viscoso dada por $F = -6 \pi r \eta v$. A dimensão de η é dada por:

- A) m.s⁻¹;
- B) m.s⁻²;
- C) kg.m.s⁻²;
- D) kg.m.s⁻³;
- E) kg.m⁻¹s⁻¹.

Gab: E

3. AULA 03 – ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS E TEORIA DOS ERROS



3.1 Algarismo Significativos

Em toda medida os algarismos corretos e o primeiro duvidoso são chamados de algarismos significativos.

- ✓ Os zeros à esquerda do primeiro algarismo significativo não são significativos.
- ✓ Algarismos de 1 a 9 são sempre significativos.

3.2 Teoria dos Erros

3.2.1 Classificação dos erros:

- ✓ Grosseiros: Falta de atenção ou experiência do medidor.
- ✓ Acidentais: Causas indeterminadas. Afetam as medidas de modo imprevisível.
- ✓ Sistemáticos: Decorrem de imperfeições no instrumento, do método e do observador.

3.2.2 Postulado de Gauss

Supomos medidas confiáveis: $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3 \dots \lambda_N$

Para Gauss o valor mais provável $\bar{\lambda}$ é a média aritmética.

3.2.3 Desvio Absoluto

$$d = \lambda_1 - \bar{\lambda}$$

onde d pode assumir valores positivos, negativos ou até zero.

3.2.4 Desvio Relativo

$$d = \frac{d_1}{\lambda}$$

3.2.5 Desvio Absoluto Médio

É dado pela média aritmética dos módulos dos desvios absolutos.

$$d_m = \frac{|d_1| + |d_2| + |d_3| + \dots + |d_n|}{n}$$

3.2.6 Desvio Relativo Médio

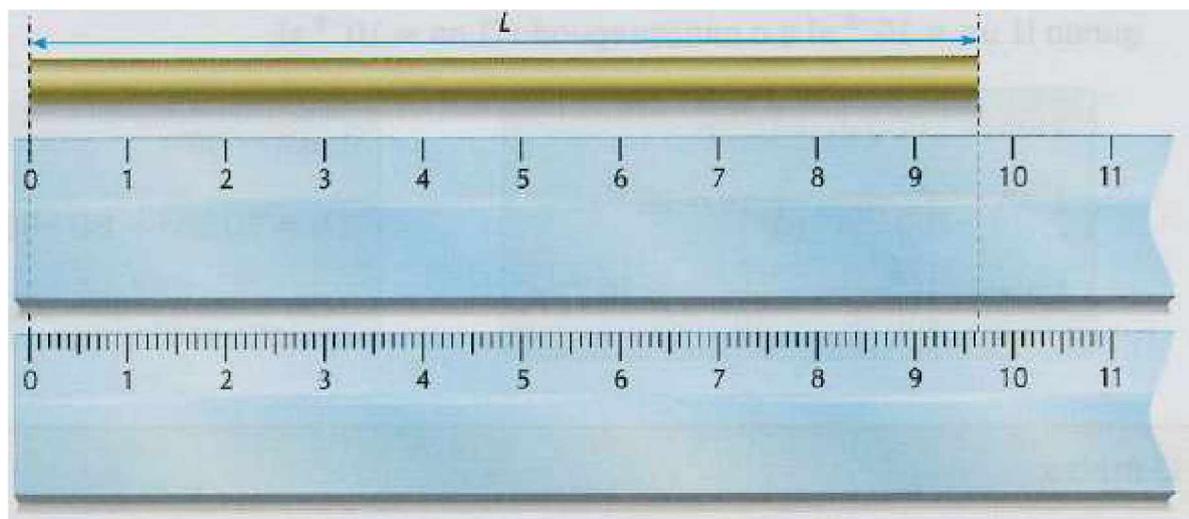
$$d_R = \frac{d_m}{\lambda}$$

3.2.7 Apresentação de um resultado experimental

$$\lambda = \bar{\lambda} \pm d_m$$

3.3 Exercício Modelo

Usando a figura abaixo, pedir para os alunos, em grupos de quatro, que apresentem, usando a teoria apresentada, um resultado da medida com os dois instrumentos de medida.



4. AULA 04 – ORDEM DE GRANDEZA



4.1 Introdução Teórica

A ordem de grandeza pode ser entendida com uma estimativa de uma medida, em que não se tem um valor exato, mas uma boa aproximação. Para essa estimativa ter uma aproximação científica trabalhamos com uma potência de 10. Essa determinação deve seguir uma sequência para ser bem definida:

- ✓ Expresse o número em notação científica, na forma: $n \cdot 10^x$.
- ✓ Compare o número obtido n com o valor equivalente a $\sqrt{10}$, ou seja, com 3,162.
- ✓ Se n for maior que 3,162, some uma unidade ao expoente x da potência de 10.
- ✓ Se n for menor que 3,162, mantenha o valor x da potência de 10.
- ✓ Se n for igual a 3,162, a opção fica por conta do avaliador.

4.2 Exemplo

Estime a ordem de grandeza do número de aspirações durante um período médio da vida humana.

Resolução:

- ✓ Estimamos a expectativa de vida em torno de 70 anos.
- ✓ Estimamos um número de aspirações por minuto.
- ✓ Calculamos o valor aproximado de minutos em um ano:
 $1 \text{ ano} = 6 \cdot 10^5 \text{ minutos}$
- ✓ Calculamos o valor aproximado de minutos em 70 anos:
 $70 \text{ anos} = 4 \cdot 10^7 \text{ minutos}$
- ✓ Assim temos o número aproximado de aspirações durante a vida:
 $4 \cdot 10^8 \text{ aspirações}$
- ✓ Seguindo a técnica apresentada acima temos:
 $n = 4$ e $x = 8$, como 4 é maior que 3,162, somamos uma unidade ao x , obtendo a ordem de grandeza 10^9 .

4.3 Atividade para os alunos

- ✓ **Questão 01**
No campeonato mundial de futebol, disputado nos Estados Unidos em 1994, a ordem de grandeza do número de espectadores presentes em cada um dos jogos do Brasil foi:
 - a) 10^2 ;
 - b) 10^3 ;
 - c) 10^4 ;
 - d) 10^5 ;
 - e) 10^6 .

Gab: D

✓ **Questão 02**

O rio Amazonas injeta, a cada hora, 680 bilhões de litros de água no oceano Atlântico. Esse volume corresponde a cerca de 17% de toda a água doce que chega aos oceanos do planeta, no mesmo intervalo de tempo. A ordem de grandeza do volume total de água doce, em **litros**, que chega aos oceanos a cada hora é, então:

- a) 10^7 ;
- b) 10^9 ;
- c) 10^{11} ;
- d) 10^{12} ;
- e) 10^{15} .

Gab: D

✓ **Questão 03**

Cada exemplar de um jornal é lido, em média, por três pessoas. Num grupo de 7500 leitores, a ordem de grandeza da quantidade de exemplares necessários corresponderá a:

- a) 10^0 ;
- b) 10;
- c) 10^2 ;
- d) 10^3 ;
- e) 10^4 .

Gab: D

✓ **Questão 04**

Alguns experimentos realizados por virologistas demonstraram que um bacteriófago (vírus que parasita e se multiplica no interior de uma bactéria) é capaz de formar 100 novos vírus em apenas 30 minutos.

Se introduzirmos 1000 bacteriófagos em uma colônia suficientemente grande de bactérias, qual a ordem de grandeza do número de vírus existentes após 2 horas?

- a) 10^7 .
- b) 10^8 .
- c) 10^9 .
- d) 10^{10} .
- e) 10^{11} .

Gab: E

✓ **Questão 05**

Para se obter 1 mol qualquer substância, é necessário reunir $5 \cdot 10^{23}$ moléculas aproximadamente. deixa-se 1 mol de água (18g) numa vasilha exposta ao sol. Algum tempo depois, verifica-se que se evaporaram 3g de água. A ordem de grandeza do número de moléculas de água restantes na vasilha é:

- a) 10^{24} ;
- b) 10^{22} ;
- c) 10^{20} ;
- d) 10^{18} ;
- e) 10^{16} .

Gab: A

✓ **Questão 06**

O diâmetro atômico de qualquer elemento químico é da ordem de 10^{-10} m. O número de átomos contidos em 1 cm^3 de um elemento sólido é da ordem de:

- a) 10^{24} ;
- b) 10^{16} ;
- c) 10^{20} ;
- d) 10^{30} .

Gab: A

5. AULA 05 – EXTRA – SUGESTÃO DE UM MÉTODO DE RESOLUÇÃO DE EXERCÍCIOS

Em cada uma das questões que se seguem utilize as orientações para as devidas resoluções.

1^o nada admitir que não seja absolutamente evidente. Não lançar mão senão de ideias claras e distintas.

2^o dividir cada problema em tantos problemas particulares quanto convenha para melhor o resolver.

3^o conduzir por ordem os pensamentos. Dispor as ideias em uma ordem tal que cada uma seja precedida de todas aquelas de que depende, e que preceda todas as que dela dependem.

4^o enumerar completamente os dados do problema e passar em revisão cada um dos elementos da sua solução para se certificar de que os resolvemos corretamente.

✓ Questão 01

Um corpo é deixado cair em queda livre, a partir do repouso, da altura de 80 m. Adotando-se $g = 10 \text{ m/s}^2$, pode-se afirmar que a velocidade média na queda é, em m/s , de:

✓ Questão 02

De um telhado, de 20 m de altura, caem gotas de chuva, separadas por intervalos de tempo iguais entre si. No momento em que a quinta gota se desprende, a primeira toca o solo. Adotando: $g = 10 \text{ m/s}^2$ e desprezando a resistência do ar, calcule a distância que separa as duas últimas gotas a se desprenderem do telhado (quarta e quinta), no instante em que a quinta gota se desprende.

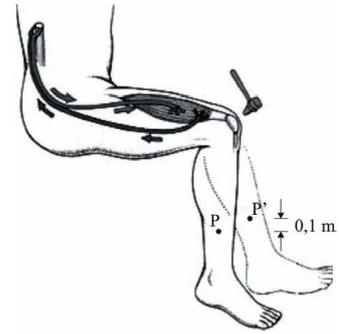
✓ Questão 03

(Vestibular-ITA) De acordo com a Lei de Stefan-Boltzmann, o equilíbrio da atmosfera terrestre é obtido pelo balanço energético entre a energia de radiação do Sol absorvida pela Terra e a reemitida pela mesma. Considere que a energia fornecida por unidade de tempo pela radiação solar é dada por $P = A e \sigma T^4$, em que $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$; A é a área da superfície do corpo; T a temperatura absoluta, e e o parâmetro e é a emissividade que representa a razão entre a taxa de radiação de uma superfície particular e a taxa de radiação de uma superfície de um corpo ideal, com a mesma área e mesma temperatura. Considere a temperatura média da Terra $T = 287 \text{ K}$ e, nesta situação, $e = 1$. Sabendo que a emissão de gases responsáveis pelo aquecimento global reduza a emissividade, faça uma estimativa de quanto aumentará a temperatura média da Terra devido à emissão de gases responsáveis pelo aquecimento global, se a emissividade diminuir 8%.

$$\text{Considere } (1-x)^{1/4} \cong 1 - \frac{x}{4}$$

✓ **Questão 04**

(Vestibular-UNB-Adaptada) - Considere que a massa da parte do membro inferior de uma pessoa, que vai do joelho ao pé — perna e pé —, seja igual a 2 kg e que seu centro de massa esteja localizado no ponto indicado por P, como ilustrado na figura. Considere, ainda, que, no movimento de “arcorreflexo” descrito no texto, o ponto P se desloque para o ponto P', realizando-se trabalho contra a gravidade. Suponha que o equivalente a 10% desse trabalho seja convertido em calor durante o referido movimento e que esse calor seja utilizado para aquecer a coxa da pessoa. Suponha, ainda, que a coxa tenha massa de 5 kg, que o seu calor específico seja de $1,05 \text{ cal}\cdot\text{g}^{-1}\cdot\text{C}^{-1}$ e que a aceleração da gravidade seja 10 m/s^2 . Com base nessas informações, faça o que se pede no item a seguir, que é do tipo B, desprezando, para a marcação na folha de respostas, a parte fracionária do resultado obtido, após efetuados todos os cálculos solicitados.



Calcule, em $^{\circ}\text{C}$, o aumento de temperatura na coxa dessa pessoa, devido à conversão de calor aludida acima, depois de ela realizar 1.000 vezes o movimento de arcorreflexo. Considere que 1 cal seja igual a 4,18 J.

✓ **Questão 05**

Células fotovoltaicas foram idealizadas e desenvolvidas para coletar a energia solar, uma forma de energia abundante, e convertê-la em energia elétrica. Esses dispositivos são confeccionados com materiais semicondutores que, quando iluminados, dão origem a uma corrente elétrica que passa a alimentar um circuito elétrico. Considere uma célula de 100 cm^2 que, ao ser iluminada, possa converter 12% da energia solar incidente em energia elétrica. Quando um resistor é acoplado à célula, verifica-se que a tensão entre os terminais do resistor é 1,6 V. Considerando que, num dia ensolarado, a célula recebe uma potência de 1 kW por metro quadrado, calcule a corrente que passa pelo resistor.

✓ **Questão 06**

(Vestibular-UnB-Adaptada) O chuveiro elétrico é um dos principais inimigos da economia doméstica. O uso indiscriminado desse equipamento pode gerar altas contas de energia elétrica no final de cada mês. Para tentar minimizar esse problema, um pai de família, depois de instalar um chuveiro de 6250 W em 220 V, resolveu explicar a seu filho adolescente como o chuveiro funciona:

“Esse chuveiro possui três posições de operação: DESLIGADO, VERÃO e INVERNO. Quando a chave está na primeira posição, a resistência elétrica do chuveiro é infinita, ou seja, não há corrente elétrica e, por isso, a água não é aquecida. Quando a chave está na posição INVERNO, a resistência é mínima, o que garante a máxima corrente elétrica e o máximo aquecimento da água. Se a chave está na posição VERÃO, a resistência é igual ao triplo da resistência mínima. Atualmente, um banho de uma hora de duração, com a chave na posição INVERNO, custa R\$ 1,00. Portanto, se em nossa casa moram sete pessoas, temos de ter cuidado com a duração de cada banho e, sempre que possível, usar o chuveiro com a chave na posição VERÃO. Além do mais, o preço do kWh aqui em Brasília depende da faixa de consumo; quanto mais se consome, mais caro fica o kWh.” Considerando que o preço do kWh independa da energia consumida e que cada um dos sete moradores tome um banho de vinte minutos de duração por dia, usando o chuveiro com a chave na posição VERÃO, calcule, em reais, o valor a ser pago pelo uso do chuveiro em um período de trinta dias.

6. APÊNDICES E ANEXOS

6.1 DIÁRIO DE BORDO

6.1.1 Cronologia

6.1.1.1 Primeira Aula (Primeiro Encontro), data: ___/___/___

- Preparação do primeiro encontro, ___/___/___.

- Expectativa para o primeiro encontro:

- a) Explanação minuciosa acerca do objetivo do projeto científico: artigo, experimento, etc.
- b) Explanação minuciosa acerca das normas do projeto científico: faltas não justificadas, produção constante de textos, etc.
- c) Incentivo junto aos alunos quanto à leitura científica e não científica, buscando assim um maior foco para os objetivos estabelecidos.
- d) Entrega do material teórico, referente à Aula 1, aos alunos, e do termo de consentimento, a ser assinado pelo responsável.
- e) Aula 01: Sistema Internacional de Unidades – S.I.
- f) Aula 01: Prefixos de Unidades.
- g) Apresentação de fontes virtuais de consulta: Google Acadêmico.
- h) Primeira tarefa: Pedir aos alunos que escrevam dois parágrafos sobre o tema “Conferência geral de pesos e medidas”.
- i) Criação de grupo de comunicação entre os alunos e professor(es).

6.1.1.2 Primeira Aula (Primeiro Encontro), data: ___/___/___

- Todos os tópicos da expectativa do primeiro encontro foram cumpridos.

- ✓ Explanação minuciosa acerca do objetivo do projeto científico: artigo, experimento, etc.
- ✓ Explanação minuciosa acerca das normas do projeto científico: faltas não justificadas, produção constante de textos, etc.
- ✓ Incentivo junto aos alunos quanto à leitura científica e não científica, buscando assim um maior foco para os objetivos estabelecidos.
- ✓ Entrega do material teórico, referente à Aula 1, aos alunos, e do termo de consentimento, a ser assinado pelo responsável.
- ✓ Aula 01: Sistema Internacional de Unidades – S.I.
- ✓ Aula 01: Prefixos de Unidades.
- ✓ Apresentação de fontes virtuais de consulta: Google Acadêmico.
- ✓ Primeira tarefa: Pedir aos alunos que escrevam dois parágrafos sobre o tema “Conferência geral de pesos e medidas”. Assinalar aos alunos o recebimento da tarefa ao longo da semana.
- ✓ Criação de grupo de comunicação entre os alunos e professor(es).

6.1.1.3 Segunda Aula (Segundo Encontro), data: ___/___/___

- Preparação do segundo encontro, ___/___/___.

- Expectativa para o segundo encontro:

- a) Entrega do material teórico, referente à Aula 2, aos alunos.
- b) Aula 02: Análise Dimensional.

- c) Apresentação de algumas normas da ABNT.
- d) Segunda tarefa: Introdução a um método de organização.
- e) Recolhimento do termo de consentimento assinado pelo responsável.

6.1.1.4 Segunda Aula (Segundo Encontro), data: __/__/__

- Todos os tópicos da expectativa do segundo encontro foram cumpridos.

- ✓ Sinalização aos alunos do recebimento da tarefa ao longo da semana.
- ✓ Entrega do material teórico, referente à Aula 2, aos alunos.
- ✓ Aula 02: Análise Dimensional.
- ✓ Apresentação de algumas normas da ABNT.
- ✓ Segunda tarefa: Introdução a um método de organização, por meio de exercícios.
- ✓ Recolhimento do termo de consentimento assinado pelo responsável.

6.1.1.5 Terceira Aula (Terceiro Encontro), data: __/__/__

- Preparação do terceiro encontro, __/__/__.

- Expectativa para o terceiro encontro:

- a) Correção e esclarecimento de dúvidas referentes ao segundo encontro.
- b) Entrega do material teórico, referente à Aula 3, aos alunos.
- c) Aula 03: Algarismos Significativos e Teoria dos Erros
- d) Apresentação de algumas normas da ABNT.

6.1.1.6 Terceira Aula (Terceiro Encontro), data: __/__/__

- Todos os tópicos da expectativa do terceiro encontro foram cumpridos.

- ✓ Correção e esclarecimento de dúvidas referentes ao segundo encontro.
- ✓ Entrega do material teórico, referente à Aula 03, aos alunos.
- ✓ Aula 03: Algarismos Significativos e Teoria dos Erros.
- ✓ Apresentação de algumas normas da ABNT.

6.1.1.7 Quarta Aula (Quarto Encontro), data: __/__/__

- Preparação do quarto encontro, __/__/__.

- Expectativa para o quarto encontro:

- a) Entrega do material teórico, referente à Aula 04, aos alunos.
- b) Aula 04: Ordem de Grandeza.

6.1.1.8 Quarta Aula (Quarto Encontro), data: __/__/__

- Todos os tópicos da expectativa do quarto encontro foram cumpridos.

- ✓ Entrega do material teórico, referente à Aula 04, aos alunos.
- ✓ Aula 04: Ordem de Grandeza.

6.1.1.9 Quinta Aula (Quinto Encontro), data: __/__/____

- Preparação do quinto encontro, __/__/____.
- Expectativa para o quinto encontro:

- Entrega do material teórico, referente à Aula 05, aos alunos.
- Aula 05: Normas da ABNT.
- Separação de alunos por grupos de 4 integrantes.
- Apresentação de modelo de artigo.
- Tarefa: Entrega de um texto¹ referente a um determinado assunto para que os alunos já em grupo organizassem o texto em forma de artigo. Esse exercício tem as seguintes tarefas:
 - Fazer o resumo e o *abstract* após a leitura do artigo texto.
 - Recolocar o texto nas normas da ABNT.
 - Criar 2 notas de rodapé por página.
 - Criar 3 referências bibliográficas a mais, podendo ser “fora” do próprio contexto.

6.1.1.10 Quinta Aula (Quinto Encontro), data: __/__/____

- Todos os tópicos da expectativa do quinto encontro foram cumpridos.

- ✓ Entrega do material teórico, referente à Aula 05, aos alunos.
- ✓ Aula 05: Normas da ABNT.
- ✓ Separação de alunos por grupos de 4 integrantes (número máximo).
- ✓ Escolha do tema do experimento/artigo pelos integrantes dos grupos.
- ✓ Apresentação de modelo de artigo.
- ✓ Tarefa: Entrega de um texto referente a um determinado assunto para que os alunos já em grupo organizassem o texto em forma de artigo. Esse exercício tem as seguintes tarefas:
 - Fazer o resumo após a leitura do artigo texto.
 - Fazer o *abstract*.
 - Recolocar o texto nas normas da ABNT.
 - Criar 2 notas de rodapé por página.
 - Criar 3 referências bibliográficas a mais, podendo ser fora do próprio contexto.

¹ Um artigo científico não publicado com algumas alterações em sua formatação.

6.2 CARTA DE APRESENTAÇÃO

Cidade, ___ de _____ 20xx.

À
Direção do XXXXX (Nome da Escola)

Prezados Senhores

Pela presente, informamos que o professor de Física do ensino médio **Nome do Professor/Pesquisador** está devidamente matriculado – matrícula número **xx -xxxxxx** no Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física na Universidade de Brasília e que solicita a aplicação do projeto de mestrado intitulado **Nome do projeto**, o qual irá compor seu trabalho de conclusão de mestrado. O projeto ao ser trabalhado junto aos alunos ocorrerá em contra turno, ao longo do ano de **xxxx**, na instituição educacional sem nenhum tipo de ônus para a mesma.

Desde já agradeço a atenção dispensada,

Prof. Dr. Nome do Coordenador(a) do Polo
Coordenador(a) do Polo **x - xxxxxxxxxxxx**
Núcleo de Pesquisa em Ensino de Física - Instituto de Física -
Caixa Postal **xxxxx**
Universidade **xxxxxxxx**
Cidade-Estado – País - CEP

Prof. Dr. **Nome do Orientador** - Orientador
Núcleo de Pesquisa em Ensino de Física - Instituto de Física -
Caixa Postal **xxxxx**
Universidade **xxxxxxxx**
Cidade-Estado – País - CEP

6.3 TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar, em caráter voluntário, de uma pesquisa da Universidade ~~XXXXXXXX~~ sobre Ensino em Física. Leia cuidadosamente o que segue e quaisquer dúvidas serão respondidas prontamente. Este estudo será conduzido pelo professor Marcus Vinícius Almeida Queiroz, sob a orientação do professor Dr. Ronni Geraldo Gomes de Amorim.

A sua participação é voluntária, e será documentada por meio deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, assinado.

O objetivo desta pesquisa é introduzir um projeto de iniciação científica junto aos alunos. Os instrumentos de coleta de dados incluem encontros agendados, questionários, a produção de um artigo científico e a montagem de um experimento.

Se você concordar em participar do estudo, seu nome e identidade serão mantidos em sigilo. Somente o pesquisador e o orientador terão acesso às suas informações individuais. Você pode escolher não fazer parte do estudo, desistir a qualquer momento ou ainda ser solicitado a sair do estudo se não cumprir os procedimentos previstos, ou não atender às exigências estipuladas. Você receberá uma via assinada deste Termo de Consentimento.

As perguntas ou os problemas referentes ao estudo e à pesquisa poderão ser questionados ao pesquisador (e-mail: mv71fis@gmail.com).

“Declaro que li e entendi este Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, e que sou voluntário a tomar parte neste estudo”.

Cidade, ___ de _____ 20xx.

Assinatura do (a) Participante

Assinatura do (a) Responsável

Assinatura do Pesquisador

6.4 CRONOGRAMA E INFORMAÇÕES GERAIS

6.4.1 PROJETO INICIAÇÃO CIENTÍFICA

6.4.1.1 Objetivo

Preparar alunos do ensino médio para a organização, confecção e apresentação de uma semana científica/projeto científico e para a produção de um artigo científico.

6.4.1.2 Informações Gerais

Os alunos interessados em participar do projeto devem inscrever-se junto à escola para, no horário de contra turno, participarem de encontros ao longo de um período pré estabelecido pela instituição.

Aos alunos serão ministradas aulas referentes a temas comuns a todos, nos primeiro três encontros, em seguida, após optarem por um determinado tema o(s) professor(es) ministrá(ão) aulas referentes ao assunto escolhido, aulas para o aprofundamento no assunto inerente ao currículo escolar, dando suporte ao artigo e ao experimento.

Escolhido o tema e o experimento, professor(es) e alunos começarão a pesquisa acerca de materiais que deverão ser utilizados durante a programação e durante a semana científica. Pesquisa, que envolve custo/benefício, a ser apresentada à direção da escola, caso a escola esteja interessada.

A programação é descrita na tabela que se segue, sendo passível de mudanças.

Professor xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx – Física

6.4.2 Modelo de Tabela com Programação

DATA	PROGRAMAÇÃO
—/—/—	SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES
—/—/—	INTRODUÇÃO DO MODELO DE ARTIGO/NORMAS ABNT
—/—/—	ALGARISMOS SIGNIFICATIVOS
—/—/—	TEORIA DO ERROS
—/—/—	ORDEM DE GRANDEZA
—/—/—	ENCONTRO POR GRUPO
—/—/—	ENCONTRO POR GRUPO
—/—/—	ENCONTRO POR GRUPO
—/—/—	ENCONTRO POR GRUPO / CONFECÇÃO DO ARTIGO / CONFECÇÃO DO EXPERIMENTO
—/—/—	ENCONTRO POR GRUPO / CONFECÇÃO DO ARTIGO / CONFECÇÃO DO EXPERIMENTO

