



Instituto Superior de Ciências da Educação da Huíla

ISCED – Huíla

**PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A INCLUSÃO DE ALGUNS
CONTEÚDOS MAIS ELEMENTARES DE FÍSICA ATÓMICA E NUCLEAR, NO
TEMA A, DO PROGRAMA DE FÍSICA, NA 12ª CLASSE.**

AUTOR: Ernesto Mussinda Hungulo

Lubango

2022



Instituto Superior de Ciências da Educação da Huíla

ISCED – Huíla

PROPOSTA METODOLÓGICA DE INCLUSÃO DE ALGUNS CONTEÚDOS MAIS ELEMENTARES DE FÍSICA ATÓMICA E NUCLEAR, NO TEMA A, DO PROGRAMA DE FÍSICA, NA 12ª CLASSE.

**Trabalho de fim do Curso para a
obtenção do grau de Licenciado em
Ensino da Física**

AUTOR: Ernesto Mussinda Hungulo

TUTOR: Arnaldo Aleixo Sabino Luele, MsC

Lubango

2022



Instituto Superior De Ciências Da Educação Da Huíla

ISCED-HUÍLA

DECLARAÇÃO DE AUTORIA DO TRABALHO DE LICENCIATURA

Tenho consciência que a cópia ou o plágio, além de poderem gerar responsabilidade civil, criminal e disciplinar, bem como reprovação ou retirada do grau, constituem uma grave violação da ética académica.

Nesta base, eu **ERNESTO MUSSINDA HUNGULO**, estudante finalista do Instituto Superior de Ciências de Educação da Huíla (ISCED-Huíla) do curso de ENSINO DA Física, do Departamento de Ciências Exactas, declaro, por minha honra, ter elaborado este trabalho, só e somente com o auxílio da bibliografia que tive acesso e dos conhecimentos adquiridos durante a minha carreira estudantil e profissional.

Lubango, 25 de setembro de 2022

O Autor

Ernesto Mussinda Hungulo

Agradecimentos

À Deus pelo milagre da vida e por todos benefícios.

Aos meus progenitores, Valentino Hungulo (em memória) e Maria Domingas.

A minha amada mãe, pelo afecto, encorajamento, compreensão, conselhos, que são a energia viva para o cumprimento do meu objectivo.

Às minhas irmãs, Luísa Eugénia Hungulo, Teresa Victória, pelo apoio contínuo e incondicional, críticas e elogios que servem como motivação para seguir nesta complexa jornada, a vida.

Aos meus sobrinhos: Adriano Calepete, Romy, Mateus Tomé, Ernesto, Micaela, Figuelson, Angelina, meus grandes motivadores.

Ao Mestre Arnaldo Aleixo Sabino. Luiele, meu tutor, pela disponibilidade, orientação e humanidade.

A todos os professores, em particular os da Secção de Física pelos conteúdos e saberes transmitidos, ao longo de todo o percurso académico, na certeza de que os seus ensinamentos influenciarão sobremaneira a minha vida.

Aos caríssimos colegas, Lázaro, João, Kapitango, Faria, Kangungu, Félix, Geo, Kaita, sem esquecer outros, pela convivência, partilhas e contribuições que jamais esquecerei, pois marcaram a minha mente e coração permanentemente.

A todos os intervenientes tanto activos e passivos do Liceu 1677, pela colaboração inesitosa de todo o processo de investigação.

Os agradecimentos estendem-se a todos que de alguma maneira torceram ou não para a consumação deste trabalho de investigação, pois com coragem, resiliência e tenacidade tudo é passível de ser alcançado.

O meu muito obrigado!

Dedicatória

Aos meus nobres pais, especialmente à minha amada mãe Maria Domingas, pelo esforço envidado em prol da minha formação.

As minhas irmãs Luísa Eugénia, Teresa Victória, ao meu filho Valentim Laudário e aos meus primos e sobrinhos.

Aos humildes, mendigos e sofredores, à aqueles que lutam por justiça e equidade, aos abandonados nas ruas, aos que clamam por uma Angola melhor, e a todos que aspiram, torcem e esperam não apenas por uma Angola melhor, mas acima de tudo por um mundo melhor.

À família em geral, de modo especial à amável mãe Josefa Noloti, Rosa Eufrásia, João Miguel, tio Mateus Tomé, da Silva pelos sucessos, apoios morais e financeiros.

Resumo

Desde o remoto, a ciência e a técnica, constituem os elementos fundamentais para o desenvolvimento da Humanidade. A Física é a ciência responsável pelo estudo da natureza em seus aspectos mais gerais e tem como objecto de estudo o Universo, portanto, é essencial que as gerações presentes e futuras a compreendam. No programa de Física da 12^a classe, os conteúdos relacionados com a Física Atómica e Nuclear são inexistentes, mas os alunos precisam destes conhecimentos para entender as suas aplicabilidades na vida social. Considerando a importância destes conteúdos para estes alunos, o autor do presente trabalho levou a cabo uma investigação no Liceu nº 1677. O diagnóstico feito no mesmo colégio do qual permitiu levantar o seguinte problema científico de investigação: como incluir de alguns conteúdos mais elementares de Física Atómica e Nuclear no tema A “Forças e movimentos” no programa de Física da 12^a Classe do Colégio nº 1677 – Lubango? A investigação tem como objectivo elaborar uma proposta metodológica para a inclusão de alguns conteúdos mais elementares de Física Atómica e Nuclear no tema A “, Forças e Movimentos” do programa de Física da 12^a classe do mesmo colégio, com o intuito de enriquecer o referido documento e, conseqüentemente, melhorar o Processo de Ensino e Aprendizagem da Física neste nível. O trabalho compõe - se de dois capítulos: o primeiro faz uma abordagem teórica e psicopedagógica do Processo de Ensino e Aprendizagem da Física Atómica e Nuclear; o segundo descreve a proposta metodológica para a inclusão de alguns conteúdos de Física Atómica e Nuclear no mesmo tema do programa da referida classe. Esta proposta é composta por dois capítulos: o primeiro faz uma abordagem dos Fundamentos teóricos e psicopedagógicos de alguns conteúdos mais elementares de Física Atómica e Nuclear no tema A “, Forças e Movimentos” do programa de Física da 12^a classe e o segundo descreve a proposta metodológica para a inclusão de alguns conteúdos mais elementares de Física Atómica e Nuclear no tema A “, Forças e Movimentos” do programa de Física da 12^a classe do Colégio nº 1677 – Lubango

Palavras-chave: Proposta metodológica; inclusão; Física atómica nuclear; programa de Física da 12^a classe

Abstract

Since ancient times, science and technology have been the fundamental elements for the development of humanity. Physics is the science responsible for the study of nature in its most general aspects and its object of study is the universe, therefore, it is essential that present and future generations understand it. In the 12th class physics program, the contents related to Atomic and Nuclear Physics are non-existent, but students need this knowledge to understand their applicability in social life.

Considering the importance of these contents for these students, the author of the present work carried out an investigation in high school n^o 1677. The diagnosis made in the same school allowed to raise the following scientific research problem: How to include some more elementary contents of Atomic and Nuclear Physics program of the 12th grade of the college 1677? The research aims to elaborate a methodological proposal for the inclusion of some more elementary contents of Atomic and Nuclear Physics in the theme A, "Forces and movements" of the Physics program of the 12th class of the same college, with the aim of enriching the referred document and, consequently, improving the Physics teaching and learning process at this level. The work consists of two chapters: the first makes a theoretical and psychopedagogical approach to the teaching and Learning process of Atomic and Nuclear Physics, the second describes the methodological proposal for the inclusion of some contents of Atomic and Nuclear Physics in the same theme of the program of that class. This proposal is composed of two chapters: the first approaches the theoretical and psychopedagogical foundations of some of the most elementary contents of Atomic and Nuclear Physics in the theme A, " Forces and movements" of the 12th grade Physics program and the second describes the methodological proposal for the inclusion of some more elementary contents of Atomic and Nuclear Physics in the theme A, " forces and movements" of the Physics program of the 12th grade of college n^o 1677-Lubango.

Keywords: methodological proposal; Inclusion; Nuclear Atomic Physics; 12th grade Physics program.

Índice

Introdução	1
CAPÍTULO I- Fundamentação teórica do Processo de Ensino-Aprendizagem da Física, na 12ª classe do Curso de Ciências Físicas e Biológicas.....	6
1.1. A Física e a sua importância para o homem	6
1.2. Génese da Física Atómica e Nuclear	8
1.3. Algumas aplicações da Física Atómica e Nuclear.....	10
1.4. Síntese das teorias de Aprendizagem aplicadas ao PEA da Física	15
1.4.1. Teoria de Aprendizagem de Ausubel	15
1.4.2. Vygostsky e a Teoria Interacionista.....	16
1.4.3. Teoria de aprendizagem à luz de Bruner	17
1.4.4. Teoria de aprendizagem de Gagné	18
1.6. Análise e discussão dos inquéritos aplicados aos professores e alunos ..	20
1.6.1. Apresentação e discussão dos resultados dos professores.....	Error!
Bookmark not defined.	
1.6.2. Apresentação e discussão dos resultados dos alunos.....	21
Conclusões do capítulo I	24
CAPÍTULO II: Proposta de inclusão de alguns conteúdos mais elementares de Física Atómica e Nuclear no programa de Física da 12ª Classe.....	25
2.1. Caracterização do programa de Física da 12ª Classe do Curso de C.F.B	25
2.2. Conteúdo de Física Atómica e Nuclear proposto para incluir no PEA da Física do programa da 12ª Classe do Curso de C.F.B.....	27
2.2.1. Teoria quântica.....	27
2.2.2. O átomo, seus modelos e propriedades.....	29
2.2.3. Estrutura nuclear e energia nuclear	30
2.2.3. Processos nucleares	31
2.2.4. Bomba atómica	33

2.3. Enquadramento do conteúdo de Física Atômica e Nuclear no programa de Física da 12 ^a do Curso de C.F.B.....	34
2.4. Estratégia de Ensino – Aprendizagem para o conteúdo proposto.....	36
Conclusões do Capítulo II	39
Conclusões Gerais	40
Recomendações	41
Referências bibliográficas e bibliografia	42

INTRODUÇÃO

Introdução

O estudo da natureza em busca da verdade é o que se denomina Ciência. Toda a ciência torna-se completa quando consegue atender a realidade.

O ensino de ciências assume um papel importante na promoção da cidadania. Espera-se deste, contribuições para o desenvolvimento dos sujeitos enquanto seres que se relacionam com o mundo e tomam decisões coletivas e individuais acerca do desenvolvimento científico e tecnológico (Pfromm, 1987).

A Física é uma das ciências que junto com a Matemática e Química, constitui o núcleo e suporte fundamental para que os futuros profissionais, nos mais diversos domínios do mundo material, estabeleçam e articulem os seus conhecimentos científicos com a prática quotidiana. Tal prática, permite que os alunos construam os fundamentos dos seus conhecimentos numa base sólida para a descrição dos factos ou fenómenos naturais, bem como na interpretação das mais diversas leis que regem a natureza, permitindo – lhes, deste modo, actuar com racionalismo e rigor científico na busca de soluções para a resolução dos mais variados problemas do quotidiano (Manuel, 2015).

A Educação como processo planificado e sistematizado de ensino e aprendizagem constitui um dos pilares fundamentais para o desenvolvimento social, económico, cultural e político, contribuindo, para o efeito, na formação de sujeitos activos, reflexivos, críticos, criativos e inovadores (Jeremias & Mucuambi, 2020).

A Lei de Bases do sistema angolano, define o sistema educativo como um conjunto de estruturas e modalidades, através da qual se realiza a educação tendente à formação harmoniosa e integral da personalidade, com vista a consolidação de uma sociedade progressiva e democrática (INIDE, 2019).

A humanidade na busca pelo bem-estar utiliza-se de domínio dos processos e de fenómenos naturais, para a obtenção de recursos em suas actividades, desenvolve e faz o uso de aparatos científicos e tecnológicos, que na contemporaneidade, em sua maioria, são frutos de conhecimentos e aplicações da Física Moderna. Neste sentido, um ensino de Física que esteja voltado a promover o conhecimento científico pertinente nos diferentes tempos, espaços e sentidos, não deve ignorar esse contexto, precisa se adaptar e buscar estratégias de ensino que sustentem as exigências actuais (Alves & Silva, 2014).

A Física é a Ciência que permite elaborar modelos de evolução cósmica, investiga mistérios do mundo microscópico, das partículas que compõem a matéria e, ao mesmo tempo, permite desenvolver novas fontes de energia e criar novos materiais, produtos e tecnologia (HAMADA, 2016).

No ensino médio, a Física contribui para a formação de uma cultura científica efetiva, permitindo ao indivíduo a interpretação de factos, fenômenos e processos naturais, redimensionando sua relação com a natureza em transformação. Espera-se ao final deste, que os estudantes adquiram uma compreensão atualizada das hipóteses, modelos e formas de investigação sobre a origem e evolução do Universo em que vivem, com que sonham e que pretendem transformar.

Segundo Tchimuku (2009), alguns aspectos da Física Moderna são indispensáveis de serem introduzidos no Ensino médio para permitir aos jovens adquirir uma compreensão mais abrangente sobre como se constitui a matéria, de forma que tenham domínio e compreendam os modelos para a constituição da matéria, incluindo as interações no núcleo dos átomos e os modelos que a ciência propõe hoje para um mundo povoado de partículas.

A Física atômica é o ramo da Física que estuda as camadas eletrônicas dos átomos, um conjunto de orbitais em um átomo, no qual há uma maior possibilidade de se encontrar os elétrons e a Física Nuclear estuda as reações que ocorrem nos núcleos dos átomos.

Entre as aplicações mais conhecidas da Física Atômica e Nuclear destacam-se a geração de energia elétrica em usinas nucleares, na Medicina os Raios X que permitem enxergar ossos e outras partes do interior do corpo humano, os tratamentos de câncer que utilizam efeitos nucleares como arma para combater os tumores (radiologia), os elementos radioativos que são usados para estudos do cérebro e outras partes do corpo, sem olvidar a produção de armamentos mais destrutivos da história e as bombas nucleares.

A proposta de introdução de algumas noções mais elementares da Física Atômica e Nuclear para os alunos da 12ª Classe, vai permitir despertar uma visão mais aguçada da Física e os alunos irão ter mais bases sobre as propriedades e o comportamento dos núcleos atômicos, bem como os mecanismos que levam às reações nucleares.

Assim o ensino da Física terá um significado mais real pois os fenômenos físicos a serem apresentados são práticos e da vivência e contexto dos estudantes, possibilitando analisar o senso comum deles e fortalecer os conceitos científicos na sua experiência de vida, privilegiando a interdisciplinaridade e a visão não fragmentada da ciência, a fim de que o ensino possa ser articulado e dinâmico. No contexto educativo, de acordo com Maurício (2010) os currículos de ciências, mais do que os de outras áreas de conhecimento, ressentem-se pressões por mudanças. Percebe-se que os currículos não têm acompanhado esta evolução da Física, para Helena (2010), existe um grande descompasso entre o que a escola apresenta aos alunos e o mundo destes, ensina-se, sobretudo, a Física de séculos passados.

Do exposto anteriormente, apinhando aos resultados do diagnóstico por questionário feito aos professores e alunos do Liceu 1677 do Lubango, coloca-se o seguinte:

Problema de investigação:

Como incluir de alguns conteúdos mais elementares de Física Atômica e Nuclear no tema A, no programa de Física da 12^a classe, do Curso de Ciências Físicas e Biológicas do Liceu 1677 -Lubango?

Objecto de Investigação:

Processo de Ensino e aprendizagem da Física.

Objectivo de Investigação:

Elaborar uma proposta metodológica para a inclusão de alguns conteúdos mais elementares de Física Atômica e Nuclear no tema A, no programa de Física da 12^aclasse do curso de ciências Físicas e Biológicas do Liceu 1677-Lubango.

Ideia básica a defender:

A inclusão de alguns conteúdos mais elementares de Física Atômica e Nuclear, no programa de Física da 12^aclasse do Curso de Ciências Físicas e Biológicas do Liceu 1677 - Lubango, pode melhorar o processo de Ensino e Aprendizagem da Física.

Campo de acção:

Alguns conteúdos mais elementares de Física Atómica e Nuclear, do programa de Física da 12^a classe do Curso de Ciências Físicas e Biológicas do Liceu 1677 - Lubango

Tarefas de Investigação

1. Diagnosticar o estado actual do processo de Ensino e Aprendizagem da Física de alguns conteúdos mais elementares de Física Atómica e Nuclear na 12^a classe das Ciências Físicas e Biológicas.
2. Fundamentar teórico e psicopedagógicamente de alguns conteúdos mais elementares de Física Atómica e Nuclear, na 12^a classe do curso de Ciências Físicas e Biológicas.
3. Elaborar uma proposta metodológica para a inclusão de alguns conteúdos mais elementares de Física Atómica e Nuclear no tema A, do programa de Física do curso de Ciências Físicas e Biológicas do Liceu 1677 - Lubango.

População e amostra

- **População:** Constituída por 7 professores que leccionam a disciplina de Física no Liceu 1677 do Lubango e 192 alunos da 12^a Classe do Curso de Ciências Físicas e Biológicas.
- **Amostra:** Para cumprir com o objectivo da proposta, seleccionou-se aleatoriamente 92 alunos, que representam 47,34% da população e 6 Professores que correspondem a 85,71% da população.

Métodos de investigação

Métodos Teóricos:

- **Análise – síntese:** presente em todo processo de investigação, para estudar o problema em toda sua dimensão, com a finalidade para se obter a análise e a síntese da bibliografia e da literatura que retrata acerca de alguns conteúdos mais elementares de Física Atómica e Nuclear, bem como outros meios de informação (programa e currículo) por fornecem dados para a compreensão deste trabalho.
- **Indutivo – dedutivo:** para direccionar o raciocínio lógico, de maneira a estudar o problema e compreender as singularidades do programa de Física

actual da 12^a Classe e da literatura que retracta acerca de alguns conteúdos mais elementares de Física Atómica e Nuclear, de modo que, por indução científica profunda, seja possível deduzir-se todos os conhecimentos que irão adquirir a forma mais simples.

- **Histórico-lógico:** para descrever de maneira cronológica ideias de alguns autores que estiveram envolvidos na descoberta de de alguns conteúdos mais elementares de Física Atómica e Nuclear.

Métodos empíricos:

- **Inquéritos:** para a recolha da informação referente a opinião dos professores e alunos sobre o Processo de Ensino e Aprendizagem da Física e da proposta metodológica de inclusão de alguns conteúdos mais elementares de Física Atómica e Nuclear no programa de Física da 12^a classe.
- **Análise documental:** para o estudo de documentos oficiais como programa, currículos e manuais de Física da 12^a Classe, para se ter uma ideia geral do que é leccionado na disciplina de Física.

Métodos Estatísticos: Para analisar e processar o resultado dos inquéritos aplicados aos alunos e professores.

Estrutura do trabalho

Introdução;

Capítulo I: Fundamentação teóricos do processo de Ensino-Aprendizagem da Física Atómica e Nuclear, na 12^a classe do curso de ciências Físicas e Biológicas.

Capítulo II: Proposta metodológica para a inclusão de alguns conteúdos mais elementares de Física Atómica e Nuclear, no programa de Física da 12^a classe do Curso de ciências Físicas e Biológicas do Liceu 1677- Lubango.

Conclusões gerais

Recomendações

Referências bibliográficas

Anexos

**CAPÍTULO I: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DO PROCESSO DE ENSINO-
APRENDIZAGEM DA FÍSICA ATÔMICA E NUCLEAR, NA 12ª CLASSE DO
CURSO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E BIOLÓGICAS**

CAPÍTULO I: FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DO PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DA FÍSICA ATÓMICA E NUCLEAR, NA 12ª CLASSE DO CURSO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E BIOLÓGICAS

Neste capítulo, faz-se uma abordagem sobre o PEA da Física Atômica e Nuclear na 12ª classe do II Ciclo do Ensino Secundário, sem descurar da importância da Física para o homem, a breve historial e a génese da Física Atômica e Nuclear, assim como, algumas aplicações no quotidiano. Posteriormente faz-se o tratamento segundo as teorias de aprendizagem de Ausubel, Vygostsky, Bruner e Gagné e por último a caracterização do estado actual do processo de Ensino e Aprendizagem de alguns conteúdos mais elementares de Física Atômica e Nuclear, no programa de Física da 12ª classe do Curso de ciências Físicas e Biológicas do Liceu 1677- Lubango.

1.1. A Física e a sua importância para o homem

A curiosidade, a vontade de saber e de dominar o mundo, constituem sem dúvida o fundamento e o bem mais precioso que a humanidade herdou e tem cultivado ao longo do tempo.

O ser humano sempre procurou entender sua origem e o mundo que o cerca. Aos poucos o homem foi compreendendo a natureza, bem como conseguiu descobrir certos factos a partir de necessidades como, por exemplo, a invenção da roda e a descoberta do fogo. Na tentativa de compreender a natureza através da observação, recorreu a Física para tentar explicar os fenómenos que ocorrem na mesma (Leal, Silva, Barbosa, & Meneses, 2020).

A Física estuda a matéria nos níveis molecular, atômico e nuclear. Estuda os níveis de organização, ou seja, os estados sólido, líquido, gasoso e plasmático da matéria. Pesquisa também as quatro forças fundamentais: a da gravidade (força de atração exercida por todas as partículas do Universo), a eletromagnética (que liga os elétrons aos núcleos), a força nuclear forte (que mantém a coesão das partículas nucleares, prótons e nêutrons no núcleo) e a força nuclear fraca (responsável pela desintegração dos núcleos emitindo partículas alfa, beta e gama).

Hoje sabe-se que a Física é das ciências mais antigas da humanidade, embora, no início dos tempos, ela não fosse conhecida por este nome. Tudo o que se faz

no dia-a-dia envolve-se ou está relacionado com fenómenos físicos. Por exemplo, o simples acto de vir ao mundo, chorar, gatinhar, andar, crescer, reproduzir e morrer envolve leis físicas. O conhecimento e o uso controlado do fogo permitiram transformar a energia calorífica para o nosso benefício. Os meios de transporte foram evoluindo ao longo dos tempos. A descoberta dos fenómenos eléctricos revolucionou sobremaneira o mundo (Menezes & Nhabique, 2008).

Embora frequentemente passem despercebidos, os fenómenos físicos estão presentes no quotidiano. O conforto e comodidade, a tecnologia, e não só, são frutos das aplicações da Física. Portanto, a seguir apresentam-se parte das aplicações da Física que contaminaram sobremaneira a humanidade para o melhor, Gaspar (2013):

Geração e produção de energia, a energia eléctrica, que é principal fonte de energia na contemporaneidade, é produzida da indução electromagnética, fenómeno através do qual a energia de rotação de turbinas se transforma em energia eléctrica. Essa energia de rotação pode se originar:

- a) A energia das águas em movimento em razão da gravidade;
- b) Da energia do vapor de água gerado a alta pressão pelo calor derivado da queima de combustível fóssil ou resultante da energia nuclear e do ar em movimento.

Meios de transportes: os motores a explosão de todos os veículos automotores, assim como as turbinas dos aviões, são aplicações das Leis da termodinâmica. Alguns comboios mais modernos estão sendo construídos para flutuar magneticamente sobre os trilhos, aplicação de uma descoberta mais recente da supercondutividade.

Nas telecomunicações e na eletrônica: o surgimento do telégrafo, o telefone, a rádio, a televisão, relógios, computadores, a descoberta do laser, a criação de chips e outros instrumentos electrónicos são aplicações directas do Electromagnetismo.

Medicina: os raios X revolucionaram a forma de fazer diagnósticos e, mais tarde, a ultrassonografia e a ressonância magnética vieram ampliar ainda mais essa possibilidade. A contribuição da Física à Medicina se aplica a todas as suas áreas e especialidades: marca-passos, próteses, equipamentos para o monitoramento de pacientes e para cirurgias, tornando assim as clínicas e os

hospitais modernos mais parecidos com instituições de pesquisa em Física do que com casas de saúde.

É difícil ou mesmo impossível citar aqui todos os aspectos da influência revolucionária que tem a Física no desenvolvimento da humanidade. No entanto, os marcos acima citados são suficientes para nos certificarmos da enorme contribuição da Física para a revolução da ciência e da técnica. Portanto, a Física joga um papel muito importante para o homem.

1.2. Breve historial da Física Atômica e Nuclear

Nos séculos mais remotos, antes de Cristo, os filósofos gregos, quando pensaram em estudar a base de todas as coisas, acreditavam que o fogo, a Terra, a água e o ar são os elementos responsáveis pela formação do Universo, incluindo tudo o que nele existe, a matéria.

Estamos rodeados de matéria. Desde as gotas de chuva e as minúsculas partículas de poeira, aos animais, às plantas, às rochas, aos enormes planetas e a até o ar. Todos os objectos e materiais do Universo, incluindo nós próprios, são formas de matéria (Hopkins & Smith, 1994).

Matéria é tudo o que existe na natureza, tem volume e ocupa espaço. Toda a matéria é constituída por partículas muito pequenas, os átomos.

Átomo é a partícula microscópica que é a base da formação de toda e qualquer substância.

A expressão átomo (a, que significa não e tomos, divisões), foi mencionada pela primeira vez por Leucipo no ano 5 a.C., para denominar as partículas que compõem a matéria. Mais tarde foi aplicada aos estudos de seu discípulo Demócrito e para ele o átomo era a menor parte de toda a matéria existente. (Interessante, 2016)

A retomada do caminho que conduziria ao modelo atômico actual deve-se a três cientistas: Faraday, Plucker e Geissler. Em 1685, Geissler, construiu um aparelho capaz de produzir vácuo. Faraday, ao laçar cargas eléctricas em uma câmara de vácuo, observou certa fluorescência, que foi definitivamente descrita por Julius Plucker. Com esses estudos começou uma nova era, dando origem assim ao primeiro passo que levaria a descoberta das partículas subatômicas (Urien, 2022).

Em 1803, John Dalton retomou aos estudos de Leucipo e Demócrito e propôs que a matéria é formada por átomos, que são partículas minúsculas, maciças, esféricas e indivisíveis.

Na década de 1870, Eugen Goldstein introduziu o nome raios catódicos a luminescência observada por Plucker.

Em 1896, Antoine Henri Becquerel, colocou um composto de urânio numa placa fotovoltaica embrulhada em papel escuro e quando revelou a placa, descobriu que estava endurecida, mostrando que os raios do composto tinham penetrado no papel. Marie Curie deu a este processo o nome de radioactividade.

No ano 1897 Joseph John Thomson, ao estudar os raios produzidos pelo aquecimento de um terminal eléctrico negativo, chamado cátodo, demonstrou que os raios catódicos são feixes de partículas de carga negativa muito mais pequenas que o átomo. Essas partículas são os electrões.

Ernest Rutherford, no ano de 1911, ao disparar partículas alfa contra uma placa de ouro muito fina, ele percebeu que a maioria atravessava o metal, enquanto umas poucas eram rebatidas, chegando a conclusão de que algo bloqueava a radiação, e assim descobriu o núcleo atómico.

Em 1932, James Chadwick, descobriu o neutrão, partícula sem qualquer carga eléctrica existente no núcleo de um átomo.

Enrico Fermi, no ano 1934 ao bombardear o urânio com neutrões, produziu a cisão nuclear, provada em 1938 por Lise Meitner e Otto Von Hahn. E em 1942, Fermi, construiu nos E.U.A. o primeiro reactor nuclear.

Hoje, de acordo a última teoria atómica aceite, que é o modelo atómico de Schrodinger, concebe-se que o átomo é composto por um núcleo, onde se encontram os protões (partículas de cargas positivas) e os neutrões (partículas sem carga), rodeados por uma nuvem de electrões (partículas com carga negativa) chamadas eletrosfera, que se mantém conectada ao núcleo por intermédio da força electromagnética.

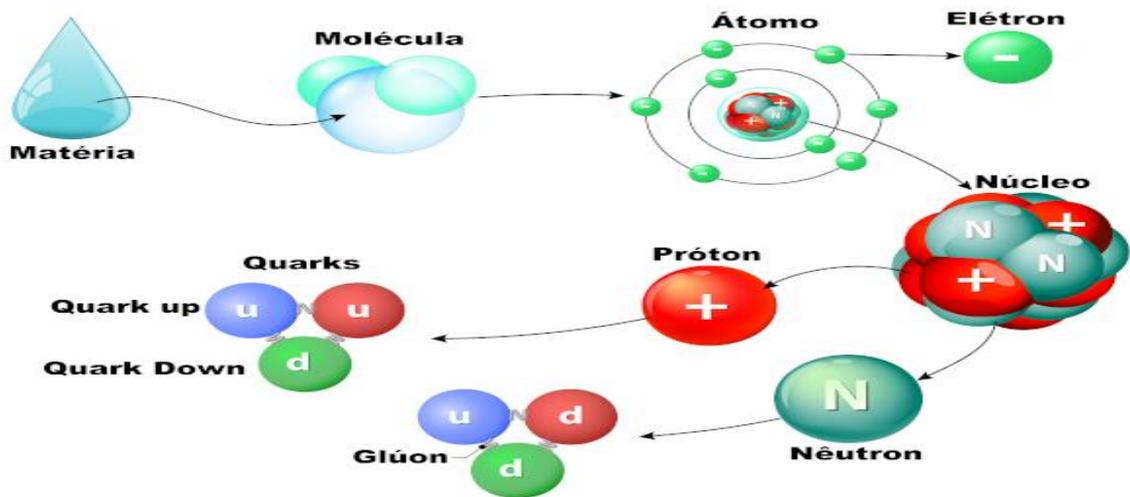


Figura 1: Estrutura do átomo. Fonte: (Araújo, 2021)

1.2.1. Algumas aplicações mais elementares da Física Atômica e Nuclear

A ciência ocupa no mundo moderno e tecnológico um papel tão importante, porém a ideia que se toma sobre ela é um conjunto de disciplinas complexas, cuja compreensão paira muito acima das cabeças do público em geral. Essa não é exactamente a verdade. As aplicações da Física Atômica e Nuclear são o exemplo vivo dessa situação.

A Física Atômica e Nuclear está presente em praticamente todos os processos da natureza. Pode-se notar a sua aplicação no meio ambiente, na Saúde, nas indústrias, etc. Cada área utiliza os estudos nucleares para algum fim benéfico, principalmente para desenvolver meios de melhoria para os seres vivos.

No meio ambiente responde questões atinentes à vida na Terra e os seres vivos passados, ou seja, os padrões climáticos, os núcleos radioativos de rochas e solo, as camadas da Terra, os raios cósmicos energéticos, etc.

A produção de energia eléctrica por meio de reatores nucleares, é responsável por 11% da produção mundial e funciona por meio da separação de núcleos atômicos pesados em menores.

Borges (2020), apresenta uma descrição da Física Atômica e Nuclear focando-se essencialmente na energia eléctrica, medicina, engenharia, Arqueologia, no contexto artístico e na geologia, da seguinte forma:

▪ Usinas Nucleares

A energia nuclear é liberada em uma reação nuclear, ou seja, em processos de transformação de núcleos atômicos. Alguns isótopos de certos elementos apresentam a capacidade de se transformar em outros isótopos de ou elementos através de reações nucleares emitindo energia durante esse processo.

Baseia-se no princípio da equivalência de energia observado por Albert Einstein, segundo o qual, durante reações nucleares ocorre transformação de massa em energia.

A energia eléctrica gerada por uma fonte é obtida a partir do calor da reação do urânio. A queima do combustível produz calor que ferve a água de uma caldeira transformando-a em vapor. O vapor movimentava uma turbina que dá partida a um gerador que produz a electricidade.

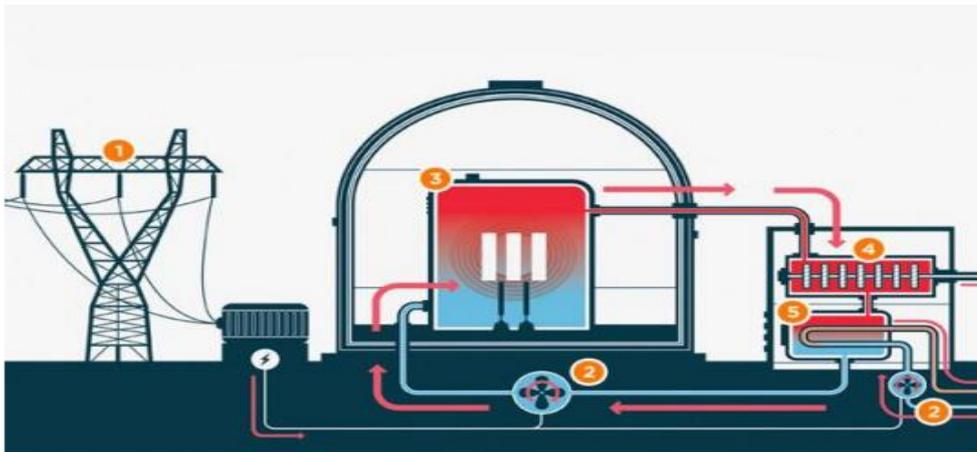


Figura 2:Esquema de uma usina nuclear.(Fonte:site último Segundo)

Em que:

1. Rede externa de energia que alimenta o sistema de bombeamento de água da usina nuclear;
2. Sistema de bombeamento que injecta a água no reactor e no sistema de refrigeração;
3. Núcleo de reactor nuclear aquece a água a altas temperaturas e gera vapor que é enviado à turbina;
4. Vapor move a turbina e o seu movimento gera electricidade;

5. Após movimentar a turbina, o vapor é direccionado ao sistema de resfriamento onde volta ao estado líquido, reiniciando o processo. Todo esse processo parte de uma fissão do Urânio, como é ilustrado na figura a seguir.

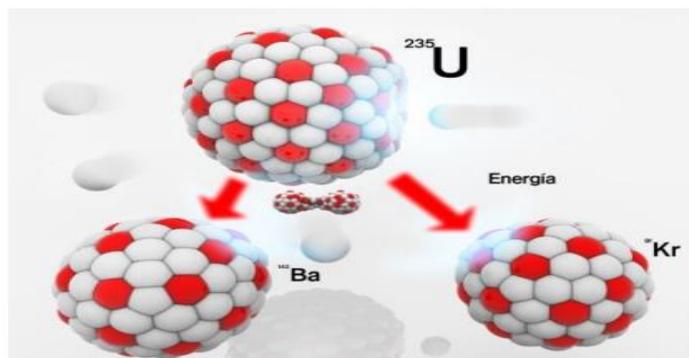


Figura 3; Fissão do isótopo ^{235}U . (Fonte: blog 3D Science),

A figura acima, o isótopo do ^{235}U é bombardeado por um neutrão em alta velocidade. Este bombardeamento gera uma instabilidade no isótopo que, por sua vez, se fissiona liberando uma energia de aproximadamente 200 MeV, dos neutrões, um átomo de bário e um de criptônio sendo esta apenas uma das várias possibilidades de fissão do isótopo ^{235}U



Figura 4: As usinas nucleares, localizada na República Tcheca. Fonte: (Gaspar, 2013)

▪ **Medicina**

Na saúde, por exemplo, a Física Atômica e Nuclear está dentro dos estudos desenvolvidos pela Medicina Nuclear. Com isso, várias tecnologias que auxiliam na saúde humana puderam ser desenvolvidas. Dentre os principais benefícios

está a realização de exames por imagem (tomografias, ressonâncias magnéticas, etc.) e tratamentos oncológicos que usam radiação por meio do aceleramento de partículas.

▪ **Engenharia**

A engenharia nuclear. De acordo com o site da editora abril da revista Guia do estudante (2015), a engenharia é o ramo da engenharia voltado ao desenvolvimento de novas tecnologias para a área de geração e aplicação de energia nuclear.

Este engenheiro trabalha em usinas que produzem electricidade tendo como fonte elementos radioativos, como urânio. Além de projectar, construir e operar reactores nucleares, ele também desenvolve e dá manutenção a equipamentos para protecção radiológica de uso da medicina, gerenciando seu funcionamento e supervisionando o cumprimento de normas de segurança. Pode administrar a aplicação de radiação nuclear também na conservação de alimentos e na preservação de obras de arte. Costuma trabalhar em equipas multidisciplinares, com físicos, matemáticos, químicos, geológicos e engenheiros de outras modalidades.

▪ **Artes e Arqueologia**

As técnicas desenvolvidas para investigar os átomos e os núcleos podem ser usadas para analisar diversos materiais. Uma aplicação interessante é o estudo de peças artísticas e arqueológicas.

Conhecer as técnicas de fabricação e os materiais usados em objectos de arte pode confirmar a autenticidade de uma tela de um pintor famoso ou descobrir a origem de um vaso indígena de milhares de anos, além de ajudar a encontrar a melhor forma de restaurar e/ou conservar essas riquezas culturais. Uma curiosa aplicação actual da Física e das técnicas nucleares está no estudo, na conservação e restauração do património cultural, incluindo objectos de arte, documentos históricos, peças arqueológicas e outros.

Entre as técnicas empregadas no estudo de objetos arqueológicos e artísticos, as que mais se destacam são as não destrutivas, em que a análise é feita sem

a retirada de material das amostras, preservando-as e permitindo futuras reanálises.

Essas técnicas, como as que usam feixes de íons gerados em aceleradores nucleares (Pixe e Pige), por exemplo, já são utilizadas no Brasil para o estudo de diferentes objectos de arte ou do patrimônio cultural. A técnica é baseada na emissão de um feixe de partículas que interagem com a amostra analisada, o qual provoca a emissão de raios x ou raios gama característico de cada elemento que compõem a amostra analisada. Um detector específico de raios x ou raios gama determina a composição elementar do material e os resultados são obtidos rapidamente através da produção dos gráficos em computadores. A figura abaixo mostra este tipo de análise.

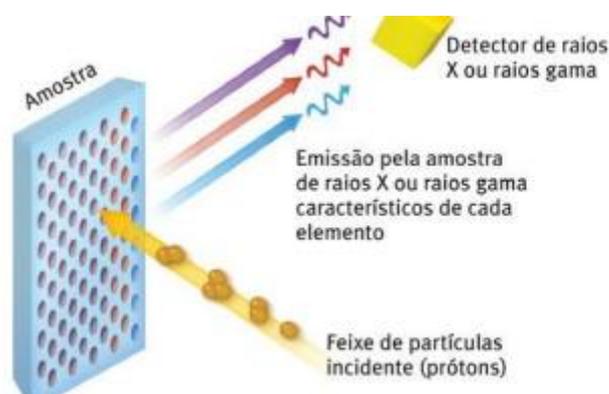


Figura 5: Esquema simplificado dos métodos Pixe(raios X) e Pige (raios gama).

Fonte: (CHESMAN, Andre, & MACED, 2004)

▪ **Geologia**

O uso das técnicas nucleares possibilita a identificação de elementos radioativos presentes nos minerais e em rochas. Além dessa finalidade, a radioatividade também é usada para:

- a. Fornecer informações sobre litoestratigrafia;
- b. Identificar sistemas geradores de calor e de anomalias hidrotermais, em busca de jazidas minerais com potencialidade de exploração;
- c. Prospecção de petróleo;
- d. Estudo do equilíbrio químico de águas;
- e. Perfilagem de poços;
- f. Geocronologia.

A Física Atômica e Nuclear , é a base da Geofísica Nuclear, ciência que estuda a estrutura da Terra, a sua origem, natureza e transformações

Em pesquisas de geocronologia (área que estuda o conjunto de métodos de datação usados para determinar a idade das rochas, fósseis, sedimentos e os diferentes eventos da história da Terra), a radioatividade tornou-se uma das ferramentas mais importantes devido à confiabilidade nos resultados de datação de processos geológicos e no cálculo da idade da Terra e do sistema solar.

1.3. Algumas teorias de Aprendizagem aplicadas ao PEA da Física

A cada dia que passa, o ser humano faz parte de uma sociedade mais globalizada, com acesso a qualquer tipo de informação. Novos desafios são impostos à vida cotidiana e torna-se necessário desenvolver capacidades que possibilitem, a qualquer indivíduo, buscar soluções criativas e inteligentes para resolver seus problemas.

Angotti (2015), reitera que o maior desafio do educador diante do ensino da Física, é colaborar no desenvolvimento do educando crítico, questionador, pesquisador, e que consiga entender com clareza a importância dessa disciplina na sua vida, de forma que consiga ler, interpretar e produzir argumentos convincentes, usando todos os conhecimentos adquiridos durante o processo, como instrumentos que foram produzidos gradativamente, de acordo com as necessidades do homem e que hoje fazem parte de sua vida individual e coletiva e da história da humanidade.

A aprendizagem consiste na ampliação da estrutura cognitiva, através da incorporação de novas ideias a ela. Dependendo do tipo de relacionamento que se tem entre as ideias já existentes nesta estrutura e as novas que se estão internalizando, pode ocorrer um aprendizado que varia do mecânico ao significativo.

Carvalho (2003) salienta que, as teorias de aprendizagem, apresentam contribuições à compreensão do processo de ensino e aprendizagem referente à criança, jovem e ao adulto, considerando o desenvolvimento, a faixa etária e os aspectos psicossociais e cognitivos.

1.3.1. Teoria de Aprendizagem de Ausubel

A teoria de Ausubel (1980), pressupõe que a aprendizagem é significativa quando uma nova informação (conceito, ideia, suposição) adquire significado

para o aluno. Para a informação fazer sentido, é preciso que se estabeleça uma analogia com ideias que se encontram na sua estrutura cognitiva (conceitos subsunçores), as ideias do aluno estão organizadas. Desta forma, uma vez aprendido determinado conteúdo, o aluno é capaz de explicá-lo com suas próprias.

A partir da análise da estrutura cognitiva, Ausubel estabeleceu duas condições para a ocorrência da aprendizagem significativa:

- O material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo;
- O aprendiz deve ter predisposição para aprender.

O material e a disposição são fundamentais, mas há uma necessidade de mediação por parte do professor visto que o aluno pode não ter conhecimentos prévios adequados para atribuir os significados aceites no contexto do componente.

Portanto, através da aprendizagem significativa, as novas ideias ficarão por mais tempo disponíveis na estrutura cognitiva do aluno. Pois, aprender de forma significativa, nada mais é do que aprender com sentido, ou com significado, e este tipo de aprendizagem permite a recordação das ideias aprendidas quando elas forem necessárias, devido ao facto de serem mais firmes e disponíveis na mente do aluno.

1.3.2. Vygotsky e a Teoria Interacionista

Vygotsky (1982), concebia a linguagem, a interacção humana com o ambiente físico e social como os elementos fundamentais da consciência e do aprendizado.

Vygotsky (1989), salientou que desenvolvimento pessoal se dá em dois níveis:

- O desenvolvimento real: é referente as conquistas realizadas ou ao conjunto de funções que já amadureceram no indivíduo;
- E o desenvolvimento potencial: está relacionado as capacidades a serem construídas ou em processo de maturação no indivíduo.

A partir desses níveis, Vygotsky define a zona de desenvolvimento proximal (ZDP). A ZDP mede a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a

orientação de um adulto, ou em colaboração com companheiros mais capazes (Vygostsky L. S., 1989).

Para Vygostsky (1985) citado por Lucala (2017), a aprendizagem necessita de uma mediação, devendo ser o mediador uma pessoa mais experiente, que reconheça os conhecimentos prévios do indivíduo e possa promover a aprendizagem ampliando o nível conceitual do aprendiz. Este processo ocorre por meio da ZPD.

Em primeira instância Vygostsky realça que os conceitos são formados com base nas vivências culturais e, não são científicos.

Portanto, O papel do mediador está justamente em fazer as mediações entre o sujeito e objecto, para que o último possa desenvolver estes conceitos preliminares, e internalizar os científicos.

1.3.3. Teoria de aprendizagem à luz de Bruner

Jerome Seymour de Bruner nasceu em 1915. Doutorou-se em Psicologia, em 1941, na Harvard University.

Bruner defende que o desenvolvimento psicológico do aluno não é um fenómeno independente do meio ambiente, social e cultural, entretanto o processo de Ensino e Aprendizagem deve ter a função de mediar entre o aluno e o meio, trazendo ao dispor deste tudo que ali se desenrola (CAMPOS, 2011).

Bruner (1973), defende a premissa de que qualquer assunto pode ser ensinado com eficiência, de alguma forma intelectualmente honesta, a qualquer criança, em qualquer estágio de desenvolvimento e acrescenta que o acto de aprender um assunto em si pode envolver três processos quase indissolúveis:

- Aquisição, que neste caso se refere a obtenção de novas informações;
- Transformação, que seria o processo de manipular o conhecimento de forma a adaptá-lo a novas tarefas;
- Avaliação (crítica), uma forma de conferir se o modo pelo qual manipulamos a informação é o mais adequado a determinada tarefa.

Para Bruner, o aluno tem uma grande parte no processo de aprendizagem. O papel do professor deve ser apenas de apresentar ilações a respeito do conteúdo de maneira que, estas sejam condições suficientes para que os alunos conheçam a meta a ser alcançada. Entretanto, o professor serve como mediador e guia para que os próprios alunos percorram o caminho e alcancem os

objectivos propostos. Esta é aprendizagem por descoberta do aluno proposta por Bruner.

A teoria da Aprendizagem de Bruner sustenta que a aprendizagem deve ter em conta os seguintes aspectos:

- A predisposição para a aprendizagem;
- A interiorização adequada dos conteúdos.

Bruner baseia a sua teoria em quatro princípios fundamentais, que ele considera como pilares para a aprendizagem por construção do conhecimento do aluno, apresentados como:

- Motivação;
- Estrutura do Conhecimento;
- Sequência;
- Reforçamento.

Embora Bruner defenda a aprendizagem por descoberta, este afirma que não é a única forma de aprendizagem e também defende que os estudantes não devem descobrir por si mesmos as soluções para todos os problemas, já que isso seria impraticável.

1.3.4. Teoria de aprendizagem de Gagné

Segundo Gagné (1974), a aprendizagem é definida como uma mudança comportamental persistente. A instrução por sua vez é a actividade de planeamento e execução de eventos externos com a finalidade de influenciar os processos internos de aprendizagem.

Nesta perspectiva o professor torna-se um “gerente” promotor da aprendizagem através da instrução cuja tarefa é planejar, seleccionar, delinear e supervisionar a organização de eventos externos com o objectivo de influenciar os processos internos do aprendiz (Duarte, 2012).

A teoria de Gagné também denominada teoria da instrução, tem como princípio os indivíduos e seus princípios de aprendizagem por meio de uma visão comportamentalista e cognitivista, resultando assim numa mudança de comportamento dos indivíduos.

Nesta perspectiva, para que haja aprendizagem é preciso incentivos motivacionais que levem o aprendiz a perseguir um objectivo. A motivação interna pode ser alcançada mediante um bom processo de estimulação que

provoque ao aluno o desejo de aprender e, sob essa óptica, todo indivíduo tem condições de aprender, desde que estimulado adequadamente e respeitado o seu modo de processar a informação.

Portanto, as teorias de aprendizagem permitem despertar o professor sobre a sua função mais importante que é de estabelecer um ensino no sentido de aguçar o interesse dos estudantes, frente aos contextos da sociedade atual e conteúdos variados.

1.4. Caracterização do estado actual do PEA da Física na 12^a Classe do curso de Ciências Físicas e Biológicas do Liceu nº 1677 do Lubango

O liceu nº 1677 está localizado no bairro Lalula, junto a rotunda do João de Almeida, município do Lubango, província da Huíla. Funciona numa estrutura pertencente à base militar das Forças Armadas Angolanas (5^a Região Militar Sul) e é anexa ao Liceu nº 134 - Nambambi. É composta por vinte e três (23) salas de aulas, uma (1) sala de professores, uma (1) secretaria geral, um (1) gabinete disciplinar, uma (1) sala da associação dos estudantes, uma (1) secretaria dos recursos humanos, uma (1) cantina, uma (1) reprografia, um (1) gabinete do sub Director pedagógico, um (1) gabinete da Directora geral e três (3) quartos de banhos. Não possui laboratórios didácticos para realização experiências

O Liceu funciona actualmente em três (3) turnos: manhã, tarde e noite, contendo os cursos de Ciências Humanas, Ciências Económicas e Jurídicas e Ciências Físicas e Biológicas da 10^a à 12^a classe, com um corpo docente constituído por cento e trinta e oito (138) professores, dos quais sete (7) professores são de Física, todos eles formados em Ensino da Física pelo ISCED - Lubango.

Para melhorar o PEA da Física nesta Instituição, o autor do presente trabalho fez um diagnóstico num Universo de cento e noventa e dois (192) alunos, onde extraiu noventa e dois (92) alunos para verificar as insuficiências que se têm traduzido na desenvoltura do PEA. Pela análise das opiniões emitidas pelos agentes activos e passivos da mesma Instituição, bem como outras pesquisas complementares, inferiu - se a necessidade da inclusão de uma proposta metodológica, com o objetivo de mitigar tais insuficiências, melhorando assim o PEA da Instituição e actualizar tanto os professores como os alunos com o conteúdo pontuais da sociedade.

1.4.1. Análise dos resultados dos inquéritos aplicados aos professores

Tabela 1: Questionário do inquérito dirigido aos professores (o autor)

Nº	Perguntas
1	Já lecionou na 12ª Classe os conteúdos de Física Atómica e Nuclear?
2	Considera importante a aprendizagem sobre os conteúdos de Física Atómica e Nuclear, para os alunos da 12ª classe?
3	Os conteúdos relacionados com a Física Atómica e Nuclear no programa de Física da 12ª Classe são: Suficientes, insuficientes ou inexistentes?
4	Acha que a inclusão de alguns conteúdos mais elementares de Física Atómica e Nuclear no programa de Física da 12ª classe pode melhorar o Processo de Ensino e Aprendizagem da Física neste nível? Porquê?

Na pergunta 1, os 6 professores correspondentes a 100%, afirmaram que NÃO têm leccionado na 12ª Classe os conteúdos de Física Atómica e Nuclear.

Está patente que não há algum professor nesta Instituição que tem leccionado na 12ª classe conteúdos relacionados com a Física Atómica e Nuclear, o que de certo modo é preocupante, atendendo que este é o último degrau neste nível de Ensino.

Quanto à segunda pergunta, os 6 professores foram unânimes e responderam SIM.

Sem dúvidas há uma necessidade clara de incluir no manual de Física da 12ª classe conteúdos ligados a Física Atómica e Nuclear, pelo pendor que as suas aplicações desempenham no mundo actual.

Com respeito a terceira pergunta, 1 professor correspondente a 16,67% afirmou INSUFICIENTE e 5 professores correspondente a 83,33% responderam INEXISTENTES.

Verifica-se um paradoxo entre os professores porque não existem conteúdo em questão no programa de Física da 12ª classe do curso de Ciências Físicas – Biológicas, pelo que é evidente a necessidade de os professores conhecerem o

programa e manual que usam, e, com certeza a proposta de inclusão vai permitir fechar mais uma lacuna no PEA da Física.

No que tange a última questão, os 6 professores que fazem uma percentagem absoluta, foram concordes em afirmar SIM, justificando que estes conteúdos permitem um conhecimento mais sólido sobre o mundo microscópico e a matéria em que é inerente a eles.

De facto, percebe-se que os professores admitem a relevância deste conteúdo para a aprendizagem dos alunos, uma vez que o PEA da Física deve ser direccionado para a actualização pontual dos conteúdos científicos, tecnológicos e históricos.

1.4.2. Análise dos resultados dos inquéritos aplicados dos alunos

Tabela 2: Questionário do inquérito dirigido aos alunos] (o autor)

Nº	Perguntas
1	Já ouviste falar de Física Atómica e Nuclear? SIM; NÃO; TALVEZ.
2	Onde ouviu falar? Na escola; na rua; na internet; outro.
3	Em que nível qualificas o conhecimento que possúis em Física Atómica e Nuclear? NÍVEL BAIXO; NÍVEL MÉDIO; NÍVEL AVANÇADO.
4	Consideras importante a Física Atómica e Nuclear?
5	Gostarias de aprender ou aprofundar mais sobre a Física Atómica e Nuclear?

Quanto à primeira questão, 13 alunos que corresponde a 14,2%, responderam que SIM, 72 alunos que equivale a 78,2%, afirmaram NÃO, enquanto 7 alunos correspondente a 7,6% afirmaram TALVEZ.

A maior parte dos alunos afirmaram nunca terem ouvido falar sobre a Física Atómica e Nuclear, o que implica que nem conhecimento empírico sobre este assunto de suma importância possuem, por não constar no programa.

Com respeito a segunda pergunta, 12 alunos equivalente a 13,4% alegam ouvirem falar NA ESCOLA, 4 alunos correspondente a 4,39%, NA RUA, 27 alunos que contemplam 29,6%, NA INTERNET e 49 alunos que corresponde a 53%, assinalaram OUTROS.

Nota - se alguma contrariedade, pois na questão anterior a maioria não tinha ouvido falar e os números actuais não confirmam tal informação, conquanto, independentemente desta situação, pode-se perceber que as informações de cunho escolar não se abordam apenas na escola, mas em muitos ambientes é possível aprender, portanto, fica claro que as actualizações mais impactantes da ciência devem ser parte do processo de ensino e aprendizagem e a Física Atómica e Nuclear é o exemplo claro desta situação.

Relativamente a terceira questão, 46 alunos equivalentes a 50% alegam ter NÍVEL BAIXO, 34 alunos que corresponde a 37% alegam ter NÍVEL MÉDIO, 12 alunos correspondente a 13% alegam ter NÍVEL AVANÇADO.

Das respostas anteriormente dadas, nota-se claramente que tanto os que responderam NÍVEL MÉDIO, assim como avançado, ludibriaram-se, pois neste nível de Ensino um aluno na dimensão deles precisa de um orientador para encaminhar melhor a aprendizagem, além de que este é um assunto que exige muito para quem o investiga.

Com relação a quarta questão, 70 alunos que corresponde a 76% responderam SIM, um aluno que corresponde a 1% respondeu NÃO, 21 alunos que corresponde a 23% responderam TALVEZ.

É lógico que, se alguém nunca ouviu, estudou ou aprendeu algo, não pode conhecer a importância não só do ponto de vista científico, como também, da sua aplicabilidade diária, portanto, independente deste factor a aceitação dos alunos em grande número é um motivo claro da necessidade de implementar a Física Atómica e Nuclear neste nível de ensino.

Com relação a quinta questão, 80 alunos que corresponde a 86,9% responderam SIM, 12 alunos que corresponde a 13,1% responderam não.

Aprender um conceito científico envolve sentir e pensar, assim para um aluno aprender é necessário que encontre significado naquilo que aprende e saiba relacionar com o meio em que está inserido. Portanto, é inegável aceitar que o não conhecimento desta área do saber pelos alunos, tenha despertado neles uma certa curiosidade, porém, efectivamente, quando se aperceberam do que se trata, sem dúvidas o interesse de saber mais sobre a Física será maior.

Segundo o INIDE (2019), um dos objectivos da Física para o Ensino Secundário é transmitir aos alunos os resultados do empenho de grandes físicos no mundo, na solução de grandes questões da ciência e humanidade, através do

conhecimento da vida dos cientistas como parte da cultura da Humanidade. Portanto, as declarações acima feitas pelos alunos e professores são a evidência clara de que é urgente implementar a proposta em questão, porquanto as aplicações da Física Atômica e Nuclear são conteúdos fundamentais para presente e do Futuro da Humanidade.

Conclusões do capítulo I

1. A fundamentação teórica relatada neste capítulo revela a assência da Física Atômica e Nuclear para os alunos da 12^a Classe, dada as suas aplicações na sociedade e o seu ensino não apenas abrirá novos horizontes aos alunos, também permitirá uma actualização aos professores, estimulando assim a busca e o ensejo pela Física.
2. Da análise dos resultados dos inquéritos aplicados aos professores e alunos da 12^a classe do Liceu nº 1677 do Lubango, inferiu-se a necessidade de se implementar a proposta em questão, devido a influência que poderá desempenhar na formação multilateral dos alunos, incidindo assim para a melhoria do Porecesso de Ensino-Aprendizagem da Física.

**CAPÍTULO II: PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A INCLUSÃO DE
ALGUNS CONTEÚDOS MAIS ELEMENTARES DE FÍSICA ATÓMICA E
NUCLEAR, NO PROGRAMA DE FÍSICA DA 12ªCLASSE**

CAPÍTULO II: PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A INCLUSÃO DE ALGUNS CONTEÚDOS MAIS ELEMENTARES DE FÍSICA ATÓMICA E NUCLEAR, NO PROGRAMA DE FÍSICA DA 12ª CLASSE

Neste capítulo apresenta-se inicialmente alguns aspectos sobre a caracterização do programa actual de Física da 12ª Classe. Seguidamente, aborda-se acerca das necessidades para a inclusão de alguns conteúdos mais elementares de Física Atómica e Nuclear no programa de Física da 12ª Classe do curso de Ciências Físicas e Biológicas. Posteriormente, faz-se o enquadramento do subtema a ser proposto no programa de Física da 12ª Classe, bem como a apresentação do conteúdo proposto a ser incluir no mesmo programa. Seguidamente, apresenta-se algumas fases que direccionarão o Processo de Ensino e Aprendizagem do conteúdo proposto. No final deste capítulo, faz-se as conclusões do segundo capítulo.

2.1. Caracterização do programa de Física da 12ª Classe do Curso de C.F.B

O ensino de ciências assume um papel importante na promoção da cidadania. Espera-se deste, contribuições para o desenvolvimento dos sujeitos enquanto seres que se relacionam com o mundo e tomam decisões coletivas e individuais acerca do desenvolvimento científico e tecnológico.

A educação como processo planificado e sistematizado de ensino e aprendizagem constitui um dos pilares fundamentais para o desenvolvimento social, económico, cultural e político, contribuindo, para o efeito, na formação de sujeitos activos, reflexivos, críticos, criativos e inovadores (Jeremias & Mucuambi, 2020)

O programa educativo é um documento que permite organizar e detalhar um processo pedagógico. Tem dupla função, é estatal e ao mesmo tempo um instrumento de trabalho do professor. Nele é indicado o conjunto de conteúdos, objectivos e outras informações a considerar para um determinado nível de ensino e permite orientar o docente no que se refere aos conteúdos que deve partilhar, a forma como deve desenvolver a sua actividade de ensino e os objectivos a conseguir (Conceito.de, 2015).

No caso, por exemplo, da maior parte dos países da União Europeia, está estabelecido que os programas educativos devem fomentar uma série de aspectos ou princípios como são os seguintes:

- A equidade;
- A igualdade de oportunidades;
- A não discriminação;
- A inclusão educativa.

Por norma, um programa educativo inclui o detalhe dos conteúdos temáticos, sendo explicados quais os objectivos de aprendizagem, mencionada a metodologia de ensino e os modos de avaliação e esclarecida a bibliografia que será utilizada durante o curso (Muhacha, 2021).

O ensino da Física ocupa um lugar de importância fundamental entre as diversas disciplinas inseridas no Plano Curricular do Ensino Secundário. A função desta disciplina, dentro da educação prende-se essencialmente na formação integral da personalidade do aluno.

Para o estudo da Física, no 2º Ciclo do Ensino Secundário Geral (Área de Ciências Físicas e Biológicas), o INIDE (2019), propõe alguns objectivos gerais, onde se destacam os seguintes:

- Transmitir aos alunos conhecimentos sobre fenómenos, factos, termos, leis, grandezas e modelos físicos, com as respectivas aplicações no quadro de uma formação geral aprofundada para uma formação superior;
- Criar as bases para o estudo de uma série de disciplinas técnicas e especiais;
- Criar as bases para a compreensão das novas técnicas e tecnologias, ampliando assim o horizonte intelectual dos alunos;
- Criar pressupostos para uma formação profissional fora do ensino superior;
- Transmitir aos alunos os resultados do empenho de grandes físicos no mundo, na solução de grandes questões da ciência e humanidade, através do conhecimento da vida dos cientistas como parte da cultura da humanidade.

O programa de Física do II Ciclo do Ensino Secundário, particularmente da 12ª classe, tem sido actualizado, sendo a última verificação em 2019. Na medida contínua têm se mitigado as insuficiências encontradas, incorporando assim as situações pontuais e necessárias. Se pautar-se por uma análise meticulosa do programa, podem ser encontrados inúmeros aspectos susceptíveis de serem melhorados, entretanto, o autor do presente trabalho, por notar a ausência dos

conteúdos atinentes a Física Atômica e Nuclear, propõe a sua inclusão a fim de constar como um dos tópicos, enriquecendo assim o programa em causa e melhorar o Processo de Ensino - Aprendizagem da Física nos alunos da 12^a classe.

2.2. Conteúdo de Física Atômica e Nuclear proposto para incluir no PEA da Física do programa da 12^a Classe do Curso de C.F.B

2.2.1. Teoria quântica

Oliveira & Fernandes (2006), destacam que a Física clássica não explicava satisfatoriamente o comportamento de sistemas microscópicos, era necessário buscar uma nova teoria capaz de explicar esses sistemas. De Broglie, fazendo a correlação do comportamento da luz com o da matéria, estabeleceu que a quantidade de movimento ($m.v$), e o comprimento de onda (λ), de uma onda piloto associada a uma partícula, estariam relacionados pela equação $\lambda = \frac{h}{mv}$.

Na mesma época, Heisenberg enunciou o princípio da incerteza, estabelecendo que é impossível expressar com exatidão a posição e a quantidade de movimento de um elétron num átomo, com precisão menor que $\frac{h}{4\pi}$. Essas ideias levaram ao desenvolvimento de uma nova mecânica, denominada de mecânica quântica, na qual todos esses fenômenos são considerados

A teoria quântica também é conhecida como Mecânica quântica ou Física quântica, tem como foco principal o estudo do mundo microscópico.

De acordo Dostoiévski (2019), os principais teóricos que contribuíram para crescimento e consolidação dessa área são: Planck, Einstein, Rutherford, Bohr, Schrodinger e Heisenberg.

▪ Planck

O físico alemão Max Planck (1858 – 1947) é considerado o pai da Física quântica. Seu maior foco foram os estudos das radiações electromagnéticas. Ele criou uma das mais importantes constantes da Física quântica, denominada Constante de Planck, com um valor de $6,63.10^{-34}$ J.s. Ela é usada para indicar a energia e a frequência das radiações electromagnéticas. Essa constante determina a energia de um fóton, mediante a equação: $E = h\nu$, onde E é a energia de ligação, h é a constante de Planck e ν é a frequência.

- **Einstein**

Albert Einstein (1879 – 1955) foi um físico alemão. Ao de Planck, ele representa um dos principais físicos teóricos na área da teoria quântica. Ele enfoca-se especialmente nos conceitos de massa e energia, sendo expressa pela equação: $E = mc^2$, onde E é a energia, m a massa da partícula e c a velocidade da luz. Para Einstein está em constante expansão.

- **Rutherford**

Ernest Rutherford (1871 – 1937) foi um físico neozelandês que contribuiu com o avanço da física quântica. Sua principal teoria está relacionada com radioatividade, mais precisamente com a descoberta dos raios alfa e beta.

Rutherford revolucionou a teoria atômica, sendo que o seu modelo é utilizado até aos dias de hoje. Esse modelo corresponde ao sistema planetário, onde os electrões se movem em órbitas elípticas.

- **Bohr**

O físico dinamarquês Niels (1885-1962) foi responsável por preencher a lacuna encontrada no modelo proposto por Rutherford. Assim, seus trabalhos sobre a teoria quântica contribuíram para a definição correcta desse sistema, bem como para estudos da Física quântica.

Para Bohr, quando a electricidade passa através do átomo, o electrão pula para a órbita maior e seguinte, voltando depois à sua órbita usual.

- **Schrodinger**

Erwin Schrodinger (1887-1961) foi um físico austríaco. A partir de experiências na área ele criou uma equação que ficou conhecida como equação de Schrodinger. Nela, o cientista pôde perceber as mudanças dos estados quânticos num sistema físico.

- **Heisenberg**

Werner Heisenberg (1901- 1976) foi um físico alemão responsável pela criação de um modelo quântico para o átomo. Seus estudos foram essenciais para a evolução da área da mecânica quântica. Desenvolveu teorias relacionadas com

os átomos, raios cósmicos e partículas subatômicas. Em 1927 Heisenberg propôs o princípio da incerteza, também chamado de princípio de Heisenberg. Segundo esse modelo, é impossível mensurar a velocidade e a posição de uma partícula.

Portanto, pelas leis de Newton, podemos descrever o movimento dos elétrons (posição e velocidade) a partir das forças que actuam sobre eles. A teoria quântica por sua vez, calcula a probabilidade de se encontrar o elétron em uma região do espaço usando a equação Schrodinger (Marques, 2021).

2.2.2. O átomo, seus modelos e propriedades

O átomo é a unidade básica da matéria, isto é, a menor parcela em que um elemento pode ser dividido sem perder as suas propriedades químicas (BRADY, RUSSEL, & HOLUM, 2003)

Os átomos são formados por um núcleo composto por partículas, prótons e nêutrons, e, por elétrons que orbitam o núcleo, formando a eletrosfera.

Os modelos atômicos foram desenvolvidos ao longo de vários anos e explicam a formação do átomo, suas propriedades e comportamento.

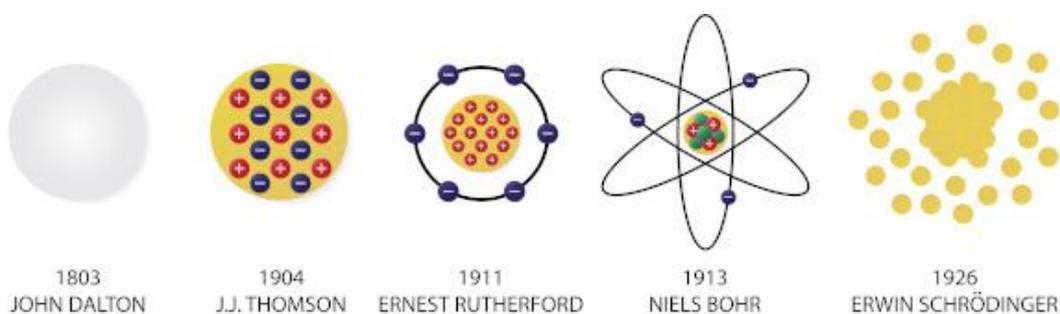


Figura 6: Evolução dos modelos atômicos ao longo da história (Araújo, 2021)

Antes que Schrodinger chegasse ao modelo atômico actual, foram necessários alguns ajustes no modelo proposto por Bohr. Nos anos 1916 e 1920, os físicos respectivamente Sommerfeld e Louis de Broglie, propuseram que os elétrons possuíam característica de partícula-onda.

Por volta de 1927, os cientistas deixaram de acreditar que o elétron teria uma trajetória bem definida em torno do núcleo. Schrodinger propôs o modelo da nuvem eletrônica, segundo esse modelo, os elétrons movem-se de forma desconhecida com velocidade elevadíssima.

O movimento do electrão passou a ser descrito por uma nuvem electrónica. Quanto mais densa é a nuvem, maior é a probabilidade de se encontrar aí o electrão. A nuvem é mais densa próxima do núcleo, menos densa longe do núcleo. Segundo Lima (2021), as propriedades do átomo são:

- **Número atómico**

o número atómico (Z) é a identidade de um elemento químico. O valor de Z indica a quantidade de protões no núcleo e é a propriedade usada para diferenciar os elementos químicos.

- **Número de massa**

O número de massa (A) representa a quantidade de protões e de neutrões no núcleo, de modo que indica a massa atómica do elemento. Os electrões são extremamente leves e praticamente não contribuem para a massa de um átomo.

- **Tamanho**

O tamanho de um átomo pode ser estimado por meio de seu raio atómico.

A medida do raio atómico é uma estimativa da distância entre o núcleo e a camada de valência, que é a última camada ocupada por electrões.

Como a eletrosfera (região externa do núcleo de um átomo, na qual se localizam os electrões) não possui limites bem definidos, o raio atómico pode ser estimado pela distância entre os núcleos de dois átomos ligados, sendo o raio atómico equivalente à metade dessa distância.

- **Estabilidade do núcleo**

Alguns átomos manifestam o fenómeno de decaimento radioativo, o qual advém da existência de um núcleo instável. O núcleo do átomo pode ser instável quando este possui um raio atómico relativamente grande e a força forte (força de coesão que mantém os protões e os neutrões unidos) não é grande o suficiente para manter as partículas juntas.

2.2.3. Estrutura nuclear e energia nuclear

A estrutura do átomo é formada pelo núcleo, que é constituído por duas partículas (protões e neutrões), e pela eletrosfera, que detém os electrões.

Os electrões são partículas com cargas eléctricas negativas, e os protões são partículas com cargas positivas.

Protões e neutrões são mantidos juntos no núcleo por forças, até o momento, não totalmente identificadas.

Os protões têm a tendência de se repelirem, porque têm a mesma carga (positiva). Como eles estão juntos no núcleo, comprova-se a existência de uma energia nos núcleos dos átomos com mais de uma partícula para manter essa estrutura.

A energia que mantém os protões e os neutrões juntos no núcleo é a energia nuclear, isto é, a energia de ligação dos nucleões (partículas do núcleo).

2.2.3. Processos nucleares

Radiações

Souza (2019), as radiações são invisíveis aos olhos humanos, mas existem, e dentre elas encontram-se a Alfa, a Beta e a Gama.

Radiação é a capacidade que alguns elementos fisicamente instáveis possuem de emitir energia sob forma de partículas ou radiação electromagnética.

- **Radiação alfa (α)**

A radiação possui carga positiva, é constituída por dois (2) protões e dois (2) neutrões, a barreira que não permite sua penetração é a folha de papel alumínio. A radiação alfa possui uma massa e carga eléctrica relativamente maior que as demais radiações, além de ser muito energética.

- **Radiação beta (β)**

A Radiação beta é a que possui carga negativa, por isso se assemelha aos electrões. Os raios betas são mais penetrantes e menos energéticos que as partículas alfas, conseguem atravessar o papel alumínio, mas são facilmente barrados por pedaços de madeira.

- **Radiação gama (γ)**

A Radiação gama não é muito energética, mas é extremamente penetrante, podendo atravessar o corpo humano, é detida somente por uma parede grossa de concreto ou por algum tipo de metal. Por tais características, essa radiação é nociva à saúde humana, ela pode causar má formação nas células.

Observação: apenas os raios alfa e beta possuem carga eléctrica, os raios gama não possuem carga eléctrica.

Sem o devido conhecimento, estas três radiações podem representar perigo, mas quando são devidamente usadas se tornam úteis, principalmente na medicina: são empregadas no tratamento de tumores cancerígenos.

Segundo Cossa (2010), as reacções nucleares dividem-se em três grandes grupos:

- Reacções de desintegração nuclear ou radioactividade.
- Reacções de fissão nuclear.
- Reacções de fusão nuclear.

Durante as reacções nucleares são sempre válidas a lei da conservação da massa e a lei da conservação da carga. Assim, a soma dos reagentes deve ser igual à soma das massas atómicas dos produtos e a soma dos números atómicos dos reagentes também deve ser igual à soma dos números atómicos dos produtos.

- **Desintegração nuclear ou radioactividade**

O fenómeno da radioactividade foi descoberto acidentalmente pelo cientista francês Henri Becquerel (1852-1909), em 1896. Ele descobriu que os cristais de urânio emitiam raios invisíveis que:

- Emulsionavam filmes fotográficos mesmo quando estes estavam protegidos por papel preto.
- Ionizavam gases.

Mais tarde, um casal de cientistas, também francês, Marie Curie (1867-1934) e Pierre Curie (1859-1906), descobriu um novo elemento radiactivo ao qual deu nome de rádio, Ra (do latim radium = que irradia).

A desintegração nuclear, ou radioactividade, é a transformação de um núcleo noutra, com a emissão de partículas radioactivas.

- **Reacção de fissão nuclear**

Com a descoberta do neutrão, achou-se uma nova partícula para desencadear reacções nucleares. O neutrão apresenta, comparativamente às outras partículas (alfa, beta, electrão, etc.), a grande vantagem de ser electricamente

neutro. Por isso, o neutrão pode aproximar-se do núcleo de qualquer elemento sem que seja repellido pela carga positiva do núcleo.

A este tipo de reacção dá-se o nome de fissão nuclear. A fissão nuclear é uma reacção nuclear durante a qual:

- Se obtêm dos núcleos pesados, mais leves que o nucléos-pai.
- Ocorre um defeito de massa.
- São emitidos dois ou mais neutrões, chamados neutrões de fissão.
- Se libera grande quantidade de energia.

- **Reacção de fusão nuclear**

Contrariamente a fissão nuclear, onde um núcleo pesado se quebra dando origem a dois núcleos mais leves, durante uma reacção de fusão nuclear, dois núcleos leves fundem-se (juntam-se) para formarem um núcleo mais pesado. Assim, A fusão nuclear é uma reacção durante a qual:

- Dois núcleos leves se juntam dando origem a um núcleo mais pesado.
- Ocorre um defeito de massa.
- Se liberta grande quantidade de energia.

Esta reacção é também designada termonuclear, porque a energia é libertada na forma de energia térmica.

2.2.4. Bomba atómica

A bomba atómica, ou bomba nuclear, é uma arma de explosão com um grande poder de destruição, em virtude da grande quantidade de energia que ela libera. Essa bomba funciona por meio do processo de reacção nuclear de fissão dos átomos, que possibilita uma grande libertação de energia a partir de uma pequena quantidade de energia. (Ferreira, 2022)

- **Vantagens e desvantagens da bomba atómica**

A vantagem da bomba atómica é a sua potência destrutiva, ao passo que a sua principal desvantagem está relacionada com a altíssima radioactividade dos seus compostos.

Quando a bomba atômica é usada ela é capaz de exterminar grandes áreas de um determinado território inimigo de forma muito rápida, praticamente instantânea, à distância, e representa uma ameaça.

O seu potencial destrutivo relacionado com a radiação, as áreas que são atingidas por bomba atômica podem levar muitas décadas para se recuperar. (Vieira, 2017)

2.3. Enquadramento do conteúdo de Física Atômica e Nuclear no programa de Física da 12ª do Curso de C.F.B

De acordo o plano temático do actual programa de Física da 12ª classe do curso de Ciências Físicas e Biológicas, o autor do presente trabalho sugere que o conteúdo a ser proposto, seja inserido no tema A – Forças e Movimentos, como subtema do tema em questão, para enriquecer o programa de Física da 12 classe.

A selecção dos conteúdos de ensino, é feita em função dos objectivos perspectivados para o ensino, destacando aqueles que são considerados primordiais e encontram significado independentemente da época e do lugar.

Entretanto, os conteúdos de ensino seleccionados devem possuir as seguintes características (Piletti, 2004) :

- Flexibilidade: característica de estarem sujeitos a modificações , adaptações, renovações e enriquecimento;
- Significação: característica de estarem relacionados as experiências quotidianas do aluno, quer dizer um conteúdo terá significado para o aluno quando, para além de despertar seu interesse, é também capaz de leva-lo por iniciativa própria, aprofundar o interesse do mesmo;
- Elevar a independência do aluno: característica de tornar o aluno autor e protagonista da sua própria aprendizagem, evidenciada desenvolvimento e concretização das operações cognitivas;
- Utilidade: particularidade do conteúdo de estar de acordo com as exigências e características do meio em que o aluno se encontra inserido, podendo este utiliza-lo no ambiente em que vive;
- Viabilidade: os conteúdos seleccionados devem ter a característica de serem assimilados dentro das limitações de tempo, em função dos recursos disponíveis, e não acima das capacidades de compreensão dos alunos.

Objectivos para o conteúdo proposto

A palavra objectivo é de origem Latina “objectivos”, que em Português significa todo aquilo que se pretende atingir. Dentro do campo da Didáctica, os objectivos podem ser:

Gerais ou educacionais – descrevem o que os alunos devem saber ou fazer ao final de uma disciplina, unidade, tema e subtema.

Instrucionais ou específicos – são passos estratégicos para que o objectivo geral possa ser alcançado, isto é, descrevem o que o aluno deve aprender no final de cada aula.

Deste modo, o subtema proposto tem como **objectivo geral ou educacional**: conhecer o conceito de capacitores.

Para o alcance do objectivo geral do subtema proposto, foram definidos os seguintes **objectivos instrucionais (específicos)**:

- Conceituar a Física Atómica e Nuclear;
- Conhecer a importância da Física atómica e nuclear;
- Compreender as reacções nucleares;
- Conhecer as vantagens e desvantagens da bomba atómica.
- Conhecer algumas das aplicações da Física Atómica e Nuclear.

Tempo para o tratamento do conteúdo proposto

Como já foi referenciado, o programa de Física da 12ª Classe prevê quatro (4) tempos de aulas por semana, equivalente a 180 minutos de aulas a cada semana. De acordo com o conteúdo do subtema proposto, presume-se que este pode ser leccionado num período equivalente a 225 minutos (5 tempos), como é espelhado na tabela abaixo:

Subtema			
Subtemas	Número de ordem dos subtemas	Título dos subtemas	Tempos
Subtema	1.1	Conceitos Física atómica e Nuclear	

Subtema	1.2	Teoria Quântica	45 minutos
Subtema	1.3	Estrutura nuclear e energia nuclear	45 minutos
Subtema	1.4	Processos nucleares	90 minutos
Subtema	1.5	Bomba Atómica	45 minutos

Tabela 2.2: distribuição de tempos do subtema proposto (Elaboração do autor).

2.4. Estratégia de ensino – aprendizagem para o conteúdo proposto

A aula é a forma fundamental de organizar a actividade do docente, pois permite sintetizar, sistematizar e expor o conteúdo, para o alcance dos objectivos alinhados. O autor deste trabalho considera que o conteúdo a ser incluído no programa de Física da 12^a Classe do curso de Ciências Física e Biológicas, deve seguir quatro fases sequenciadas e vinculadas entre si, que irão acompanhar todo o desenrolar deste subtema para de forma eficiente permitir um alcance dos objectivos preconizados.

▪ Fase de planificação

Vai permitir ao professor identificar os recursos disponíveis e suas limitações. Nesta fase o professor traduz o conteúdo em termos mais concretos e operacionais, definindo assim os objectivos específicos estabelecidos a partir dos objectivos educacionais, delimitando os conhecimentos a serem adquiridos pelos alunos, os procedimentos e recursos de ensino que estimulam a actividade da aprendizagem, bem como os procedimentos de avaliação para verificar se os objectivos preconizados podem ser atingidos.

Durante o processo de planificação, o professor deve procurar responder as seguintes questões: O que é pretendido alcançar com o novo conteúdo? Como alcançar o que é pretendido? O que fazer e como fazer para alcançar o que é pretendido? Quais são os recursos necessários para o alcance dos objectivos propostos?

A resposta de cada questão dará a directriz de como atingir os objectivos propostos para o PEA deste subtema.

▪ Fase de Orientação

Tem como objectivo criar disposição positiva no aluno para o conhecimento do objecto de estudo. Se mostram nesta fase: o método, o objectivo e as características do objecto no qual são direccionadas as acções.

Nesta fase o professor irá despertar nos alunos a importância dos conteúdos ligados a Física Atómica e Nuclear e suas aplicações no dia-a-dia, explicando com exemplos próximos a realidade do aluno, formulando questões como:

Já ouviram falar sobre a Física atómica e nuclear?

Podem citar algumas das suas aplicações?

Qual é a influência dela para o desenvolvimento do universo?

Os exemplos e as questões formuladas pelo professor nesta etapa, ajudará os alunos a construir subsunções adequadas que lhes permitirá atribuir significado ao conteúdo a ser aprendido, bem como a relacionar o que já sabem com o que será aprendido.

▪ **Fase de execução**

É a fase própria da realização da aula. Depois de inúmeras intervenções dos alunos em função das questões levantadas pelo professor, o professor desenvolve a matéria, ditando e explicando de forma detalhada, inteligente e eficaz. O professor ainda orienta e facilita os alunos na absorção dos conhecimentos sobre a Física Atómica e Nuclear, aplicando distintas metodologias que permitam criar maior protagonismo aos alunos para descobrirem a verdade por si mesmo sob orientação dele.

▪ **Fase da consolidação**

Esta fase tem como objectivo fortalecer o conteúdo dado na aula. Procura-se conhecer a capacidade dos alunos em contextualizar e aplicar os conhecimentos adquiridos em situações diversas. O professor verifica o nível de assimilação dos alunos relativamente aos conteúdos a Física Atómica e Nuclear, testando-os com algumas questões como:

Fala sobre as vantagens das Usinas nucleares?

Existe alguma diferença entre quanta e quantum?

O que é a bomba atómica?

Conclusões do Capítulo II

1. À luz dos conteúdos temáticos actuais do programa de Física da 12^a Classe do curso de C. F. B., é de suma pertinência a inclusão da Física Atómica e Nuclear no programa vigente, dada a influência que as aplicações dos seus conteúdos desempenham no quotidiano dos alunos e na sociedade em geral.
2. O modelo apresentado de aplicação da proposta, embora resumido, serve como guia para o professor leccionar o conteúdo proposto, pelo que enfatiza as etapas da aula e reflete os fundamentos da planificação.

CONCLUSÕES GERAIS E RECOMENDAÇÕES

Conclusões Gerais

1. A proposta didática em questão a ser aplicada para alunos da 12^a Classe do Curso de C.F.B permitirá abrir horizontes que muitas vezes os alunos não conseguem vislumbrar, estimulando o interesse dos mesmos, onde se espera que haja um maior interesse no estudo de ciências, sobretudo no ensino de física, através da Física Atômica e Nuclear.
2. As teorias de aprendizagem elucidadas, são uma ferramenta didáctica para o ensino dos conteúdos propostos e ao serem aplicadas permitirão transformar os professores em verdadeiros metodólogos, acarretando assim a vantagem de embazarem os diferentes conteúdos em diferentes contextos e alunos.
3. Olhando para o papel que as suas aplicações desempenham na sociedade actual, os conteúdos de Física Atômica e Nuclear têm a necessidade de ser introduzidos no programa de Física da 12^a Classe, em função ao estado actual do seu desconhecimento científico pelos alunos.

Recomendações

1. Que os professores a que leccionam na 12^a Classe coloquem na prática a proposta apresentada e de forma resumida, seleccionem os conhecimentos necessários e relevantes para os alunos.
2. Dada a relevância deste tema no contexto teórico, industrial e tecnológico, que os professores e não só, aprofundem a investigação, não apenas para resolver problemas da Educação, também de outros campos da indústria e da tecnologia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Referências bibliográficas

- Alves, J. e Silva, F. (2014). *OS DESAFIOS DA ESCOLA PÚBLICA PARANAENSE NA PERSPECTIVA DO PROFESSOR PDE. Física atômica e nuclear, subsídios para discussão no Ensino Médio.*, 1.
- Angotti, A. (2015). *Metodologia e Prática de Ensino de Física* (1ª ed., Vol. 1). SANTA CATARINA-BRAZIL: LANTEC – CED – UFSC.
- Araújo, B. (2021). *Átomo: o que é, estrutura, modelos atômicos*. Fonte: file:///C:/Users/PC/Downloads/Átomo_%20o%20que%20é,%20estrutura,%20modelos%20atômicos%20-%20Manual%20da%20Química.html
- Ausube, D. (1980). *Psicologia Educacional, Aprendizagem significativa*. (2 ed.). Rio de Janeiro: Interamericana.
- Borges, D. (2020). Brasil Escola. (P. IF, Editor, T. Lisboa, Produtor, Linda Hall Library) Fonte: Esudo prático e educa mais: <https://onhecientificocom/fisica-nuclear/>
- BRADY, E., RUSSEL, E. e HOLUM, R. (2003). *a matéria e suas transformações*. . ., (3.ed ed., Vol. 1 e 2). Rio de Janeiro, Brasil: LTC.
- BRUNER, S. (1973). *O Processo da Educação*. 3ª ed. São Paulo. . Nacional.
- CAMPOS, C. (2011). *Aprendizagem Baseada em projetos: uma nova abordagem para a Educação em Engenharia*. Blumenau, Santa Catarina: COBENGE .
- Carvalho, M. (2003). *Curiosidade e Imaginação – os Caminhos do Conhecimento nas Ciências, nas Artes e no Ensino*. Brasil: Ensino de Ciências:.
- CHESMAN, Andre, C.e MACED, A. (2004). *Física Moderna: experimental e aplicada*. -2.ed. – São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Conceito.de. (24 de 09 de 2015). Fonte: <https://conceito.de/programa-educativo>

Cossa, A. V. (2010).

Dostoiévski, C. M. (25 de 09 de 2019). Fonte: Todamatéria: www.todaateria.com.br

Duarte, M. (2012). *Aprender Melhor: Aumentar o Sucesso e a Qualidade da Aprendizagem*. Rua do Vale Formoso, 37 - 1959 - 006 Lisboa: ESCOLAR EDITORA.

Ferreira, R. (29 de 07 de 2022). Fonte: Brasil Escola: brasilecola.uol.com.br

GAGNÉ, M. (1974). *Como se realiza a aprendizagem*. Rio de Janeiro, RJ: Livros Técnicos e Científicos. Brasília, DF: INL.

Gaspar, A. (2013). *Compreendendo a Física* (2ª ed., Vol. 1). (A. P. Pozzani, Ed.) São Paulo, Brasil: Editora Ática. Acesso em 08 de Agosto de 2019, disponível em WWW.atica.com.br / editora@atica.com.br

HAMADA, R. (2016). *ALGUMAS APLICAÇÕES DA FÍSICA NUCLEAR COM ENFOQUE NA GEOLOGIA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO*. Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Física da Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT) do campus da UNESP de Presidente Prudente. Brasil.

Helena, S. L. (2010). *Alfabetização científica e documentos oficiais brasileiros: um diálogo na estruturação do ensino de física*. (A. M. Pessoa, Ed., e CARVALHO, Trad.) São Paulo: Cengage Learning.

Hopkins, B. e Smith, M. (1994). *Dicionário escolar de Ciência*. (H. Parker, Ed., E. Vidigal, Trad.) Londres, Singapura, Inglaterra: Livraria Civilização. doi:972.26.1163.1

INIDE. (2019). *Programa de Física da 10ª, 11ª e 12ª Classes, do 1º Ciclo do Ensino Secundário* (2ª ed.). Luanda, Angola: Editora Moderna, S.A. Acesso em 10 de Agosto de 2019, disponível em geral@editoramoderna.com

Interessante, S. (2016). *Teoria atômica. O poder das menores partículas para maiores estragos*. Fonte: <https://super.abril.br//historia/teoria-atomica/>

Jeremias, P., e Mucuambi, V. (2020). *PROPOSTA METODOLÓGICA PARA A INCLUSÃO DE ALGUNS CONTEÚDOS SOBRE “ENERGIAS RENOVÁVEIS” NO TEMA A DO PROGRAMA DE FÍSICA DA 8ª CLASSE, DO COLÉGIO Nº 1771 “NOSSA SENHORA DE FÁTIMA” -LALULA LUBA.* Lubango-Angola: Isced-Huíla.

Leal, M., Silva, F. d., Barbosa, R., e Meneses, d. (2020). *DA FÍSICA ANTIGA À FÍSICA MODERNA: UMA VISÃO DO SEU PROCESSO HISTÓRICO.* Pernambuco, Brazil. Fonte: www.conedu.com.br

Lima, L. (2021). Fonte: mundoeducacao.uol.com.br.

Lucala, E. (2017). *Proposta de . Trabalho apresentado para o grau de Licenciado no Ensino da Física. Lubango: Isced Huila.*

Manuel, E. (2015). *PROPOSTA METODOLÓGICA PARA INTRODUÇÃO DOS SUBTEMAS, LEI DE COULOMB E CAMPO ELÉCTRICO NO TEMA, ELÉCTROSTÁTICA NO PROGRAMA DE FÍSICA DA 9ª CLASSE DA ESCOLA DO I CICLO DO ENSINO SECUNDARIO “ FADÁRIO FAUSTINO MUTECA” EM CALUQUEMBE* Trabalho de fim do Curso. Angola.

Marques, D. (24 de 07 de 2021). *Brazil Escola.* Fonte: brasile scola.uol.com.br

Maurício, C. (2010). *Inovação Curricular em Física: Transposição didática e a sobrevivência dos saberes. A pesquisa em ensino de física e a sala de aula: articulações necessárias.* (M. GARCIA, Trad.) São Paulo: Editora da Sociedade Brasileira de Física.

Menezes, P., e Nhabique, F. (2008). *Física para todos 8ª Classe (1ª ed.).* Maputo, Moçambique: Editora Nacional de Moçambique.

Muhacha, B. (13 de 02 de 2021). *Sópra Educação.* Fonte: sopra-educacao.com

Oliveira, A., e Fernandes, D. (2006). *Natureza ondulatória da matéria.* Editora da UFRN. Fonte: www.oneodddude.net

Pfromm, S. (1987). *Psicologia da Aprendizagem e do ensino*. São Paulo: Editora da USP.

Piletti, C. (2004).

Souza, A. (5 de Março de 2019). *Radiações alfa, beta gama*. Fonte: Química Nuclear: <https://brasilecola.uol.com.br>

Tchimuku, J. (2009). *Proposta metodológica para a Introdução de Algumas Noções Básicas da teoria Quântica da Luz no Programa das Escolas do Segundo Ciclo do Lubango*. Huíla, Angola: Instituto Superior de Ciências de Educação da Huíla.

Urien, A. (2022). *Físico-Química. Átomo*. Fonte: www.colaweb.com/quimica/fisico-quimica/atomo

Vieira, M. (6 de 7 de 2017). Fonte: Brainly: brainly.com.br

Vygotsky. (1982). *Obras Escogidas: problemas de psicologia geral*. Madrid: Gráficas Rogar Fuenlabrada.

Vygotsky, S. (1989). *Uma Introdução ao pensamento e a linguagem de Vygotsky*. Behar.

Vygotsky. (1985). *A construção do pensamento e da linguagem. (Psicologia e pedagogia)*. São Paulo: Paulo Bezerra.

i. ANEXOS

Anexo 1

Inquérito dirigido aos professores de Física do Liceu 1677-Lubango.

Caro (a) Professor (a)

O inquérito que lhe é atribuído visa diagnosticar os conhecimentos sobre os conteúdos de Física Atómica e Nuclear, na 12ª Classe. Por isso pede-se a máxima colaboração nas respostas e, espera-se a sua sinceridade e colaboração nas questões colocadas.

Marque com X a alternativa certa e comente quando necessário.

1. Já leccionou na 12ª Classe os conteúdos de Física Atómica e Nuclear?

Sim Não

1. Considera importante a aprendizagem sobre os conteúdos de Física Atómica e Nuclear, para os alunos da 12ª classe?

Sim Não

2. Os conteúdos relacionados com a Física Atómica e Nuclear no programa de Física da 12ª Classe são:

Suficientes Insuficientes Inexistentes

3. Acha que a inclusão de alguns conteúdos mais elementares de Física Atómica e Nuclear no programa de Física da 12ª classe pode melhorar o Processo de Ensino e Aprendizagem da Física neste nível?

Sim Não

Muito obrigado pela disponibilidade!

Anexos 2

Tabela1. Resultados dos inquéritos Aplicados aos professores

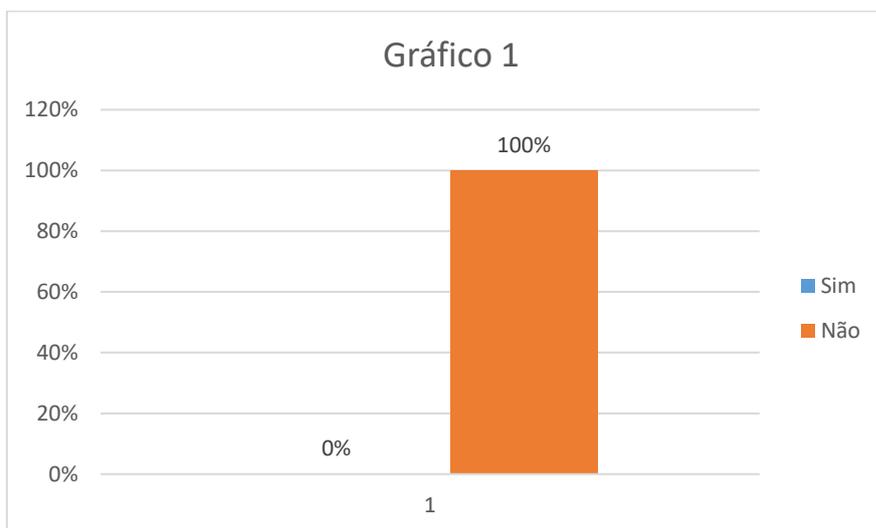
Pergunta	Resposta	Nº de alunos	Percentagem
1.Já leccionou na 12ª classe conteúdos sobre a Física Atómica e Nuclear?	Sim	0	0%
	Não	6	100%
2.Consideras importante a aprendizagem sobre a Física Atómica e Nuclear, para os alunos da 12ª classe?	Sim	6	100%
	Não	0	0%
3.Os conteúdos relacionados com a Física Atómica e Nuclear no programa Física da 12ª Classe são: Suficientes, insuficientes, inexistentes?	Suficientes	0	0%
	Insuficientes	1	16,67%
	Inexistentes	5	83,33%

4. Acha que a inclusão de alguns conteúdos mais elementares de Física Atômica e Nuclear no programa de Física da 12 ^a classe pode melhorar o Processo de Ensino e Aprendizagem da Física neste nível?	Sim	6	100%
	Não	0	0%

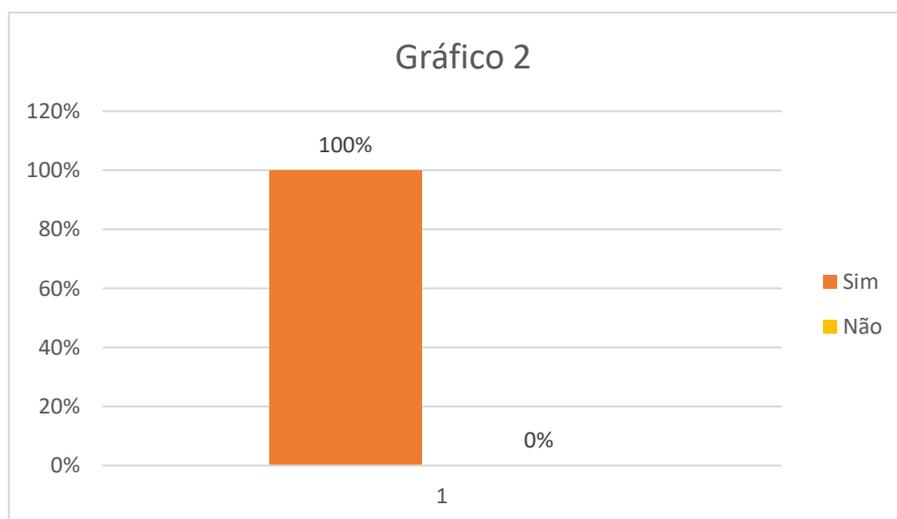
Anexo 3

Gráficos(1 à 4) correspondente a tabela 1 no anexo 1 dos dados dos inquéritos aplicados aos professores.

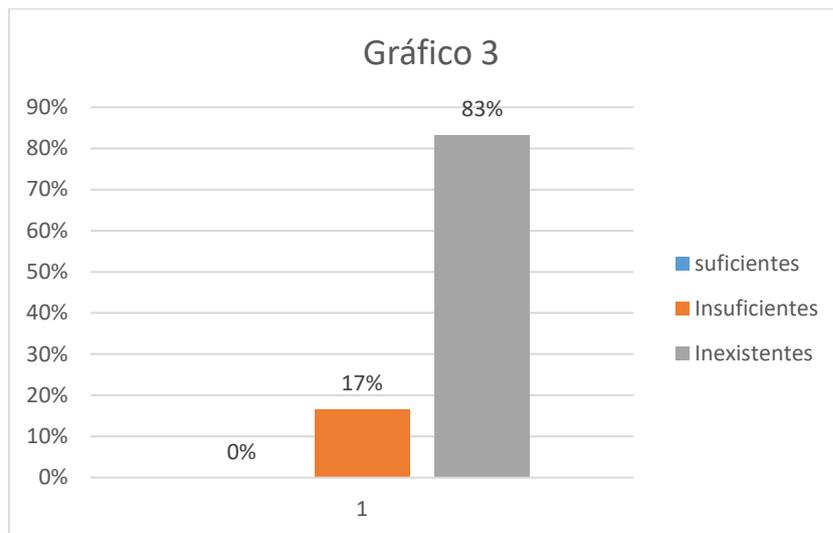
1. Já leccionou na 12^a classe conteúdos sobre a Física Atómica e Nuclear?



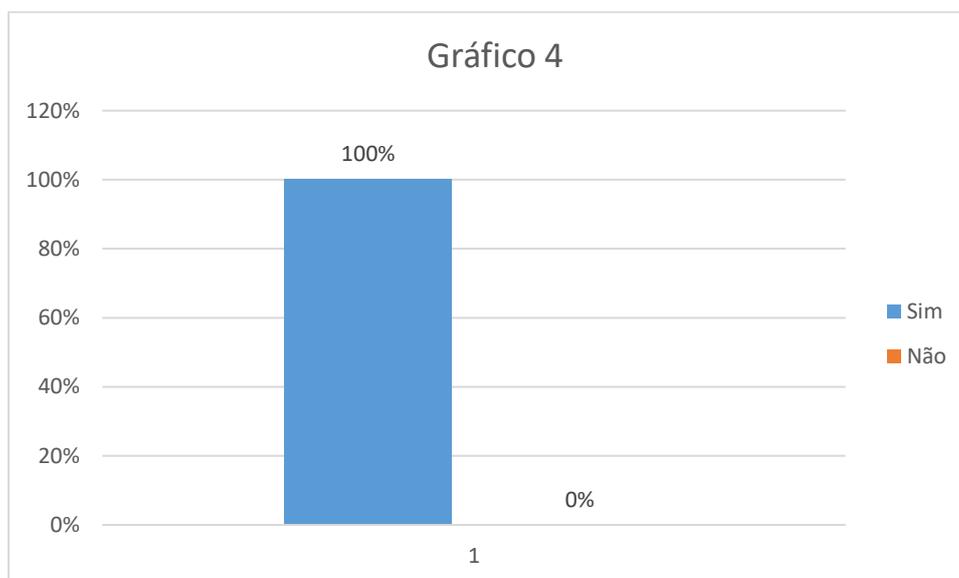
2. Consideras importante a aprendizagem sobre a Física Atómica e Nuclear, para os alunos da 12^a classe?



3. Os conteúdos relacionados com a Física Atómica e Nuclear no programa Física da 12^a Classe são: Suficientes, insuficientes, inexistentes?



4. Acha que a inclusão de alguns conteúdos mais elementares de Física Atômica e Nuclear no programa de Física da 12^a classe pode melhorar o Processo de Ensino e Aprendizagem da Física neste nível?



Anexo nº 4

Inquérito dirigido aos alunos do Liceu 1677- Lubango.

Caro (a) Aluno (a)

O presente inquérito faz parte de um conjunto de tarefas para a elaboração do Trabalho de Licenciatura, ele é anónimo e não é para a tua avaliação. Visa apenas recolher dados para o fim exposto acima. Por isso peço que o respondas de forma sincera, pois as suas respostas têm um pendor muito importante para o sucesso deste trabalho.

Marca com X a resposta conveniente:

1. Já ouviste falar de Física Atómica e Nuclear?

Sim Não Talvez

2. Onde ouviu falar?

Na escola Na rua Na internet Outro

3. Em que nível qualificas o conhecimento que possúis em Física Atómica e Nuclear?

Nível baixo Nível médio Nível avançado

4. Consideras importante a Física Atómica e Nuclear?

Sim Não Talvez

5. Gostarias de aprender ou aprofundar mais sobre a Física Atómica e Nuclear?

Sim Não

Grato pela atenção dispensada!

Anexo nº 5

TABELA 2. RESULTADOS DOS INQUÉRITOS APLICADOS AOS ALUNOS.

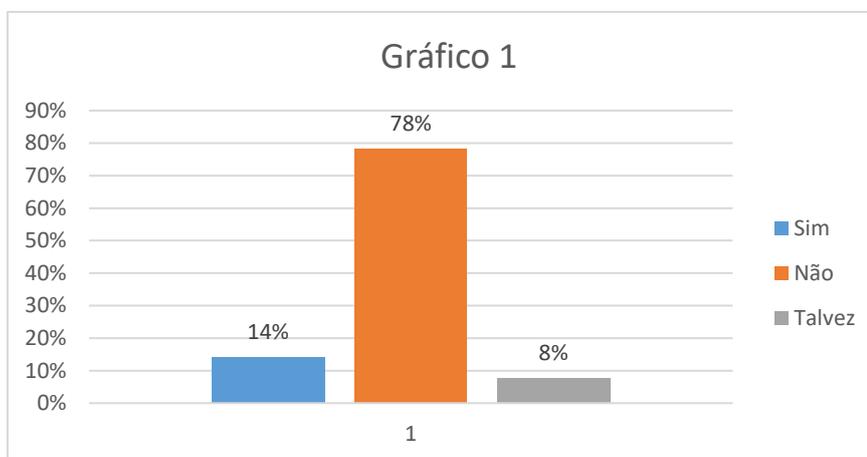
Pergunta	Resposta	Nº de alunos	Percentagem
1. Já ouviu falar de Física Atómica e Nuclear?	Sim	13	14,2%
	Não	72	78,2%
	Talvez	7	7,6%
2. Onde ouviu falar?	Na escola	12	13,4%
	Na rua	4	4%
	Na internet	27	29,6%
	Outro	49	53%
3. Em que nível qualifica o conhecimento que possui em Física Atómica e Nuclear?	Nível baixo	46	50%
	Nível médio	34	37%
	Nível avançado	12	13%
4. Consideras importante a Física Atómica e nuclear?	Sim	70	76%
	Não	1	1%
	Talvez	21	23%

5. Gostarias de aprender ou aprofundar mais sobre a Física Atômica e Nuclear?	Sim	80	86,9%
	Não	12	13,1%

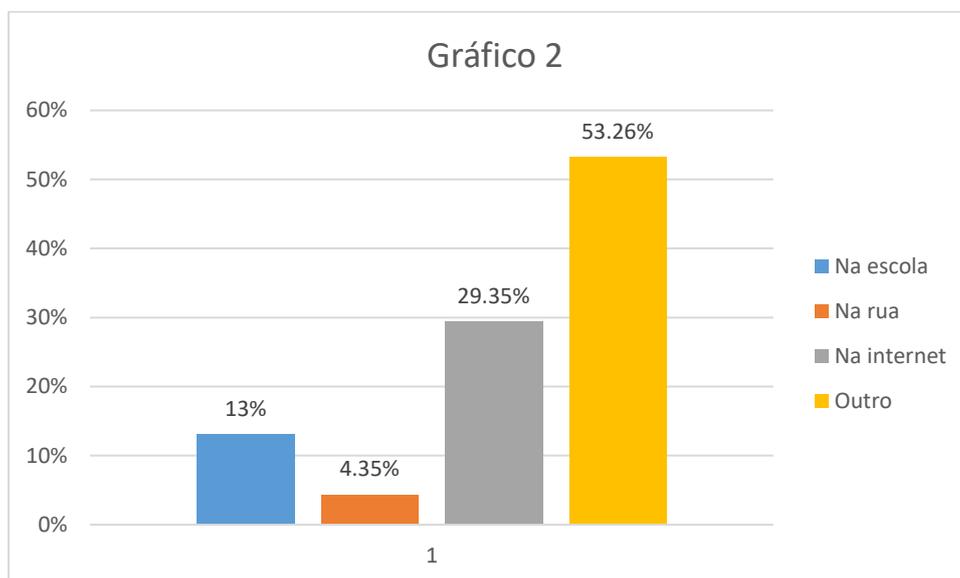
Anexo nº 6

Gráficos(1 à 5) correspondente a tabela 2 no anexo 2 dos dados dos inquéritos aplicados aos alunos.

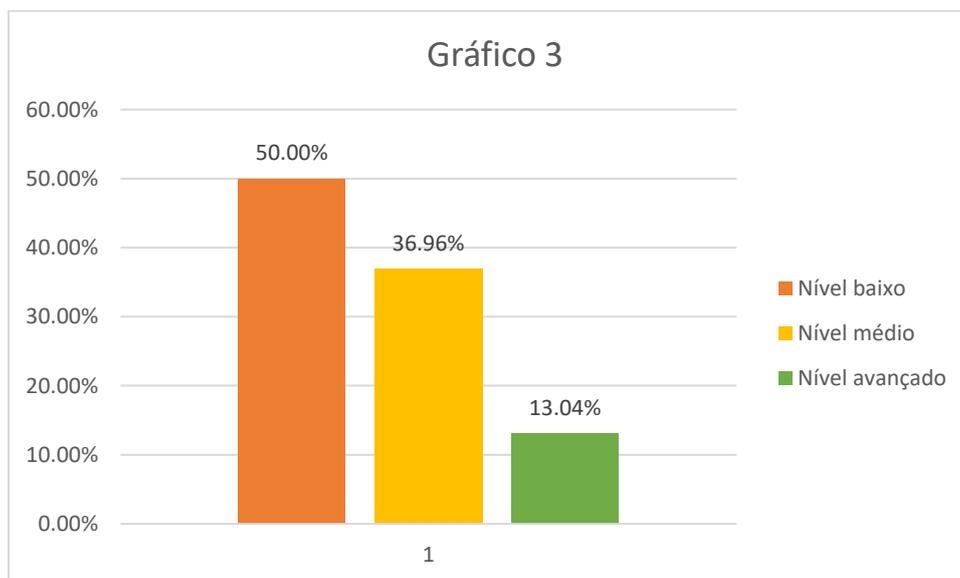
1. Já ouviu falar de Física Atômica e Nuclear?



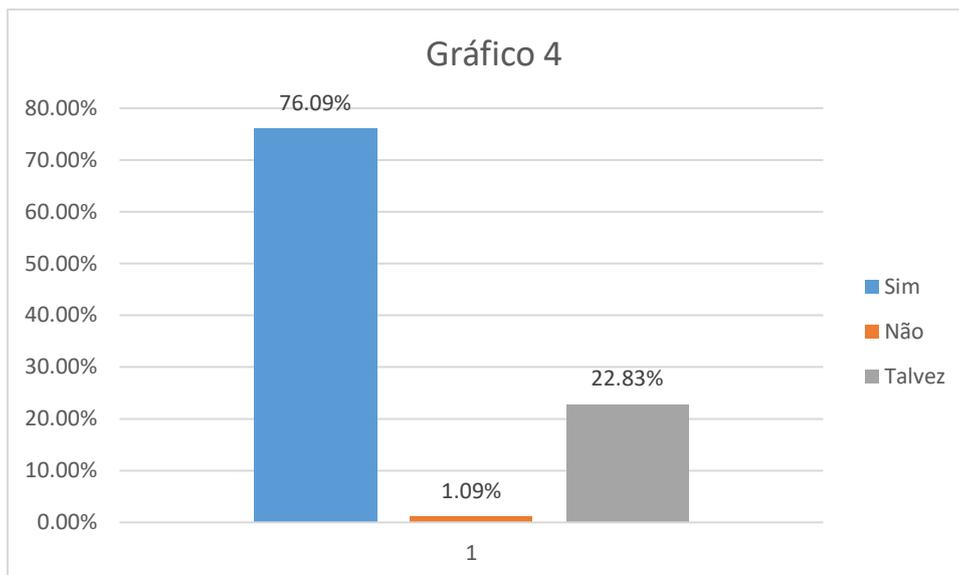
2. Onde ouviu falar?



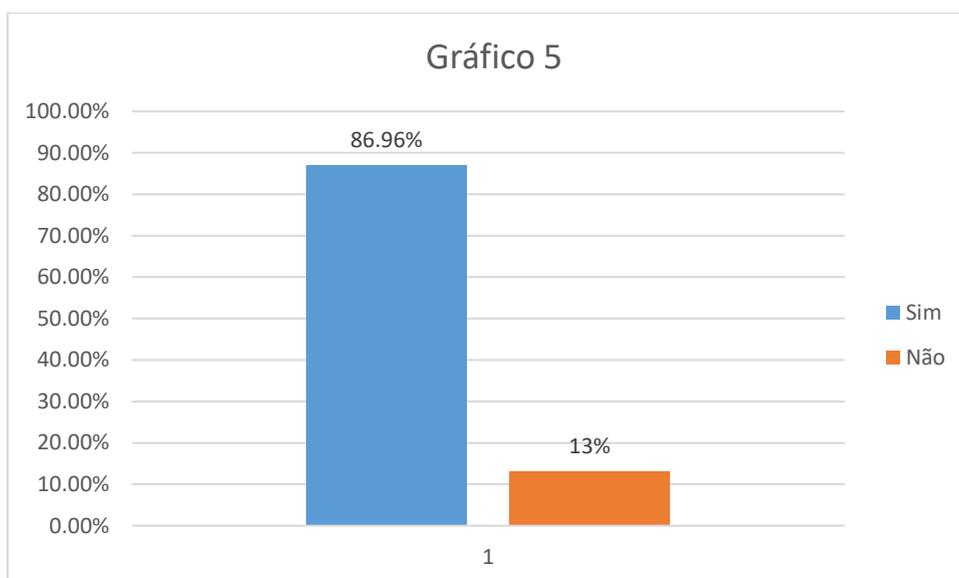
3. Em que nível qualificas o conhecimento que possuis em Física Atómica e Nuclear?



4. Consideras importante a Física Atómica e nuclear?



5. Gostarias de aprender ou aprofundar mais sobre a Física Atômica e Nuclear?



Anexo nº 7

Programa geral de Física da 12ª Classe do IIº Ciclo do Ensino Secundário Curso de Ciências Físicas e Biológicas

Temas / Conteúdos

TEMA A: FORÇAS E MOVIMENTOS

Subtema 1: A dinâmica de uma partícula matéria em movimento

Objectivo Geral: Caracterizar o movimento de uma partícula material

Objectivos específicos:

- Caracterizar o movimento curvilíneo de uma partícula.
- Identificar os casos particulares do movimento de um projectil.
- Identificar o movimento de uma partícula material actuada por uma força com direcção não coincidente com a do movimento, com movimento curvilíneo.
- componente normal e tangencial da força e da aceleração.
- Referir o significado físico das componentes normal e tangencial da aceleração.
- Explicar a relatividade de movimento.
- Comparar o princípio material sujeita as forças de atrito e de ligação.

Conteúdos:

- Movimento curvilíneo de uma partícula actuada por uma força constante.
- Movimento de um projectil.
- Componente normal e tangencial do vector aceleração.
- Movimento relativo.
- Princípio da Relatividade de Einstein.
- Movimento de uma partícula material.

Subtema 2: Dinâmica de um sistema de partículas

Objectivo Geral: caracterizar o movimento de um sistema de partículas matérias.

Objectivos específicos:

- Reconhecer a necessidade de definir o centro de massa de uma partícula para caracterizar o movimento de um sistema de partículas.
- Enunciar a Lei Fundamental de Newton para sistemas de partículas.
- Enunciar a Lei da Conservação do momento Linear e analisar as situações correntes a que ela se aplica.

- Enunciar a Lei da Conservação do Momento Angular.

Conteúdos:

- Centro de massa de um sistema de partícula; seu movimento.
- Lei fundamental de Newton para um sistema de partículas.
- Conservação do momento linear de um sistema de partículas.
- Momento angular de um sistema de partículas.
- Variação do momento angular. Momento de uma Força.
- Momento Angular de um corpo rígido móvel em torno de um eixo fixo em relação a um referencial inercial.
- Lei da conservação do momento angular.

Subtema 3: Mecânica dos Fluidos

Objectivo Geral: Reconhecer a importância do estudo dos fluidos

Objectivos específicos:

- Conhecer os conceitos fundamentais da mecânica dos fluidos.
- Conhecer o que se entende por fluidos.
- Enunciar a Lei Fundamental da Hidrostática.
- Analisar a importância da equação de continuidade.
- Deduzir a equação de Bernoulli.
- Enunciar a Lei de Arquimedes.
- Determinar experimentalmente a Lei de Arquimedes.

Conteúdos:

- Lei Fundamental da Hidrostática.
- Lei de Arquimedes. Equilíbrio de corpos flutuantes.
- Lei da Continuidade.

TEMA B: INTERAÇÕES E CAMPOS

Subtema 1-Interacção gravitacional. Interacção Electrostática

Objectivo Geral: Reconhecer a importância do estudo da interacção gravitacional e eletrostática dos campos

Objectivos específicos:

- Enunciar a lei de gravitação universal.
- Interpretar a lei de gravitação universal.
- Identificar a constante de gravitação.
- Conhecer a fórmula de gravitação universal.
- Conhecer a fórmula de interacção gravitacional.

- Explicar a interacção gravitacional dos corpos, dimensões e formas arbitrária.
- Conhecer a importância do estudo da electrostática.
- Explicar a lei da conservação e quantificação da causa eléctrica.
- Enunciar a lei de Coulomb.
- Conhecer a fórmula da lei de Coulomb.
- Conhecer a lei de Coulomb para um meio que permita a relatividade.
- Conhecer as propriedades do meio onde as cargas se internacional.
- Descrever a lei de Coulomb para um meio que permita a relatividade.

Conteúdos:

- Lei da gravitação universal. Constante da gravitação.
- Interacção gravitacional.
- Interacção electrostática.
- Conservação e quantificação da carga eléctrica.
- Lei de Coulomb das acções electrostática.
- Permittividade de um meio.

Subtema 2: Campo gravitacional, Campo electrostático

Objectivo Geral: Conhecer a importância do estudo Campo Gravitacional e Campo electrostático

Objectivos específicos:

- Conhecer a importância do estudo do conceito do campo.
- Distinguir campo gravitatório eléctrico.
- Conhecer o papel do campo electrostático.
- Explicar as características de um campo eléctrico.
- Conhecer a magnitude que caracterizam a intensidade do campo eléctrico.
- Enunciar o conceito de dipolo eléctrico.
- Conhecer como achar o valor absoluto da energia potencial.
- Distinguir potencial eléctrico e gravítico.
- Relacionar as grandezas do campo potencial.
- Conhecer os procedimentos para representar graficamente os campos Electrostático.

Argumentar sobre as propriedades eléctricas dos condutores nas condições da electrostática.

Conteúdos:

- Conceito de campo.

- Vector campo gravitacional. Vector campo eléctrico.
- Campo eléctrico, gravitacional Radial e uniforme.
- Dipolo eléctrico.
- Energia potencial associado a um campo conservativo.
- Potencial eléctrico. Potencial gravítico.
- Relação entre as grandezas campo e potencial.
- Condutores isolados em equilíbrio electrostático.

Subtema 3: Campo eléctrico da corrente eléctrica em regime estacionário

Objectivo geral: Reconhecer a corrente eléctrica como uma forma de campo Electromagnético.

Objectivos específicos:

- Conhecer as características da força fundamental do campo magnético
- Representar graficamente os campos magnéticos
- Conhecer a magnitude o vector campo magnético
- Diferenciar campo magnético uniforme e não uniforme
- Interpretar a acção das cargas eléctricas num campo eléctrico e magnético

Conteúdos:

- Vector campo magnético.
- A acção de um campo magnético sobre um elemento da corrente estacionária e sobre uma carga eléctrica em movimento.
- Movimento da carga eléctrica num campo magnético uniforme.
- Movimento da carga eléctrica sob acção simultânea de um campo eléctrico e de um campo magnético.
- Campo magnético de uma corrente rectilíneo.
- Interação entre correntes eléctricas paralelas.

TEMA C: FENÓMENOS QUE ENVOLVEM CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS VARIÁVEIS

Subtema 1: Introdução electromagnética

Objectivo Geral: Conhecer a importância do fenómeno de indução electromagnética

Objectivos específicos:

- Conhecer a origem de uma corrente induzida.
- Definir Fenómeno.
- Enuncia a lei da indução electromagnética.

- Conhecer a lei da indução electromagnética.
- Interpretar o sinal negativo da lei de indução electromagnética.
- Definir a lei de Lenz.
- Explicar o fenómeno de auto-indução.
- Explicar as transformações estáticas.

Conteúdos:

- Fluxo magnético.
- Força electromotriz induzida.
- Auto indução. Indução mútua.
- Transformadores estáticos

Subtema 2: Corrente eléctrica alternada sinusoidal

Objectivo Geral: Compreender o papel da corrente alternada

Objectivos específicos:

- Conhecer a importância da produção da corrente eléctrica.
- Explicar o surgimento da corrente eléctrica de diferentes frequências.
- Conhecer as condições necessárias para surja e exista corrente eléctrica num meio condutor.
- Definir magnitude intensidade da corrente eléctrica.
- Conhecer a fórmula de intensidade da corrente eléctrica.
- Conhecer a equação da intensidade da corrente que passa através de uma superfície arbitrária.
- Enunciar a lei Ohm.
- Interpretar a lei Ohm.
- Explicar a potência média em circuitos de corrente alternada.

Conteúdos:

- Produção da corrente alternada sinusoidal.
- Efeito da corrente eléctrica alternada sinusoidal de baixa frequência.
- Intensidade e diferença de potencial eficaz.
- Circuito em corrente alternada.
- Diferença de fase entre a intensidade da corrente e a d.d.p em circuitos de corrente alternada.
- Impedância. Lei de Ohm em corrente alternada.
- Potência média em circuitos de corrente alternada sinusoidal. Factor de potência.

Subtema 3: Ondas electromagnéticas

Objectivo Geral: Compreender a importância das ondas electromagnéticas

Objectivos específicos:

- Definir ondas electromagnéticas.
- Conhecer as equações das ondas electromagnéticas.
- Distinguir as ondas electromagnéticas em diferentes meios.
- Diferenciar os diferentes tipos de ondas electromagnéticas.

Conteúdos:

- Propagação de ondas electromagnéticas.
- Campos eléctricos e magnéticos associados a ondas electromagnéticas.