UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE

Larissa Jung Basso

O APRENDIZADO EM QUÍMICA NUCLEAR NO PRONATEC MEDIADO PELA TEORIA DA ATIVIDADE DE ENGESTRÖM

Santa Maria, RS, Brasil
2017

Larissa Jung Basso

O APRENDIZADO EM QUÍMICA NUCLEAR NO PRONATEC MEDIADO PELA TEORIA DA ATIVIDADE DE ENGESTRÖM

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação em Ciências.**

Orientador: Prof. Dr. Everton Lüdke

Santa Maria, RS, Brasil

2017

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática
da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Jung Basso, Larissa
O APRENDIZADO EM QUÍMICA NUCLEAR NO PRONATEC MEDIADO PELA TEORIA DA ATIVIDADE DE ENGESTRÖM / Larissa Jung Basso.- 2017.
120 p.; 30 cm

Orientador: Everton Lüdke
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, RS, 2017

1. Teoria da Atividade 2. Ensino de Química Nuclear 3. Taxonomia de Bloom I. Lüdke, Everton II. Título.

Larissa Jung Basso

O APRENDIZADO EM QUÍMICA NUCLEAR NO PRONATEC MEDIADO PELA TEORIA DA ATIVIDADE DE ENGESTRÖM

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Educação em Ciências.**

Aprovado em 23 de fevereiro de 2017:

_____

Everton Lüdke, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

_____

Edson Ramos de Andrade, Dr. (CTEX-RJ)

_____

Gilberto Orengo de Oliveira, Dr (UNIFRA)

Santa Maria, RS
2017

Dedico este trabalho ao meu esposo que é a minha família, meus pais amados Nelson e Clarice, e as minhas irmãs Camila e Patricia. Sem o apoio de vocês este sonho não seria possível de ser concretizado.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me proporcionado esta oportunidade.

Ao meu esposo Ted, pelo amor, compreensão, apoio, zelo e companheirismo não só nas viagens para Santa Maria, mas em todos os momentos.

Meus amados pais, Nelson e Clarice, obrigada pela referência de vida, pelo apoio, por acreditarem em mim e por seu amor incondicional. A minha mãe, por seu exemplo frente aos estudos e inspiração de vida.

Minhas irmãs Camila e Patricia, pela ajuda e alegrias, pela amizade.

Ao professor Everton Lüdke que me orientou com excelência e dedicou do seu tempo e atenção.

Aos colegas do LAE, Andriele, Ana Cristina, Rodrigo e Rosana, pela amizade, ajuda, acolhimento e apoio sem medir esforços.

E a todos meus amigos que me acompanharam nestes dois anos de caminhada, me apoiando e aconselhando.

RESUMO

O APRENDIZADO EM QUÍMICA NUCLEAR NO PRONATEC MEDIADO PELA TEORIA DA ATIVIDADE DE ENGESTRÖM

AUTORA: Larissa Jung Basso
ORIENTADOR: Everton Lüdke

Cada vez mais se discute a importância de que profissionais de todas as áreas desempenhem seu trabalho de forma mais efetiva com uma capacidade de resolver problemas interdisciplinarmente. A Química Nuclear é uma dessas áreas que envolvem conhecimentos relacionados e contextualizados de Química, Física, Biologia e Matemática, e que proporcionam aos profissionais da área um entendimento mais completo e dinâmico sobre as utilizações da energia nuclear e o funcionamento de aparelhos cada vez mais complexos. A fim de proporcionar melhores condições, investigou-se quais as contribuições da metodologia da Teoria da Atividade de Engeström para o ensino de Química Nuclear, por meio do planejamento e implementação de sequências de ensino diversificadas em uma turma do PRONATEC do curso Técnico em Análises Químicas do Instituto Cenecista de Ensino Superior de Santo Ângelo (IESA). A sequência teve como ponto de concentração, respectivamente, o ensino construtivista, atividades experimentais, vídeos e aula teórica com a inserção das atividades coletivas da Teoria da Atividade de Engeström. Os resultados mostraram que os alunos submetidos a esta metodologia apresentaram melhor desempenho na avaliação do pós-teste, quando comparado com o grupo controle A que recebeu o ensino tradicional e o grupo controle B que teve os pré-requisitos para o ensino de química nuclear. A utilização da taxonomia de Bloom permite que se visualizem níveis de aprendizagem, organize e sistematize os objetivos da aula, cria novas possibilidades de explorar os conteúdos de química de maneira interdisciplinar. Nestas turmas também foram aplicados questionários de interesses e comportamentos, com a finalidade de conhecer melhor como pensam a respeito da matéria e quais as atitudes com relação à Física Geral e à disciplina de físico-química. Contudo, o projeto desenvolvido gerou elementos norteadores de discussões que podem contribuir para que professores da área de Nuclear consigam desenvolver os trabalhos de forma mais efetiva, utilizando a metodologia da Teoria da Atividade com a Taxonomia de Bloom, permitindo que os alunos se desenvolvam cognitivamente por meio de uma sequência de experimentos bem estruturados.

Palavras-chave: Química Nuclear, Teoria da Atividade, Taxonomia de Bloom

ABSTRACT

LEARNING NUCLEAR CHEMISTRY IN PRONATEC MEDIATED BY ENGESTRÖM´S ACTIVITY THEORY

AUTHOR: Larissa Jung Basso
THESIS ADVISOR: Everton Lüdke

Discussions regarding the importance of optimal performances in workers in all areas are growing, in the sense that they should carry out their jobs in a more effective way with interdisciplinary working skills. Nuclear Chemistry is one of these areas of modern knowledge which involve interrelated concepts in chemistry, physics, biology and mathematics to solve actual contextualized problems, giving a more completed and dynamical understanding of nuclear energy and the working processes of tools and equipment. In order to assess the learning conditions necessary to accomplish this, it was investigated what methodological contributions from the Engeströn´s Theory of Activity can be provided in teaching nuclear chemistry, through the planning and implementation of diversified teaching sequences in a PRONATEC Technical in Chemical Analysis in the Cenecista Institute of Superior Learning in Santo Angelo (IESA). This sequency is focused on the constructivist learning approach, experimental activities, analysis of educational movies and standard theoretical lectures within the Theory of Activity of Engeströn. Our results have shown that students who follow the proposed methodology do present better performance in conceptual tests in comparison with control groups A and B which receive traditional high school teacher-mediated activities and a formal acess to quantum and molecular physics with an university level which are the main prerequisites to learn nuclear physics. The use of Bloom´s Taxonomy not only allows visualizing levels of learning, self-organization and the systematic of class objectives but creates new possibilities to explore chemistry subjects in an interdisciplinar manner. In these groups of students, questionnaires of interestes and professional behavior have been collected in order to learn the way the students think about the subjects and their relationships with the general physics and physical chemistry. Futhermore, this study provided discussions that can contribute to teacher formation in Nuclear Chemistry and raised issues that allow teachers to carry out their work in a more effective way in this modern field. Using the Activity Theory and Bloom´s Taxonomy allow the teacher to ellaborate ways for the students to show the desired cognitive development through the proposed series of well-structured experiments.

Keywords: Nuclear Chemistry Teaching, Activity Theory, Bloom´s Taxonomy

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Estruturação da Taxonomia de Bloom no campo cognitivo.....33
Figura 2 – Modelo da atividade da primeira geração.....34
Figura 3 – Estrutura hierárquica da atividade segundo Leontiev.....36
Figura 4 – Estrutura de um sistema de atividade humana.....37
Figura 5 – Dois sistemas de atividade em interação como modelo mínimo para a terceira geração da TA.....39
Figura 6 – Faixa etária da turma experimental.....49
Figura 7 – Material e equipamentos do experimento I.....56
Figura 8 – Material e equipamentos do experimento II.....57
Figura 9 – Material e equipamentos do experimento III.....58
Figura 10 – Material e equipamentos do experimento IV.....59
Figura 11 – Material e equipamentos do experimento V.....60
Figura 12 – Material e equipamentos do experimento VI.....61
Figura 13 – Material e equipamentos do experimento VII.....62
Figura 14 – Material e equipamentos do experimento VIII.....63
Figura 15 – Gráfico do desempenho do pré-teste II.....68
Figura 16 – Alunos desenvolvendo o experimento I 72
Figura 17 – Alunos desenvolvendo o experimento III.....76
Figura 18 - Alunos desenvolvendo o experimento IV.....78
Figura 19 – Gráfico retirado do relatório dos alunos.....80
Figura 20 – Cálculos e anotações do relatório dos alunos.....81
Figura 21 - Gráfico das notas do pós-teste da turma experimental.....89
Figura 22 - Gráfico das notas do pós-teste da turma controle A.....90
Figura 23 – Gráfico das notas do pós-teste do controle B.....91
Figura 24- Gráfico da análise comparativa entre o grupo controle A e a turma experimental.....93
Figura 25- Gráfico da análise comparativa entre o grupo controle B e a turma experimental.....95

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado das perguntas (Anexo 2) sobre atitude frente à disciplina.....82
Tabela 2 – Número de indivíduos em cada amostra da pesquisa.....88
Tabela 3 – Análise descritiva da prova (pós-teste).....92
Tabela 4 – Prova da homogeneidade de variâncias – Prova de Levene.....92
Tabela 5 – Resultados ANOVA – análise das variâncias.....93
Tabela 6 – Análise descritiva para a Prova.....94
Tabela 7– Prova da homogeneidade de variâncias – Prova de Levene.....94
Tabela 8 – Resultados ANOVA - análise das variâncias.....95

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Estrutura do processo cognitivo na taxonomia de Bloom.....32
Quadro 2 – Estruturas das Aulas da Turma Experimental.....50
Quadro 3 – Opções apresentadas no questionário utilizando o método Likert.....51
Quadro 4 – Nível de Bloom para o experimento 1.....70
Quadro 5 – Nível de Bloom para o experimento 2.....73
Quadro 6 – Nível de Bloom para o experimento 3.....75
Quadro 7 – Nível de Bloom para o experimento 4.....77
Quadro 8 – Nível de Bloom para o experimento 5.....82
Quadro 9 – Nível de Bloom para o experimento 6.....83
Quadro 10 – Nível de Bloom para o experimento 7.....85
Quadro 11 – Nível de Bloom para o experimento 8.....87

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
PRONATEC	Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego
TA	Teoria da Atividade
CNEN	Comissão Nacional de Energia Nuclear
LAE	Laboratório de Astronomia e Eletrônica

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 27

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA 30
1.2 OBJETIVOS 30
1.2.1 Objetivo Geral 30
1.2.2 Objetivos Específicos **30**

2 DESENVOLVIMENTO 25

2.1 REFERENCIAL DA METODOLOGIA UTILIZADA 31
2.2- BREVE HISTÓRICO DA TEORIA DA ATIVIDADE 33
2.3- PRINCIPIOS DA TEORIA DA ATIVIDADE SEGUNDO ENGESTRÖM 40
2.4- A EDUCAÇÃO ESCOLAR COMO UM SISTEMA DE ATIVIDADE 42
2.5- RADIOATIVIDADE 43

3 MATERIAIS E MÉTODOS 47

3.1 DESCRIÇÃO DOS EXPERIMENTOS 49
3.2 DESCRIÇÃO DAS AULAS 50
3.3 SISTEMA DE ATIVIDADE 54
3.3.1 Sistema de atividade dos experimentos 56

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES 65

4.1- RESULTADO PRÉ - TESTE 67
4.1.1- Resultado do Primeiro Pré teste 67
4.1.2- Resultado do Segundo Pré teste 68
4.2 – ANÁLISE DOS RELATÓRIOS 69
4.2.1 Experimento 1: Fluorescência e Fosforescência. 70
4.2.2 Experimento 2: Radiação Corpuscular e Eletromagnética Como Radioatividade 72
4.2.3 Experimento 3: Aplicações Industriais dos Actinídeos 74
4.2.4 Experimento 4: Partículas Colocadas em Campos Eletromagnéticos 76
4.2.5- Experimento 5: Absorção de Radiação pela Matéria 78
4.2.6- Experimento 6: Aceleradores Lineares de Partículas 82
4.2.7- Experimento 7: Fissão e Fusão e Energia Nuclear 84
4.2.8- Experimento 8: Uso de Partículas Alfa em Detetor de Fumaça tipo Iônico 85
4.3- RESULTADO PÓS TESTE 87
4.3.1- Turma Controle (Ensino Médio) versus Turma experimental 91
4.3. 2- Turma Controle (8 semestre Física-UFSM) versus Turma Experimental 93

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 97

REFERÊNCIAS 93

ANEXOS 103

ANEXO A – EMENTA DA DISCIPLINA DE FÍSICO-QUÍMICA 104
ANEXO B – QUESTIONÁRIO VALIDADO 105

APÊNDICES 106
APÊNDICE A- CARTA DE ACEITE 107
APÊNDICE B- TERMO DE CONSENTIMENTO 108
APÊNDICE C- PRÉ- TESTE 2 109
APÊNDICE D- ROTEIRO DAS ATIVIDADES PRÁTICAS 110
APÊNDICE E- PÓS-TESTE 119

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação é a realização do sonho de uma aluna de mestrado do Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde da Universidade Federal de Santa Maria, inserida na linha de pesquisa Educação Cientifica: Processos de Ensino e Aprendizagem na Escola, na Universidade e no laboratório de pesquisa, desenvolvido sob a orientação do Prof. Dr. Everton Lüdke.

A motivação deste projeto surgiu ao detectar a necessidade de se ministrar o tema radioatividade, que fazia parte da ementa do curso Técnico em Análises Químicas, da disciplina de Físico-Química, no qual esta pesquisadora era docente, a disciplina era do segundo semestre e foi ministrada no período de março a junho de 2015. Foi elaborada uma proposta didática sobre os conteúdos que abordavam a química nuclear da literatura base, e buscou-se, através do ensino investigativo da Teoria da Atividade de Engeström, alcançar uma aprendizagem significativa.

Inicialmente, era apenas uma preocupação em levar o conteúdo na íntegra aos alunos do curso, mostrando que a ciência que envolve a radioatividade e a energia nuclear, não era responsável apenas pela produção de bombas nucleares e desastres ambientais, justamente por haver variados usos destas tecnologias em áreas muito benéficas à humanidade, como, saúde, indústria e produção de energia.

Desta forma, foi planejada uma proposta de ensino construtiva, por meio de experimentos, pensada de acordo com as necessidades e objetivos da disciplina e utilizando a bibliografia adaptada disponível e que estava disponível aos alunos. Os experimentos apresentam riscos muito abaixo dos limites permitidos pela legislação do Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) e, portanto, com manuseio permitido para alunos do ensino técnico.

As maiores dificuldades encontradas na elaboração das sequências de ensino estavam voltadas para a criação de materiais de apoio para as atividades práticas. Não existem materiais didáticos ou mesmo adequados ao ensino, disponíveis nas instituições regionais para contemplar a parte prática da disciplina. A solução encontrada foi utilizar o laboratório de Astrofísica e Eletrônica da UFSM, que contribuíram para a montagem e aperfeiçoamento dos materiais confeccionados artesanalmente.

1 INTRODUÇÃO

As pesquisas e o ensino de Química e de Física trazem muitas questões que são alvos de preocupações de docentes e pesquisadores da área do ensino de ciências. A crescente recusa dos discentes em aprender conceitos relacionados a Química, bem como a dificuldade em aplicar tais conceitos, visões empobrecidas e distorcidas que criam o desinteresse, quando não a rejeição, de muitos estudantes, se convertem num obstáculo para a aprendizagem (CACHAPUZ, 2011). Além disto, percebe-se o despreparo de docentes quanto ao ensino de conceitos mais complexos e de ausência governamental em projetos estratégicos como a química nuclear, estes são os principais fatores que requerem uma urgente solução para o enorme índice de reprovações e falta de interesse dos alunos e professores pela teoria nuclear que deve ser abordada em química.

Este despreparo dos docentes Perrenoud mostra:

> A autonomia e a responsabilidade de um profissional dependem de uma grande capacidade de refletir em e sobre sua ação. Essa capacidade está no âmago do desenvolvimento permanente, em função da experiência de competências e dos saberes profissionais (PERRENOUD, 2012, p.13)

A escassez de bibliografias e edições insuficientes de materiais didáticos em português e até mesmo em inglês, sobre Radioatividade, Química Nuclear e medicina nuclear, além da desinformação dos docentes sobre esses assuntos, também, vem contribuindo com esta situação.

Quando o assunto é o ensino de física ou química, logo surgem pensamentos dos discentes, tais como: “Isso é impossível de entender!”, “Por que precisamos saber sobre isso?”, “Como posso gostar disso?”, “Para que a Física e a Química vão me servir?”.

Uma das formas de motivação é aproximar este conteúdo ao cotidiano dos alunos, com perspectivas de ação profissional e orientação de encaminhamento profissional às universidades. Faz-se necessário que eles compreendam o impacto da química nuclear em sua vida e que esse fenômeno não está tão distante de seu dia a dia. O engano mais comum que pode ser verificado muitas vezes em sala de aula, é apresentar o assunto à turma dando ênfase aos perigos da energia nuclear, como as armas de destruição em massa e os impactos ambientais por acidentes

nucleares.

Infelizmente a energia nuclear foi apresentada ao mundo sob a forma de uma arma de destruição em massa no final da 2ª Grande Guerra, com os bombardeios das cidades de Hiroshima e Nagasaki no Japão. Entretanto, limitar as potencialidades propostas pela nova tecnologia que se apresentava ao mundo pela sua consequência desastrosa imporia limitações talvez ainda mais desastrosas ao avanço da tecnologia no planeta e os benefícios que se traria à reboque. Um exemplo clássico que se pode rapidamente comentar é o avanço na Medicina tanto diagnóstica quanto terapêutica provocado pelo uso de técnicas envolvendo radiações nucleares, com impacto positivo mais popularmente conhecido pela ajuda na cura de doenças como o câncer pela radioterapia.

Os estudantes devem conhecer o assunto em todo seu aspecto. O entendimento dos conceitos e processos da química nuclear são extremamente importantes para estabelecer uma visão crítica e reflexiva, que é o objeto de qualquer processo educacional nas escolas brasileiras.

Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) “estudar Química na escola ajuda o jovem a tornar-se mais bem informado, mais preparado para argumentar, para posicionar-se frente a questões e situações sociais que envolvem conhecimentos da Química”. (BRASIL, 2016, p.156), além de “envolver a participação dos jovens e adultos em processos de investigação de problemas e fenômenos presentes no seu dia-a-dia”. (BRASIL, 2016, p. 147).

Trazer o cotidiano do aluno para a sala de aula ou antecipar a ação profissional no desenvolvimento de carreiras científicas em áreas estratégicas é uma das soluções para motivar e despertar o interesse dos alunos em Química. Assuntos como as Radiações Nucleares, entendida muitas vezes como algo distante da realidade do aluno, pode se mostrar mais próxima do que muitos podem conceber. Mas como ensinar os conceitos relacionados à Química Nuclear, mais precisamente sobre Radioatividade, se este conteúdo é considerado, em parte, de difícil compreensão e de ensino? E, ainda, como a Radioatividade está, ou pode vir a ser, relacionada com o cotidiano dos alunos?

Estudos mostram, que a importância do emprego dos radioisótopos têm mostrado significativo avanço na Medicina e em diversos campos da atividade

humana, tanto em pesquisas como também em aplicações tecnológicas. Desta forma, é possível ter convicção que o estudo da Química Nuclear deve fazer parte do currículo escolar e ter seu desenvolvimento incentivado pelos diversos níveis de ensino, desde o fundamental até o superior.

O grupo onde foi realizado esta pesquisa de ensino provém de uma turma do Curso Técnico em Análises Químicas de iniciativa do Governo por meio do Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (PRONATEC). Este programa foi criado pelo Governo Federal, em 2011, por meio da Lei 12.513/2011, com o objetivo de expandir, interiorizar e democratizar a oferta de cursos de educação profissional e tecnológica no país. Bem como busca ampliar as oportunidades educacionais e de formação profissional qualificada aos jovens, trabalhadores e beneficiários de programas de transferência de renda.

A metodologia tradicional contida no livro didático não apresenta perspectivas e desenvolvimento de competências, no exercício de profissões que utilizam química experimental associada à física nuclear.

Diante disso, esta dissertação encontra-se organizada em capítulos, sendo que, no segundo capítulo, busca-se desenvolver o campo que da suporte à pesquisa por meio de considerações sobre a formação de um cidadão crítico esperada a partir das intervenções propostas. Além disso, é defendida a utilização de diferentes abordagens metodológicas no Ensino de Ciência.

No terceiro capítulo, apresentam-se as estratégias metodológicas utilizadas na dissertação, iniciando pelo contexto no qual a pesquisa foi realizada, seguido das explicações acerca da estruturação das atividades desenvolvidas na escola. Além disso, descrevem-se as atividades elaboradas em detalhes, bem como a forma de coleta e de análise de dados de cada uma delas.

No capítulo quatro, os resultados e a discussão dos dados coletados são apresentados e é possível perceber sobre a aprendizagem de conceitos por parte dos discentes. Busca-se analisar e refletir, à luz de teorias, sobre as respostas e produções dos estudantes ao longo das intervenções que possam indicar apontamentos a serem (re)pensados na rotina escolar.

No último capítulo, considerações finais são traçadas no sentido de retomar as atividades desenvolvidas, demonstrando, principalmente, o que elas puderam contribuir para o Ensino de físico-química, a partir da temática da Energia Nuclear.

Nesse sentido, as reflexões possíveis não se esgotam, mas suscitam novas perspectivas a serem exploradas para um ensino comprometido com significação social dos conteúdos trabalhados na escola.

1.1 PROBLEMA DE PESQUISA

Como trabalhar a Teoria da Atividade de Engeström e o ensino de química nuclear a fim de promover um aprendizado efetivo na educação de adultos?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Elaborar atividades experimentais de química nuclear em enfoque interdisciplinar (físico-química) e avaliar as suas contribuições em uma turma do PRONATEC.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Inserir o assunto Química Nuclear como tema gerador, permitindo desenvolver conteúdos de Química e Física para o ensino de adultos do Pronatec;
- Discutir o conceito de radioatividade, apresentando as facetas do tema: apesar de discorrer sobre os aspectos negativos, mostrar suas vantagens, aplicações, desenvolvimento;
- Desenvolver um laboratório seguro e uma sequência de atividades experimentais que mostrem os benefícios e conceitos envolvidos;
- Analisar a produção textual dos estudantes, bem como as explanações deles;
- Aplicar pré e pós-testes que possam apontar encaminhamentos sobre a efetividade observada no projeto.

2 DESENVOLVIMENTO

Na busca para promover uma aprendizagem significativa na educação de adultos, foram desenvolvidas e implementadas oito atividades experimentais, sobre química nuclear, utilizando-se como metodologia a Teoria da Atividade de Engeström. Estas atividades foram realizadas em uma turma do 2º semestre do curso Técnico em Análises Químicas, dentro da disciplina de físico-química, no Instituto Cenecista de Ensino Superior de Santo Ângelo-RS (carta de aceite e termo de consentimento no anexo 1), o curso tem iniciativa de um programa do governo federal, intitulado PRONATEC.

2.1 REFERENCIAL DA METODOLOGIA UTILIZADA

O percurso de análise dos dados desse trabalho, foi feito por meio da Taxonomia de Bloom (1956), que fornece um esquema de organização de competências de forma genérica.

A taxonomia de Bloom trabalha como os aspectos cognitivos da aprendizagem e pode ser uma boa escolha para que o professor vislumbre de uma forma sistemática o conteúdo que pretende desenvolver e transmitir para seus alunos.

A definição de taxonomia surge de origem grega, da junção de taxis que significa ordenação e nomos que significa sistema, e, portanto, pode ser definida como qualquer sistema de classificação e pode ser usado como terminologia em qualquer área do conhecimento que necessite uma classificação (SIMOMUKAY, 2015).

Existem diversas outras taxonomias educacionais como a Taxonomia Solo e a Taxonomia de Marzano, mas a taxonomia de Bloom é a mais famosa delas. A taxonomia de Bloom é uma classificação sistemática de objetivos educacionais propostos por um grupo de educadores liderados por Benjamin Bloom, (BLOOM, 1956 apud SIMOMUKAY, 2015).

A pirâmide abaixo (Figura 1) mostra a estruturação da taxonomia de Bloom no campo cognitivo. Na parte debaixo da pirâmide aparece a primeira categoria a ser

atingida quando se formula um objetivo. A flecha indica o sentido em que se adquirem as habilidades.

Quadro 1. Estrutura do processo cognitivo na taxonomia de Bloom.

1- Conhecimento	Relacionado a reconhecer e reproduzir ideias e conteúdos. Reconhecer requer distinguir e selecionar uma determinada informação e reproduzir ou recordar está mais relacionado à busca por uma informação relevante memorizada. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Reconhecendo e Reproduzindo.
2- Compreensão	Relacionado a estabelecer uma conexão entre o novo e o conhecimento previamente adquirido. A informação é entendida quando o aprendiz consegue reproduzi-la com suas “próprias palavras”. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Interpretando, Exemplificando, Classificando, Resumindo, Inferindo, Comparando e Explicando.
3- Aplicação	Relacionado a executar ou usar um procedimento numa situação específica e pode também abordar a aplicação de um conhecimento numa situação nova. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Executando e Implementando.
4- Análise	Relacionado a dividir a informação em partes relevantes e irrelevantes, importantes e menos importantes e entender a inter-relação existente entre as partes. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Diferenciando, Organizando, Atribuindo e Concluindo.
5- Síntese	Significa colocar elementos junto com o objetivo de criar uma nova visão, uma nova solução, estrutura ou modelo utilizando conhecimentos e habilidades previamente adquiridos. Envolve o desenvolvimento de ideias novas e originais, produtos e métodos por meio da percepção da interdisciplinaridade e da interdependência de conceitos. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Generalizando, Planejando e Produzindo.
6- Avaliação	Relacionado a realizar julgamentos baseados em critérios e padrões qualitativos e quantitativos ou de eficiência e eficácia. Representado pelos seguintes verbos no gerúndio: Checando e Criticando.

Fonte: Adaptado de FERRAZ, 2010.

Figura 1- Estruturação da Taxonomia de Bloom no campo cognitivo

Fonte: Adaptada de SIMOMUKAY, 2015.

2.2- BREVE HISTÓRICO DA TEORIA DA ATIVIDADE

A teoria histórico-cultural da atividade - ou Teoria da Atividade (TA) – tem raízes na filosofia alemã do século XIX com Kant e Hegel e no materialismo dialético de Marx e Engels, mas ela tem o seu inicio mesmo por um grupo de psicólogos russos liderados por Vygotsky e seus colegas Leontiev e Luria por volta dos anos vinte. Eles formularam um conceito totalmente novo para transcender o entendimento de psicologia que prevalecia na época que era o behaviorismo (HEEMANN, 2004).

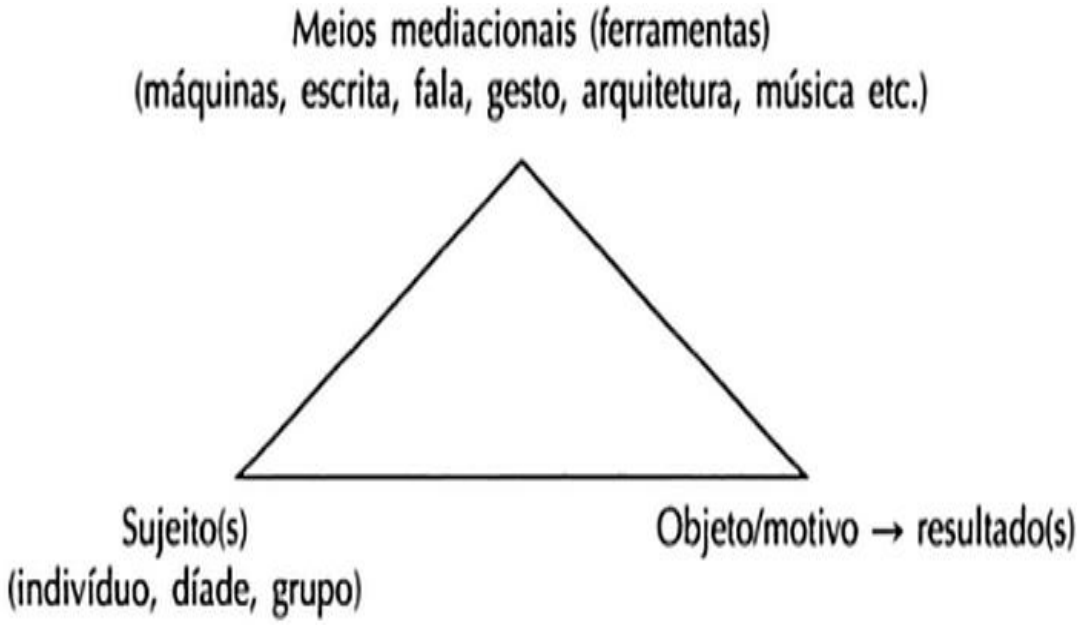
Vygotsky (1978) originalmente introduziu a ideia de que as interações entre o homem e o seu ambiente não são diretas e sim mediadas por meio de ferramentas e

signos. Esta ideia é representada pelo modelo de mediação das interações humanas com o ambiente de Vygotsky.

Leontiev (1981) ampliou as ideias de mediação social e cultural de Vygotsky, desenvolvendo o modelo hierárquico da atividade humana. Engeström (1987), por sua vez, inspirado por este pensamento, apresentou uma versão ampliada do modelo original de Vygotsky, incorporando os aspectos sociais e culturais da atividade humana de Leontiev. Engeström apresentou o modelo triangular da atividade para representar a natureza coletiva e colaborativa da atividade humana (HEEMANN, 2004).

Engeström (1999) discutiu três gerações da teoria da atividade que se desenvolveram nas seis décadas a partir da morte de Vygotsky em 1934. A primeira (Figura 2), centrada em torno de Vygotsky, para descrevê-la, ele usou a seguinte representação do ato mediado para relacionar os atores e suas intenções aos resultados particulares obtidos pelo emprego de certas ferramentas (figuras).

Figura 2 – Modelo da atividade da primeira geração



Fonte: Daniels, 2001

A Figura 2 representa a primeira geração: o **sujeito** é o agente cujo comportamento se pretende analisar; os **meios mediacionais** são objetos (materiais ou ideais) utilizados pelo sujeito para atingir seu resultado; e o **objeto** refere-se ao

material bruto sobre o qual o sujeito vai agir, mediado pelas ferramentas, em interações contínuas com outras pessoas.

A limitação da primeira geração foi que a unidade de análise se manteve focada no indivíduo, deixando de levar em conta o contexto em que ele se insere. Esta limitação foi superada pela segunda geração, que, para Engeström, concretizou-se no desenvolvimento dessa ideia de mediação por Leontiev (1978), apresenta avanços em relação à primeira. Este teórico propunha que, para entender uma ação, é preciso compreender o motivo por trás da atividade na qual está inserida, ou seja, é preciso compreender a atividade que a direciona.

O trabalho de Leontiev sobre atividade envolveu a elaboração das noções de objeto e meta e da importância fundamental do objeto para uma análise da motivação. Ele estabeleceu a ideia de que as diferentes atividades são distinguidas por seus objetos, e que é a transformação do objeto/meta que leva à integração dos elementos do sistema de atividade (DANIELS, 2001).

A distinção feita por Leontiev entre ações individuais e atividades coletivas é a maior contribuição da segunda geração da Teoria da Atividade. Ele propõe três níveis de análise: operação, ação e atividade. No nível mais baixo e automático encontra-se a operação, inconsciente, que consiste nas rotinas habituais realizadas por um indivíduo, associadas a uma ação e influenciadas pelas condições gerais da atividade. O próximo nível consiste na ação, um processo consciente realizado por um indivíduo ou grupo e subordinado a uma meta. No último estágio da análise está, orientada a um motivo e realizada coletivamente, a atividade, “[...] um esforço coerente, estável, de prazo relativamente longo e dirigido a uma meta ou a um objeto articulado ou identificável” (DANIELS, 2001).

No que diz respeito à relação entre operação e ação, Leontiev (1978, p. 66) afirma que “[...] toda operação é resultado da transformação de uma ação que ocorre com um resultado de sua inclusão e sua subsequente ‘tecnização’” e ilustra esse processo através das ações e operações envolvidas ao se dirigir um automóvel.

No início, o ato de dirigir é composto de diversas ações conscientes e objetivadas, que se transformam aos poucos em operações inconscientes. Para alguém com pouca experiência como motorista, mudar a marcha do carro é uma ação consciente e objetivada. Ao longo do tempo, adquirindo-se mais experiência na

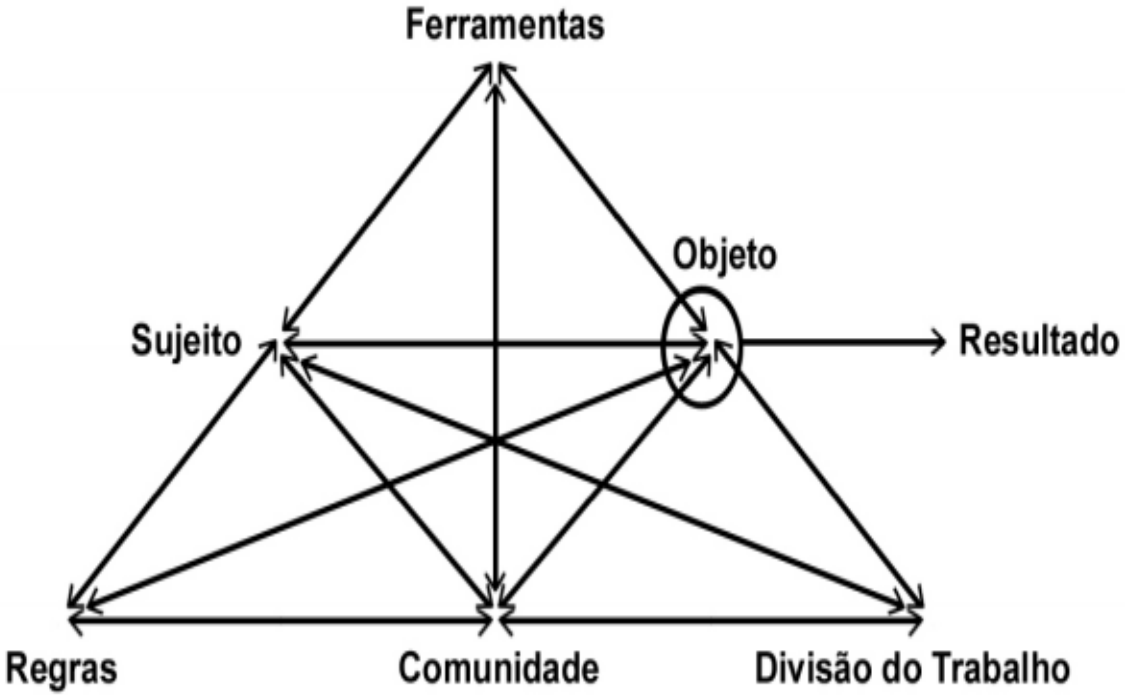
direção, essas ações passam a integrar outras ações como uma composição operacional mais complexa, como, por exemplo, mudar a velocidade do carro. Neste ato simples deste exemplo, trocar marchas deixa de ter um objetivo próprio e passa a integrar o conjunto de operações inconscientes associadas ao processo de mudança de velocidade do automóvel.

Figura 3 – Estrutura hierárquica da atividade segundo Leontiev.

Fonte: Daniels, 2001.

Enquanto Vygotsky move o foco da cognição para fora da mente individual e Leontiev enfatiza o papel dos contextos e ações nas atividades, Engeström et al. (1999) contextualiza ainda mais a fundo a atividade, reforçando sua natureza coletiva e social, voltando-se para as inter-relações entre o sujeito e sua(s) comunidade(s), maior foco da terceira geração da TA. A estrutura básica da atividade caracterizada por um sujeito (individual ou coletivo) e seu objetivo de transformar um objeto empregando uma ferramenta de mediação, Engeström acrescenta novos componentes, conforme a figura 4.

Figura 4 – Estrutura de um sistema de atividade humana



Fonte: Engeström, 2001

Neste sistema da atividade, descrito como “uma atividade humana direcionada a um objeto, coletiva e culturalmente mediada” (Engeström et al., 1999, p. 9), o sujeito é o indivíduo ou sub-grupo cuja atividade é tomada como no ponto de partida da análise e o objeto consiste no material cru ao qual a atividade educacional e profissional se dirige. Sua representação oval indica que “[...] ações orientadas a um objeto são sempre, explícita ou implicitamente, caracterizadas pela ambiguidade, surpresa, interpretação, criação de sentido e potencial de mudança” (Engeström apud Daniels, 2001, p. 89).

Com o auxílio de ferramentas, materiais ou psicológicas de mediação, o objeto é moldado e transformado pela atividade em resultado, ou seja, as implicações intencionais ou não intencionais da atividade. O sujeito é organizado em comunidades, que são compostas de múltiplos indivíduos e/ou subgrupos que compartilham o mesmo objeto. Este sujeito relaciona-se com a comunidade através de regras, as normas que regulam os procedimentos na interação entre seus participantes, enquanto a comunidade relaciona-se com o objeto através de uma determinada divisão de trabalho, a distribuição de tarefas, poderes e

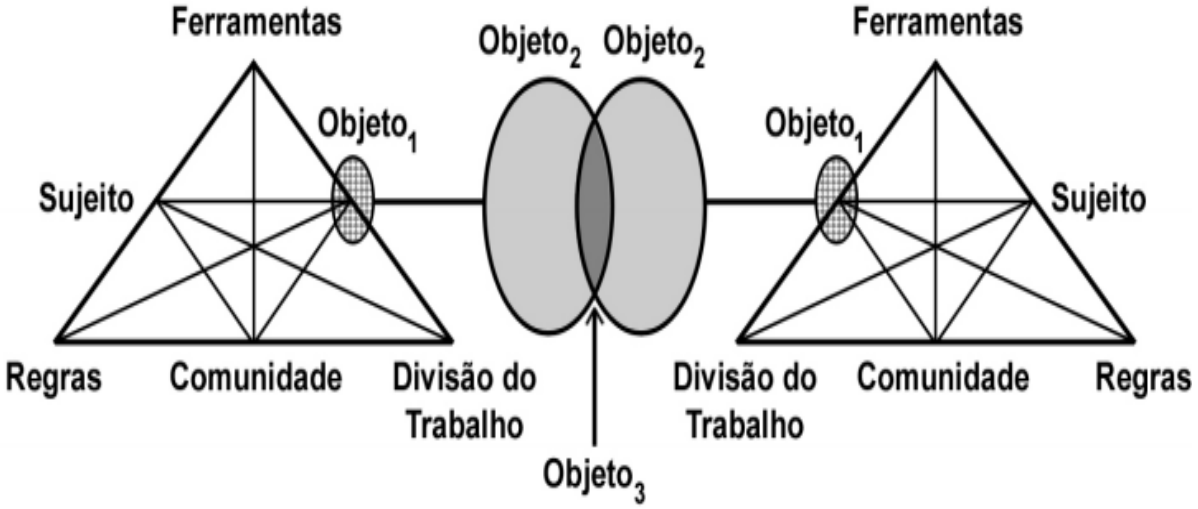
responsabilidades entre os participantes do sistema de atividade e aquisição de competências científicas para a execução dessas tarefas determinadas pelo objetivo curricular.

Desde o trabalho fundamental de Vygotsky, a abordagem histórico-cultural era muito mais um discurso de desenvolvimento vertical em direção às 'funções psicológicas superiores'. A pesquisa intercultural de Luria permaneceu uma tentativa isolada. Michael Cole, da Universidade da Califórnia, em San Diego, foi um dos primeiros a indicar claramente a profunda insensibilidade da segunda geração da teoria da atividade em relação à diversidade cultural. Quando a teoria da atividade se internacionalizou, questões de diversidade e diálogo entre diferentes tradições ou perspectivas geraram sérios desafios. É com esses desafios que a terceira geração da teoria da atividade tem de lidar. A terceira geração da teoria da atividade precisa desenvolver ferramentas conceituais para compreender o diálogo, as perspectivas múltiplas e redes de interação dos sistemas de atividade.

Baseado na crítica de que essa versão não dava conta de explicar o que ocorre quando diferentes sistemas de atividade interagem e entram em confronto, Engeström (2002) formulou uma nova proposta, que entende constituir a terceira geração da TA. Para Daniels (2003), ela possibilita o estudo das aprendizagens que ocorrem a partir do enfrentamento dos conflitos e contradições decorrentes dos mesmos. Para Engeström (apud Daniels, 2001, p. 91), o próximo passo a ser dado pela TA é explorar e desenvolver "[...] ferramentas conceituais para entender diálogos, perspectivas múltiplas e redes de sistemas de atividades em interação."

Dessa forma, um modelo mínimo de representação é aquele que dá conta de dois sistemas de atividades em interação com seus padrões de contradição e tensão, conforme figura 4. Neste caso, o autor afirma que o objeto passa de um estado inicial de material cru para um objeto construído coletivamente pelo sistema da atividade e para um objeto potencialmente dividido ou construído coletivamente (Engeström, 2001).

Figura 5 – Dois sistemas de atividade em interação como modelo mínimo para a terceira geração da TA.



Fonte: Engeström, 2001

A terceira geração da TA promove, então, um entendimento mais amplo dos sistemas de atividade e também da formação de redes de sistemas. Nas redes de sistemas, ou seja, na interação de dois ou mais sistemas de atividade, podem ocorrer contradições e tensões na definição do motivo e do objeto, dando origem, então a um novo sistema, com o desdobramento do objeto. A figura 4 ilustra esta possibilidade e retrata uma situação onde os sujeitos da atividade têm objetos diferentes, construindo conjuntamente um terceiro, formando, assim, um outro sistema de atividade. Esta possibilidade de construção e redefinição do objeto constitui-se no grande potencial criativo da atividade.

A unidade de análise da teoria da atividade é a ação individual dentro de um sistema coletivo de trabalho, mas quando se refere a um sistema de atividade, o foco de análise pode estar tanto no grupo de pessoas que compartilham, ou não, o mesmo objeto e motivo, como nos instrumentos que são usados e quais instrumentos são usados para mediar a trajetória dos sujeitos em direção ao objeto. O sistema de atividade é, desta forma, uma unidade de análise flexível, que permite a busca de respostas para questionamentos ou perguntas geradoras da ação profissional. Cada contexto de atuação, como escola, trabalho, casa, constitui um sistema de atividade.

Valendo-se destes exemplos referentes ao sistema de saúde, Engeström

(apud Daniels, 2001, p. 89) afirma que:

O objeto move-se do estado inicial de material cru, irrefletido, dado situacionalmente, (objeto 1, um paciente específico entrando no consultório de um médico) para um objeto dotado de sentido, construído coletivamente pelo sistema da atividade (objeto 2; por exemplo o paciente construído com um espécime da categoria da doença biomédica e portanto uma instanciação do objeto geral da doença/saúde) e para um objeto potencialmente partilhado ou construído coletivamente (objeto 3; uma compreensão construída colaborativamente da situação de vida do paciente e do plano de tratamento).

O objeto da atividade é um alvo em movimento, não redutível a objetivos conscientes de curto prazo. Tais práticas sociais mudam constantemente. Por um lado, porque os participantes têm diversas filiações com diversos outros sistemas de atividades; por outro, porque as ferramentas usadas são apropriadas de outros sistemas e reoperacionalizadas para transformar a atividade, fazendo com que um sistema da atividade seja “uma máquina de produção de distúrbios e inovação” (Engeström apud Russell, 1997, p. 19-20).

Como “o uso de ferramentas medeia a atividade de formas específicas e objetivas, realizadas historicamente em grupos e entre grupos, através da cooperação em desenvolvimento e/ou concorrência no uso especializado de ferramentas surgidos da divisão social do trabalho” (Russell, 1997, p. 6), a TA é denominada uma teoria histórico-cultural ou sócio-histórica.

O processo de mudanças em um sistema da atividade é constante e ocorre por meio das contradições internas do próprio sistema e das contradições entre diferentes sistemas de atividades, de forma que tais sistemas não operam independentemente, porém em um processo de contradições dialéticas, no qual outros sistemas de atividades movem os participantes em direções diferentes.

2.3- PRINCIPIOS DA TEORIA DA ATIVIDADE SEGUNDO ENGESTRÖM

A Teoria da Atividade (TA) é uma estrutura teórica filosófica e interdisciplinar para estudar aspectos sociais e individuais do comportamento humano (Engeström, 1999). Assim, a TA não é uma teoria completamente desenvolvida, mas sim um

suporte a partir do qual diversas ideias, métodos e até outras teorias podem surgir para conceituar as práticas humanas. Esta estrutura usa a “atividade” como unidade básica para estudar as práticas humanas. A atividade ou “o que as pessoas fazem” representa a unidade básica de análise de estudo do comportamento humano.

O que é atividade? Atividade é uma forma de ação direcionada a um objeto. As ações são sempre situadas em um contexto e são impossíveis de serem entendidas sem o contexto da TA. Para Kuutti (1996) “transformar o objeto em um resultado é o que motiva a existência de uma atividade”. Assim, as atividades existem para transformar objetos em resultados.

Engeström (1999), em suas pesquisas sobre a Teoria da Atividade, utiliza como base os estudos teóricos de Vygotsky (2002), que conferiu particular importância às análises da inserção sociocultural e da linguagem como uma ferramenta cultural.

A teoria da atividade possui, nos dias de hoje, um caráter multidisciplinar, o qual pode ser constatado pela leitura de coletâneas que reúnem trabalhos cuja característica comum é a de possuírem algum tipo de referência a essa teoria.

Engeström (2001, 2013) resume o estágio atual da TA levantando cinco princípios básicos da teoria. O primeiro deles diz respeito à unidade básica de análise: o sistema da atividade coletivo, orientado a um objeto e mediado por artefatos. O segundo princípio refere-se ao aspecto polifônico dos sistemas da atividade, descrito como uma comunidade de múltiplos pontos de vista, tradições e interesses.

Por um lado, os participantes do sistema estão em diferentes posições, devido à divisão do trabalho e aos diversos históricos de cada um; por outro, o próprio sistema da atividade traz consigo diferentes camadas históricas marcadas em seus artefatos, regras e convenções. Considerando-se que cada sistema da atividade está conectado a redes de outros sistemas da atividade, essa polifonia é potencializada. O terceiro princípio é o da historicidade. Sistemas da atividade assumem uma determinada forma e transformam-se por um longo período de tempo e seus problemas ou demandas sócio-políticas onde o sujeito que aprende, está inserido e os potenciais só podem ser compreendidos em função dessa história. O quarto princípio refere-se ao papel central das contradições, que não são vistas como problemas ou conflitos, mas sim como fontes de mudança e

desenvolvimento.

O quinto princípio, por sua vez, diz respeito à possibilidade de transformações expansivas nos sistemas da atividade. Estas ocorrem “[...] quando objeto e motivo de uma atividade são recontextualizados para envolver um horizonte radicalmente mais amplo de possibilidades do que em modos anteriores da atividade” (Engeström, 2001, p. 137).

Dentro desta abordagem, portanto, a atividade não é uma simples ação, mas uma ação coletiva, culturalmente e historicamente mediada. Segundo Engeström (1987), os trabalhos que utilizam a TA, como sustentação teórica, devem orientar a análise para os componentes do sistema de atividade, o qual é composto pelos seguintes elementos:

- os participantes da atividade;
- os instrumentos de mediação semiótica que são usados no trabalho;
- as regras que orientam como eles trabalham;
- objeto para o qual os membros desta comunidade dirigem seu trabalho;
- a comunidade de onde vêm os participantes;
- a forma como o trabalho é dividido;
- os resultados esperados desta atividade.

2.4- A EDUCAÇÃO ESCOLAR COMO UM SISTEMA DE ATIVIDADE

Com base nos princípios teóricos apresentados acima, posso considerar a educação escolar como um sistema de atividade, cujo objeto idealizado, para o qual esse sistema é orientado, está nos princípios da educação básica, apresentados na LDB 9394/96 (Brasil, 1996), que são a educação de qualidade para todos baseada no respeito à diversidade. Esse sistema também é permeado pela multivicolidade (múltiplos pontos de vista, múltiplos interesses e tradições) e historicidade (os sistemas são transformados ao longo do tempo) dos diversos sujeitos envolvidos no processo ensino-aprendizagem, bem como pelos diversos artefatos mediadores como, por exemplo, a linguagem oral e escrita.

Em outras palavras, o sistema de atividade escolar é formado por diversas

atividades, entre elas a aula ministrada pelo professor, que, por meio das regras, divisão de trabalho, artefatos mediadores e formas colaborativas de comportamento, deveria promover uma construção e reconstrução dos sentidos e significados dos sujeitos envolvidos no processo para uma transformação no objeto idealizado.

Vale lembrar, Vygotsky (2002, p. 11) quando argumenta que a “linguagem é, antes de tudo, um meio de comunicação social, de enunciação e compreensão” e que a relação entre o homem e o mundo passa pela mediação do discurso, pela formação de ideias e pensamentos. Em outras palavras, o autor identifica a linguagem e a interação social que ela medeia, como o mecanismo que permite o desenvolvimento de processos psicológicos no indivíduo por meio da aquisição da experiência social e cultural e que orienta o homem no mundo objetivo.

Portanto, é através da linguagem e das relações sociais e formas colaborativas de comportamento, desenvolvidas nas comunidades de prática nas quais a criança está inserida, que acontecem as relações entre aprendizado e desenvolvimento. Cada assunto tratado na escola tem a sua própria relação com o curso do desenvolvimento da criança, relação essa que varia à medida que a criança vai se apropriando do conhecimento.

2.5- RADIOATIVIDADE

Toda a matéria que constitui o universo é composta por rearranjo de átomos, os quais são constituídos basicamente por prótons, nêutrons e elétrons. A diferença quantitativa dos elementos integradores dos átomos é o que confere a cada material, características físico-químicas distintas que caracterizam sua singularidade (Feltre, 2004).

Todavia, um elemento pode se apresentar de diversas formas na natureza, mas com comportamento químico idêntico. Um exemplo disso são os isótopos, cujo conceito se refere à característica de átomos apresentarem o mesmo número de prótons, mas com diferente número de nêutrons, tornando-os instáveis. Podemos definir os isóbaros como átomos de elementos diferentes que apresentam o mesmo número de massa (A) e diferentes números atômicos (Z), já os isótonos são átomos

de elementos diferentes que possuem número atômico diferente (Z), número de massa diferente (A), porém o mesmo número de nêutrons.

A instabilidade pode ser definida como excesso de energia acumulada pelo átomo, e que pode ser liberada como radiação. Assim, o átomo ao perder energia pode se tornar próximo da condição de estabilidade energética. Alguns átomos liberam partículas, alterando consequentemente as suas estruturas químicas. Logo, átomos que decaem, e emitem radiação são denominados radioativos. Esse processo é definido como nuclear, uma vez que ocorre no núcleo, região central do átomo, onde se localizam os prótons e nêutrons.

O fenômeno de radioatividade foi observado pela primeira vez em 1896 quando o francês Henri Becquerel estudava os efeitos da luz solar sobre materiais fosforescentes. O primeiro caso de radioatividade artificial foi observado pelo casal Joliot-Curie durante a irradiação do alumínio com partículas α, processo durante o qual se forma fósforo radioativo (DAMIANI; ANNUNCIATO, 2014).

Portanto, radioatividade é um processo natural no qual o átomo libera energia a fim de se tornar estável. O processo leva a transmutação de elementos químicos e a liberação de energia nuclear. Faz-se fundamental destacar que existe radioatividade natural e artificial. No caso do fenômeno natural, ela não é influenciada por alterações no ambiente. As radiações que podem ser emitidas por núcleos de materiais radioativos são normalmente indicadas pelos casos mais comuns: raios alfa (α), raios beta (β) e raios gama (γ), e podem ser separadas por um campo magnético ou elétrico no caso dos raios α e β, sendo este processo impossível para raios γ por ser uma onda eletromagnética e não apresentarem cargas elétricas (SARDELLA, 2000).

As partículas Alfa tem carga elétrica líquida positiva. Consistem em dois prótons e dois nêutrons, e são idênticos aos núcleos dos átomos de hélio. Os raios alfa são emitidos com alta energia, mas perdem rapidamente essa energia quando passam através da matéria. A radiação beta é constituída por partículas negativas semelhantes aos elétrons. Como não se admite que o núcleo contém elétrons, a partícula beta deve se formar pela desintegração de um nêutron, esse elétron é imediatamente expulso pelo núcleo, recebendo a denominação de partícula beta, o neutrino que se forma na desintegração do nêutron é uma partícula sem carga e de

massa muito pequena, a sua formação visa conservar a quantidade de movimento no processo. Já a radiação gama, não tem carga elétrica, nem massa, são fótons semelhantes aos raios X, mas normalmente tem um comprimento de onda mais curto (SARDELLA, 2000).

Na Medicina, a radioatividade é usada desde o século XIX, quando foram descobertos os raios X, importantíssimos para o diagnóstico e o tratamento de doenças. A capacidade dos raios X de atravessar o corpo e imprimir suas estruturas internas num filme fotográfico deu origem à radiologia. Posteriormente, ao perceber o poder da radiação de penetrar matérias e, assim, destruir células, o homem aprendeu a usá-la para atacar as que estavam doentes, como as do câncer, e assim nasceu a radioterapia (DAMIANI; ANNUNCIATO, 2014).

Na medicina nuclear, a radiação, em especial a gama, é utilizada no processo de realização de diagnósticos e tratamento por meio da análise de imagens obtidas com os recursos das partículas radioativas, por exemplo, a mamografia, tomografia computadorizada, ou a popular radiografia (raios-X). A longa exposição de organismos vivos à radiação pode provocar graves lesões no corpo, doenças diversas ou morte (DAMIANI; ANNUNCIATO, 2014).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Nesta seção será apresentada a disciplina de físico-química, a descrição dos instrumentos utilizados para o levantamento das dificuldades e os métodos avaliativos empregados, por meio do levantamento das dificuldades apresentadas pelos estudantes e do questionários para avaliação de percepções e opiniões, formaram-se as principais estratégias de ensino e proporcionaram algumas informações sobre as atitudes e interesses dos alunos em relação à química nuclear. Essas informações e comentários também farão parte desta seção.

Oito atividades práticas e experimentais desenvolvidas nesse trabalho proporcionam um importante recurso a ser empregado em qualquer nível de ensino. Esses tipos de atividades consentem que os alunos deixem de ser simples expectadores para construtores de sua própria aprendizagem. Contudo, existem inúmeros estudos que defendem o uso dessas atividades como um dos mais importantes agentes que proporcionam essa mudança de comportamento dos alunos.

Um dos principais motivos da defesa do uso da atividade experimental no ensino de ciências baseia-se no fato de que ela “permite maior interação entre professor e os alunos, proporcionando, em muitas ocasiões, a oportunidade de um planejamento conjunto e o uso de estratégias de ensino que podem levar a melhor compreensão dos processos das ciências.” (MORAES, 2000, p. 197) Além disso, auxilia na resolução de problemas, ajuda a compreender e constatar abstrações, sem falar que propicia o aluno a adquirir alguns conhecimentos técnicos como, por exemplo, análise qualitativa e quantitativa de dados (DENZIN e LINCOLN, 2006).

Uma importante parte do uso de atividades experimentais é o roteiro propriamente dito. Todas as atividades experimentais empregadas nesta pesquisa possuem roteiro para guiar os acadêmicos. Esses roteiros, embora elaborados com passo a passos para serem seguidos pelos alunos, não comprometem a visão construtivista da proposta. Devido ao curto período de tempo disponível, para a abordagem de diversos assuntos, optou-se pela utilização dos roteiros para que os alunos fossem guiados durante a realização da atividade.

As questões utilizadas ao longo do roteiro refletem o fato dos alunos terem conhecimentos prévios, que devem ser considerados durante o processo de ensino e aprendizagem. “O aluno é o agente ativo do processo de construção do conhecimento e o professor assume o papel de mediador entre os novos conceitos e os conceitos já existentes na mente do aprendiz” (SUART; MARCONDES, 2008, p. 4).

O percurso de análise dos dados desse trabalho, foi por meio da Taxonomia de Bloom, tomando como referência a obra da Bloom (1956) .O principal instrumento utilizado para construção dos experimentos foi baseado na Teoria da Atividade de Engeström. Utilizando esta teoria, as atividades propostas foram estruturada em triângulos, como a figura 4, da página 36.

Esta pesquisa investigou uma turma que cursava o 2º semestre de um curso Técnico em Analises Químicas, a ideia de fazer esta pesquisa surgiu depois de analisar a ementa da disciplina de físico-química na qual a pesquisadora ministrava, onde um dos conteúdos se referia à radioatividade e química nuclear. Assim utilizou-se a bibliografia de Química volume 2, de Ricardo Feltre, que estava na ementa da disciplina, para basear-se na construção dos experimentos, tentou-se englobar o máximo possível do capitulo 10 do livro de Ricardo Feltre, (2004), transformando em experimentos o conteúdo, sempre respeitando as normas de segurança e limite seguro de exposição de radiação.

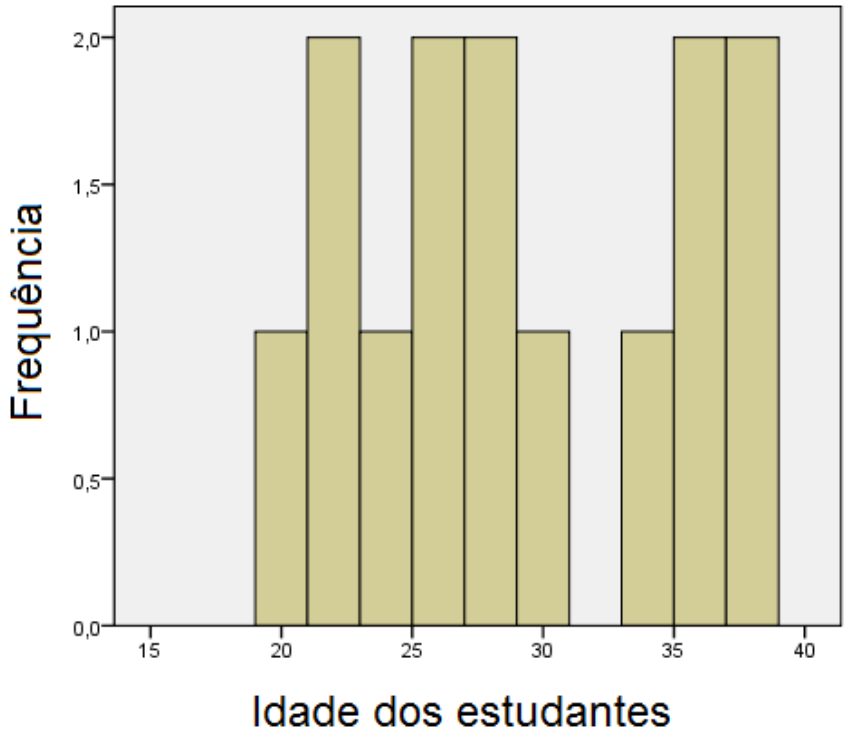
A instituição de ensino foi contemplada com apenas uma turma pelo PRONATEC. Este curso técnico passou a existir nesta instituição a partir da iniciativa do governo no período de 15 de setembro de 2014 e finalizado no dia 15 de março de 2016. Após a formação dos alunos integrantes dessa turma, não ouve outra formação de turma. O Curso Técnico em Análises Químicas tem por objetivo formar profissionais capazes de articular, mobilizar e colocar em ação valores, conhecimentos e habilidades necessários para o desempenho eficiente e eficaz de atividades requeridas pelo seu campo de trabalho.

A disciplina de físico-química faz parte dos componentes curriculares do curso, tinha uma carga horária semanal de 4 horas, sendo ministrada em um dia da semana, no turno da manhã, das 07 horas e 30 minutos até as 11 horas e 30 minutos, sendo um total de 60 horas aulas, ela faz parte do 2º semestre do curso. As

atividades foram aplicadas durante 6 encontros, ou seja em 6 semanas, no total de 24 h/a.

A turma experimental contava com dezesseis alunos, sendo seis do sexo feminino e dez do sexo masculino, com uma idade média de 29 anos de idade, apresentando desvio padrão de 6,23 entre 20 e 38 anos, podendo ser observado no gráfico da figura 6.

Figura 6 – Faixa etária da turma experimental



Fonte: Autora

3.1 Descrição dos experimentos

No apêndice 2, apresenta a descrição dos experimentos, cujos títulos são os seguintes:

Experimento I: Fluorescência e Fosforescência.

Experimento II: Radiação Corpuscular e Eletromagnética como Radioatividade

Experimento III: Aplicações Industriais dos Actinídeos

Experimento IV: Partículas Colocadas em Campos Eletromagnéticos

Experimento V: Absorção de Radiação pela Matéria

Experimento VI: Aceleradores Lineares de Partículas

Experimento VII: Fissão e Fusão e Energia Nuclear

Experimento VIII: Uso de Partículas Alfa em Detetor de Fumaça tipo Iônico

3.2 Descrição das aulas

No quadro 2 esta descrito um resumo das seis aulas elaboradas com a turma experimental no período de 25 de abril a 03 de junho de 2015.

Quadro 2 – Estruturas das Aulas da Turma Experimental

Aula		**Conteúdos Abordados**	**Carga Horária (h/a)**	**Data**
1	Pré -Teste	Conteúdos gerais de química nuclear	4	25/04/2015
2	Experimento I ao IV	I -Fluorescência e Fosforescência; II- Radiação Corpuscular e Eletromagnética como Radioatividade; III- Aplicações Industriais dos Actinídeos; IV- Partículas Colocadas em Campos Eletromagnéticos.	4	06/05/2015
3	Experimento V ao IIIV	V- Absorção de Radiação pela Matéria VI- Aceleradores Lineares de Partículas VII- Fissão e Fusão e Energia Nuclear VIII- Uso de Partículas Alfa em Detetor de Fumaça tipo Iônico	4	13/05/2015
4	Documentário	Aplicações da Energia Nuclear	4	20/05/2015
5	Aula teórica	Conteúdos gerais de química nuclear	4	27/05/2015
6	Pós-Teste	Todo o conteúdo visto nas aulas anteriores.	4	03/06/2015
			Total = 24	

Fonte: Autora

Aula 1: Pré Teste

Inicialmente foi realizado uma sondagem sobre o interesse e atitudes dos alunos sobre o assunto abordado e seus conhecimentos prévios, através de dois pré testes. O primeiro consistiu em um questionário retirado do artigo: “A atitude no ensino de Física”, do autor Talim (2004). Este é composto por vinte e oito questões de múltiplas escolhas sobre as atitudes dos alunos frente ao ensino de física, tais como: “Estudo Física porque sou obrigado(a).” e “Os problemas de física despertam a minha curiosidade.”, frente a estas afirmações os alunos deveriam escolher uma das opções: ( ) Concordo fortemente, ( ) Concordo, ( ) Sem opinião, ( ) Discordo, ( ) Discordo fortemente. Cada uma destas opções apresenta um tipo de escore diferenciado caso a afirmação for negativa ou positiva, melhor detalhado no quadro abaixo:

Quadro 3 – Opções apresentadas no questionário utilizando o método Likert.

Opção	**Código**	**Escore para afirmação positiva**	**Escore para afirmação negativa**
Concordo fortemente	CF	5	1
Concordo	C	4	2
Sem opinião	SO	3	3
Discordo	D	2	4
Discordo fortemente	DF	1	5

Fonte: Autora

Caso a afirmação fosse positiva a pontuação seria organizada da seguinte forma: 1 para DF, 2 para D, 3 para SO, 4 para C, e 5 para CF. Ao contrário, se a afirmação tiver seu sentido negativo, a pontuação seria distribuída da seguinte maneira: 1 para CF, 2 para C, 3 para SO, 4 para D e 5 para DF.

Os resultados sobre como os alunos pensam, quais suas visões e opiniões frente ao ensino da disciplina devem ser levados em consideração sempre, segundo Talim (2004), “[...] a atitude dos estudantes em relação à disciplina é um fator de grande influência na sua aprendizagem [...]” (p. 313), e cabe ao professor conhecer e avaliar este pensamento pois este deverá nortear o momento do planejamento de atividades que estimulem o interesse pelo assunto estudado.

O segundo pré teste consistiu em dezenove afirmações sobre energia nuclear, tais como: “Radiações possuem campos elétricos e magnéticos.”, e, “Calor é uma forma de radiação na forma de ondas.” Onde os alunos deveriam analisar e assinalar as frases verdadeiras.

Este teste teve o intuito de verificar o conhecimento prévio sobre o assunto em questão. “O aluno é o agente ativo do processo de construção do conhecimento e o professor assume o papel de mediador entre os novos conceitos e os conceitos já existentes na mente do aprendiz” (SUART; MARCONDES, 2008, p. 4). O professor deve reconhecer estes conhecimentos prévios, valorizando o que o aluno já sabe, buscando assim novas aprendizagens.

Os resultados e discussões dos pré testes estarão no capitulo 4 (página 66)

Aula 2: Experimento I ao IV

Nesta aula, iniciou-se a aplicação dos experimentos, a turma foi dividida em grupos de três pessoas (divisão feita pelos próprios alunos), sendo que ao final dos experimentos eles deveriam elaborar um relatório. Cada aluno recebeu um roteiro (apêndice D) com instruções para executar oito experimentos, porém nesta aula foram realizados quatro experimentos e os outros quatro foram posteriormente executados na aula seguinte.

A sala de aula foi previamente organizada em quatro espaços, cada qual acomodando um experimento, materiais, equipamentos e reagentes necessários para executar os procedimentos descritos no protocolo da aula prática. A organização do espaço possui um papel fundamental no ato de ensinar. Esta ideia é explicada por Ribeiro:

> O espaço escolar deve compor um todo coerente, pois é nele e a partir dele que se desenvolve a prática pedagógica, sendo assim, ele pode constituir um espaço de possibilidades, ou de limites; tanto o ato de ensinar como o de aprender exigem condições propícias ao bem-estar docente e discente. (RIBEIRO, 2004, p.105)

Cada grupo foi direcionado para um experimento diferente, os alunos foram instruídos a ler os procedimentos e tentar executá-los sozinhos, mas caso tivessem alguma dúvida deveriam solicitar o auxílio do professor. Depois de finalizado o objetivo do mesmo, eles deveriam fazer as anotações necessárias e ir para o próximo experimento, somente depois que este estivesse livre, pois foi disponibilizado somente um kit de cada experimento.

Nesta aula foram realizados os experimentos: 1- Fluorescência e

Fosforescência, 2- Radiação Corpuscular e Eletromagnética como Radioatividade, 3- Aplicações Industriais dos Actinídeos e 4- Partículas Colocadas em Campos Eletromagnéticos.

Aula 3: Experimento V ao VIII

Da mesma forma que a aula 2 foi realizada, na aula 3 os alunos formaram os mesmos grupos, a sala foi previamente organizada em quatro espaços para receber os experimentos e seus materiais, os alunos iniciaram fazendo a leitura dos procedimentos experimentais, e tirando suas dúvidas quanto aos procedimentos, em seguida eles iniciaram os experimentos e foram realizando suas anotações e conclusões sobre os mesmos.

Nesta aula foram realizados os experimentos: 5- Absorção de Radiação pela Matéria, 6- Aceleradores Lineares de Partículas, 7- Fissão e Fusão e Energia Nuclear e 8- Uso de Partículas Alfa em Detetor de Fumaça tipo Iônico.

Aula 4: Documentário sobre bomba nuclear e aula teórica

Nessa aula abordou-se sobre uma aplicação da energia nuclear, através do documentário “Trinity e Além: O filme da bomba atômica”, produzido pela: Visual Concept Entertainment e dirigido por Peter Kuran, onde buscou-se aproximar da realidade, inaugurar debates, construir ou desconstruir olhares.

Após o término desta atividade, iniciou-se o conteúdo teórico para melhor fixar os conteúdos vistos nas aulas práticas.

Tópicos vistos:

1- O inicio da era nuclear/ A descoberta da radioatividade.

2- Os efeitos das emissões radioativas.

3- Recordando alguns conceitos sobre a estrutura atômica

4- A natureza das radiações e suas leis.

Aula 5: Aula Teórica

Nesta aula foram ministrados diversos conteúdos sobre química nuclear (listados abaixo), através de aula expositiva utilizando como recurso o power point para auxiliar a compreensão e aprendizagem dos discentes.

Tópicos vistos:

5- Cinética das desintegrações radioativas

6- Famílias radioativas naturais

7- Reações artificiais de transmutações

8- Fissão nuclear

9- Fusão nuclear

10- Aplicações das reações nucleares

11- Perigos e acidentes nucleares

Aula 6: Pós Teste

No último encontro foi realizado uma prova individual com 16 questões de múltiplas escolhas. Foi realizado com o objetivo de analisar os conhecimentos referente aos conceitos envolvidos em radioatividade – conteúdo trabalhado nas aulas propostas por esta pesquisa.

As questões da avaliação foram retiradas do livro de Ricardo Feltre (2004), que foi utilizado como bibliografia base nesta pesquisa.

3.3 SISTEMA DE ATIVIDADE

Um sistema de atividade é definido por Engestrom (1997) como “qualquer interação humana continuada dirigida a um objeto, historicamente condicionada, dialeticamente estruturada e mediada por ferramentas”. Assim, no sistema de atividade do conteúdo de química nuclear mediado por experimentos, os sujeitos eram: os alunos e a professora-pesquisadora.

O *objeto*, que representa a intenção que motiva a atividade e indica sua

direção, foi adquirir os conhecimentos abstratos, dos assuntos abordados, partindo de atividades concretas por meio de experimentos.

A *comunidade* desse sistema engloba os alunos da turma, participantes do curso técnico em análises químicas. Além disso, como a disciplina de físico química estava inserida na grade do curso técnico em análises químicas, essa comunidade e suas peculiaridades precisam ser consideradas.

Nesta atividade, foi utilizado como *ferramentas de mediação* oito experimentos de química nuclear que foram baseados no livro da ementa da disciplina, livro para consulta de informações, ementa do curso.

Outro instrumento mediador foi os questionários. No início das atividades, ao responder um questionário, os alunos apontaram seus interesses e atitudes em relação a disciplina, e o segundo questionário foi sobre a unidade de nuclear, no qual o estudante define suas principais dificuldades em relação ao conteúdo, importância do ensino de nuclear, como gostaria de estudar o conteúdo, entre outros perguntas. E ao final das atividades, foi aplicado o questionário de pós teste, no qual foi possível avaliar os possíveis aprendizados.

As *regras* de participação das atividades foram definidas na primeira aula. Os alunos deveriam frequentar as aulas, com um mínimo de 75% de frequência previsto em lei. A avaliação tem peso 10,0, e foi divida em dois processos, um deles se refere ao relatório descritivo, feito em grupo das aulas práticas, com peso de 3,0 e ao final foi aplicada uma prova (pós-teste), com peso de 7,0.

A *divisão de trabalho* está relacionada à divisão das tarefas e às funções entre os membros individuais ou grupos dentro da comunidade (RUSSEL, 2002). Os alunos participavam das atividades elaboradas pela professora-pesquisadora, onde era responsável por planejar pensando em estratégias de aprendizagem, conduzir as atividades e interagir.

3.3.1 Sistema de atividade dos experimentos

3.3.1.1 Sistema de atividade do experimento I - Fluorescência e Fosforescência.

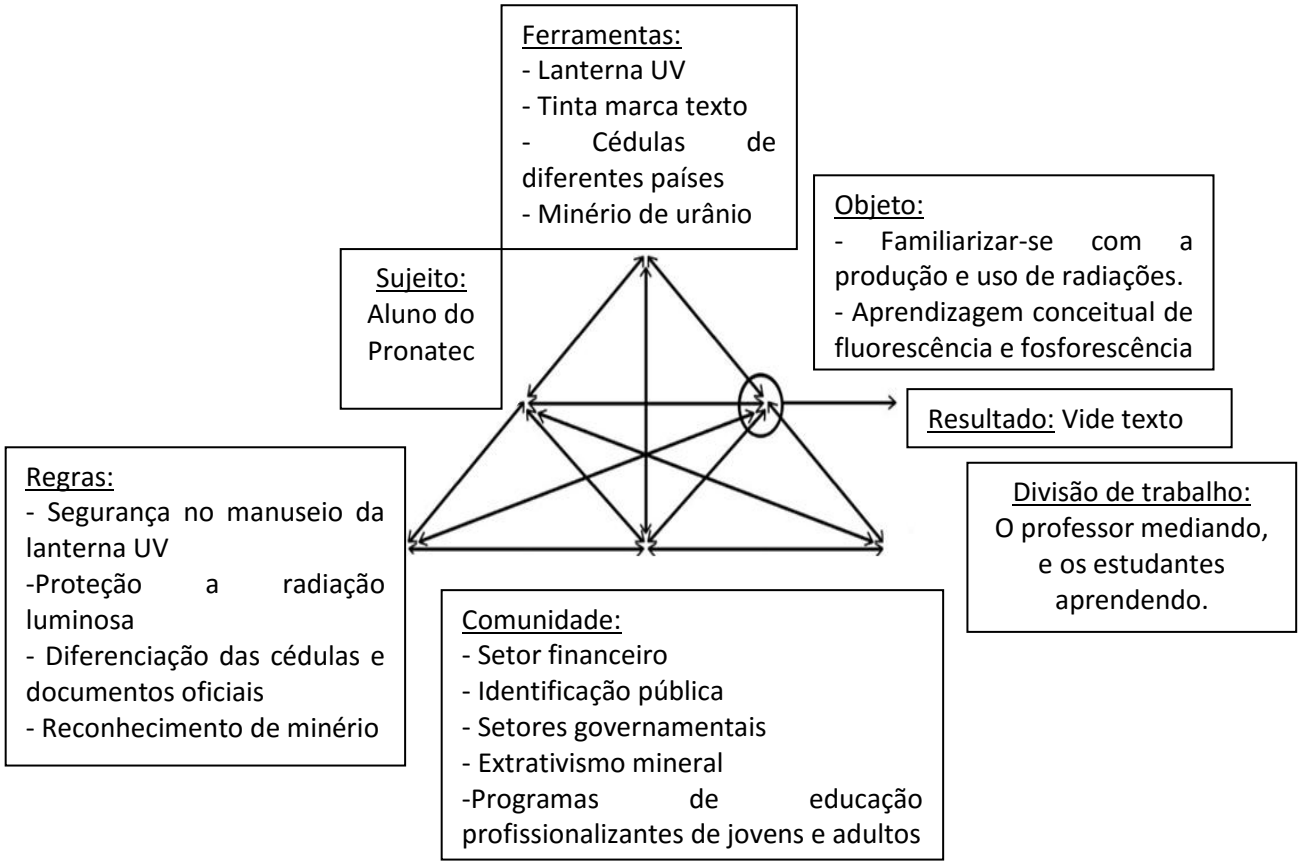


Figura 7 – Material e equipamentos do experimento I

Fonte: Autora

3.3.1.2 Sistema de atividade do experimento II - Radiação Corpuscular e Eletromagnética como Radioatividade

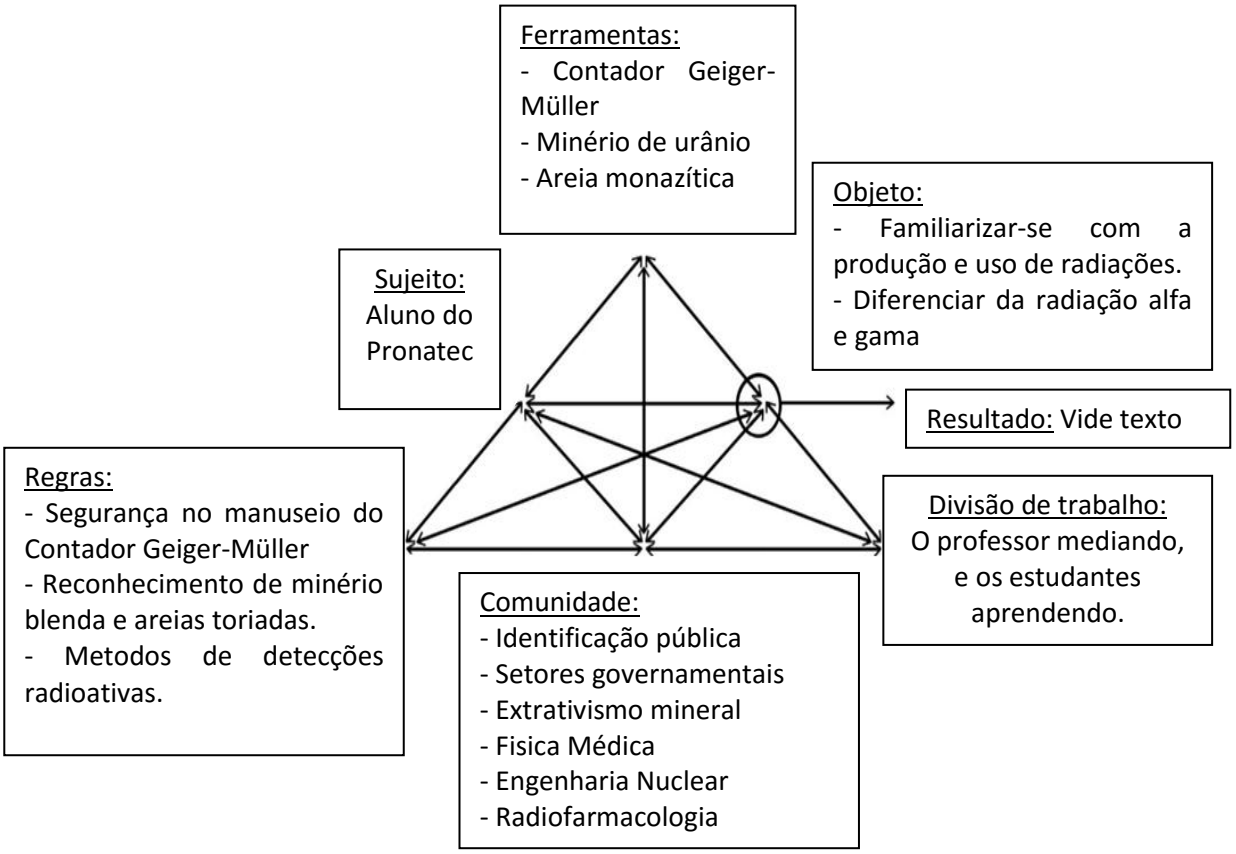


Figura 8 – Material e equipamentos do experimento II

Fonte: Autora

3.3.1.3 Sistema de atividade do experimento III - Aplicações Industriais dos Actinídeos

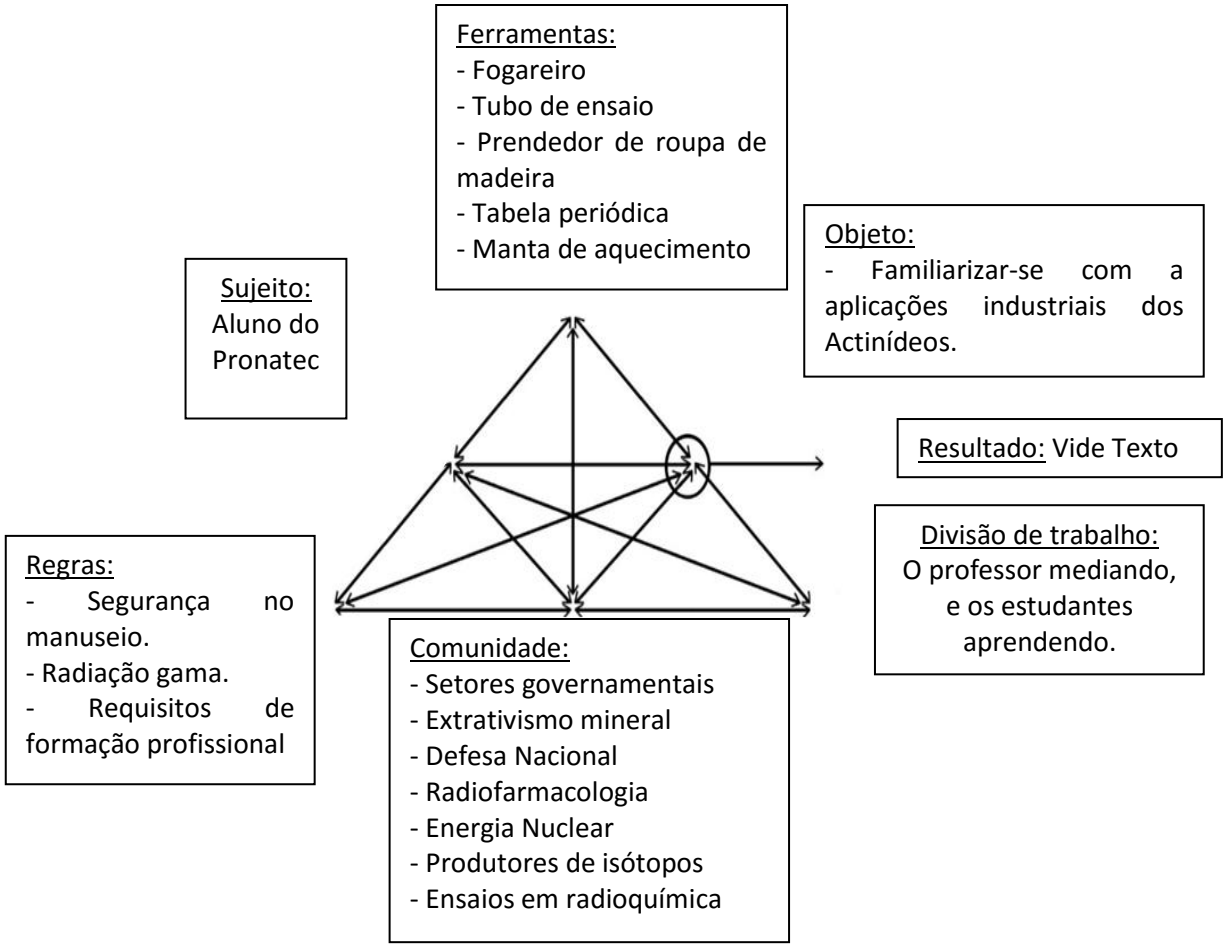


Figura 9 – Material e equipamentos do experimento III

Fonte : Autora

3.3.1.4 Sistema de atividade do experimento IV - Partículas Colocadas em Campos Eletromagnéticos

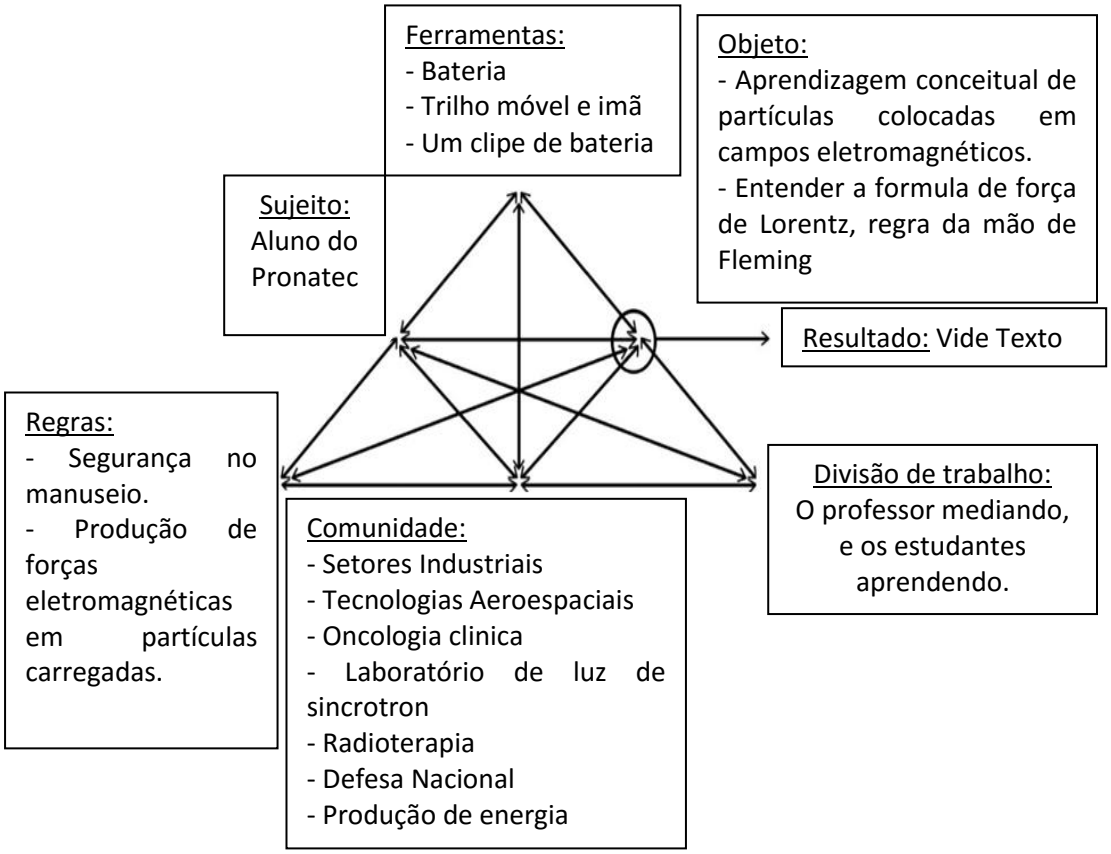
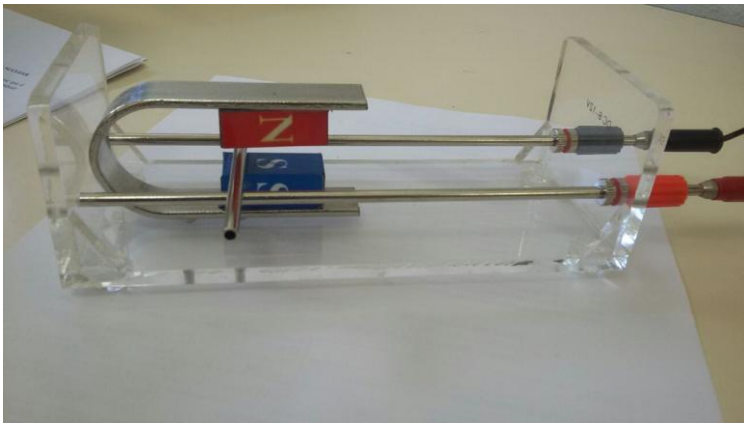


Figura 10 – Material e equipamentos do experimento IV



Fonte: Autora

3.3.1.5 Sistema de atividade do experimento V - Absorção de Radiação pela Matéria

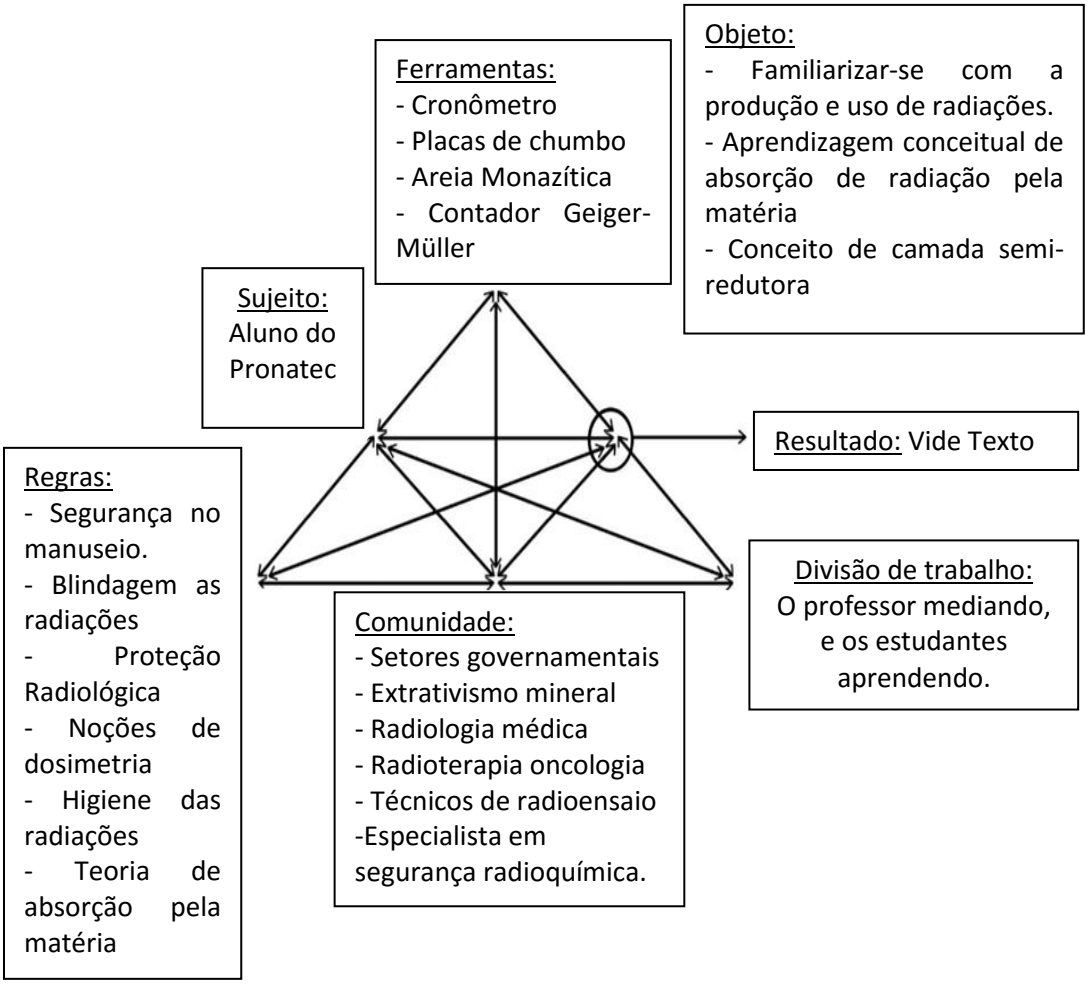
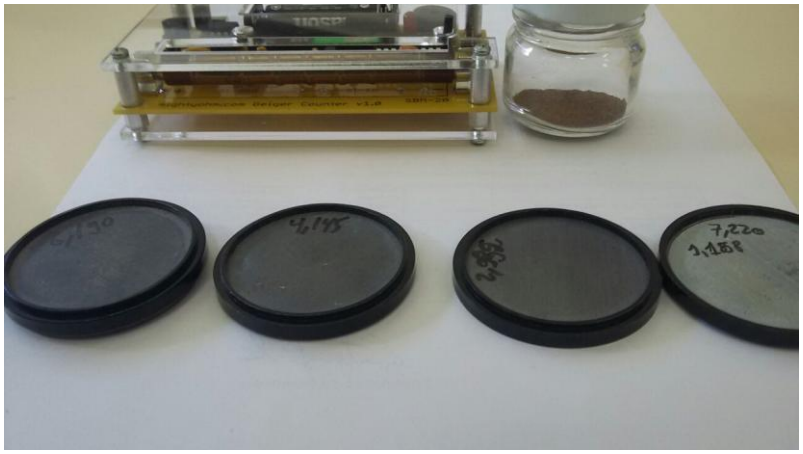


Figura 11 – Material e equipamentos do experimento V



Fonte: Autora

3.3.1.6 Sistema de atividade do experimento VI

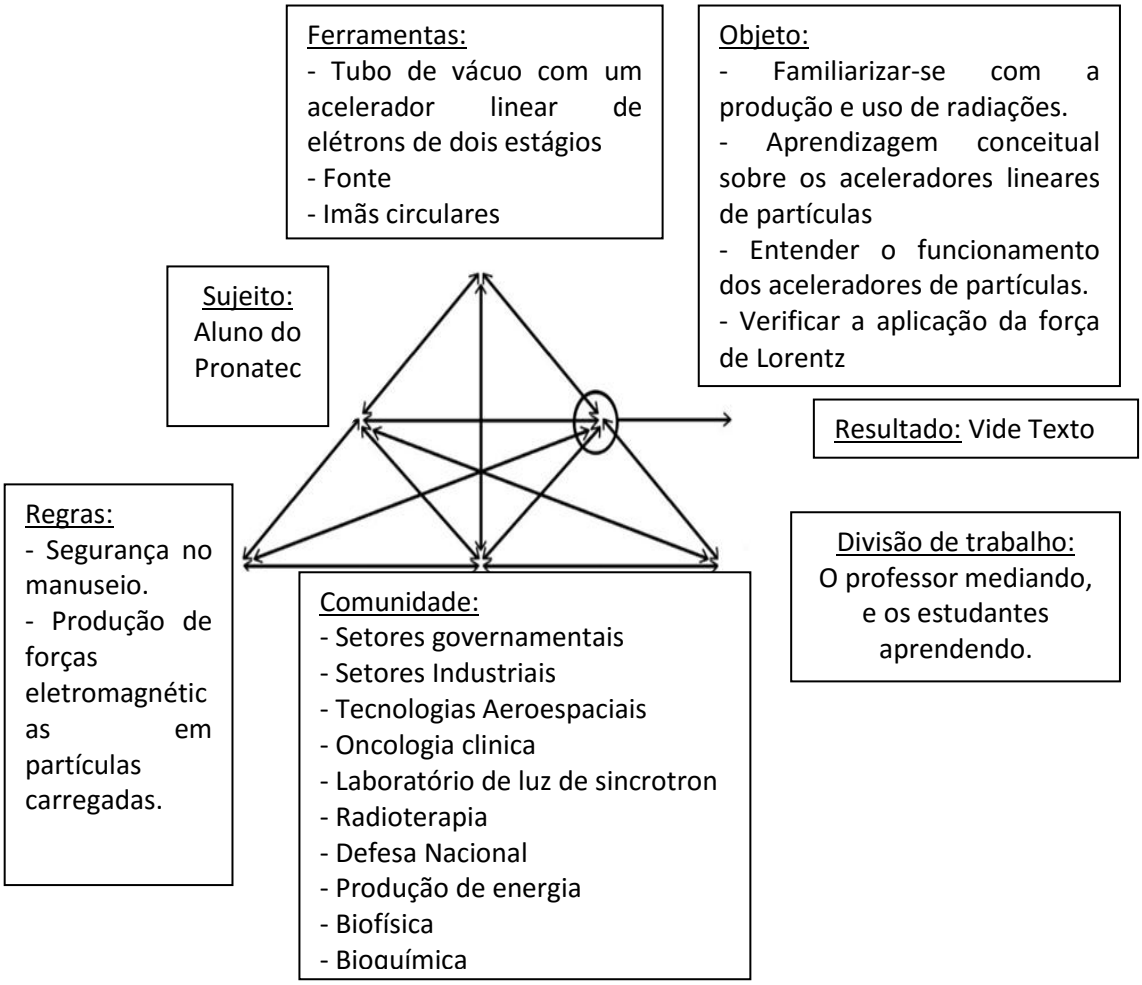


Figura 12 – Material e equipamentos do experimento VI

Fonte: Autora

3.3.1.7 Sistema de atividade do experimento VII- Fissão e Fusão e Energia Nuclear

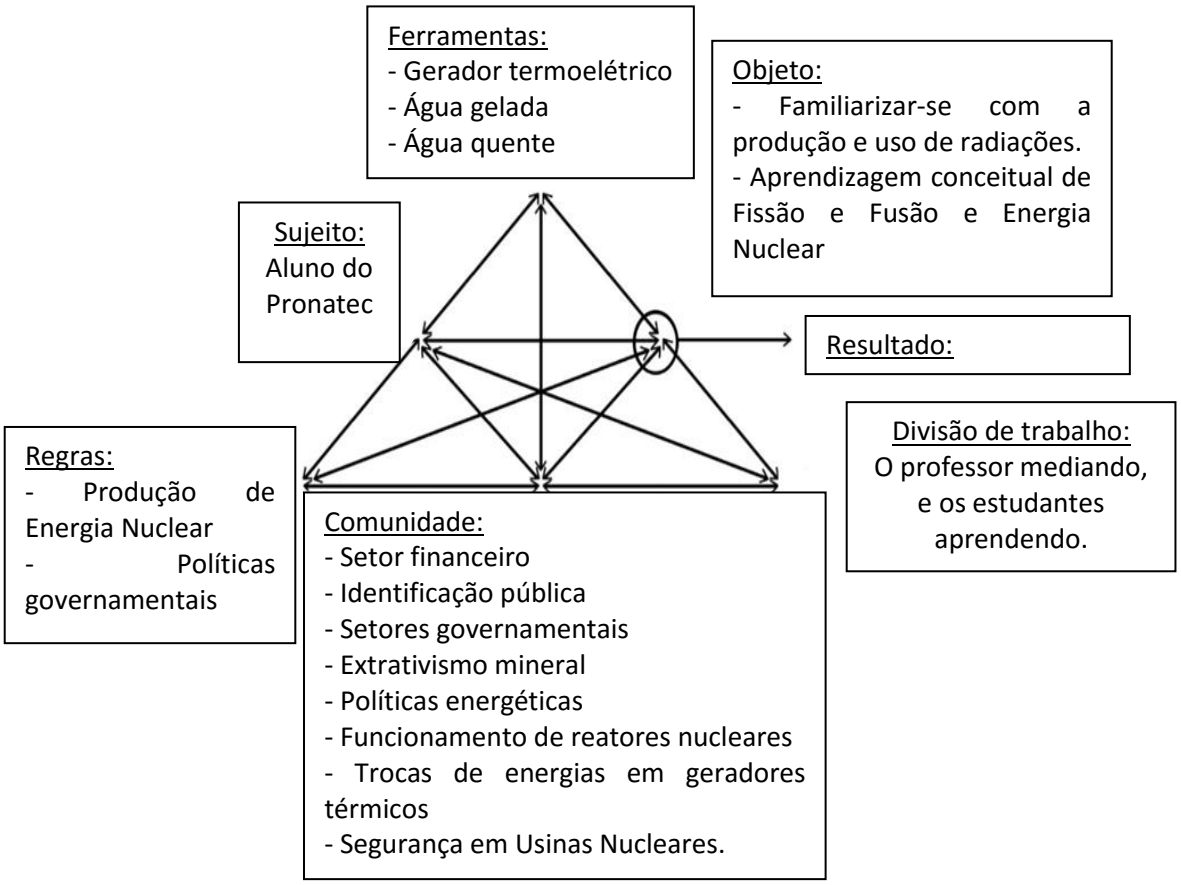
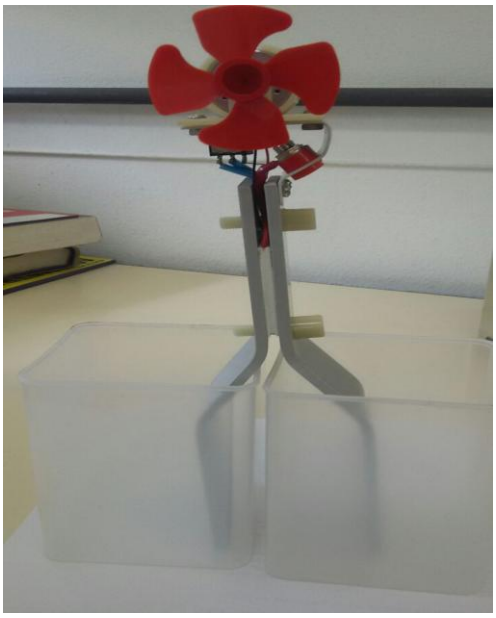


Figura 13 – Material e equipamentos do experimento VII



Fonte: Autora

3.3.1.8 Sistema de atividade do experimento VIII- Uso de Partículas Alfa em Detetor de Fumaça tipo Iônico

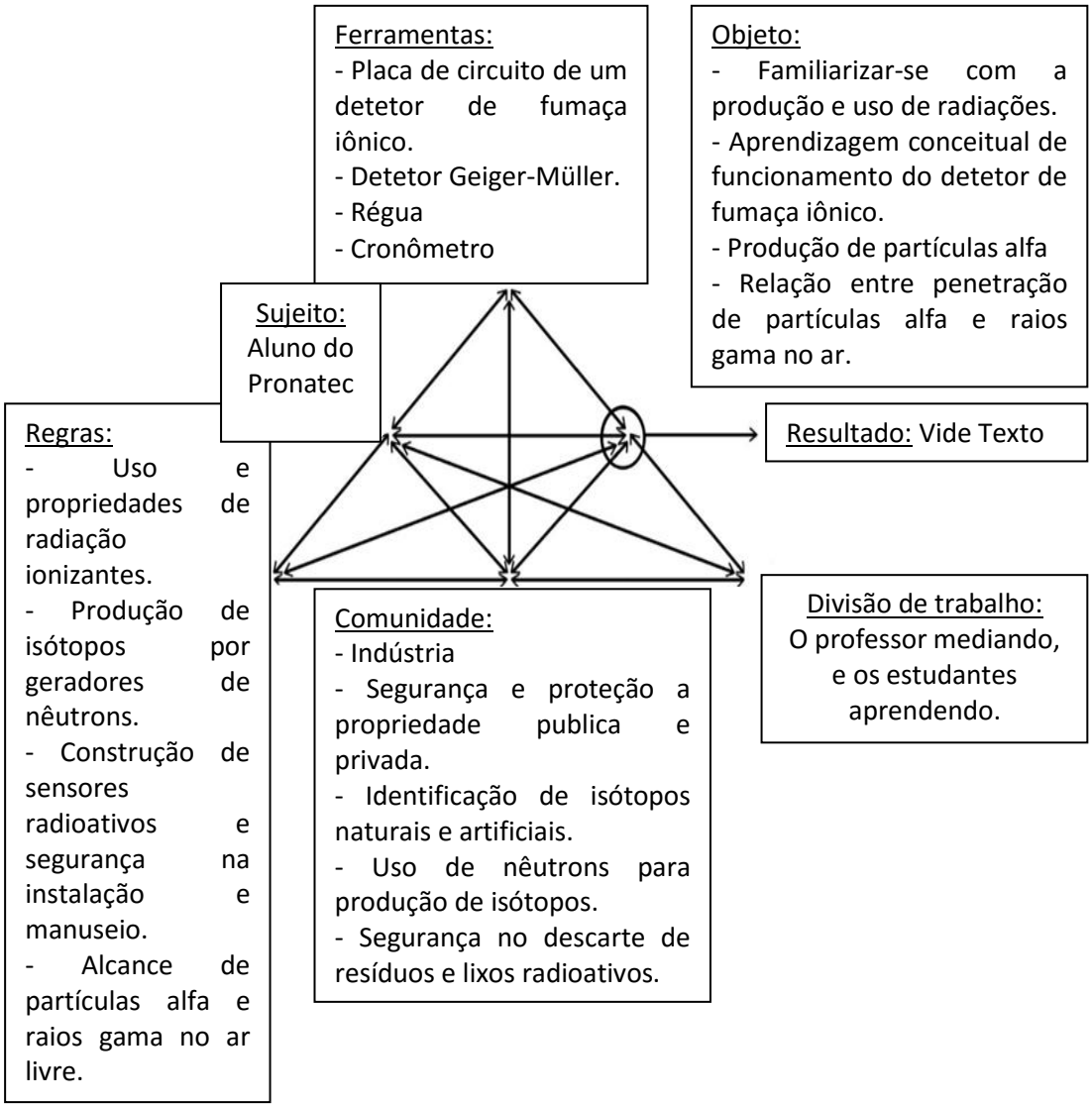
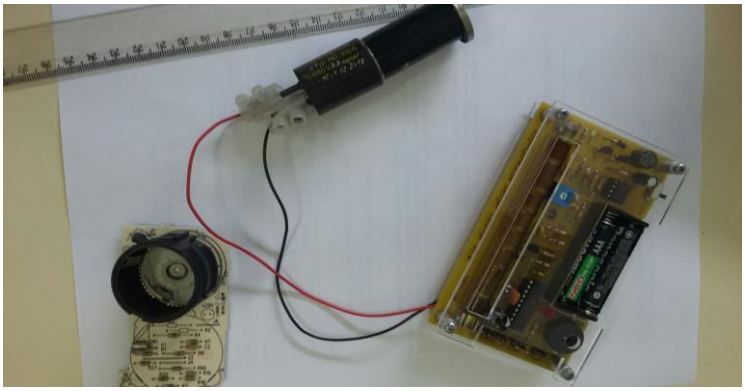


Figura 14 – Material e equipamentos do experimento VIII



Fonte: Autora

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, serão apresentados e discutidos os resultados da pesquisa, com base na metodologia descrita no capítulo 3. A pesquisa que teve por intenção trabalhar a Teoria da Atividade de Engeström e o ensino de química nuclear buscou proporcionar elementos que oportuniza-se um aprendizado mais efetivo na educação de adultos.

O trabalho realizado em uma turma do PRONATEC teve os alunos reunidos em cinco grupos, dos quais se fez a análise do coletivo (grupos). Ao tomar o sistema de atividade como unidade de análise, como aqui se toma, o indivíduo é entendido em conexão com a atividade coletiva e é ela que interessa descrever (ENGESTRÖM, 1999), portanto, os resultados e discussões apresentados a seguir, foram feitos de modo geral.

Os estudantes foram divididos em cinco grupos, suas falas registradas com gravador digital foram transcritas na íntegra, sendo identificados com a letra G (grupo) e o respectivo número do qual fez parte, dessa forma, teve-se a nomenclatura definida como G1, G2, G3, G4 e G5. Para a fala da professora pesquisadora, convencionou-se a letra P, de modo a identificá-la. Os trechos retirados dos relatórios serão identificados como RG1 (refere-se ao relatório do grupo 1), RG2 (refere-se ao relatório do grupo 2), RG3 (refere-se ao relatório do grupo 3), RG4 (refere-se ao relatório do grupo 4) e RG5 (refere-se ao relatório do grupo 5).

Os dados para análise e discussões, foram obtidos mediante as respostas dos alunos descritas nos pré-testes (anexo B e apêndice C), relatórios dos oito experimentos (apêndice D), transcrição dos áudios das aulas experimentais e o pós-teste (apêndice E).

Para a análise, dedicou-se maior atenção nos relatórios em relação aos demais materiais, proporcionando uma rica fonte de informações a fim de obter respostas ao questionamento principal deste trabalho.

Para iniciar a atividade proposta, propôs-se aos alunos um questionamento inicial de modo a investigar a concepções dos alunos quanto ao assunto relacionado à radioatividade, de modo que os alunos expusessem seus pensamentos, conhecimentos e experiências referentes ao assunto. Se estes alunos consideravam

o tema em questão algo positivo ou negativo.

O enunciado da questão foi: “O que vem a mente quando falamos de Energia Nuclear?”

Os alunos, divididos em 5 grupos, responderam o questionamento com algo presente em seus cotidianos próximos e distantes, como o caso da bomba atômica e o raio-X. Abaixo foram transcritas algumas falas de alguns alunos.

G1- “Pra mim é bomba atômica.”

G5- “Desastre nucleares, como em Fukushima.”

G3- “Eu não sei se tem a ver, mas pode ter relação com o raio X?”

G3- “Prof, e como são as paredes do raio X? Por que eu ouvi falar que tem que ser bem diferente.”

G3- “Porque a minha mãe trabalhou por dois anos no setor de Raio X como auxiliar, e quando ficou grávida de mim, ela foi demitida, eu nasci saudável, já depois de 4 anos quando nasceu a minha irmã, ela veio com má formação congênita no aparelho circulatório, e falaram que isso era devido ao Raio X.”

Quando falamos em energia nuclear, a primeira coisa que vem à mente são imagens de bombas nucleares, bem como o triste episódio ocorrido nas cidades de Hiroshima e Nagasaki, no Japão, durante a Segunda Guerra Mundial, no ano de 1945. Tais associações, marcantes da época, viajaram por décadas e sempre marcaram presença nas falas de professores, principalmente os de História. Nas falas dos alunos do Pronatec, percebe-se que a associação que estes têm com relação ao conceito de energia nuclear é algo ruim, negativo. Não se esperava menos deles, pois é perceptível nos meios de comunicação a forte presença negativa que estes relacionam o assunto, deixando a desejar as notícias sobre os avanços tecnológicos e os benefícios que a Física e Química Nuclear vem proporcionando a população. Um exemplo a ser citado, é o próprio Raio-X, apesar dos alunos ter descrito aspectos negativos, existem benefícios na utilização do Raio-X como, por exemplo, na avaliação das condições nos órgão e estrutura interna do corpo, em caso de fraturas, tumores e problemas respiratórios.

Além de obter informações sobre os conhecimentos dos alunos deste assunto, a intenção da pesquisadora foi mostrar aspectos positivos que a radioatividade pode trazer para a humanidade, principalmente quando se fala nos

avanços tecnológicos para tratamento e cura de determinadas doenças.

4.1- RESULTADO PRÉ - TESTE

4.1.1- Resultado do Primeiro Pré teste

Aplicamos um questionário validado em escala tipo Likert, que consiste em um conjunto de afirmativas positivas e negativas, para obter a atitude e o interesse dos alunos da turma experimental em relação a física proposto por Talim (2004).

A Tabela 1 mostra que a turma possui a soma das médias de respostas com atitude positivas (PP) igual a 969 e a soma de notas escores com atitudes negativas (PN) igual a 538. O valor médio de 17 questionários é igual a 88,64, sendo as frações dessas com intenção positiva (PP) igual a 57 e com intenção negativa (PN) igual a 31.

Tabela 1 – Resultado das perguntas sobre atitude frente à disciplina.

Pergunta	PP (%)	PN (%)
1	64	11
2	23	70
3	23	58
4	47	29
5	29	52
6	58	17
7	35	29
8	11	47
9	5	70
10	0	94
11	29	58
12	47	29
13	17	52
14	47	41
15	88	11
16	17	41
17	35	23
18	52	23
19	23	47
20	23	52
21	23	41
22	52	23
23	11	52
24	23	35
25	0	58
26	0	70
27	88	5
28	11	70

Fonte: Autora

Portanto, nossa abordagem preliminar mostra atitudes positivas dos

estudantes da turma do Técnico em Analises Químicas do PRONATEC, e sua aceitação, de modo que esperamos uma boa adesão às atividades e qualidade de trabalho em sala de aula.

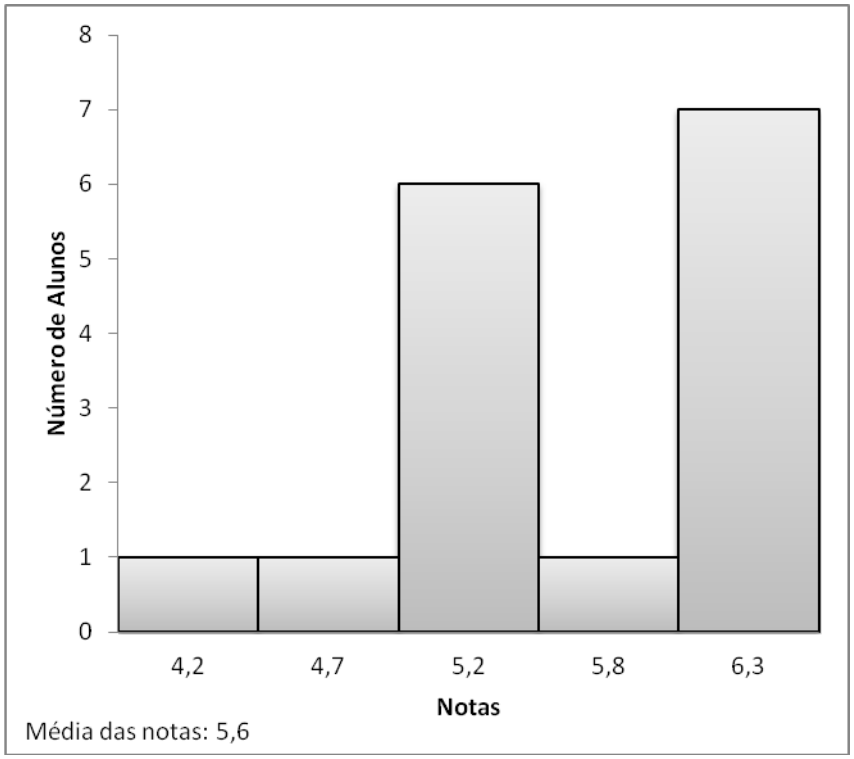
4.1.2- Resultado do Segundo Pré teste

O segundo pré teste realizado, objetivando a identificação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o assunto, abordou 19 questões, das quais os alunos deveriam ler, interpretar e assinalar as que julgavam serem afirmações corretas.

Após a correção e análise das respostas dos dezesseis questionários, foi atribuída uma nota para cada teste, a qual somente teve a finalidade de definir para o professor qual o nível de conhecimento prévio dos alunos e posteriormente auxiliar no planejamento dos experimentos. Esta nota foi lançada em um gráfico e a partir destas dezesseis notas obteve-se uma média geral de 5,6.

Por meio deste método de avaliação foi constatado que o entendimento do grupo acerca do assunto química nuclear precisa ser trabalhado para que possa atingir um nível maior de maturidade de conhecimento.

Figura 15 – Gráfico do desempenho do pré-teste II



Fonte: Autora

4.2 – ANÁLISE DOS RELATÓRIOS

A primeira categoria da taxonomia de Bloom em relação ao conhecimento cognitivo é o conhecimento (nível 1). O professor, na prática, sempre deseja que o aluno recorde ou reconheça conteúdos adquiridos anteriormente. Com relação aos experimentos, realizados na disciplina de físico-química, tem-se, também, a necessidade de conhecer os conteúdos de química geral e física geral para a construção das respostas, pois os problemas envolvem os conceitos de átomo, íons, massa, número atômico, eletromagnetismo, mecânica quântica, entre outros.

O passo seguinte é a compreensão (nível 2) dos fenômenos que ocorrem nestes experimentos, dessa forma, o aluno deve adquirir a capacidade de descrever a sequência com que os fenômenos ocorrem e tentar explicar o resultado final baseado nestas observações.

A aplicação (nível 3) é atingida quando o aluno mostra competências em usar os dados obtidos de forma autônoma e com precisão técnica aceitável, por exemplo, utilizar o conceito de fluorescência e relacionar com materiais de uso do cotidiano, como as faixas dos uniformes de motoboy e gari. A análise final é a conclusão baseada na questão proposta que se relacionam aos pressupostos, hipóteses e evidências obtidos com a teoria comprovada por meio das informações obtidas em sala de aula ou outras fontes de pesquisa como, por exemplo, livros e artigos, comprovando as ideias formuladas, e em consultas a biblioteca e a internet.

A categoria de síntese (nível 4) é aquela em que o aluno tem que criar ou propor novos entendimentos para o conteúdo obtido. Aqui se pode solicitar que o aluno elabore ou desenvolva novas aplicações para o uso da fluorescência e fosforescência, dos actinídeos ou exemplos de aplicações dos aceleradores de partículas.

A avaliação (nível 5) é o término da última categoria do conhecimento cognitivo e nesse nível, o aluno deve conseguir avaliar os pontos positivos e negativos do experimento realizado embasado por uma fundamentação crítica e sólida nos conteúdos obtidos.

Uma das formas de se avaliar esse ponto é solicitar que o aluno justifique, na forma de uma redação, a importância do tema na sua formação e no seu

crescimento pessoal e educacional.

A seguir, serão apresentados os resultados referentes a cada um dos oito experimentos realizados durante a atividade.

4.2.1 Experimento 1: Fluorescência e Fosforescência.

Neste experimento, buscou-se entender os fenômenos físicos da fosforescência e fluorescência, para isto, os grupos foram instigados a responder a seguinte pergunta:

O que você observa no desenho feito com canetas marca texto amarela e verde quando iluminado pela lanterna ultravioleta?

No quadro 4, será apresentado o nível de conhecimento cognitivo, em que cada grupo conseguiu alcançar para o primeiro experimento.

Quadro 4 – Nível de Bloom para o experimento 1

	Nível de Bloom	Atividade do Grupo 1	Atividade do Grupo 2	Atividade do Grupo 3	Atividade do Grupo 4	Atividade do Grupo 5
Nível 1	Conhecimento	X	X	X	X	X
Nível 2	Compreensão	X	X	X	X	X
Nível 3	Aplicação	X	X	X	X	X
Nível 4	Análise	X		X	X	
Nível 5	Síntese					
Nível 6	Avaliação					

Fonte: Autora

G1- O grupo conseguiu atingir o nível quatro que se refere a análise. Baseando-se nos conhecimentos adquiridos, os alunos buscaram relacionar outras formas de utilização dos fenômenos trazendo uma aplicação na área da alimentação, visto no relatório deste grupo:

RG1- "Pesquisas com luz negra demonstraram que bananas mais maduras, de coloração amarela emitem radiação mais intensa da cor azul do que as verdes, ricas em clorofila. Talvez seja uma forma de a natureza sinalizar para animais dispersores como morcegos e insetos, que são capazes de enxergar em uma faixa do espectro eletromagnético invisível para nós, humanos."

G2- Nesse experimento, os alunos deveriam compreender os fenômenos de fluorescência e fosforescência, entretanto, notou-se que esse grupo não conseguiu chegar a um entendimento da diferença desses fenômenos. Em suas respostas, verificou-se uma confusão entre os processos que determinam as cores das canetas marca texto amarela e verde, conforme descrito no trecho abaixo, retirado do relatório:

RG2-"Após realizar-se os procedimentos observou-se que o tracejado feito com caneta marca texto amarelo ficou fosforescente, e o tracejado feito com a caneta marca texto verde ficou fluorescente."

Este erro pode ser justificado pelo fato dos alunos associarem o termo empregado ao se referir a "cores fosforescentes" ao fenômeno, por isso a primeira impressão é que a "cor brilhosa" da caneta marca texto amarela era fosforescente, e como a cor verde não tinha tanto brilho quanto a amarela, foi associada ao fenômeno fluorescente, e o episódio abaixo evidencia a dificuldade descrita:

G2- "as cores brilham"

G2- "Mais ou menos, porque o amarelo ficou mais cheguei, e o verde nem tanto."

G2- "Todos são brilhantes, luminosos."

G2- "Mas o amarelo é mais brilhante, mais forte."

Com relação aos resultados dos grupo G3 e G4, estes conseguiram analisar detalhadamente o fenômeno utilizado no experimento, apresentando informações sobre a demora do decaimento e as principais diferenças entre os fenômenos, sendo assim conseguiram chegar até o nível quatro da taxonomia de Bloom, que é a análise.

G5- Com base nos conhecimentos adquiridos sobre os fenômenos de fluorescência e fosforescência o grupo conseguiu fazer uma aplicação do conteúdo buscando outros exemplos que utilizam essa ciência, chegando até o nível três da taxonomia de Bloom, que é a aplicação.

Figura 16 – Alunos desenvolvendo o experimento I

Fonte: Autora

4.2.2 Experimento 2: Radiação Corpuscular e Eletromagnética Como Radioatividade

Nos trabalhos de análise das produções estudantis, verificou-se uma homogeneidade nas respostas. Os alunos visualizaram pela primeira vez um contador de Geiger-Müller, o que proporcionou uma motivação, por parte deles, em saber mais sobre o contador e manipulá-lo, a fim de identificar as partes e se familiarizar com os principais elementos que o compõem. Segue um trecho do relatório que corrobora com esta afirmação:

RG3 - "O contador Geiger-Müller, ou, simplesmente, contador Geiger, recebeu esse nome graças ao seu inventor, o físico alemão Johannes Hans Geiger

(1882-1945), que na época era ajudante de Rutherford. Esse aparelho foi inventado no ano de 1908 e seu uso permitiu identificar substâncias radioativas e medir a intensidade de sua radioatividade. Ele é especialmente importante quando ocorrem acidentes radioativos, pois podem causar danos aos seres vivos e ao ambiente, como ocorreu no caso de Chernobyl e no de Goiânia, com o Césio-137. O sinal da presença de radiação era ouvido através dos cliques, quanto mais rápido o número de cliques significa que mais energia de radiação o medidor está exposto, consequentemente, aquele ambiente."

Somente foi destacado o trecho do relatório do grupo três, porém todos os grupos apresentaram uma resposta semelhante. Já nas falas podemos ver as percepções da utilização do contador de Geiger:

G2- Gente, é Urânio!! (demonstrou espanto)

G3 - Esses cliques, é porque tem mais Urânio nessa pedra?

G2 - Já a esfera de vidro de Urânio emitiu poucos cliques.

G3- Os cliques são radiações gama, porque a alfa não atravessa a embalagem.

G2- O que estamos ouvindo, é a radiação gama, porque a alfa não atravessa o plástico.

Utilizando a taxonomia de Bloom, analisou-se as respostas dadas para esse experimento, e chegou-se à conclusão que todos os grupos conseguiram chegar até o nível quatro, onde o aluno conseguiu identificar as partes envolvidas no experimento, trazidos pelos grupos no relatório, suas inter-relações e obtendo informações sobre proteção radiológica e blindagem de objetos radioativos, com análise de conceitos teóricos na interpretação das propriedades dos objetos trabalhados no experimento.

Quadro 5 – Nível de Bloom para o experimento 2

	Nível de Bloom	Atividade do Grupo 1	Atividade do Grupo 2	Atividade do Grupo 3	Atividade do Grupo 4	Atividade do Grupo 5
Nível 1	Conhecimento	X	X	X	X	X
Nível 2	Compreensão	X	X	X	X	X
Nível 3	Aplicação	X	X	X	X	X
Nível 4	Análise	X	X	X	X	X
Nível 5	Síntese					
Nível 6	Avaliação					

Fonte: Autora

4.2.3 Experimento 3: Aplicações Industriais dos Actinídeos

Neste experimento buscou-se trazer aplicações industriais dos actinídeos, utilizando como exemplo o óxido de mercúrio e o óxido de tório. No decorrer do experimento foi possível detectar certa surpresa dos alunos quanto ao resultado, pois não era o que eles esperavam, tanto que todos os grupos fizeram duas vezes o mesmo experimento.

A pergunta norteadora foi: O que se percebe nas paredes do tubo de ensaio? Que material espelhado é esse? Segue abaixo a transcrição do áudio do experimento:

G1- "Óxido de mercúrio é vermelho, mas quando aquecemos mudou de cor, ficou escuro".

G1 - "Preto".

G1 - "e nas paredes, ficou meio cinza, chumbo."

G1 - "é o mercúrio."

G3 - "Quando aquecido ele sobe."

G4 - "Com o aquecimento ele separou o oxigênio."

G3 - "Aquele espaço ali."

G3 - "Ele desprendeu!"

Os alunos demonstraram conhecimento (nível 1), ao utilizar os conceitos de química geral, visto no último semestre, além da compreensão ao demonstrar entendimento das informações ao descrevê-lo em seu relatório. A aplicação ocorreu quando os alunos utilizaram-se de seus conhecimentos para concluir que aquilo se tratava do que aprenderam em sala de aula. Na análise, foram examinados os detalhes dos resultados dos experimentos, onde os alunos demonstraram a reação ocorrida no experimento com riqueza de detalhes, como pode ser visto no extrato de um relatório abaixo:

RG1 - "Observou-se que após aquecer-se o óxido de mercúrio ele endureceu, e também adquiriu uma coloração escura "marrom", e após esfriar formou-se cristais ao redor das paredes do tubo de ensaio, de coloração prateada, e voltou a sua cor

inicial "avermelhada". No final do experimento notamos que os cristais formados ao redor do tubo de ensaio era o mercúrio que havia se formado."

RG3 - "...observou-se uma coloração prateada nas paredes do tubo, e equacionou-se o seguinte: 2HgO(s) → 2 Hg (s) + O2 (g) e passou a ser líquida. Ao retornar ao ponto de partida retirando do fogo ele voltou a ser pó. Este fenômeno ocorre, pois quando submetido ao calor, o óxido de mercúrio II decompõe-se, liberando oxigênio para a atmosfera e retendo partículas cristais de Mercúrio pelas paredes do tubo de ensaio mudando a coloração, que por ser um metal tem como uma de suas características a coloração prateada. Percebeu-se tratar de uma reação de decomposição por pirólise no qual teve como produtos formados o mercúrio líquido e o oxigênio gasoso."

Verificou-se que os alunos atingiram o nível quatro nesse experimento. Neste ponto é necessário não apenas ter compreendido o conteúdo, mas também a estrutura do objeto de estudo, apesar de terem atribuído o termo "cristal" ao mercúrio, que não é correto.

Quadro 6 – Nível de Bloom para o experimento 3

	Nível de Bloom	Atividade do Grupo 1	Atividade do Grupo 2	Atividade do Grupo 3	Atividade do Grupo 4	Atividade do Grupo 5
Nível 1	Conhecimento	X	X	X	X	X
Nível 2	Compreensão	X	X	X	X	X
Nível 3	Aplicação	X	X	X	X	X
Nível 4	Análise	X	X	X	X	X
Nível 5	Síntese					
Nível 6	Avaliação					

Fonte: Autora

Figura 17 – Alunos desenvolvendo o experimento III

Fonte: Autora

4.2.4 Experimento 4: Partículas Colocadas em Campos Eletromagnéticos

Na elaboração do procedimento observa-se grande dificuldade por parte dos alunos para propor o objetivo e fazer as previsões, o que pode ser explicado, talvez, pelo baixo nível de liberdade dado geralmente a alguns alunos em atividades laboratoriais, uma vez que se refere ao segundo semestre do curso técnico e, estes alunos, poderiam estar acostumados a executar atividades “tipo receita” no semestre anterior, se limitando a algumas etapas da investigação. Observa-se também que em alguns relatórios iniciais os grupos omitem essas questões, talvez pelo medo em responder algo diferente do que o professor esperava e serem advertidos. Porém, o engajamento dos alunos na atividade é grande e sua resolução se demonstra desafiadora.

A pergunta norteadora desse experimento consistiu em: O que você observa sobre o movimento da barra? Para aonde ela vai?

G2- “Mexeu”

G2- “Veio pra frente”

G2- Mas por que ele veio para frente?

G3- O campo magnético vai do norte pro sul

G1- Já o sentido da força magnética, vai daqui pra lá.

G1- Tá, mas quando inverte as cargas, o sentido muda ao contrário?

G3- Acho que sim, vamos ver.

Nos relatórios, percebeu-se que os alunos tiveram muita grandes dificuldades em compreender o objetivo do experimento, fato que intrigou a pesquisadora. Não conseguindo detectar o problema que dificultou a compreensão do experimento, sugere-se uma modificação nos objetivos ou no protocolo do experimento, de modo a deixar mais claro as intenções do experimento e a atuação dos alunos no mesmo. Dessa forma, os grupos chegaram somente até o primeiro nível de conhecimento cognitivo, o "conhecer", que se refere ao nível 1.

RG2- "Ao plugar-se o fio preto ao negativo do aparelho, e o fio vermelho ao positivo só mesmo, observou-se que o cilindro metálico móvel deslocou-se em sentido sul - norte. Sendo assim, o sentido de corrente do polo negativo ao positivo é chamado de sentido real da corrente elétrica, pois descreve o sentido do fluxo de elétrons dentro do material condutos. Conclui-se que os elétrons livres em movimento são essencialmente partículas de baixa velocidade, quando eles entram em um campo magnético ele sofre uma força de sentido contrário."

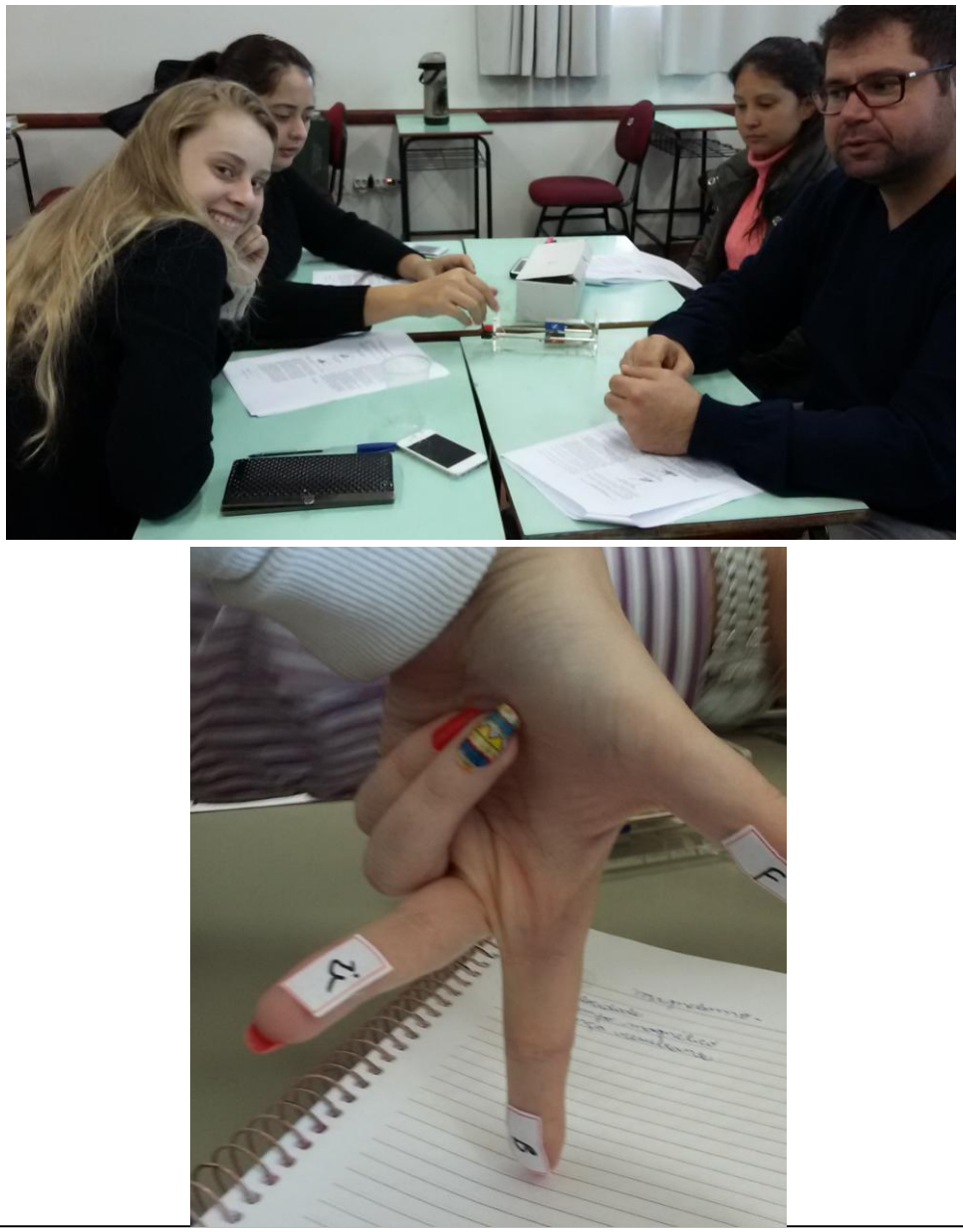
RG3 - "...observou-se ao conectar os fios nos polos corretos (positivo e negativo) que vem da bateria de 9 volts, a barra de ferro vai se deslocar no sentido sul, e se colocar os polos ao contrário, isto nos polos invertidos, a barra vai se deslocar para o norte. Os elétrons vão estar em velocidade e vão movimentar o bastão quando os elétrons entram no polo positivo, puxa para o sentido sul e ao contrário que é o negativo vai para o sentido norte. Este experimento é evidenciado pelo fato de existir campos magnéticos".

Quadro 7 – Nível de Bloom para o experimento 4

	Nível de Bloom	Atividade do Grupo 1	Atividade do Grupo 2	Atividade do Grupo 3	Atividade do Grupo 4	Atividade do Grupo 5
Nível 1	Conhecimento	X	X	X	X	X
Nível 2	Compreensão					
Nível 3	Aplicação					
Nível 4	Análise					
Nível 5	Síntese					
Nível 6	Avaliação					

Fonte: Autora

Figura 18 – Alunos desenvolvendo o experimento IV



Fonte : Autora

4.2.5- Experimento 5: Absorção de Radiação pela Matéria

Uma das primeiras dúvidas dos alunos ao introduzir o conteúdo na primeira aula, era quanto as imagens de raios X utilizadas como auxílio na medicina e sobre o isolamento da sala, e porque o acompanhante do paciente deveria utilizar um

colete, que protege somente o tórax, e a região do pescoço?

Neste experimento, eles conseguiram manipular e testar o porquê daquelas dúvidas iniciais, sendo assim ficaram convencidos das suas utilizações e a proteção de órgãos internos por meio de barreias de proteção:

Carlos- "Usando esses discos, ele segura, como se fosse uma barreira."

Daniel- "Verdade, então com isso, que se coloca pra segurar e proteger na sala de raio X."

Carlos- "Mas porque uns discos bloqueia e outros não?"

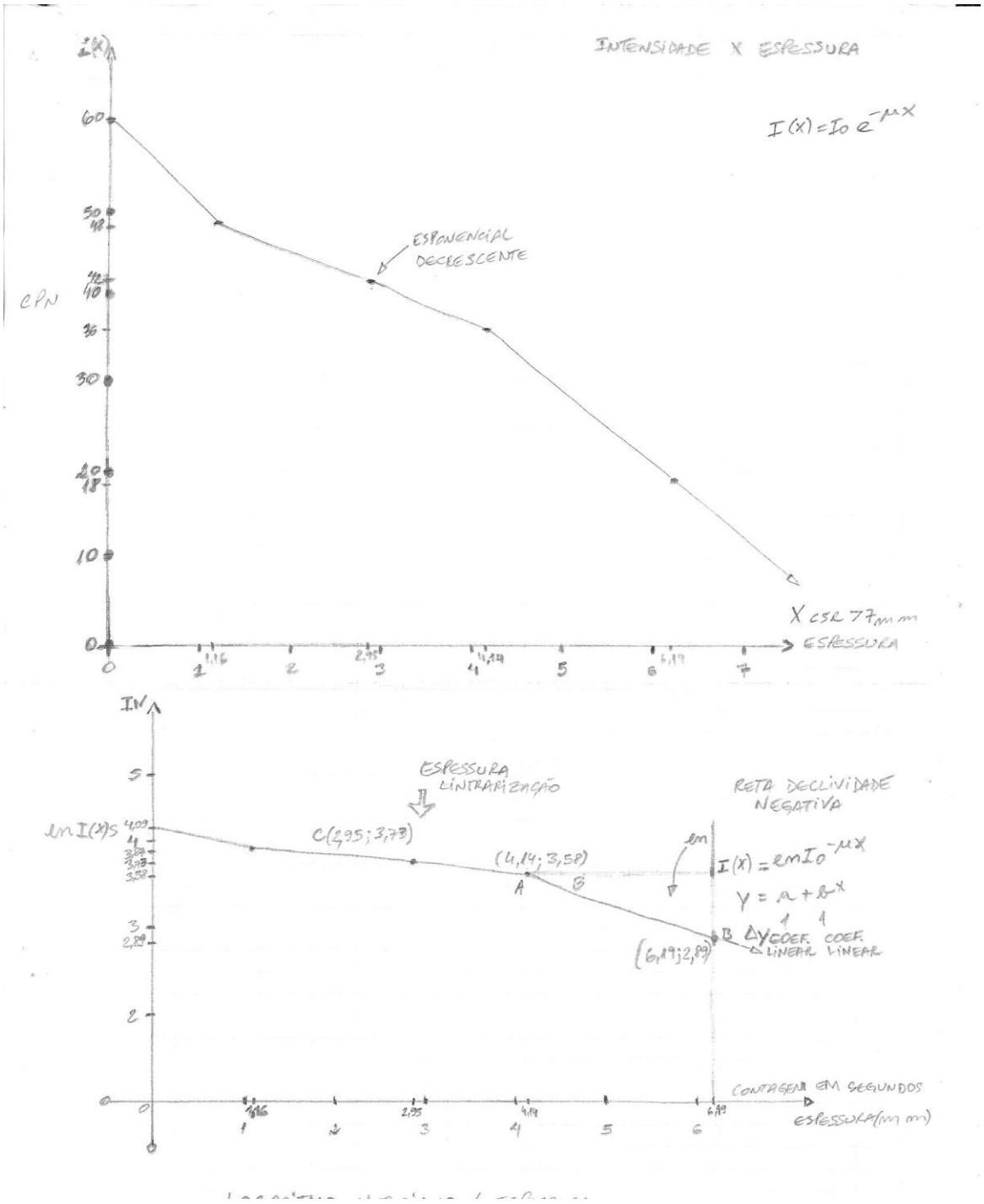
Amanda- "Tu não viu que são diferentes?"

Daniel- "Eles são de espessuras diferentes."

RG1- "Multiplicou-se o número por seis para obter o número de contagens por minutos. Colocou-se a placa circular de chumbo de 1,158 mm de espessura. Repetiu-se a contagem do processo em 10 segundos e multiplicou-se por seis para obter o número de contagens de raio gama por minuto. Usou-se um papel milímetro para o gráfico."

RG5- "Foram feitas contagens de diferentes espessuras contendo amostras de areia monazítica. Fez-se uma sequência de contagem de cliques de menor espessura da amostra para a maior. O comportamento mudava a medida que a espessura aumentava. Quanto maior a espessura maior o número de cliques se contava no contador Geiger."

Figura 19 – Gráfico retirado do relatório dos alunos.



Fonte: Autora

Figura 20 – Cálculos e anotações do relatório dos alunos.

$$= b = -\mu = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{y_A - y_B}{x_A - x_B} = \frac{3,58 - 2,89}{4,14 - 6,19} = \frac{0,69}{2,05} = 0,336$$

$$I(x) = I_0 e^{-\mu x}$$

$$I(x) = I_0 e^{-0,336 \cdot x}$$

$$42 = I_0 e^{-0,336 \cdot 2,95}$$

$$42 = I_0 \cdot 0,9912$$

$$I_0 = \frac{42}{0,9912} = 42 \text{ cpm}$$

ESPESSURA (X)	CONTAGEM EM 10 SEG.	I(x) CPM	$I_n[I(x)]$
1,16 mm	8	48	3,87
2,95 mm	7	42	3,73
4,14 mm	6	36	3,58
6,19 mm	3	18	2,89
$I_{0\,gua}$	10	60	4,09

$$I(x) = 42 e^{-0,336}$$

CSR

$$\underbrace{I(x)}_{\frac{I_0}{2}} = I_0 e^{-\mu x} \longrightarrow \frac{I_0}{2} = I_0 e^{-\mu x CSR}$$

$\ln A^b = b \ln A$

$\ln e = 1$

$$e^{-\mu x CSR} = \frac{1}{2} \quad \text{(ln dos dois lados)}$$

$$-\mu x CSR \underbrace{\ln e}_{=1} = \underbrace{\ln \frac{1}{2}}_{-0,693}$$

$$X_{CSR} = \frac{\neq 0,693}{\neq \mu} = \frac{0,693}{\mu}$$

$$X_{CSR} = \frac{0,693}{0,336} = 2,06 \text{ mm}$$

É A DISTÂNCIA DO ABSORVEDOR ONDE A INTENSIDADE A METADE DO VALOR MEDIDO SEM ABSORVEDOR.

Fonte: Autora

TABELA 1

Espessura x	Contagem 10s	L(x)cpm	In I(x)
1,16 mm	**10**	**60**	**4,09**
2,95mm	**8**	**48**	**3,87**
4,14mm	**5**	**30**	**3,40**
6,19mm	**4**	**24**	**3,17**
areia	**11**	**66**	**4,18**

"Concluímos que das três radiações mencionadas, γ é a mais penetrante (e, em geral, a mais perigosa para o ser humano), β tem penetração média e (é pouco penetrante)."

Nesta atividade os grupos chegaram até o nível quatro de Bloom, podendo verificar no relatórios dos grupos o desenvolvimento do objetivo deste experimento e suas conclusões.

Quadro 8 – Nível de Bloom para o experimento 5

	Nível de Bloom	Atividade do Grupo 1	Atividade do Grupo 2	Atividade do Grupo 3	Atividade do Grupo 4	Atividade do Grupo 5
Nível 1	Conhecimento	X	X	X	X	X
Nível 2	Compreensão	X	X	X	X	X
Nível 3	Aplicação	X	X	X	X	X
Nível 4	Análise	X	X	X	X	X
Nível 5	Síntese					
Nível 6	Avaliação					

Fonte: Autora

4.2.6- Experimento 6: Aceleradores Lineares de Partículas

Apenas o grupo cinco conseguiu desenvolver este experimento e chegar a algumas conclusões. Trouxeram um exemplo de aplicação na medicina, podendo ser visto no relatório a seguir:

RG5- "Os Aceleradores lineares são muito utilizados na medicina para tratamento de tumores usando radioterapia."

Isso pode ter sido justificado pela motivação e interesse demonstrado pelos alunos deste grupo, podendo ser visualizado pela transcrição do áudio:

G5- "Isso é muito legal, eu quero mexer."

G5- "Eu já ouvi falar desse negócio, mas não tinha ideia do que é, e pra que serve."

G5- "Deve ser difícil."

G5- "Vamos ver."

Os grupos deveriam responder a esse questionamento neste experimento: O que acontece com o feixe de elétrons ao se aproximar o imã?

As respostas para esta pergunta serão apresentadas logo abaixo através dos relatórios dos grupos:

RG1 – "Ligou-se a fonte do acelerador de partícula na tomada, o mesmo começou a funcionar, notou-se um ponto branco no centro do tubo de vácuo. Quando aproximamos o imã o mesmo ponto se movia em sentido circular, sempre em direção contraria ao imã, isso significa que a forca magnética acelera partículas em uma direção contraria as linhas de campo elétrico e magnético. Não tivemos um bom resultado, pois tínhamos só um imã, e o experimento necessitava de dois imãs."

RG2 – "...notou-se que a carga positiva vai para o sul e a negativa para o norte, portanto apenas este resultado constatou-se."

RG5 - "O feixe de elétrons foi produzido pelo aquecimento da placa metálica, e os elementos internos receberão a alta tensão, acelerando o feixe de elétrons na direção da tela. Sendo assim, apareceu um ponto branco luminoso no centro do tubo. E quando aproximado o imã, observou-se que a luz contida no centro do tubo, foi atraída para onde o imã estava localizado."

Para a taxonomia de Bloom, os grupos 1 e 5 conseguiram desenvolver as atividades, chegando até o nível quatro, enquanto os grupos 2, 3 e 4 apresentaram dificuldades e não conseguindo atingir o objetivo do experimento.

Quadro 9 – Nível de Bloom para o experimento 6

	Nível de Bloom	Atividade do Grupo 1	Atividade do Grupo 2	Atividade do Grupo 3	Atividade do Grupo 4	Atividade do Grupo 5
Nível 1	Conhecimento	X	X	X	X	X
Nível 2	Compreensão	X				X
Nível 3	Aplicação	X				X
Nível 4	Análise	X				X
Nível 5	Síntese					
Nível 6	Avaliação					

Fonte: Autora

4.2.7- Experimento 7: Fissão e Fusão e Energia Nuclear

Nesse experimento, foi proposto aos alunos visualizarem uma forma de produzir energia elétrica somente utilizando uma fonte quente e uma fonte fria, onde a água quente seria produzida pelo reator nuclear segundo o modelo descrito no livro didático adotado como guia ao aluno.

Nas falas dos alunos pode-se notar uma confusão e certa dúvida no início, porém depois de discutido entre o grupo, eles chegaram a um raciocínio correto:

G5 - "As placas estão invertidas, no momento que virar, vai dar um choque térmico, e descarregou o restinho da carga que ele tinha por isso ficou girando, a carga tava na placa quente."

G5 - "Vamos ver..."

G5 - "O importante é aquela coisa no meio das duas placas, que transforma."

G5 - "Se não tiver essa placa que faz a transformação da energia, não vai funcionar ele."

Para verificar o andamento dessa atividade foi retirado dos relatórios alguns trechos de alguns grupos:

RG1 - "Observou-se que ao colocar o reator de ficção dento dos potes de água gelada e quente, gerou energia através de corrente elétrica devido aos elétrons passarem por dentro de uma bobina interna ate motor, resultando em uma repulsão fazendo com que a hélice plástica movimente-se. Um gerador nuclear é uma fonte de água quente que produzida pela fissão controlada do isótopo 235 de urânio, juntamente com um lago ou oceano de água fria servindo para seu resfriamento, sendo nas proximidades do reator."

RG3 - "ao colocar os braços do gerador termoelétrico em água gelada e água quente os elétrons gerados por partículas na água aquecida irão se deslocar para o braço que esta a água gelada, fazendo com que a hélice plástica que esta conectada no gerador se movimente. Apesar da possibilidade de acidentes ao longo da vida de uma usina nuclear é comprovada a eficácia destas estruturas em desempenhar sua função e produzirem energia de forma muito mais limpa. Uma das principais vantagens que podem ser citadas é a quantidade de urânio-235 necessária para produzir energia. Apenas 10g de urânio podem ser suficientes para

produzir a mesma quantidade de energia que 700 kg de petróleo e 1200 kg de carvão. A eficiência das usinas nucleares é fantástica comparando-a com a eficiência de uma usina termoelétrica, por exemplo. As usinas nucleares não lançam gases estufa no planeta, logo elas não contribuem para o aquecimento global. É uma forma muito mais limpa de produzir energia elétrica."

Todos os grupos, conseguiram atingir o nível quatro (Analisar), trazendo uma explicação detalhada do experimento e outros exemplos de fontes de energia.

Quadro 10 – Nível de Bloom para o experimento 7

	Nível de Bloom	Atividade do Grupo 1	Atividade do Grupo 2	Atividade do Grupo 3	Atividade do Grupo 4	Atividade do Grupo 5
Nível 1	Conhecimento	X	X	X	X	X
Nível 2	Compreensão	X	X	X	X	X
Nível 3	Aplicação	X	X	X	X	X
Nível 4	Análise	X	X	X	X	X
Nível 5	Síntese					
Nível 6	Avaliação					

Fonte: Autora

4.2.8- Experimento 8: Uso de Partículas Alfa em Detetor de Fumaça tipo Iônico

Buscou-se com este experimento uma aplicação da radioatividade na prevenção de incêndio em ambientes domésticos e industriais. Trazendo um detetor de fumaça, constituído de uma pastilha de amerício, que é utilizado como sensor de fumaça em uso residencial e comercialmente disponível fora do Brasil.

Os alunos deveriam responder a três perguntas geradoras de discussões neste experimento:

1- Estabeleça o número de contagens de fótons γ por minuto a uma distância de 2 cm da fonte, e a 15 cm:

2- Estabeleça o número de contagens de partículas α por minuto a uma distância de 2 cm da fonte, e a 15 cm:

3- Discuta a razão pela qual o número de contagens por minuto de fótons γ é bem menor que a contagem de partículas α:

Todos os grupos conseguiram chegar a um resultado parecido para estas perguntas, sendo observado nos relatórios abaixo:

RG1- "Colocou-se o detector de fumaça com a pastilha de amerício 2 cm acima do detetor Geiger para fazer a contagem dos raios gama, contou-se 21 bipes em 10 segundos. Colocou-se o detector de fumaça com a pastilha de amerício 15 cm acima do detetor Geiger para fazer a contagem dos raios gama, contou-se 5 bipes em 10 segundos. Colocado o tubo de janela de mica no detetor Geiger para fazer a contagens das partículas alfa. Aproximou-se a 2 cm a janela de mica do detector de fumaça com amerício, não teve como contar os bips muito rápido. Aproximou-se mais ou menos 10 cm a janela de mica do detector de fumaça com amerício e colocou-se como barreira uma folha de papel, notou-se que a intensidade das partículas alfa perdeu 50%. Quanto maior a distância radiação gama perde intensidade com isso diminui os bips. E com as partículas alfa elas não perdem muita intensidade apesar da distância, só vai perder a intensidade com uma barreira tipo a folha de papel. Discutido também a radioatividade do amerício, pois é radioativo e está no nosso meio. Concluímos com esse experimento a intensidade da radiação gama e das partículas alfa. Sobre a radioatividade do amerício que está em contato conosco quase todos os dias."

RG3- "obtemos os seguintes resultados com o uso de partículas alfa em um detetor de fumaça tipo iônica: Alfa => a 2 cm e a 10 seg. = 39 bipes. Alfa => a 15 cm e a 10 seg. = 6 bipes. Gama => a 2 cm e a 10 seg. = 6 bipes. Gama => a 15 cm e a 10 seg. = 3 bipes. Chegamos a uma conclusão que quanto mais próximo o alfa estiver do detetor, mais intenso é a quantidade de bipes, porém o gama é o mais prejudicial à saúde."

Na taxonomia de Bloom, os grupos conseguiram chegar até o nível quatro, no qual se refere à Análise, conseguiram desenvolver as atividades propostas e responder as três perguntas, chegando a conclusões sobre qual radiação é mais prejudicial à saúde, e como ela está tão próxima ao nosso contato diário.

Quadro 11 – Nível de Bloom para o experimento 8

	Nível de Bloom	Atividade do Grupo 1	Atividade do Grupo 2	Atividade do Grupo 3	Atividade do Grupo 4	Atividade do Grupo 5
Nível 1	Conhecimento	X	X	X	X	X
Nível 2	Compreensão	X	X	X	X	X
Nível 3	Aplicação	X	X	X	X	X
Nível 4	Análise	X	X	X	X	X
Nível 5	Síntese					
Nível 6	Avaliação					

Fonte: Autora

4.3- RESULTADO PÓS TESTE

Ao final das atividades propostas foi aplicado na turma experimental uma avaliação do conteúdo, composta por dezesseis questões de múltiplas escolha, retiradas do livro do Ricardo Feltre (2006), essa avaliação foi intitulada pós-teste.

O pós-teste foi respondido por dois grupos controles. A turma intitulada Controle A, se refere ao terceiro ano do ensino médio com vinte alunos, sendo que o conteúdo de Química nuclear foi aplicado a essa turma pelo método tradicional de ensino, essa turma fazia parte da mesma instituição de ensino do grupo experimental. O grupo Controle B, se refere a uma turma de quatorze alunos do oitavo semestre de física Licenciatura e física bacharelado da UFSM, que estavam cursando a disciplina de FSC511- Física Nuclear e Particulas, que tiveram os pré requisitos necessários para o entendimento do conteúdo de nuclear.

Para a análise comparativa e verificação de diferenças entre os resultados da avaliação nas três amostras pesquisadas, utilizou-se o programa para análise de dados SPSS (Statistical Package for Social Sciences) Versão 18. Para tanto, seguiu-se os seguintes passos:

- Análise descritiva das avaliações;
- Aplicação da prova de Levene;
- Aplicação do teste ANOVA (Análise da Variância);

A análise descritiva da avaliação foi feita, num primeiro momento para cada amostra, e em seguida para o total das amostras. A partir dessa análise, é possível ter uma visão geral de como se comportam os valores. Os resultados foram

agrupados em tabelas geradas pelo próprio programa SPSS.

O segundo procedimento a ser tomado foi a aplicação da prova de Levene. A aplicação dessa prova é recomendada como condição para a aplicação de um teste paramétrico como o ANOVA (BISQUERRA; SARRIERA; MARTÍNEZ, 2004). Essa prova avalia a homogeneidade das variâncias, em outras palavras, quando as dispersões encontradas forem equivalentes, dizemos que não são estatisticamente significativas.

Para a prova de Levene deve-se analisar, como requisito para a aplicação de um teste paramétrico, o grau de significação *p*. Se o valor de *p* for menor que algum valor crítico, geralmente definido como 0,05 ou 0,01, no nosso caso 0,05, significa que as variâncias são heterogêneas, ou seja, diz-se que existe heterocedasticidade. Isso indica que um teste como a ANOVA não poderia ser aplicado para as amostras dessa pesquisa.

Entretanto, dentre as condições para o uso da ANOVA abrangem algumas exceções que englobam os dados apresentados pelas amostras. Segundo Callegari-Jacques (2003), a ANOVA também é capaz de fornecer “resultados confiáveis mesmo com considerável heterocedasticidade” (p. 157). Para que isso aconteça é necessário ser cauteloso em alguns pontos, como por exemplo, no tamanho das amostras, que devem ser aproximadamente iguais e com relação à variável de estudo, que deve ter uma distribuição desviada da normal principalmente quando as amostras forem grandes (p. 157).

Se observarmos as amostras dessa pesquisa, pode-se observar que temos um número muito parecido para cada amostra (tabela 2). Com isso, é satisfeita a condição para a aplicação da ANOVA.

Tabela 2 – Número de indivíduos em cada amostra da pesquisa

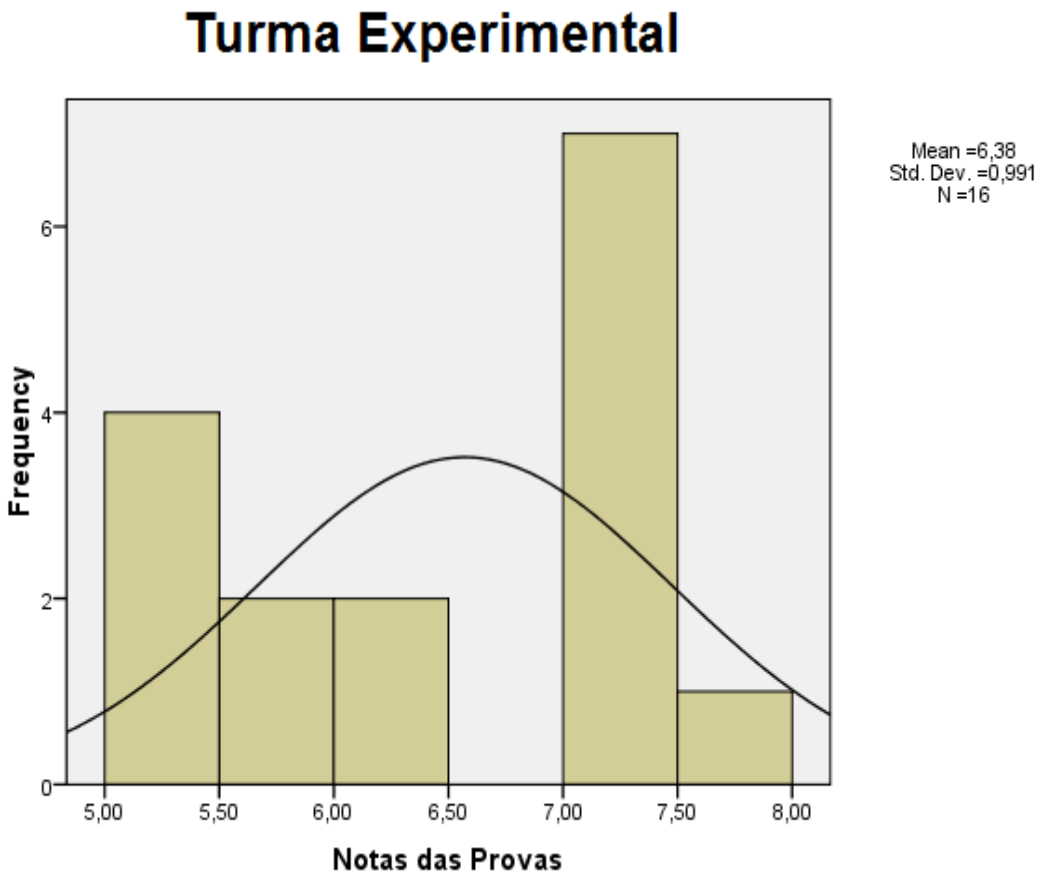
Amostra/Turma	Número de indivíduos
1 Turma experimental	16
2 Controle A	20
3 Controle B	14

O próximo passo foi a aplicação da ANOVA (análise da variância). Esse teste foi utilizado para fazer a comparação das médias dos três grupos envolvidos na

pesquisa. Com esta análise é possível dizer se existe diferença entre os métodos utilizados ou se essas diferenças não são significativas, ou seja, se são consequências do acaso.

Como resultados do pós-teste podemos verificar nas figuras 21, 22 e 23 o desempenho de cada turma. Na turma experimental (figura 21), pode-se verificar que foi obtido uma média de nota 6,38 sobre peso 10. Sendo que oito alunos ficaram com notas acima de 7, dois alunos 6,5, dois alunos 5,7 e quatro alunos com 5,0, todos acima da nota 5,0.

Figura 21 – Gráfico das notas do pós-teste da turma experimental



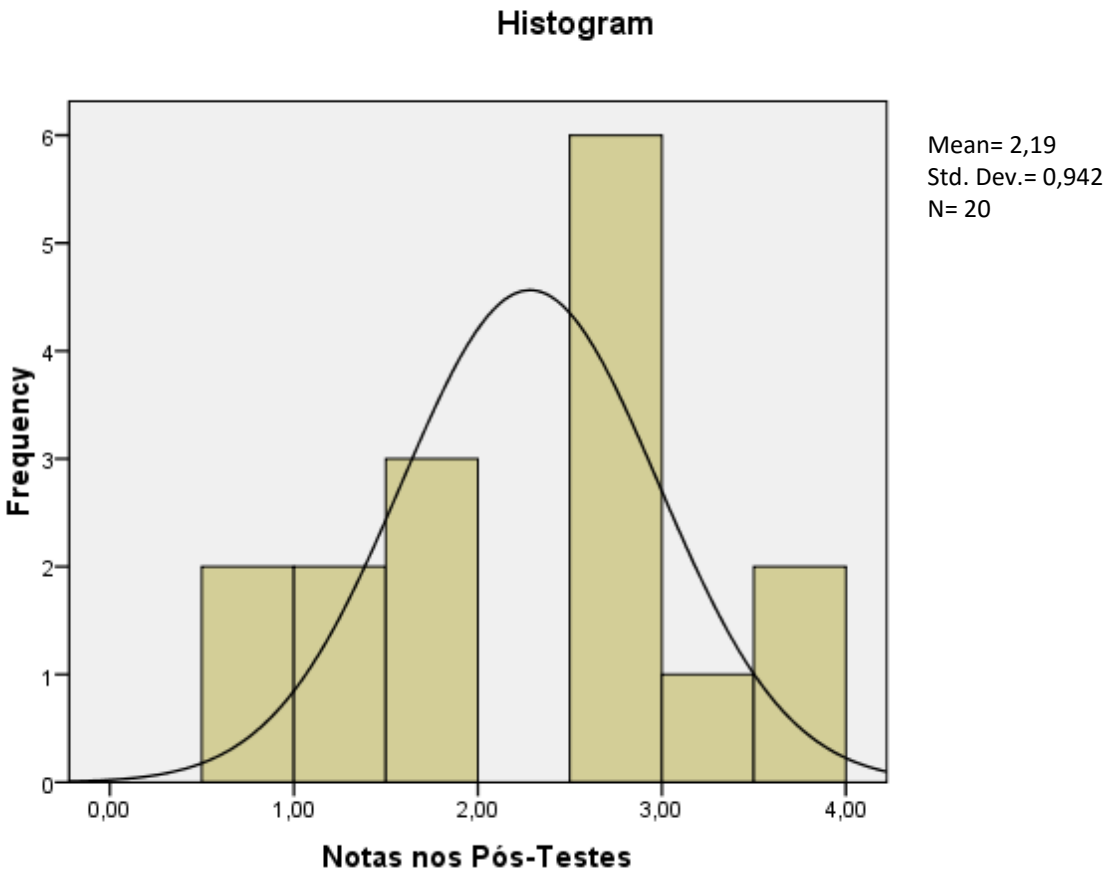
Fonte: Autora

Inicialmente, acreditou-se que os alunos do grupo controle A se sairiam bem, apesar de não terem tido as nossas intervenções, porém estavam finalizando o último ano do ensino médio, e todos os temas abordados no pós-teste já tinham sido

trabalhados pela professora de química.

Na análise dos resultados do pós-teste do grupo controle A, por sua vez, se tinha uma amostra de 20 alunos, e no gráfico da figura 22 mostra que 2,19 foi a média alcançado por esta turma.

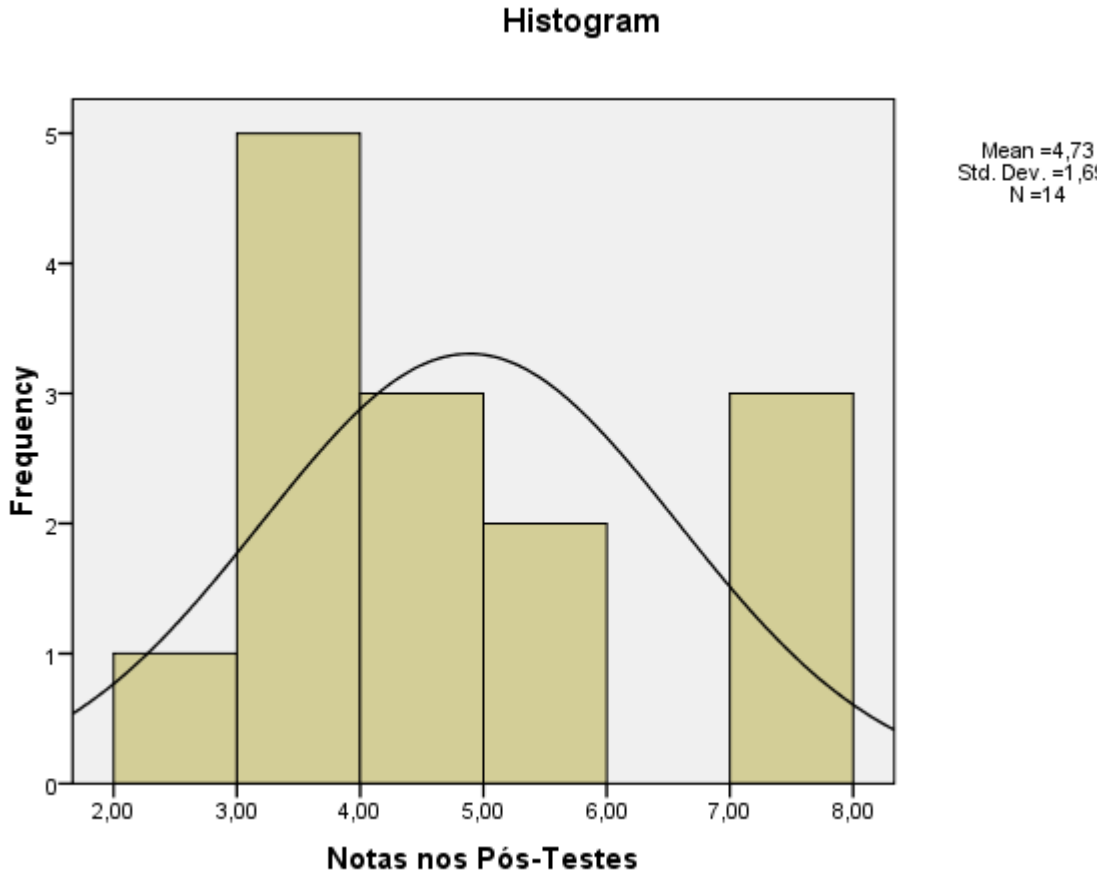
Figura 22 - Gráfico das notas do pós-teste da turma controle A



Fonte: Autora

O resultado esperado para o grupo controle B era de uma média mais acima do grupo controle A, pois a turma estava em um nível de ensino superior, além do que tiveram disciplinas e conteúdos pré requisito que faziam parte do conteúdo da prova do pós-teste e necessário para poder se inscrever na disciplina FSC511 – Física Nuclear e Partículas. Observando o gráfico da figura 23, no qual tínhamos uma amostra de 14 alunos, a média obtida na turma foi 4,73.

Figura 23 – Gráfico das notas do pós-teste do controle B



Fonte: Autora

4.3.1- Turma Controle (ensino médio) versus Turma experimental

A análise descritiva obtida para a primeira avaliação tem os valores organizados na tabela 3. Nesse quadro podemos observar os valores para o número de indivíduos de cada turma, a média das notas obtidas, o desvio padrão, os limites inferior e superior e os valores mínimo e máximo.

Tabela 3 – Análise descritiva da prova (pós-teste).

Identificação da Turma	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Intervalo de Confiança para a média a 95%		Mín.	Máx.
					Limite Inferior	Limite Superior		
Turma Experimental	16	6,3819	0,99077	0,24769	5,8539	6,9098	5,00	7,85
Controle A	20	3,8410	1,87171	0,41853	2,9650	4,7170	0,00	6,25

Fonte: Autora

Com relação à média das notas pode-se observar uma variação entre as turmas que, respectivamente, receberam métodos diferentes de ensino. Tem-se um ligeiro aumento na turma experimental, ao qual recebeu a nossa intervenção comparando com o grupo Controle A, que recebeu aulas tradicional de ensino. Porém, o desvio padrão mostra um valor mais elevado para essa mesma turma, o que também indica uma variação maior em relação à média. Esses dados podem melhor visualizados no gráfico da figura 21.

A Prova de Levene aplicada aos resultados da Prova tem os resultados organizados na tabela 4.

Tabela 4 – Prova da homogeneidade de variâncias – Prova de Levene

Estatístico de Levene	df1	df2	Sig.
8,227	1	34	0,007

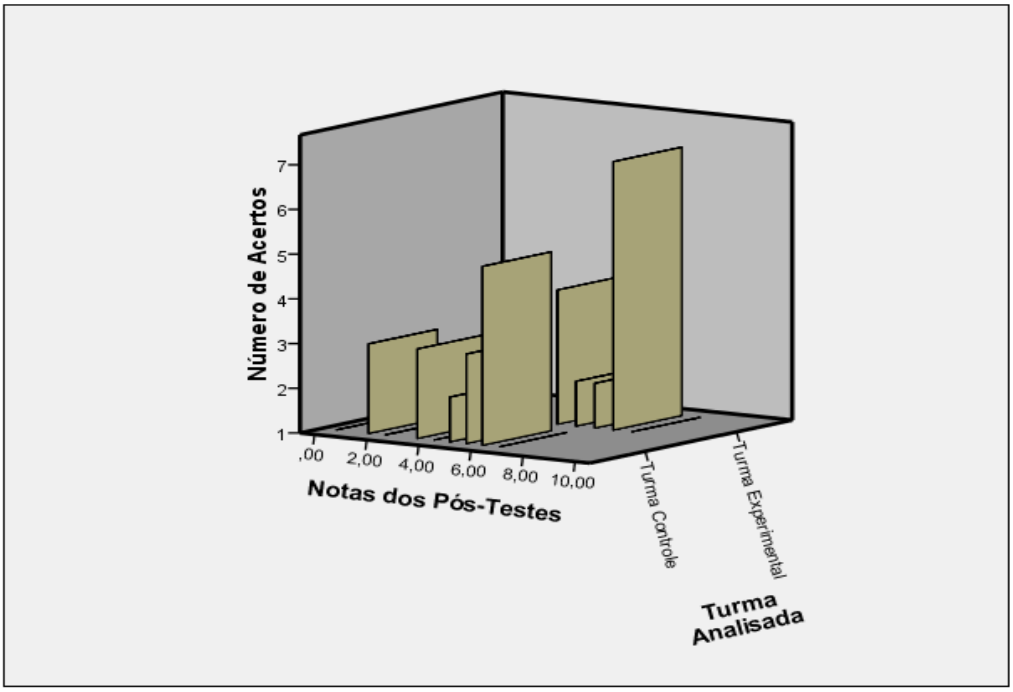
A partir da tabela 4 é possível observar que o valor de significância p é menor que 0,05, rejeita-se Ho (hipótese nula), que mostra que as variâncias são heterogêneas, ou seja, diz-se que existe heterocedasticidade entre as turmas. Porém, como proposto por Callegari-Jacques (2003), nossas amostras se enquadram na exceção exposta anteriormente com relação ao tamanho delas. Contudo, pode-se aplicar o teste ANOVA (tabela 5) para a comprovação da eficácia dos métodos utilizados.

Tabela 5 – Resultados ANOVA – análise das variâncias

	Soma dos quadrados	**df**	**Média quadrática**	**F**	**Sig.**
Intergrupos	57,387	1	57,387	24,003	0,000
Intragrupos	81,287	34	2,391		
Total	138,674	35			

Ao aplicar o teste ANOVA, o resultado da variância nos mostra que foram encontradas variações significativas no desempenho dos alunos. O nível de confiança para a ANOVA referente aos resultados da prova foi $p<0,05$ [$F(1,35)=24,003$, $p=0,000$]. Como visto anteriormente, valores de significância baixos indicam que existem diferenças entre as médias das turmas. Como a significância foi 0,000 ($p<0,05$), indica que existe, pelo menos, uma diferença entre as turmas analisadas. Assim, rejeitamos a hipótese nula, pois a variabilidade intergrupos (entre os grupos) foi suficientemente grande com relação à variabilidade intragrupos (dentro dos grupos). Portanto, pode-se dizer que a média das notas para a prova não é igual entre as turmas que receberam tratamento diferentes.

Figura 24- Gráfico da análise comparativa entre o grupo controle A e a turma experimental



Fonte: Autora

4.3. 2- Turma Controle (8 semestre Física-UFSM) versus Turma Experimental

A análise descritiva obtida para a prova tem os resultados mostrados na tabela 6. Nesse quadro podemos observar os resultados para a média um pouco diferente nas duas turmas, tem-se um aumento significativo para a turma experimental, comparando a média da turma controle B. Anteriormente, também foram alcançados resultados satisfatórios para a metodologia empregada na turma experimental.

Tabela 6 – Análise descritiva para a Prova

Identificação da Turma	N	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Intervalo de Confiança para a média a 95%		Mín.	Máx.
					Limite Inferior	Limite Superior		
Turma Experimental	16	6,3819	0,99077	0,24769	5,8539	6,9098	5,00	7,85
Controle B	14	4,7300	1,69413				2,50	7,50

Aplicando-se a prova de Levene (tabela 6), obtive-se como o valor de significância p maior que 0,05. Dessa forma, aceita-se H_0 (hipótese nula), que mostra que as variâncias são homogêneas, ou seja, diz-se que não existe heterocedasticidade entre as turmas. Sendo assim, pode-se aplicar o teste ANOVA (tabela 8) para a comprovação da eficácia dos métodos utilizados sem a necessidade de recorrer à exceção proposta por Callegari-Jacques (2003).

Tabela 7– Prova da homogeneidade de variâncias – Prova de Levene

Estatístico de Levene	df1	df2	Sig.
0,432	1	30	0,516

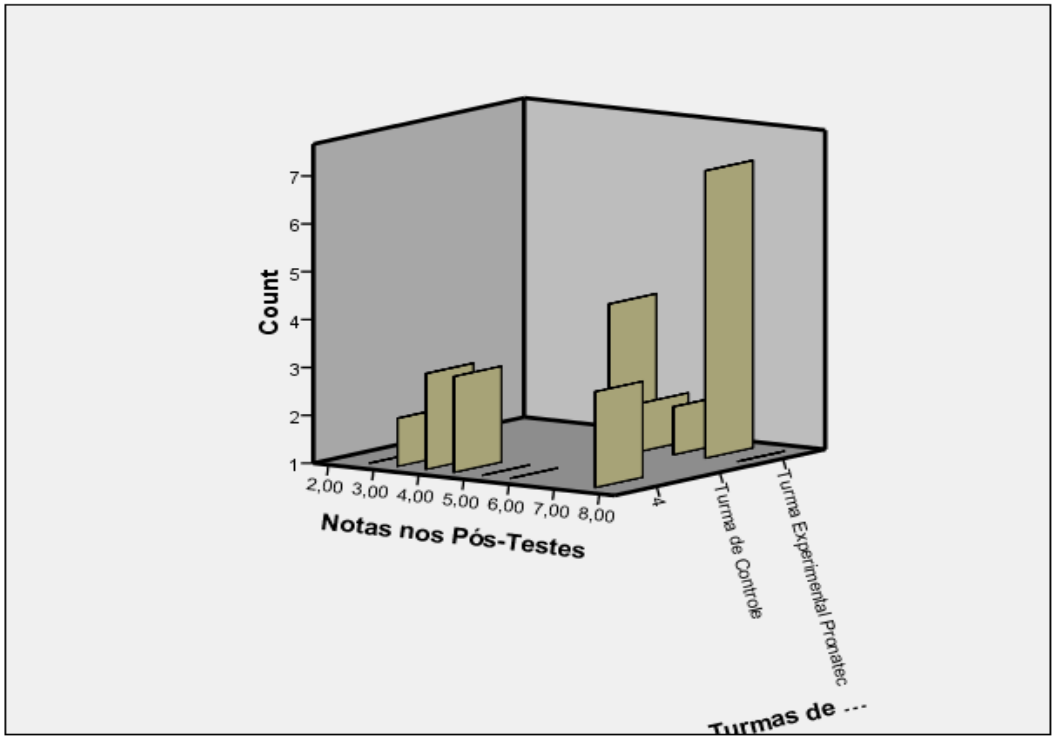
Uma vez comprovada a possibilidade da aplicação de um teste paramétrico, partiu-se para os resultados obtidos no teste ANOVA (tabela 8).

Tabela 8 – Resultados ANOVA - análise das variâncias

	Soma dos quadrados	**df**	**Média quadrática**	**F**	**Sig.**
Intergrupos	140,868	1	140,868	24,003	0,000
Intragrupos	28,037	30	0,935		
Total	168,905	31			

Nessa tabela, pode-se observar que o resultado da variância nos mostra que foram encontradas variações significativas no desempenho dos alunos. O nível de confiança para a ANOVA referente aos resultados da prova foi $p<0,05$ [$F(1,31)=150,731$, $p=0,000$]. Como visto anteriormente, valores de significância baixos indicam que existem diferenças entre as médias das turmas. Como a significância foi 0,000 ($p<0,05$), indica que existe, pelo menos, uma diferença entre as turmas analisadas. Assim, rejeitamos a hipótese nula, pois a variabilidade intergrupos (entre os grupos) foi ligeiramente grande com relação à variabilidade intragrupos (dentro dos grupos). Portanto, pode-se dizer que a média das notas para a prova não é igual entre as turmas que receberam tratamento diferentes.

Figura 25- Gráfico da análise comparativa entre o grupo controle B e a turma experimental



Fonte: Autora

A partir do teste ANOVA conseguimos identificar diferenças estatísticas entre as três turmas para a prova. Sendo que foi verificado que a maior média foi da turma experimental, que recebeu a intervenção dos experimentos. Embora existam diferenças entre as metodologias empregadas com as turmas, a maior diferença está com a turma experimental, mostrando que a metodologia mais uma vez foi mais eficaz que as demais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inquietação inicial permeava a forma de como trabalhar a Teoria da Atividade de Engeström e o ensino de química nuclear a fim de promover um aprendizado efetivo na educação de adultos, em uma turma do PRONATEC.

O Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (Pronatec), busca expandir, interiorizar e democratizar a oferta de cursos de Educação Profissional Técnica de nível médio e ampliar as oportunidades educacionais dos trabalhadores por meio do incremento da formação profissional, com o objetivo de facilitar o acesso ao ensino de qualidade para os brasileiros de todo o país. O PRONATEC visa o crescimento profissional, confirmando a relevância do trabalho desenvolvido, essas justificativas evidenciaram a premência e carência de profissionais nesta área, estas falhas estão comprometendo o ensino profissionalizante e que pouco tem sido feito para suprir as necessidades dessa vasta, complexa e necessária área de conhecimento.

A teoria da Atividade de Engeström, é aquele que desafia o aluno, a ação não deve se limitar apenas ao trabalho de manipulação ou observação, a resolução de um problema pela experimentação deve envolver também reflexões, relatos, discussões, ponderações e explicações características de uma investigação científica, sendo que está metodologia auxiliou no processo de ensino e aprendizagem desses estudantes através do planejamento de sequências de atividades experimentais, em enfoque interdisciplinar (físico-quimica).

Os resultados mostraram que os alunos submetidos a esta metodologia apresentaram melhor desempenho na avaliação do pós-teste, quando comparado com o grupo controle A que recebeu o ensino tradicional, e o grupo controle B que teve os pré-requisitos para o ensino de nuclear. Quando analisada separadamente a média do pós-teste da turma experimental mesmo sendo de 6,38, detecta-se um aumento significativo no desempenho se comparado com o das demais turmas, que obtiveram as notas 2,19 e 4,73 respectivamente nas turmas A e B.

A utilização da taxonomia de Bloom permite que se visualizem níveis de aprendizagem, organize e sistematize os objetivos da aula, cria novas possibilidades de explorar os conteúdos de química de maneira interdisciplinar. Neste modelo de

aula experimental proposto, o aluno será capaz nos aspectos cognitivos que são considerados os mais importantes em nível de aprendizagem a: descrever, relembrar e identificar princípios químicos, reagentes, vidrarias e equipamentos utilizados. Expressar na linguagem química as reações envolvidas, discutir em grupo sobre o assunto, demonstrar novos experimentos adaptados da experiência original, empregar os conceitos aprendidos na sua vida diária como cidadão e estudante, facilitar a sua habilidade em usar, montar e operar experimentos químicos, analisar problemas e questões de cunho científico e organizar dados de experimentos químicos. Desta forma todos os níveis cognitivos de aprendizagem são alcançados na realização destes experimentos.

A presença de respostas com nível quatro (Análise) foi o mais apresentado e pode estar relacionada com o objetivo proposto dos experimentos, no qual não era exigido o nível de síntese (nível 5) e avaliação (nível 6), onde os grupos deveriam propor soluções a partir dos dados coletados, valorizar informações, corrigir e adaptar teorias e informações, criar e avaliar novos experimentos.

Algumas sugestões para pesquisas futuras seria a elaboração de uma sequência de atividades que buscasse trabalhar até o nível 6 da taxonomia de Bloom, reformulando os objetivos para que os alunos possam avançar, criar, construir, utilizar dos conhecimentos para ir além do proposto.

Por fim, verifica-se neste trabalho que o instrumento de análise elaborado e utilizado pela pesquisadora é eficaz para a interpretação dos resultados, fortalecendo a argumentação a favor de atividades experimentais desenvolvidas em um ambiente construtivista e investigativo direcionados para o desenvolvimento de atividades de forma mais efetiva. Podendo contribuir para a construção de conhecimentos químicos e o desenvolvimento de habilidades cognitivas necessárias para a formação de indivíduos críticos e com atitude, exigidos por nossa sociedade em constante transformação.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, A. L. de O.; SILVA, K. S. da. **A Radioatividade Na Visão Dos Alunos Do Ensino Médio**. Disponível em:<http://annq.org/eventos/upload/1362716825.pdf>. Acesso em 19 de junho de 2016.

BRASIL. Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. **Lei de Diretrizes e Bases (LDB)**. Brasília, DF, 1998. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm> Acesso em: 20 dez. 2016.

BRASIL. Ministério da Educação**. Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (PRONATEC)**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/pronatec>. Acesso em 14 de dezembro de 2016.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC),** 2016. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/documentos/bncc-2versao.revista.pdf>Acesso em: 15 dez. 2016.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais:** Ciências Naturais. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BISQUERRA, R.; SARRIERA, J. C.; MARTÍNEZ, F. **Introdução à estatística: enfoque informático com o pacote estatístico SPSS**. Trad. Fátima Murad. Porto Alegre: Artmed, 2004.

CACHAPUZ, A. et al. **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 3 ed., 2011.

CALLEGARI-JACQUES, S. M. **Bioestatística:** princípios e aplicações. Porto Alegre: Artmed, 2003.

CONSELHO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). Disponível em: <http://www.cnen.gov.br/>. Acesso em 02 de novembro de 2016.

DAMIANI, F.; ANNUNCIATO, C.; **Radioatividade: como trabalhar o assunto em sala de aula**. Disponível em: <http://revistaescola.abril.com.br/ciencias/pratica-pedagogica/radioatividade-como-trabalhar-assunto-sala-aula-629269.shtml>. Acesso em 26 de maio de 2016.

DANIELS, H. **Vygotsky and Pedagogy**. Routledge/Falmer. London, 2001.

DANIELS, H. **Vygotsky e a Pedagogia**. São Paulo: Loyola, 2003.

DENZIN, N. K.; LINCON, Y. S. Tradução de Sandra Regina Netz. **O planejamento da pesquisa qualitativa**: teorias e abordagens. Porto Alegre: Artmed, 2. ed., 2006.

DUARTE, N. A teoria da atividade como uma abordagem para a pesquisa em educação**. Perspectiva**, Florianópolis, v. 21, n. 2, p. 279-301, jan. 2003. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/ perspectiva/article/view/9646/8881>. Acesso em: 19 Jun. 2016.

EICHLER, M. L.; CALVETE, M. H. H.; SALGADO, T. D. M. **Módulos Para O Ensino De Radioatividade.** Disponível em: <http://www.iq.ufrgs.br/aeq/html/publicacoes/matdid/ livros/pdf/radio.pdf> . Acesso em 20 de junho de 2016.

ENGESTRÖM, Y. **Learning by Expanding:** An Activity- Theoretical Approach to Development Research. Helsinki: Orienta-Konsultit Oy, Finland,1987.

ENGESTRÖM, Y.; MIETTINEN, R. Introduction. In: ENGESTRÖM, Y.; PUNAMÄKI, R. L. **Perspectives on Activity Theory**. UK: Cambridge University Press, 1999. p.1-16.

ENGESTRÖM, Y. **Activity theory and individual and social transformation**. In: ENGESTRÖM, Y.; MIETTINEN, R.; PUNAMÄKI, R. L. *Perspectives on Activity Theory*. UK: Cambridge University Press, 1999. p.19-38.

ENGESTRÖM, Y. **Expansive Learning at work**: toward and activity theoretical reconceptualization. Journal of Education and Work, v. 14, n 1, p-133-153, 2001.

ENGESTRÖM, Y. **Aprendizagem por expansão na prática**: em busca de uma reconceituação a partir da teoria da atividade. Cadernos de Educação Universidade Federal de Pelotas, ano 11, n.19:31-64, jul./dez. 2002.

ENGESTRÖM, Y. **Aprendizagem expansiva:** por uma reconceituação pela teoria da atividade. In: ILLERIS, K. (Org.). Teorias Contemporâneas da aprendizagem. (p.68-90) Porto Alegre: Penso, 2013.

EUROPEAN PHARMACOPEIA 5th Ed, Council of Europe. Strasbourg: EDQM, 2005. p. 578.

FELTRE, R., **Química-Volume 1**: química geral. 6. ed. São Paulo: Moderna, 2004.

FERRAZ, A. P. do C. M., BELHOT, R. V., **Taxonomia de Bloom:** revisão teórica e apresentação das adequações do instrumento para definição de objetivos instrucionais. Gest. Prod., São Carlos, v. 17, n. 2, p. 421-431, 2010.

ILYENKOV, E. **Uma Contribuição sobre a Questão do Conceito de "Atividade" e sua Importância para Pedagogia**. Journal of Psychology europeia da Rússia e Leste , vol. 45, nenhum. 4, p. 69-74, 2007.

HEEMANN, C. Teoria da atividade: uma proposta para o ensino de línguas mediado pelo computador. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE ENSINO DE LÍNGUAS

ESTRANGEIRAS III, 2004, Pelotas. **Anais do Fórum Internacional de Ensino de Línguas Estrangeiras III**, Pelotas, UCPEL/UFPEL, 2004, p.1-20.

LEONTIEV, A.N. The problem in Activity in Psychology. In: WERTSCH, J.V. **The Concept of Activity in Soviet Psychology**: An Introduction. M.E. Sharpe, Inc. New York: USA, 1981. p. 37-71.

KUUTTI, K. Activity Theory as a Potential Framework for Human-Computer Interaction Research. In:NARDI, B. A. (ed) **Context and Consciousness:** Activity theory and human-computer interaction.Cambridge, Mars: MIT Press, 1996. p.17-44.

LEONTIEV, A. N. **Problems of the development of the mind.** Traduzido do russo para o inglês por Maria Kopylova. Moscou, URSS: Editora Progresso, 1981.

LEONTIEV, A. N. **Activity, consciousness and personality**. Traduzido do russo para o inglês por Marie J. Hall. Englewood Clifs, New Jersey, EUA: Prentice-Hall, Inc, 1978a.

LEONTIEV, A. N. **O desenvolvimento do psiquismo**. Lisboa: Livros Horizonte, 1978b.

LEONTIEV, A. N. **Actividad, conciencia y personalidad**. Buenos Aires: Ciencias del Hombre, 1978c.

LIMA, J. J. et al. **Física em medicina nuclear:** temas e aplicações. Imprensa da Universidade de Coimbra, 2008.

MENDES, L. da C. G.; FONSECA, L. M. B. da; CARVALHO, A. C. P.; **Proposta de método de inspeção de radioproteção aplicada em instalações de medicina nuclear**. Radiol Bras, v. 37, p. 115-23, 2004

MORAES, R. (Org.) **Construtivismo e ensino de ciências:** reflexões epistemológicas e metodológicas. Porto Alegre, RS: EDIPUCRS, 2000.

OLIVEIRA, R. et al. **Radiopharmaceuticals and applications**. Revista brasileira de ciências farmacêuticas, v. 42, n. 2, p. 151-165, 2006.

OKUNO, E., CALDAS, I., CHOW, C. **Física para Ciências Biológicas e Biomédicas**. São Paulo: Harbra, 1982.

PERRENOUD, P. **A prática reflexiva no ofício de professor: profissionalização e razão pedagógica**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

RIBEIRO, S. L. **Espaço Escolar**: Um elemento (in)visível no currículo**.** Feira de Santana: Sitientibus, 2004.

ROBILOTTA, C. C.; **A tomografia por emissão de pósitrons**: uma nova modalidade na medicina nuclear brasileira. Rev Panam Salud Publica, v. 20, n. 2/3, p. 134-42, 2006.

RUSSEL, D. **Rethinking genre in school and society**: an activity theory analysis. Disponível em <http://www.iastate.edu>. 1997. Acesso em 16 agosto 2016.

SIMOMUKAY, E. A Taxonomia de Bloom nas aulas experimentais de química: uma estratégia viável para a avaliação de objetivos no planejamento do ensino de química. **Faz Ciência**, vol. 17, n. 26, jul/dez de 2015 – p. 117-134

VYGOTSKY, L. S. **Mind in society:** The development of higher psychological processes. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1978.

VYGOTSKY, L. S. In: GOLDER, M. (Org.). Vigotski: un psicólogo radical. Buenos Aires: Ateneo Vigotskiano de la Argentina, 2001.

VYGOTSKY, L. S**. Who is Vygotsky:** epistemological issues and implications for the debates. In: Congress Of The International Society For Cultural Research And Activity Theory, 5, 2002. Amsterdam, Holanda. *Anais*... Amsterdam, Holanda: Vrije Universiteit, 18 a 22 de junho de 2002a.

VYGOTSKY, L. S. **Ideal e idealidade em Ilyenkov: contribuições para a reflexão filosófico-educacional contemporânea**. In: Reunião Anual da Anped, 25, 2002, Caxambú (MG). *Anais*... Caxambú (MG): ANPED, 2002b. CD-ROM. GT de Filosofia da Educação.

WARTHA, E. J.; ALVES, L. C.; SÁ, L. P.; SANJUAN, M. E. C.; SANTOS, C. V. dos; **Uma proposta didática para a elaboração do pensamento químico, sobre elemento químico, átomos, moléculas e substâncias.** Experiências em Ensino de Ciências – V5(1), pp. 7-20, 2010.

SUART, R. de C.; MARCONDES, M. E. R. As habilidades cognitivas manifestadas por alunos do ensino médio de química em uma atividade experimental investigativa. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 8, n. 2, 2008.

TALIM, S. L. A atitude no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 3: p. 313-324, dez 2004.

ZABALA, A. **A prática educativa:** como ensinar. Porto Alegre, Ed. ARTMED, 1995.

ANEXOS

Anexo A – Ementa da disciplina de Físico-Química

Campanha Nacional de Escolas da Comunidade - Mantenedora
Instituto Cenecista de Ensino Superior de Santo Ângelo
Decreto Federal Nº 51.836 de 03/04/1963 - Portaria - MEC Nº 1.483 de 29/12/1998

Curso: Técnico em Análises Químicas
Disciplina: Físico-Química
Carga Horária: 60h/a
Créditos: 4

Ementa:
1- Gases.
2- Radioatividade.
3- Soluções.
4- Propriedades coligativas.
5- Termodinâmica Química
6- Cinética Química.
7- Equilíbrio Químico.
8- Eletroquímica.

Justificativa:
Colocar o aluno em constante busca pela compreensão da interpretação de equações termoquímicas, dados, tabelas e gráficos. Relação entre quantidade de matéria e saldo energético em processos físicos e químicos. Reconhecimento de fontes de energia renováveis e não renováveis e seus impactos ambientais. Compreensão das transformações que envolvem consumo e produção de energia. Identificação das relações qualitativas e quantitativas entre soluto e solução.

Bibliografia básica:

FELTRE, Ricardo. **Química - Volume 2**: Físico-Química. 6. ed. São Paulo: Moderna, 2004
ATKINS, P.W.; DE PAULA, J. Físico-Química, 9ª ed., Livros Técnicos e Científicos Editora Ltda, vol 1, 2012.
ATKINS, P., JONES, L., Princípios de Química - Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente, 5ª Edição, 2011, Editora Bookman.

Rua Dr. João Augusto Rodrigues, 471 Santo Ângelo Rio Grande do Sul Brasil
Fone: (55) 3313-1922 http://www.cnecsan.edu.br/

Anexo B – Questionário validado

Sexo: Feminino ( ) Masculino ( ) Idade:____

		Concordo fortemente	Concordo	Sem opinião	Discordo	Discordo fortemente
1	Os problemas de Física despertam a minha curiosidade.	CF	C	SO	D	DF
2	Eu não gosto de Física.	CF	C	SO	D	DF
3	Não consigo entender nada de Física.	CF	C	SO	D	DF
4	A Física é fascinante.	CF	C	SO	D	DF
5	Estudo Física porque sou obrigado(a).	CF	C	SO	D	DF
6	Tenho problema em resolver um problema de Física.	CF	C	SO	D	DF
7	Nas aulas de Física me sinto muito bem	CF	C	SO	D	DF
8	Quando estudo Física, sinto-me incomodado.	CF	C	SO	D	DF
9	Física é a matéria que mais me interessa.	CF	C	SO	D	DF
10	Estudar Física para mim é perda de tempo.	CF	C	SO	D	DF
11	Quando tento resolver um problema de Física, desanimo logo.	CF	C	SO	D	DF
12	Aprender Física me traz satisfação.	CF	C	SO	D	DF
13	Eu sinto facilidade em aprender Física.	CF	C	SO	D	DF
14	Fico nervoso só de pensar em ter que resolver problemas de Física.	CF	C	SO	D	DF
15	Acho a Física muito importante.	CF	C	SO	D	DF
16	Gosto muito de Física.	CF	C	SO	D	DF
17	Estudo Física apenas para passar no curso.	CF	C	SO	D	DF
18	A Física me ajuda a resolver problemas práticos.	CF	C	SO	D	DF
19	Um problema difícil de Física me desafia a resolvê-la.	CF	C	SO	D	DF
20	Sinto-me completamente perdido(a) quando estudo Física.	CF	C	SO	D	DF
21	As aulas de Física me deixam inquieto(a), irritado(a) e desconfortável.	CF	C	SO	D	DF
22	Quando estudo Física, sinto-me estimulado a aprender.	CF	C	SO	D	DF
23	Os conteúdos estudados em Física não me são de qualquer utilidade.	CF	C	SO	D	DF
24	Sinto-me bem resolvendo atividades de Física.	CF	C	SO	D	DF
25	Sinto desgosto só de ouvir a palavra "Física".	CF	C	SO	D	DF
26	Não acho nenhuma utilidade para o que eu aprendo (ou aprendi) em Física.	CF	C	SO	D	DF
27	Desejo aprender Física, pois julgo que ela me é necessária e útil.	CF	C	SO	D	DF
28	Sinto-me tranquilo e confiante nas aulas de Física.	CF	C	SO	D	DF

APÊNDICES

Apêndice A- Carta de Aceite

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E ENSINO DE CIÊNCIAS

Pesquisador responsável: Larissa Jung Basso
Professor orientador: Prof. Tit. Dr. Everton Lüdke
Telefone para contato: (55) 9200-0719

Ao Diretor do IESA/CNEC,

Venho por meio deste, solicitar à Vossa Senhoria para que a realização das atividades previstas na pesquisa *"Um ensaio construtivista de conceitos em física nuclear, radiações e química"* irá analisar de que forma o uso dessa metodologia contribui para a melhora na aprendizagem dos alunos dentro dos parâmetros curriculares de ensino tecnológico em Ciência, Tecnologia e Sociedade para ensino técnico, possam ser desenvolvidas nesta Instituição, com a turma do Técnico em Análises Químicas.

Essa investigação será realizada através implementação de pré-testes para a verificação de capacidades de raciocínio lógico e conhecimentos prévios dos estudantes sobre energia, radiações e radioatividade natural, realização de atividade experimentais seguras e avaliação do aprendizado pela análise das discussões em sala de aula e pós-teste conceituais.

Será garantido o anonimato e o sigilo das informações, além da utilização dos resultados exclusivamente para fins científicos e publicações em congressos em educação e revistas especializadas. Em qualquer momento da realização desta pesquisa você poderá solicitar informações ou esclarecimentos sobre o andamento da coleta e implementação da metodologia com o pesquisador responsável. Os materiais utilizados para coleta de dados serão armazenados por 5 (cinco) anos, após descartados, conforme preconizado pela Resolução CNS nº. 196, de 10 de outubro de 1.996.

De acordo,

Adm. ANTONIO ROBERTO LAUSMANN TERNES

Diretor CNEC/IESA

Mantido pela Campanha Nacional de Escolas da Comunidade

Larissa Jung Basso

Profa. Larissa Jung Basso

Everton Lüdke

Prof. Tit. Dr. Everton Lüdke

Santa Maria, 04 de maio de 2015.

Apêndice B- Termo de Consentimento

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E ENSINO DE CIÊNCIAS

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Pesquisador responsável: Larissa Jung Basso
Professor orientador: Prof. Tit. Dr. Everton Lüdke
Telefone para contato: (55) 9200-0719

Sua colaboração é importante e necessária para o desenvolvimento da pesquisa, porém sua participação é voluntária. A pesquisa *"Um ensaio construtivista de conceitos em física nuclear, radiações e química"* irá analisar de que forma o uso dessa metodologia contribui para a melhora na aprendizagem dos alunos dentro dos parâmetros curriculares de ensino tecnológico em Ciência, Tecnologia e Sociedade para ensino médio e técnico

Essa investigação será realizada através implementação de pré-testes para a verificação de capacidades de raciocínio lógico e conhecimentos prévios dos estudantes sobre energia, radiações e radioatividade natural, realização de atividade experimentais seguras e avaliação do aprendizado pela análise das discussões em sala de aula e pós-teste conceituais.

Será garantido o anonimato e o sigilo das informações, além da utilização dos resultados exclusivamente para fins científicos e publicações em congressos em educação e revistas especializadas. Em qualquer momento da realização desta pesquisa você poderá solicitar informações ou esclarecimentos sobre o andamento da coleta e implementação da metodologia com o pesquisador responsável. Sendo um participante voluntário, você não terá nenhum pagamento e/ou despesa referente à sua participação no estudo. Os materiais utilizados para coleta de dados serão armazenados por 5 (cinco) anos, após descartados, conforme preconizado pela Resolução CNS nº. 196, de 10 de outubro de 1.996.

Após ler as informações acima, aceito participar do referido estudo.

Flávio Gilberto Pelin
Rogério Chaves
Leandro Fang
Glauciméri Machado
Carlos Alberto Santos
Letícia A.N. Corrêa
Cinéias Maraiana da Silva
Amanda Pastore
Erich Ferrozzo
William M. Krychadi

Santa Maria, 28 de abril de 2015.

Larissa Jung Basso
Profa. Larissa Jung Basso

Prof. Tit. Dr. Everton Lüdke

Apêndice C- Pré- Teste 2

Questionário

Idade:_____ Sexo: _____

Marque um X nas frases verdadeiras:

( ) Radiações possuem campos elétricos e magnéticos.

( ) Calor é uma forma de radiação na forma de ondas.

( ) A absorção de calor produz aceleração nas partículas que compõem os sólidos.

( ) Uma lâmpada elétrica produz somente luz que podemos enxergar.

( ) A fricção dos elétrons com o material do filamento da lâmpada produz radiação pela transferência de energia.

( ) Radiação é um fenômeno químico e não físico porque sempre altera a constituição da matéria.

( ) Radiações são transportadas por partículas com massa e partículas sem massa.

( ) Onda eletromagnética é constituída de partículas sem massa e sem carga elétrica.

( ) Radiação sempre precisa de um meio material para se propagar.

( ) A luz que enxergamos, certamente é a única forma de radiação.

( ) Tapando uma lâmpada com uma cartolina, toda a radiação é absorvida e não passa por ela.

( ) A propagação de ondas curtas e micro-ondas ocorre da mesma forma.

( ) Uma lâmpada infravermelha para tratamento muscular, somente produz calor.

( ) Toda radiação produz troca de energia entre um meio e outro, não necessitando de meio material para sua transmissão.

( ) Receber um sinal de TV requer conhecimento de como alinhar a antena para melhor captar o campo eletromagnético.

( ) O espectro eletromagnético caracteriza as propriedades das ondas em função da sua energia e sua maior parte compreende radiação invisível ao olho humano.

( ) Radiações, embora possam gerar doenças, também podem ser usadas para tratá-las.

( ) Radiação ultravioleta é produzida pelo Sol e produz doenças de pele que podem ser fatais.

( ) O sinal de rádio AM que escuto no rádio portátil possui o mesmo caráter das radiações mais perigosas que podemos encontrar na natureza.

Apêndice D- Roteiro das Atividades Práticas

I. FLUORESCÊNCIA E FOSFORESCÊNCIA

Nesse experimento, vamos entender o fenômeno físico da fosforescência.

Lista de materiais:

a) Uma lanterna ultravioleta ;
b) Um minério de urânio natural (autunita) mantido dentro de um envelope plástico fechado, que contém traços de óxido de urânio (UO_2) na sua superfície ;
c) Tinta de marcar texto ;
d) Uma cédula de R$50,00 ;
e) Uma cédula de 50 libras esterlinas (£50) ;
f) Uma folha de papel em branco.
g) Uma esfera de vidro enriquecido com urânio.

Os minérios naturais mais comuns que apresentam conteúdo de urânio na forma de óxido $Ca(UO_2)_2$ são a uraninita, pitchblenda, uranofano (lambertita) e autunita. O Brasil é um grande produtor de urânio na América Latina com reservas estimadas em 100 bilhões de dólares, havendo permanecido em 14° lugar em 2013 porque somente o produz para alimentar as usinas nucleares de Angra dos Reis.

Os maiores exportadores são Cazaquistão, Canadá e Austrália. O urânio é o principal combustível de reatores nucleares e, portanto, sua expliração é assunto de grande interesse econômico internacional.

Agora vamos ao experimento.

Pegue uma folha de papel em branco e dois marcadores de texto coloridos. Faça um desenho simples.

Apague as luzes da sala e baixe as curtinas ou persianas.

Ilumine esse desenho com uma lanterna de luz ultravioleta. Ligue a lanterna pressionando levemente o botão no fundo traseiro junto a alça de tecido.

O que você observa ?

Agora, pegue o minério de urânio e ilumine-o. Você pode idenficar os traços de óxido de urânio na pedra ?

Um minério de urânio é todo ele utilizável para extrair esse elemento ?

Ilumine também a esfera de vidro enriquecido com urânio. Compare os aspectos da luz produzida pelo minério com a luz da esfera.

Pegue agora as cédulas de R$50 e £50. Ilumine-as com a lanterna. Quais as suas observações sobre essas cédulas verdadeiras.

Em todos esses casos, você observou qual dos dois fenômenos: fosforescência ou fluorescência ?

Como você explica o fenômeno de interação entre a radiação e a matéria nesses experimentos ?

Se tivesse um material que produzisse luz pelo segundo processo, o que você espera de suas propriedades ?

De que forma os governos poderam usar o fenômeno físico da fluorescência para proteger as suas economias e a legitimidade de documentos oficiais ?

Pegue uma carteira de motorista, uma cédula de R$2,00 e o documento de licenciamento de um veículo emitido em 2015. Repita o exame da luz ultravioleta.

O que você deve enxergar para verificar a autenticidade desses documentos ?

Faça uma busca na internet e procure outras aplicações da fluorescência e da fosforescência.

ANOTAÇÕES:

II. RADIAÇÃO CORPUSCULAR E ELETROMAGNÉTICA COMO RADIOATIVIDADE

Materiais necessários:

a) Um contador Geiger-Müller;
b) Um minério de urânio (autunita) mantido dentro de um envelope plástico;

Instabilidades nucleares produzem elétrons de alta velocidade (partículas β^-, pósitrons de alta velocidade (partículas β^+ e núcleos de átomos de hélo mais lentos e de massa bem maior (partículas α). Por possuirem massa, essa forma de radiação é chamada de *radiação corpuscular*.

Junto com essas radiações com massa, temos a presença de ondas eletromagnéticas de alta energia chamados de raios gama, que o núcleo instável produz após emitir uma radiação corpuscular.

Assim, a radioatividade dos elementos instáveis consiste em radiação corpuscular e eletromagnética.

O detetor Geiger consiste em um tubo que contém um gás a baixa pressão e a passagem de um raio gama produz um pulso de corrente elétrica que surge como um "clique"audível. Assim, será ouvido um clique toda a vez que um raio gama passar pelo cilindro sensor.

Analise a figura abaixo para se familiarizar com os principais elementos que compõem o contador Geiger. Localize o tubo sensor metálico que fica sob a mesa de acrílico onde as amostras de testes serão colocadas.

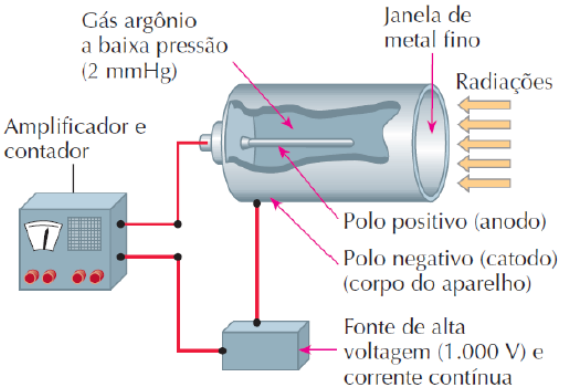


Figura 1: O contador Geiger-Müller de radiação gama.

Ligue o detector.

Coloque o minério de urânio que é um emissor de partículas α e raios γ sobre a mesa de acrílico por cima do tubo.

O que você percebe sobre os "cliques"ouvidos ?

As partículas α não atravessam o plástico e ficam contidas dentro dele, mas o plástico não bloqueia a radiação gama, que o atravessa normalmente chegando no detector.

Estude o princípio de funcionamento do medidor Geiger no seu livro de química (Feltre).

Coloque a esfera de vidro de urânio sobre o contador, na metade do tubo.

Esse aumento de contagens se deve a partículas α ou raios γ ?

ANOTAÇÕES:

III. APLICAÇÕES INDUSTRIAIS DOS ACTINÍDEOS

Os actinídeos são grupos de elementos que consistem em uma classe separada da tabela periódica, conhecido como período 7.

O nome é proveniente do elemento químico actínio, que incluído neste grupo, constituem um total de 15 elementos, desde o número atômico 89 (actínio) até o 103 (laurêncio).

Estes elementos apresentam características semelhantes entre si. Os de maior número atômico não são encontrados na natureza e apresentam tempos de meia-vida curtos.

Todos os isótopos de actinídeos são radioativos.

Dentro deste grupo temos elementos essenciais ao processo de obtenção de energia atômica, com destaque para o urânio 235 e o plutônio 239, matérias-primas do combustível utilizado nas centrais nucleares em reações de fissão nuclear.

Os actinídeos podem ainda ser divididos em elementos naturais, ou seja, que estão disponíveis na natureza e ainda nos chamados elementos transurânicos, que, devido à sua grande instabilidade, são obtidos apenas em aceleradores de partículas e não ocorrem na natureza.

Os únicos elementos radioativos naturais são: actínio (Ac), tório (Th), protactínio (Pa) e urânio (U).

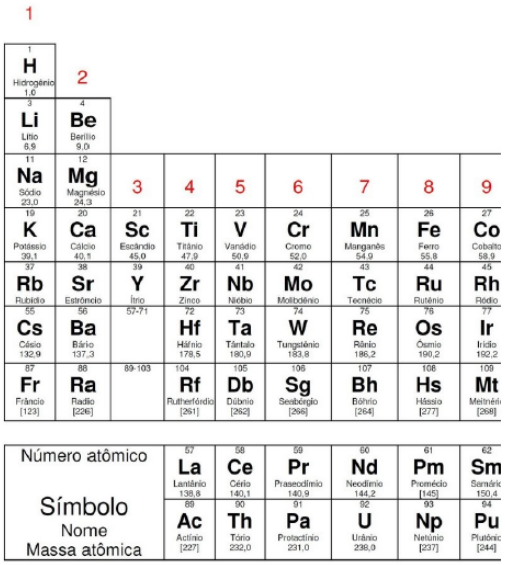


Figura 2: Segmento da tabela periódica da IUPAC atualizada em 2011. Circule os Actinídeos naturais.

Observe o segmento da tabela periódica acima e identifique a massa atômica e o número atômico de cada actinídeo natural.

Vamos relembrar as configurações eletrônicas das eletrosferas dos elementos desse grupo:

89 Ac Actínio : [Rn] $6d^1$ $7s^2$

90 Th Tório : [Rn] $6d^2$ $7s^2$

91 Pa Protactínio : [Rn] $5f^2$ $6d^1$ $7s^2$

92 U Urânio : [Rn] $5f^3$ $6d^2$ $7s^2$

93 Np Neptúnio : [Rn] $5f^4$ $6d^2$ $7s^2$

94 Pu Plutônio : [Rn] $5f^6$ $7s^2$

Assim, podemos perceber que a configuração eletrônica da eletrosfera dos actinídeos é a mesma de uma eletrosfera de radônio [Rn] mais os elétrons restantes que sempre terminam em subnível $7s^2$, menos o laurêncio que provavelmente termine em $6d^1$.

Agora vamos ao experimento.

Lista de materiais:

a) Fogareiro com álcool 96° e uma caixa de fósforos;
b) Um tubo de ensaio pequeno ;
c) Uma manta de aquecimento de lampião a querosene ;
d) Uma tabela periódica ;
e) Um prendendor de roupas de madeira ;

Prepare e acenda o fogareiro. Coloque-o em um local seguro.

Coloque um pouco de óxido de mercúrio vermelho no fundo do tubo de ensaio.

Prenda o tubo com o prendedor de madeira e aqueça o fundo do tubo direto dentro da chama do fogareiro até verificar que o óxido vai escurecer. Mantenha o aquecimento por 2 minutos.

Retire o tubo da chama. Espere esfriar.

Observe as paredes to tubo. O que você percebe ? Que material espelhado é esse ?

Pegue a tabela periódica e observe as posições do oxigênio e do mercúrio na tabela periódica. São elementos próximos ou distantes.

Observe agora o grupo dos actinídeos estão mais longe ou próximos que o mercúrio ?

Observe a manta de aquecimento do lampião. O pó branco empregado na sua confecção é o óxido de tório. O tório é um emissor de partículas alfa e gama.

Coloque a manta sobre o detetor Geiger sem removê-lo do seu envelope plástico.

O que você observa ?

Quais dos óxidos (de tório e de mercúrio) possuem as temperaturas de dissociação maiores ?

Como você interpreta isso em termos da necessidade de materiais para temperaturas altas ?

ANOTAÇÕES:

IV. PARTÍCULAS COLOCADAS EM CAMPOS ELETROMAGNÉTICOS

Nesse experimento, vamos determinar o sentido da deflexão de uma corrente elétrica pela presença de um campo magnético.

Para isso, vamos lembrar da regra das mãos para determinação do sentido da força que o campo age sobre os elétrons em movimento.

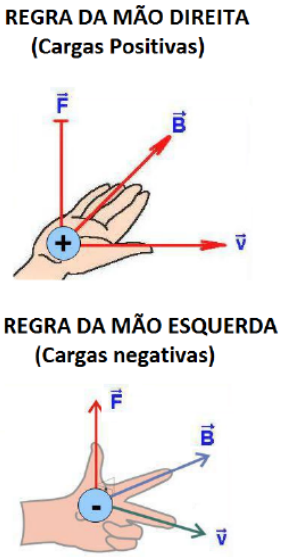


Figura 3: Regras das mãos direita e esquerda para movimento de cargas positivas e negativas.

O experimento consistirá em testar a regra da mão para o movimento de elétrons (partículas β^-) de baixa energia gerados pela passagem da corrente elétrica por uma barra metálica cromada.

Vale a pena lembrar que elétrons livres em movimento em um fio são essencialmente partículas beta (β^-) de baixa velocidade, em comparação com as partículas β^- emitidas por isótopos como césio-137 ($^{137}_{55}Cs$), cobalto-60 ($^{60}_{27}Co$) e o tecnécio-99m ($^{99m}_{43}Tc$), que são todos empregados em física médica para diagnóstico de diversas doenças e terapia do câncer.

Quase sempre o decaimento β^- produz um raio gama, com exceção do decaimento do trítio, que é uma espécie de gás hidrogênio com dois nêutrons no núcleo, onde os raios gama não são emitidos. Nesse caso, dizemos que o gás trítio é um emissor beta puro, porque somente a partícula β^- é produzida. Essa partícula beta é um elétron com velocidade próxima a da luz.

$$^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{0}_{1}\beta^-$$

Materiais necessários:

a) Uma bateria de 9 volts nova ;

b) Um trilho móvel e um ímã montados em um pedestal (SB48375) ;

c) Um clipe de bateria com as extremidades dos fios desencapadas ;

Coloque o clipe na bateria. Note que ela tem polos positivo (+) e negativo (−).

O fio preto corresponde ao polo negativo de onde os elétrons partem.

O fio vermelho corresponde ao polo positivo, para aonde os elétrons migram quando partem do terminal negativo

O sentido de corrente do polo negativo ao positivo é chamado de sentido real da corrente elétrica, pois descreve o sentido do fluxo de elétrons dentro do material condutor.

Observe o ímã, onde o pólo norte é em vermelho e o pólo sul é em azul. As linhas de campo vão do sul para o norte.

Coloque a barra de metal móvel entre eles.

Toque o terminal vermelho com a ponta desencapada do fio vermelho e a ponta do fio preto com o terminal preto.

O que você observa sobre o movimento da barra ? Para aonde ela vai ? Faça um desenho indicando o movimento dela.

Reposicione o cilindro metálico móvel.

Inverta a polaridade, ligando o fio vermelho com borne preto e o fio preto no terminal vermelho.

Se as linhas de campo magnético saírem do polo norte para o polo sul, faça desenhos indicando a relação do sentido do deslocamento do cilindro móvel com o sentido de movimento dos elétrons.

Interprete qualitativamente em termos dos vetores velocidade dos elétrons, força e sentido do campo magnético.

Como você estabeleceria uma relação entre os dedos polegar, indicador e médio com essas grandezas ?

Essa técnica é conhecida como regra da mão de Fleming, devido ao cientista que a introduziu para prever a direção do desvio de feixes de partículas carregadas na presença de campos magnéticos.

ANOTAÇÕES:

VI. ACELERADORES LINEARES DE PARTÍCULAS

Partículas β^- são elétrons livres de alta velocidade e de carga negativa.

Partículas α são núcleos de átomos de hélio constituídos de dois nêutrons e de dois prótons e possuem uma carga positiva que é duas vezes o módulo da carga do elétron.

Por possuírem carga, elas são aceleradas por campos elétricos e magnéticos.

A presença de campos elétricos produzem forças que aceleram as partículas ao longo das linhas de campo. As partículas aceleram e ganham energia cinética, movimentando-se na mesma direção das linhas de campo elétrico.

As linhas de campo elétrico partem de cargas positivas e se concentram em cargas negativas. Partículas α e pósitrons β^+ possuem cargas positivas e e ganhariam velocidade na direção das linhas de campo elétrico, na direção do vetor campo elétrico.

Já uma partícula de carga negativa seria atraída por uma placa carregada positivamente e repelida por uma placa carregada negativamente. Portanto, um elétron livre (partícula β^- é acelerada na direção contrária a direção do campo elétrico, mas no mesmo sentido das linhas de campo.

Para acelerar partículas, temos que ter dois cilindros metálicos alinhados ao longo do seu eixo de revolução e colocar uma diferença de potencial entre eles. Se a diferença de potencial for V_0 em volts, a variação de energia cinética ΔE_c de uma carga elétrica q receberá por viajar entre esses cilindros será $\Delta E_c = q\,V_0$.

Se colocarmos uma diferença de potencial de 1800 V entre os cilindros, teremos um ganho de energia cinética:

$$\Delta E_c = 1800 * 1,602 \times 10^{-19} = 2,88 \times 10^{-16} \quad \text{Joules}$$

Isso parece ser muito pouca energia. Mas como a massa do elétron é $m_e = 9,11 \times 10^{-31}$ kg, se o elétron partir do repouso, a sua energia cinética ΔE_c depois dos cilindros aceleradores corresponderá a uma velocidade ϑ de:

$$\Delta E_c = \frac{1}{2} m_e \vartheta^2 \qquad \vartheta = \sqrt{\frac{2\Delta E_c}{m_e}}$$

Colocando os valores, obtemos que $\vartheta = 2,5 \times 10^7$ m/s, ou seja, cerca de 8% da velocidade da luz que vale 3×10^8 m/s.

Repita o raciocínio para calcular quanto seria a velocidade de uma partícula α acelerada nas mesmas condições se fosse colocada nesse cilindro. Como a velocidade da partícula alfa se compara com a velocidade do elétron. Adote a hipótese usual que a massa do próton é a mesma do nêutron e vale $1,67 \times 10^{-27}$ kg e o valor de variação de energia de $\Delta E_c = 2,88 \times 10^{-16}$ J.

Logo, escreva abaixo o resultado:

$$\vartheta = \sqrt{\frac{2\Delta E_c}{4\,m_p}} = _____ \quad \text{m/s}$$

Note que essa velocidade é muito menor que a velocidade da luz. Logo, a aceleração das partículas alfa são bem menores que a dos elétrons, quando submetidos a um mesmo campo elétrico.

Assim você pode concluir que, de todas as partículas atômicas, são os elétrons que sofrem maior aceleração e, portanto, são de extrema mobilidade em condiçoes experimentais que as outras partículas.

Como vimos no experimento sobre corrente e campo magnético, a força magnética acelera partículas em uma direção que é perpendicular às linhas de campos elétricos e magnéticos e, portanto, provoca uma aceleração centrípeta perpendicular ao vetor velocidade das partículas.

Assim, em um campo magnético, as partículas percorrem uma trajetoria circular ou espiral, dependendo da direção das linhas de campo com a velocidade.

A figura abaixo representa o funcionamento de um acelerador de elétrons em um tubo a vácuo. Estude seus elementos internos e discuta a sua função.

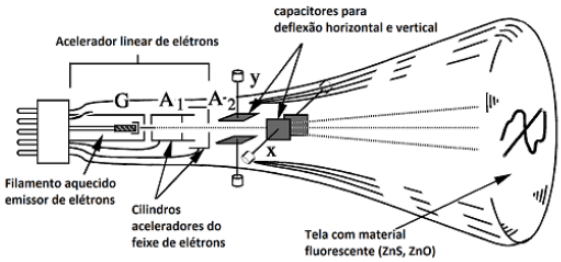


Figura 5: Tubo acelerador de elétrons livres.

Para realizar esse experimento, temos os seguintes materiais:

a) Um tubo a vácuo com um acelerador linear de elétrons de dois estágios ;

b) Uma fonte de alta tensão para aquecer o filamento e produzir os 1800 V necessários para os cilindros internos aceleradores ;

c) Uma fonte de alimentação de 12 V e 800 mA para alimentar o sistema ;

d) Um circuito magnético com ímãs de cerâmica circulares.

Prepare o circuito magnético colocando os dois ímãs em cada face interna da chapa de ferro dobrada. Note que deve-se alinhar os magnetos de modo a o polo norte de um estar na direção do polo norte do outro. Entre eles haverá linhas de campo magnético constante e de boa intensidade.

Coloque o tubo acelerador de elétrons na sua fonte de alimentação de modo que os pinos de contato encaixem bem no soquete.

Pegue a fonte de alimentação e conecte seus terminais vermelho e preto nos terminais do corpo da caixa metálica da fonte de 1800 V.

Deixe o sistema apoiado em uma mesa segura cuide para não quebrar o tubo de vidro.

Ligue a fonte em uma tomada e espere alguns segundos.

O feixe de elétrons será produzido pelo aquecimento de uma placa metálica (catodo) a uma temperatura de cerca de 680°C e os elementos internos receberão a alta tensão, acelerando o feixe de elétrons na direção da tela.

Observe as estruturas internas do acelerador linear e o filamento aquecido. Identifique os principais elementos internos de construção com base nas informações dadas na figura anterior.

Quando esses elétrons incidirem na tela, haverá um ponto luminoso porque a incidência dos elétrons de alta velocidade provocam a fosforescência do revestimento da tela, que normalmente é óxido de zinco (ZnO) ou sulfeto de zinco (ZnS).

Assim, podemos acelerar partículas com qualquer energia, dependendo do potencial acelerador aplicado.

Como aplicações dessa técnica, temos a produção de raios X, onde os elétrons produzidos por um filamento aquecido são acelerados por uma diferença de potencial de 60-130 kV (1 kV=1000 V)e colidem com uma placa de tungstênio espessa ao invés da tela fluorescente. Nessa desaceleração, os elétrons produzem ondas eletromagnéticas que são os raios X.

Para um raio X odontológico de 60 mil volts, qual seria a velocidade dos elétrons ?

Mas vamos continuar o experimento.

Considere o sentido da velocidade dos elétrons na direção do catodo para a tela.

Coloque os magnetos ao redor do tubo metálico de forma ao feixe de elétrons passar sobre ele.

Perceba a grande deflexão dos elétrons (partículas β^-) e a facilidade de deflexão do feixe acelerado.

Inverta o sentido das linhas de campo magnético. O que acontece com o feixe de elétrons ?

Analise a dinâmica do movimento e interação com o campo das partículas β^-, usando a análise da regra de uma das mãos.

Como o feixe de partículas β^- será desviado em função da direção do campo magnético ?

Abaixo, na figura 6, temos a figura extraída de um livro texto antigo de química.

Assinale na figura 6 quais seriam as trajetórias das partículas α, β^- e γ com respeito a direção das linhas de campo magnético aplicadas perpendiculares ao plano do papel ?

Essas linhas de campo incidem na direção "para dentro do papel"ou "para fora dele"? Discuta com um colega e assinale com os símbolos $\odot$ ("para fora") ou $\otimes$ ("para dentro") se for o caso.

Observe a figura abaixo, onde podemos ver o tubo de Coolidge que é o tubo gerador de raios X em ambiente hospitalar e clínico.

Novamente, o princípio é o mesmo. Quando o catodo é aquecido por uma corrente elétrica intensa produzida por um gerador, emite uma grande quantidade de elétrons. Esses elétrons sentem o campo elétrico muito intenso entre o anodo de tungstênio e o catodo, porque o potencial é de praticamente milhares de volts.

Esses elétrons são fortemente atraídos até o anodo que é polarizado positivamente com respeito ao catodo que é polarizado negativamente e são acelerados no ambiente de alto vácuo. Quando incidem no anodo de tungstênio, colidem fortemente com os átomos do metal transferindo a sua grande energia cinética para o bloco de tungstênio, sendo desacelerados por colisões entre elétrons incidentes e os átomos do metal. Essa energia é transformada em ondas eletromagnéticas pela desaceleração, que são os raios X.

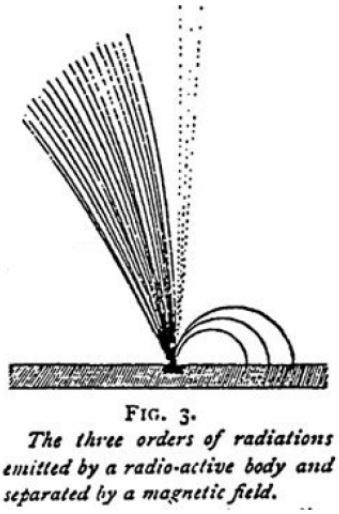


Figura 6: Deflexão das partículas por campo magnético. Onde estão as partículas β e α ? O que você espera dos raios γ ?

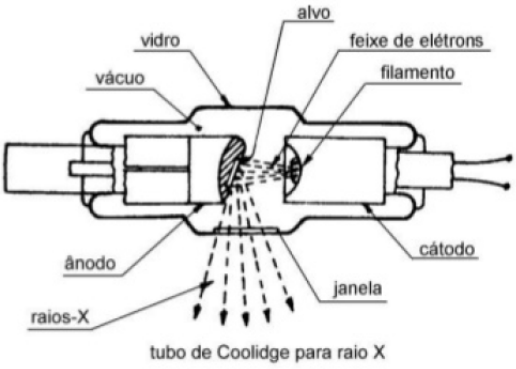


Figura 7: Tubo de Coolidge usado em raios X para aplicações ospitalares. Relacione as diferenças e semelhanças de construção internas com o tubo acelerador usado nesse experimento.

ANOTAÇÕES:

VII. FISSÃO E FUSÃO E ENERGIA NUCLEAR

Nesse experimento, iremos aprender que provar que é necessário uma fonte quente e uma fonte fria para produzir energia elétrica.

Para tanto, usaremos os seguintes materiais:

a) um gerador termoelétrico SB48266 ;
b) Um copo de gelo e água gelada ;
c) Uma garrafa térmica ;
d) Um ebulidor de imersão para aquecer água.

Coloque a hélice plástica no eixo do motor em cima do gerador eletrotérmico.

Coloque a água gelada com cubos de gelo em um recipiente plástico quadrado.

Use uma garrafa térmica repleta de água e um ebulidor para produzir água fervente.

Coloque a água quente no segundo recipiente plástico quadrado, com cuidado.

Aproxime os copos com água quente e gelada. Coloque um ramo do gerador eletrotermico na água quente e o outro na água fria.

Ambos os braços metálicos são postos em contato por meio de uma pastilha termoelétrica que gera eletricidade pela diferença de temperatura pois os elétrons no seu interior são forçados sa saírem da placa mais quente e migrarem para a placa mais fria.

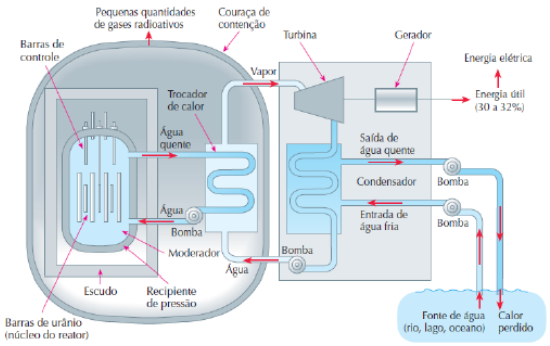


Figura 8: Diagrama de um reator de fissão nuclear (Feltre, Vol. 2).

Essa passagem de corrente elétrica ocorre porque os elétrons passam por uma bobina interna ao motor. Essa bobina sofre uma repulsão contínua produzindo movimento da hélice plástica.

Um gerador nuclear (figura 8) nada mais é que uma fonte de água quente que é produzida pela fissão controlada do isótopo 235 do urânio em um reator nuclear e uma fonte de água fria que pode ser um lago ou um oceano nas proximidades do reator.

Com o uso, a energia da água quente é repassada para a água fria do mar, aumentando a sua temperatura e afetando o ciclo reprodutivo de diversas espécies de animais como peixes e a tartaruga marinha. Em particular, o sexo dos filhotes da tartaruga depende da temperatura da areia e da água onde os ovos eclodem. Um aumento de temperatura pode causar desequilíbrio entre as populações de tartarugas macho e fêmeas, com impactos importantes ambientais.

Portanto não somente o lixo nuclear de produtos do 235-U possuem impacto ambiental.

Analise o fluxo de energia em um reator nuclear conforme o diagrama de blocos do seu livro-texto:

Quais são os principais fragmentos de fissão do 235-U ?

Como esse "lixo atômico"pode ser armazenado ? Quais são os perigos que apresenta ?

Pesquise sobre o funcionamento de uma usina geradora de eletricidade termoelétrica. Em quais aspectos ela difere da usina de produção de energia termonuclear ? Discuta as semelhanças e as diferenças entre as duas.

Procure no Google maps, os mapas de localização das usinas de Fukushima (Japão) e de Chernobyl (Russia) que foram as duas usinas termonucleares onde ocorreram os piores acidentes das últimas décadas.

Quais são as fontes de água fria que elas utilizavam ?

Qual delas apresentou maior perigo para as pessoas ? Por quê ?

ANOTAÇÕES:

VIII. USO DE PARTÍCULAS ALFA EM UM DETETOR DE FUMAÇA TIPO IÔNICO

Uma aplicação da radioatividade é, além da produção de energia nuclear, a prevenção de incêndios em ambientes domésticos.

A figura abaixo mostra o esquema interno das principais partes que compõem um detetor de fumaça tipo iônico de uso residencial. Existem outros tipos de detetores de fumaça não-iônicos que não possuem fontes radioativas no seu interior.

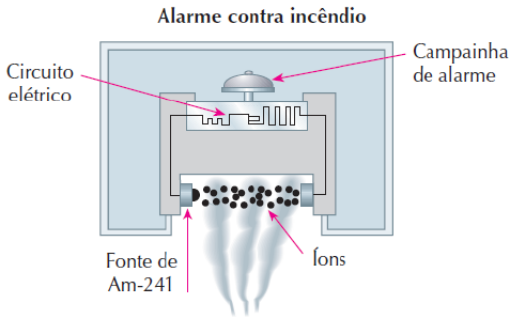


Figura 9: Diagrama interno de um detetor de fumaça iônico com comercialização permitida no Brasil (Feltre, Vol. 2).

Nesse experimento, iremos observar a relação entre as partículas alfa e radiação gama produzidas pela pastilha de amerício $^{241}_{95}$Am ,que é um material radioativo gerado por um reator nuclear e usado em várias aplicações indusriais como sensores de fumaça em aviões e residências e para-raios.

Nesse experimento, vamos estudar o funcionamento do detetor iônico de fumaça e as propriedades da emissão α e γ do amerício-241.

Para iniciar o experimento, selecionaremos os seguintes materiais:

a) Uma placa de circuito de um detetor de fumaça iônico contendo uma pastilha de $^{241}_{95}$Am de baixa atividade, com a proteção de metal cilíndrica preta foi removida para mostrar a pastilha de Am

b) Um detetor Geiger-Müller com tubo de janela de mica ;

c) Uma régua milimetrada de 15 cm ;

d) um cronômetro ou relógio com indicação em segundos.

Observando a sua tabela periódica, vemos que o núcleo do amerício é mais pesado que o núcleo do polônio e o do urânio e, portanto, é um elemento radioativo artificial. O amerício e seus isótopos, são, portanto, um actinídeo radioativo e, como todos os elementos desse grupo, são emissores de partículas α.

Os principais isótopos do $^{241}_{95}$Am e $^{243}_{95}$Am, apresentam meia-vidas de 432 e 7370 anos respectivamente.

A mica é um minério cristalino, transparente, flexível e frágil. Portanto não pode ser tocado porque pode romper a câmara de gás do detetor Geiger e inutilizar o tubo sensor. É um ótimo isolante elétrico e um excelente condutor de calor, sendo usado na confecção de resistências de ferro de passar roupa tipo "palmilha".

Observando o circuito da placa do detetor de incêndio iônico, podemos ver que a pastilha de $^{241}_{95}$Am está posicionada dentro de um recipiente de plástico que separa dois eletrodos metálicos planos e não pode ser retirada desse interior.

Quando a fumaça ou fuligem em suspensão no ar constitui de partículas de resíduos não-radioativos da combustão. Entre as placas metálicas, não ocorre aumento da condução pela simples presença da fuligem. Entretanto, se partículas alfa incidem sobre eleas, geram cargas elétricas e a câmara onde está a pastilha fica repleta de aerossóis compostos por partículas sólidas carregadas pela captura da radiação α.

Assim, ocorre o aumento da condutividade do ar e existe a passagem de corrente elétrica entre as placas superiores e inferiores da câmara de ionizaçao. O circuito detecta essa corrente e ativa um transdutor piezoelétrico que está encapsulado no cilindro de plástico bege, que produz um sinal de som de alta intensidade ($\pm$85 dB) alertando sobre a presença da fumaça.

Estude o princípio de funcionamento do alarme de incêndio iônico e entender a função das partículas α na ionização das partículas e aerossóis produzidos pelo fogo, identificando as principais partes do circuito do alarme.

Observe a fonte de amerício-241 na parte central da câmara de ionização, que se apresenta como uma película espelhada dentro de uma depressão circular de aproximadamente 3 mm de diâmetro.

Aproxime o detetor Geiger lateralmente, de modo que as paredes de metal bloqueiem a radiação alfa e permitem a passagem da radiação gama. Estabeleça o número de contagens de fótons γ por minuto com a parede do detetor situada a 2 cm da fonte.

Agora gire o tubo do detector e conte as partículas α que incidem sobre a janela de mica, mantendo a distância de 2 cm da fonte. Qual é a contagem das partículas alfa ?

Jamais toque a janela de mica com os dedos ou outro tipo de instrumento, porque seu rompimento inutilizará o tubo detetor do Geiger. E não toque a porção do sensor que contem o amerício porque não se toca material radioativo com as mãos.

Discuta no seu relatório a razão pela qual o número de contagens por minuto de fótons γ é bem menor que a contagem de partículas α. Use a internet para procurar essa resposta.

Agora, vamos verificar experimentalmente o alcance das partículas alfa no ar. Afaste a janela de mica da fonte e anote a qual distância você percebe uma contagem de aproximadamente 300 cpm, mais ou menos 50 contagens em 10 segundos.

Tente estimar a camada semi-redutora (C.S.R.) do ar às partículas alfa, verificando a qual distância a contagem cai a 200 cpm, ou seja, à metade do valor inicial. Use uma régua para medir a distância da borda da janela de mica à fonte radioativa em milímetros e estabeleça a C.S.R. em milímetros.

Lembre que a camada semi-redutora é a espessura do absorvedor na qual a contagem do Geiger cai à metade do valor inicial. No caso, o absorvedor é o ar.

Qual a distância máxima à fonte na qual você consegue detetar as partículas α ? Esse número é o alcance máximo das partículas no ar.

Assim, é possível concluir que o detetor de fumaça instalado no teto, mesmo radioativo, é prejudicial às pessoas que transitam na residência ?

Para finalizar, vamos fazer a seguinte pergunta: como a meia-vida do $^{241}_{95}$Am é de um pouco mais de 400 anos, certamente alarmes antigos com circuitos danificados pelo uso ainda conterão uma pastilha radioativa com praticamente a mesma atividade que possuía quando o detector foi construído na fábrica.

Esses materiais são classificados como lixo radioativo e devem ser eliminados com segurança de acordo com o protocolo de recolhimento de resíduos radioativos no Brasil definidos pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

Consulte o seguinte site para informações sobre como embalar e enviar adequadamente detetores antigos e outros dispositivos com fontes emissoras de partículas alfa para armazenamento em local seguro.

http://www.ien.gov.br/produtos/rejeitos/praios.php

A remoção de rejeitos radioativos deve ser feito em locais próprios de coleta e o protocolo de recolhimento de resíduos radioativos no Brasil.

Jamais jogue esse tipo de material no lixo comum.

Faça uma pesquisa na internet para ver como o isótopo 214 do amerício é produzido artificialmente, usando um acelerador de partículas ou em um reator nuclear.

ANOTAÇÕES:

Apêndice E- Pós-teste

QUESTIONÁRIO SOBRE TEORIA NUCLEAR E ENERGIA

Sexo: ( ) M ( ) F Idade:_____anos

Questão 1: Em 1987, ocorreu, em Goiânia (GO), um grave acidente por contaminação com material radioativo, quando a blindagem de uma fonte de césio-137 foi destruída. Sobre o átomo de $^{137}_{55}Cs$ é correto afirmar que apresenta:

a) número de prótons igual ao de um átomo de $^{137}_{56}Ba$.
b) número de nêutrons igual ao de um átomo de $^{138}_{56}Ba$.
c) número atômico igual ao de um átomo de $^{137}_{54}Xe$.
d) distribuição eletrônica igual a de um átomo de $^{137}_{53}I$.
e) número de nêutrons igual ao de um átomo de $^{133}_{55}Cs$.

Questão 2: A água H_2O é uma molécula essencial a vida mas é constituída por variações isotópicas não radioativas. A água contendo isótopos ^{2}H é denominada água pesada, porque a molécula $^{2}H_2$ ^{16}O, quando comparada com a molécula $^{1}H_2$ ^{16}O, possui o quê?

a) Maior número de nêutrons.
b) Maior número de prótons.
c) Maior número de elétrons.
d) Menor número de elétrons.
e) Menor número de prótons.

Questão 3: O elemento $^{214}_{84}Po$ emite uma partícula α. Quais são os números atômico (Z) e de massa (A) do novo elemento químico (X) formado?

a) $A = 210$ e $Z = 82$.
b) $A = 212$ e $Z = 82$.
c) $A = 210$ e $Z = 80$.
d) $A = 212$ e $Z = 80$.
e) Nenhuma das alternativas anteriores está correta.

Questão 4: O cobalto 60, ($^{60}_{27}Co$), utilizado em radioterapia, no tratamento do câncer, reage emitindo uma partícula β e, com isso, transforma-se em quê?

a) $^{61}_{27}Co$ b) $^{59}_{27}Co$ c) $^{60}_{28}Ni$ d) $^{64}_{28}Ni$ e) $^{56}_{25}Mn$

Questão 5: Dispõe-se de 16,0 g de um isótopo radioativo cuja meia-vida é de 15 dias. Decorridos 60 dias, a quantidade residual do mesmo será:

a) 0,5 g b) 1,0 g c) 2,0 g d) 8,0 g e) 16,0 g

Questão 6: Quanto mais cedo o paciente usar altas doses de radiação beta, maior será a possibilidade de atrasar ou até mesmo de frear o avanço de esclerose múltipla, segundo pesquisa publicada no New England Journal of Medicine, em setembro de 2000. Sendo assim, podemos imaginar o Bi-210 como uma possível alternativa para o tratamento da esclerose múltipla. Se, após 1 hora, a radiação do Bi-210 diminui para 12,5% do valor inicial, a sua meia-vida, em minutos, é de:

a) 20 b) 30 c) 40 d) 50 e) 60

Questão 7: No processo de desintegração natural de $^{238}_{92}U$, pela emissão sucessiva de partículas alfa e beta, forma-se o $^{226}_{88}Ra$. Os números de partículas α e β emitidas neste processo são, respectivamente:

a) 1 e 1. b) 2 e 2. c) 2 e 3. d) 3 e 2. e) 3 e 3.

Questão 8: O reator atômico instalado no município de Angra dos Reis é do tipo PWR - reator de água pressurizada. O seu princípio básico consiste em obter energia através do fenômeno fissão nuclear, em que ocorre a ruptura de núcleos pesados em outros mais leves, liberando grande quantidade de energia. Esse fenômeno pode ser representado pela seguinte equação nuclear:

$$^{1}_{0}n + ^{235}_{92}U \longrightarrow ^{144}_{55}Cs + T + 2\,^{1}_{0}n + Energia$$

Os números atômico e de massa do elemento T estão respectivamente indicados na seguinte alternativa:

a) 27 e 91. b) 37 e 90. c) 39 e 92. d) 43 e 93.

Questão 9: Em 2011, o Ano Internacional da Química, comemorou-se o centenário do Prêmio Nobel de Química concedido a Marie Curie pela descoberta dos elementos radioativos Rádio (Ra) e Polônio (Po).

Os processos de desintegração do ^{224}Ra em ^{220}Rn e do ^{216}Po em ^{212}Pb são acompanhados, respectivamente, da emissão de radiação:

(A) α e α.
(B) α e β.
(C) β e β.
(D) β e γ.
(E) γ e γ.

Questão 10: A produção de raios X é caracterizada pelas seguintes observações, exceto:

a) A intensidade dos raios X cai com o inverso do quadrado da distância ao tubo.
b) Os raios X podem conter linhas de emissão eletrônicas de impurezas do anodo.
c) A corrente elétrica do tubo é independente da temperatura de aquecimento do catodo.
d) A energia em elétrons-volt do fóton mais energético produzido depende da diferença de potencial entre anodo e catodo.

e) A intensidade dos raios X dependem do número de elétrons que incidem sobre o anodo de tungstênio, por unidade de tempo.

Questão 11: Assinale a alternativa correta:

a) No decaimento β^-, ocorre transformação de nêutron em próton e emissão de um neutrino.
b) A energia de cada camada do átomo de hidrogênio é diretamente proporcional a n^2.
c) O átomo de hidrogênio possui emissão em séries de linhas no ultravioleta e não no visual;
d) A energia potencial menos a energia cinética de um corpo é a sua energia total.
e) A radiação α é um núcleo de hélio livre de maior alcance do que partículas β e raios γ.

Questão 12: Sobre a energia dos fótons de radiações sem massa e sem carga, em elétrons-volt:

a) $microondas > infravermelha > RaiosX > Raios\gamma$;
b) $microondas > infravermelha < RaiosX < Raios\gamma$;
c) $microondas < infravermelha > RaiosX < Raios\gamma$;
d) $microondas < infravermelha < RaiosX < Raios\gamma$;
e) $microondas > infravermelha > RaiosX < Raios\gamma$;

Questão 13: Sobre a natureza corpuscular das ondas eletromagnéticas, é falso afirmar que:

a) As relações de de Broglie definem o momentum da onda em função do comprimento de onda.
b) Ondas eletromagnéticas de alta energia podem criar partículas co massa.
c) Fótons não apresentam massa nem carga elétrica.
d) A camada semi-redutora é a espessura que uma placa absorvedora deve ter para absorver metade dos fótons da radiação incidente.
e) O coeficiente de atenuação μ independe das massas atômicas mas depende somente do número de elétrons das eletrosferas.

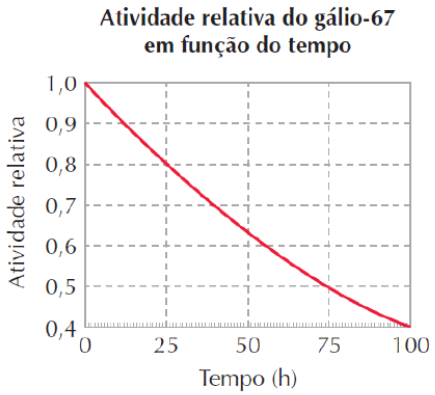
Questão 14: Sobre as radiações corpusculares, estão corretas:

I) Partículas alfa são menos defletidas que partículas beta por campos elétricos;
II) Partículas β são menos defletidas que raios γ por campos magnéticos;
III) Partículas γ possuem maior poder de penetração na matéria que as partículas α e β.
IV) A massa das partículas β são maiores que as partículas α;

Estão corretas:

a) I, II, III ;
b) I, II e IV ;
c) II, III e IV ;
d) Somente I e III;
e) Todas estão certas.

Questão 15: Para determinar o volume de sangue de uma pessoa, injeta-se em sua corrente sangüínea uma solução aquosa radioativa de citrato de gálio e, depois de certo tempo, colhe-se uma amostra de sangue e mede-se sua atividade. Em uma determinação, a concentração do radioisótopo gálio-67 na solução era de $1,20 \times 10^{12}$ átomos por mililitro, no momento de sua preparação. Decorridas 24 horas de sua preparação,1,00 mL dessa solução foi injetado na pessoa. A coleta de sangue foi feita 1 hora após a injeção, sendo que a amostra coletada apresentou $2,00 \times 10^8$ átomos de gálio-67 por mililitro. A diminuição da concentração do radioisótopo deveu- se apenas ao seu decaimento radioativo e à sua diluição no sangue.



Use o gráfico abaixo para determinar de quanto caiu a atividade do gálio-67, após 25 horas. Qual é o volume de sangue examinado ?
(a) 20% e 4800 mL
(b) 10% e 4200 mL
(c) 80% e 4800 mL
(d) 80% e 4200 mL
(e) Nenhuma das respostas são corretas.

Questão 16: Elementos transurânicos podem ser sintetizados pelo bombardeamento de núcleos mais leves com partículas pesadas. Em 1958, Miller e outros produziram o isótopo ^{254}No (nobélio) a partir do ^{238}U. A reação que ocorreu produziu, além do novo elemento (No), ainda seis (6) nêutrons. Com qual partícula o alvo (^{238}U) foi bombardeado?

a) ^{10}B b) ^{22}Na c) ^{12}C d) ^{22}Ne e) ^{16}O