

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO – UFES
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

EDSON ELIAS DE SOUZA

**DESENVOLVIMENTO DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVA USANDO METODOLOGIAS ATIVAS PARA O ENSINO DE
FORÇAS NUCLEARES**

VITÓRIA - ES

2019

**DESENVOLVIMENTO DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVA USANDO METODOLOGIAS ATIVAS PARA O ENSINO DE
FORÇAS NUCLEARES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com a Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Orientador: Prof. Dr. João Paulo Casaro Erthal.

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

E42d Elias de Souza, Edson, 1977-
Desenvolvimento de uma Unidade de Ensino Potencialmente
Significativa usando Metodologias Ativas para o Ensino de
Forças Nucleares / Edson Elias de Souza. - 2019.
175 f. : il.

Orientador: João Paulo Casaro Erthal.
Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) -
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências
Exatas.

I. Paulo Casaro Erthal., João. II. Universidade Federal do
Espírito Santo. Centro de Ciências Exatas. III. Título.

CDU: 53



"DESENVOLVIMENTO DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA USANDO METODOLOGIAS ATIVAS PARA O ENSINO DE FORÇAS NUCLEARES"

Edson Elias de Souza

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 11 de novembro de 2019.

Comissão Examinadora



Prof. Dr. João Paulo Casaro Erthal
(Orientador PPGEnFis/UFES)



Prof. Dr. Fernando Jose Lira Leal
(Membro Externo/UFES)



Prof. Dr. Flávio Gimenes Alvarenga
(Membro Interno PPGEnFis/UFES)

Dedico esse trabalho a Deus e a minha família, fonte de força e energia para realização deste trabalho. Muitíssimo obrigado àqueles que acreditaram no meu sucesso!

AGRADECIMENTOS

Querido Deus, desta vez não quero pedir, somente agradecer. Não existem conquistas fáceis. São as estradas tortuosas que levam ao caminho certo, conhecimento e ao sucesso. Com essas palavras, reitero o meu eterno agradecimento a Deus e a minha família.

Agradeço a Deus, que foi minha fonte de força e fé para vencer vários obstáculos, que surgiram no decorrer desta caminhada. Com a minha fé, aprendi a ter coragem e nunca desistir de lutar para alcançar a felicidade.

Agradeço a minha família, pela ajuda e apoio nos vários momentos de tristeza e cansaço. Foram muito importantes para mim os abraços e o colo de minha querida mãe, que ao perceber que estava perdendo forças falava-me palavras de incentivo. Nunca vou esquecer o que ela disse. Muito obrigada, mãe! Com todo carinho do mundo eu agradeço. E para sempre serei grato!

Agradeço aos meus colegas Túlio Pérmino, Mileide Belchior e Sabrina Tassan, pelas orientações, sem suas contribuições com certeza esse trabalho não teria saído do papel. Peço a Deus que ilumine seus caminhos e que seus objetivos sejam todos alcançados. Mais uma vez obrigado, amigos!

Ao Colégio Americano Batista de Serra, junto com a equipe pedagógica que possibilitou a realização dessa pesquisa.

Aos meus preciosos alunos, que foram os sujeitos ativos e responsáveis diretos pela aplicação da metodologia, mostrando sempre espontaneidade e colaboração.

Aos meus colegas e professores do mestrado que contribuíram muito com suas observações e debates, fato que me enriqueceu muito.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram com a realização desse trabalho, que é de suma importância para mim, pois possibilitará uma melhora crescente na vida profissional, fazendo com que minhas aulas sejam bem mais qualificadas.

“Não tentes ser bem-sucedido, tenta antes ser um homem de valor.”

(Albert Einstein).

RESUMO

O presente trabalho expõe uma investigação que busca analisar as contribuições para o ensino de Física Nuclear no Ensino Médio, a partir da utilização de uma abordagem metodológica apoiada nas premissas da aprendizagem significativa (AS) desenvolvida pelo psiquiatra David Paul Ausubel (1918 - 2008) e das metodologias ativas de ensino: Sala de Aula Invertida, Ensino sob Medida (EsM) e Instrução pelos Colegas (IpC). Para o desenvolvimento da Sequência Didática (SD) abordando os conceitos de forças nucleares, usamos uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS).

A Sequência Didática foi aplicada para os estudantes da terceira série do Ensino Médio e teve como objetivo validar uma UEPS sobre Física Quântica (FQ). Para isso, dentro de vários referenciais teóricos o que mais atendeu às expectativas do professor/pesquisador foi o de Ausubel, porque valoriza os conhecimentos existentes na estrutura cognitiva dos estudantes e acredita que o conhecimento é armazenado no cérebro humano de maneira altamente organizada, formando uma hierarquia conceitual, de modo que os conceitos sejam assimilados às concepções mais gerais e inclusivas.

Em busca de uma aprendizagem significativa, percebemos a necessidade de inovar, pois a aula tradicional, voltada para a aprendizagem mecânica, não desperta interesse nos alunos, ao passo que a SD propicia maior envolvimento por parte dos estudantes e com a SD, ocorreu um maior envolvimento dos discentes. Partindo do princípio de que o conhecimento prévio do aluno é a variável que mais influência na aprendizagem significativa, é possível afirmar que o uso das metodologias ativas se concebe como ferramenta para potencializar a UEPS.

As metodologias ativas, principalmente a Sala de Aula Invertida, consistem em transpor o que é tradicionalmente feito em sala para casa, o EsM em preparar tarefas/atividades sob medida para tirar as dúvidas apresentadas pelos estudantes e a IpC na formação de grupos de alunos para promover discussões das questões apresentadas pelo professor, tendo o professor o papel de mediador, configurando-se o aluno como protagonista de todo o processo de ensino-aprendizagem.

A SD foi aplicada em sete aulas, inicialmente foi feito um trabalho motivacional em que nossa fala teve como objetivo principal a conscientização, por parte dos alunos, da importância da aquisição de conhecimentos e posteriormente com a

aplicação de um pré-teste, verificamos quais saberes prévios os alunos tinham naquele momento. Ao final da aula, cada aluno recebeu um material potencialmente significativo, servindo como subsunçor para ancoragem dos novos conhecimentos sobre o tema discutido e uma atividade avaliativa para ser feita em casa

No início da segunda aula, formamos grupos de cinco alunos e aplicamos a IpC, usando como referência para a montagem das questões da IpC as dúvidas apresentadas anteriormente à aula. Na terceira e quarta aula, repetimos os mesmos procedimentos da segunda, acrescentando o uso de experimentos e simuladores. Na quinta e sexta aula, os alunos apresentaram seminários sobre os temas estudados. Ao final de cada aula, os alunos receberam uma tarefa avaliativa e um material potencialmente significativo e no último encontro, aplicamos uma prova e um questionário de Opinião.

Ao analisarmos as respostas do questionário de opinião e os dados coletados, verificamos uma grande aceitação por parte dos alunos com a SD aplicada, resultando em alunos mais críticos e com maior autonomia para estudarem sozinhos em casa.

Como instrumento de coleta de dados, usamos: o diário de bordo, tarefas avaliativas, seminários e provas. Com as análises dos dados da pesquisa, verificamos que os alunos obtiveram asserções de conhecimentos, levando a uma diferenciação progressiva e conseqüentemente, a uma reconciliação integradora, consolidando a importância de uma aprendizagem significativa.

Palavras-chave: Física Nuclear, UEPS, Metodologias Ativas, Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

The present work exposes an investigation that searches to analyze the contributions for Nuclear Physics teaching in high school, from the utilization of a methodological approach supported on the premises of meaningful learning (ML) developed by the psychiatrist David Paul Ausubel (1918 - 2008) and the active teaching methodologies: Flipped Classroom, Just-in-time Teaching (JiTt), Peer Instruction (PI). For the development of Didactic Sequence (DS) approaching nuclear forces concepts, we use a Potentially Meaningful Teaching Unit (PMTU).

The didactic sequence was applied to third grade high school students and sought as a goal to validate a PMTU about Quantum Physics (QP) and for this within several theoretical references, what most met the expectations of the professor/researcher was that of Ausubel, because it valorizes the existing knowledge in the students' cognitive structure, and believes that knowledge is stored in the human brain in a highly organized way, forming a hierarchy conceptual and with this, the concepts will connect (and assimilate) to more general and more inclusive concepts. To this process in the structure, Ausubel called anchorage.

In search for a meaningful learning, we perceive the need to innovate because the traditional classroom focused on mechanical learning (practically the student keep in mind the subject) it for a short time, increasingly leaves the student with no interest in classes, and with DS occurred a greater students involvement in the classes. Because our starting point was the prior knowledge of each student. Assuming that prior knowledge is the variable that most influences meaningful learning (Ausubel), it will be conceived that the use of active methodologies served as a tool to enhance PMTU.

The active methodologies mainly the Flipped Classroom consists of transposing the what is traditionally done in the classroom to home, the JiTt is to prepare tailor-made tasks / activities to take away the doubts put forward by the students and the PI consists of the formation of students groups to promote the discussions of the questions presented by the teacher, having the teacher the role of mediator of the whole process, configuring the student as protagonist of the whole teaching-learning process.

The DS was applied in seven classes, initially a motivational work was done in an attempt to awaken in students the need to acquire knowledge and later with the

application of a pre-examination, we verified what previous knowledge the students had at that time. At the end of the class each student received a potentially significant material serving as subsumer for anchoring new knowledge on the discussed topic and an evaluative activity to be done at home.

At the beginning of the second class we formed groups of five students, we applied the PI, using as a reference for assembling the PI questions presented before the class. In the third and fourth classes we repeated the same procedure adding the use of samples and simulators. In the fifth and sixth classes, the students presented seminars on the subjects studied. At the end of each class, the students received an evaluation task and a potentially significant material and in the last class, we applied a test and an Opinion questionnaire.

As we analyze the responses of the Opinion Questionnaire and data collection we found a wide acceptance by the students with the applied DS, resulting in more critic students with autonomy to study by themselves at home.

As an instrument of data collection, we use logbook, evaluative tasks, seminars and tests. With the analysis of the research data, we verified that the student obtained assertion of knowledge, leading to a progressive differentiation and consequently to an integrative reconciliation. Consolidating the importance of meaningful learning.

Keywords: Nuclear Physics, PMTU, Active Methodologies, Meaningful Learning.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Critérios com base no PCN+ EM, para avaliações dos Livros.	23
Quadro 2: Análise comparativa entre as partículas radioativas	46
Quadro 3: Tópicos para apresentações dos seminários.....	62
Quadro 4: Desempenho dos alunos na 1ª aula da aplicação do IpC.	70
Quadro 5: Desempenho dos alunos na 2ª aula usando IpC.	75
Quadro 6: Critérios de Categorização.	84
Quadro 7: Análise percentual apresentadas pelos alunos das questões objetivas.	85
Quadro 8: Percentuais das alternativas marcadas pela turma na 6ª questão.	86
Quadro 9: Análise das respostas apresentadas pelos alunos nas questões.	87
Quadro 10: Análise comparativa entre as partículas radioativas.	108
Quadro 11: Análise comparativa entre as partículas radioativas.	147

LISTAS DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Desempenho dos alunos na 1ª aula da aplicação do IpC.	70
Gráfico 2: Desempenho dos alunos na 2ª aula usando IpC.	75
Gráfico 3: Aproveitamento percentual da turma nas questões objetivas.	85
Gráfico 4: Análise de rendimento da turma na correção da 6ª questão	86

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Modelo de um átomo.....	43
Figura 2: Radiações Alfa, Beta e Gama.	45
Figura 3: Usina nuclear.	48
Figura 4: Reação nuclear " fissão".	49
Figura 5: Reação nuclear" fusão"......	50
Figura 6: Usinas de Angla dos Reis.	51
Figura 7: 1ªAula apresentação da SD.	54
Figura 8: Momento da aplicação do pré-teste.....	55
Figura 9: Trecho de uma conversa usando o grupo do WhatsApp.	56
Figura 10: Vídeos sugeridos pelo professor para responder algumas dúvidas.	57
Figura 11: Fluxograma do Método Peer Instruction.	57
Figura 12: Foto de uma reação.	58
Figura 13: Alunos reproduzindo e explicando os experimentos.	59
Figura 14: Filmagem das apresentações.....	59
Figura 15: Simulação computacional sobre fissão nuclear.	61
Figura 16: "G3" Apresentando sobre a bomba de urânio.....	63
Figura 17: "G4" apresentando sobre a bomba de hidrogênio.	63
Figura 18: Primeira representação de um átomo feita pelos alunos no Pré-Teste...	68
Figura 19: 2ª Representação de um Átomo feita pelos Alunos no Pré Teste.....	69
Figura 20: Alunos respondendo a 1ª questão do IpC.	71
Figura 21: Aplicando a 3ª questão do IpC.	72
Figura 22: Alunos discutindo a 4ª questão.....	78
Figura 23: Resposta dos alunos antes da intervenção.	87
Figura 24: Resposta dos alunos depois da intervenção.	88
Figura 25: Resposta dos alunos depois da intervenção na 8ª questão.....	88
Figura 26: Resposta dos alunos depois da intervenção na 9ª questão.....	89
Figura 27: Modelo de um átomo.....	100
Figura 28: Radiações Alfa, Beta e Gama.	107
Figura 29: Penetração das partículas radioativas.....	107

LISTA DE SIGLAS

- AS** – Aprendizagem Significativa.
- AM** – Aprendizagem Mecânica.
- EM** – Ensino Médio.
- ENEM** – Exame Nacional do Ensino Médio.
- FMC** – Física Moderna e Contemporânea.
- EsM** – Ensino sob Medida.
- FQ** – Física Quântica.
- FEPECS** – Fundação de Ensino e Pesquisa em Ciências da Saúde.
- FNDE** – Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação.
- IpC** – Instrução pelos Colegas.
- JiTT** – Just - inTime Teaching.
- LDB** – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional.
- MEC** – Ministério da Educação.
- MNPEF** – Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física.
- PCN's** – Parâmetros Curriculares Nacionais.
- PCN's+** – Orientações Educacionais Complementares aos PCN's.
- PNLD** – Plano Nacional do Livro Didático.
- RBEF** – Revista Brasileira de Ensino de Física.
- SD** – Sequência Didática.
- TIC** – Tecnologias de Informação e Comunicação.
- TL** – Tarefa de Leitura.
- UEPS** – Unidade de Ensino Potencialmente Significativa.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	15
1.1 Introdução	15
1.2 Problema da Pesquisa	16
1.3 Local da Intervenção	16
1.4 Objetivos da Pesquisa.....	17
1.4.1 Objetivo Geral	17
1.4.2 Objetivos de Ensino.....	17
1.5 Justificativa da Pesquisa	17
1.6 Organização da Dissertação.	20
CAPÍTULO 2	21
2 Revisão de Literatura	21
2.1 Os Livros didáticos e abordagem sobre Forças Nucleares	21
CAPÍTULO 3	27
3 Referencial Teórico.	27
3.1 O que é uma Sequência Didática.	27
3.2 Nota Biográfica sobre David Ausubel.....	28
3.3 A Teoria de David Ausubel	28
3.3.1 Os Subsúnciores.....	29
3.3.2 Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integradora	31
3.3.3 Aprendizagem Significativa X Aprendizagem Mecânica.....	31
3.4 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS.....	32
3.4.1 Construção da UEPS sobre Fissão e Fusão Nucleares.....	35
3.5 Metodologias Ativas.....	37
3.5.1 Sala de Aula Invertida.....	37
3.5.2 Peer Instruction - A Instrução por Colegas (IpC).....	38
3.5.3 Just-inTime Teaching - Ensino sob Medida.....	40
CAPÍTULO 4	42
4.1 O átomo.....	42
4.2 “A Radioatividade”	43
4.3 Energia	46

4.4	A energia solar e a obtenção de energia elétrica	47
4.5	Usinas nucleares	47
4.6	Fissão nuclear	48
4.7	Fusão nuclear	49
4.8	A energia nuclear no Brasil	50
CAPÍTULO 5.....		53
5.1	Procedimento Metodológicos	53
5.2	Etapas e a Formulação da Sequência Didática.....	53
5.2.1	Aula 1 da SD.....	54
5.2.2	Aula 2 da SD	57
5.2.3	Aula 3 da SD	58
5.2.4	Aula 4 da SD	61
5.2.5	Aulas 5 e 6 da SD	62
5.2.6	Aula 7 da SD.....	64
5.3	Os Instrumentos de Coleta de Dados.....	64
5.3.1	Pré-Teste Inicial.....	64
5.3.2	Experimento e Atividades Avaliativas	64
5.3.3	Diário de Bordo.....	66
5.3.4	Gravação das Aulas em Vídeos	66
5.3.5	Avaliação Tradicional	66
CAPÍTULO 6.....		68
6.1	Análise dos Dados da Pesquisa.....	68
6.2	Pré-Teste Inicial	68
6.3	Primeira Aula Usando IpC.....	70
6.3.1	Resultados e Objetivos da Primeira Aula Usando IpC.....	70
6.3.2	Resultados e Objetivos da Segunda Aula Usando IpC.....	75
6.3.3	Análises das Atividades Avaliativas.....	80
6.4	Análise dos Resultados da Avaliação Tradicional.	84
CAPÍTULO 7.....		91
7.1	Considerações Finais.	91
7.2	Aplicando Novamente a Sequência Didática.	93
	Produto Educacional.....	131

CAPÍTULO 1

1.1 Introdução

Qual a origem do Universo? De onde vem a energia do Sol? O que diferencia uma estrela de um planeta? Essas indagações permeiam a mente de muitos alunos, que muitas vezes criam hipóteses e modelos. Na tentativa de explicar, criam soluções ou interpretações sem nenhum fundamento científico. Comigo não foi diferente: sempre ligava a criação do Universo ao campo religioso; não possuía nenhum conhecimento sobre Fissão¹ e Fusão² Nucleares, por exemplo.

No papel de educador, acredito que a ciência busca se aproximar da realidade por meio de modelos teóricos e um dos aspectos mais belos do campo científico é ser capaz de explicar quantitativamente fenômenos observados. A introdução da Física Moderna no Ensino Médio tem sido motivo de estudos de vários pesquisadores, visando sanar dificuldades encontradas na compreensão dos fenômenos ligados à Física Quântica (FQ). Acredito na necessidade de inserção dos conteúdos de Física Quântica no Ensino Médio, pois houve nos últimos anos um grande avanço tecnológico, e muitos professores não acompanharam tal evolução, dificultando o entendimento de FQ. Diante disso, este material foi feito para abordar o tema de maneira não tradicional, mas de modo a buscar alternativas de abordagem atraentes que levem o aluno a se interessar pelas aulas. Para tanto, vamos lançar mão de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa MOREIRA (2011), que respeita o conhecimento prévio dos estudantes e utiliza um material potencialmente significativo, visando à diferenciação progressiva e à reconciliação integradora.

¹O processo de fissão consiste na liberação de energia pela divisão do núcleo original em núcleos menores. A fissão nuclear foi observada pela primeira vez em 1938 por Otto Hann (1879-1968), Lise Meitner (1878-1968), entre outros colaboradores, que bombardearam urânio com nêutrons, obtendo, como produtos de reação, dois novos elementos com massas intermediárias, o bário e o lantânio. Liberando cerca de 208 MeV de energia ($E = m \cdot c^2$) confirmando a teoria de Einstein (BARRETO FILHO, 2016, p. 231).

²A fusão nuclear é uma reação nuclear em cadeia em que núcleos leves se fundem para formar núcleos mais pesados, ocorrendo grande liberação de energia. Em 1938, o físico Hans Albrecht (1906-2005), Prêmio Nobel de Física de 1967 pelas contribuições à teoria das reações nucleares, desenvolveu uma teoria mostrando que a energia liberada pelas estrelas provém de reações de fusões nucleares (GUIMARÃES, 2013, p. 248). O exemplo mais comum da fusão nuclear é o que ocorre no Sol. No interior desta estrela, quatro átomos de hidrogênio se fundem para formar um átomo de hélio. (BARRETO FILHO, 2016, p. 231).

Para reforçar a UEPS, foram utilizadas algumas metodologias ativas, sendo a principal a Sala de Aula Invertida, uma metodologia que inverte a lógica tradicional de ensino. O aluno tem o primeiro contato com o conteúdo que irá aprender por meio de atividades extraclasse, pregressas à aula. Com esta sequência, acredito posso contribuir com meus colegas professores para uma abordagem muito mais atraente sobre Fissão e Fusão Nucleares, assim como auxiliar os estudantes a se engajarem veementemente nas atividades em sala de aula, além de ajudar com a criação de um novo método para ensinar a disciplina de Física no Ensino Médio (EM), os métodos atuais estão tendo dificuldades para acompanhar os avanços científicos e tecnológicos das últimas décadas. Este trabalho buscará aproximar os conteúdos de sala de aula com as situações cotidianas, promovendo, assim, maiores significados para as aulas e para os estudantes.

1.2 Problema da Pesquisa

É viável o estudo de Física Nuclear na 3ª série do Ensino Médio, usando uma UEPS e as Metodologias Ativas?

1.3 Local da Intervenção

O local da intervenção foi o Colégio Americano – Doctum - localizado no município de Serra, no estado do Espírito Santo. Minha primeira passagem pela rede foi em 2012, para onde retornei em 2014 e onde atuo hodiernamente. A escola possui 1011 alunos da Educação Infantil ao Ensino Médio, sendo 117 nas séries correspondentes ao Ensino Médio. A escola possui laboratórios de informática e usa o material da Editora FTD (iniciais de Frère Théophane Durand, Superior Geral da Congregação Marista de 1883 a 1907), que é uma editora brasileira criada em 1902.

Atualmente, leciono a disciplina de Física na 3ª série do EM, com três aulas semanais, nas quais reviso em uma aula a matéria da 1ª série, na outra reviso a matéria da 2ª série e na terceira a matéria da 3ª série. Além disso, o aluno possui acompanhamento disciplinar e pedagógico através de uma equipe de profissionais que cuidam da orientação escolar e em casos de indisciplina, notas baixas e qualquer assunto relacionado ao desempenho escolar do estudante, a escola mantém contato com a família.

1.4 Objetivos da Pesquisa

1.4.1 Objetivo Geral

Investigar a introdução da Física Quântica na 3ª Série do Ensino Médio e validar uma SD usando uma UEPS e as Metodologias Ativas no estudo de Fissão e Fusão Nucleares, por meio de uma abordagem inspirada na perspectiva de Ausubel.

1.4.2 Objetivos de Ensino

- Compreender os conceitos e grandezas físicas relacionadas à Física Nuclear;
- Compreender o funcionamento do interior do Sol e relacionar com a origem do Universo;
- Compreender o funcionamento de um reator nuclear e de uma Usina Termonuclear.

1.5 Justificativa da Pesquisa

Um dos motivos da criação desta SD foi a necessidade de inserir os conteúdos de Física Moderna, especialmente Fissão e Fusão Nucleares no Ensino Médio, uma vez que, ao tentar introduzir os conteúdos, sempre me deparava com os mesmos problemas: falta de tempo e materiais didáticos não muito atrativos. Apoiado no referencial teórico de Ausubel sobre Aprendizagem Significativa, UEPS e as Metodologias Ativas, busquei implementar uma SD que facilitasse a utilização de quem queira usá-la, pois para que ocorra um avanço efetivo e consciente da ciência a partir do século XX são urgentes que haja atualizações no currículo, reformas pedagógicas no método de ensino e nas sequências didáticas.

Desse modo, essa pesquisa contribui significativamente, uma vez que segue as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+ - Ensino Médio) de Física na Unidade 5.3 que afirma:

[...]“A presença do conhecimento de Física na escola média ganhou um novo sentido a partir das diretrizes apresentadas nos PCN_{EM}. Trata-se de construir uma visão da Física voltada para a formação de um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar na realidade. Nesse sentido, mesmo os jovens que, após a conclusão do

ensino médio, não venham a ter mais qualquer contato escolar com o conhecimento em Física, em outras instâncias profissionais ou universitárias, ainda terão adquirido a formação necessária para compreender e participar do mundo em que vivem [...]”. (PCN+, p. 59).

Com a orientação, citada, faz-se necessária a criação de uma SD, que busque a transformação do estudante, que lhe faça compreender a ciência de maneira contemporânea e relacionada às tecnologias atuais.

Ainda, segundo o PCN+:

De certa forma, a sinalização efetuada pelos PCN_{EM} é explícita quanto ao que não conduz na direção desejada e vem sendo percebido com clareza pelos professores. O ensino de Física vem deixando de se concentrar na simples memorização de fórmulas ou repetição automatizada de procedimentos, em situações artificiais ou extremamente abstratas, ganhando consciência de que é preciso lhe dar um significado, explicitando seu sentido já no momento do aprendizado, na própria escola média (PCN+, p. 59.).

Assim, esta SD visa contribuir para uma educação inovadora e atrativa, pois valoriza o que o aluno já sabe e dá significado ao conteúdo futuro, motivando os alunos nos seus processos de aprendizagens.

Neste cenário de dúvidas sobre quais conteúdos devemos privilegiar e a falta de alternativas para ensinar Fissão e Fusão Nucleares, essa SD se faz necessária, no intuito de inovar e transformar a relação professor aluno, fazendo com que esse busque ter uma Aprendizagem Significativa. Analisando o Currículo Base da Escola Estadual da Secretaria de Estado da Educação (Sedu), documento que aponta para uma única proposta curricular da rede de ensino pública estadual, encontramos a importância do ensino de Física Nuclear.

Segundo o Currículo Básico Escola Estadual, volume 02 – Área de Ciência da Natureza (ESPÍRITO SANTO, 2009, p.79).

Qual o melhor modo de acomodar o lixo nuclear sem agredir o meio ambiente e a população local? O mínimo de conhecimento sobre radioatividade e decaimento de partículas daria a um cidadão comum dimensões do perigo que esse tipo de material traz à saúde do ser humano e senso crítico para discutir qual o seu melhor destino.

Conforme a citação anterior, os alunos precisam entender como funcionam, na concepção do Currículo Básico Estadual “os conceitos de Física Nuclear, aplicados no cotidiano e os fenômenos que os rodeiam, além de compreenderem

melhor os avanços tecnológicos.

Ainda sobre o Currículo, faz se necessário, portanto, a criação de métodos alternativos de ensino, que possam motivar e incentivar os estudantes a compreenderem os fenômenos físicos que os rodeiam, como os descritos anteriormente. Esta sugestão aparece no plano de aula do Currículo (p.85), entretanto, de forma genérica e simples, por exemplo, “Modelo atômico atual; Radiação, suas interações e suas aplicações tecnológicas”, algo que não apresenta clareza e especificidade ao ensino, no que tange o detalhamento de Fissão e Fusão Nucleares do plano de aula para as turmas de 3^o série do EM, nesse mesmo documento. Isso pode deixar os professores perdidos sobre qual assunto priorizar na hora de ensinar.

Na tentativa de encontrar materiais que atendam às necessidades expostas, pesquisamos alguns livros citados no Plano Nacional do Livro Didático (PNLD). Dentre os pesquisados, optamos por analisar os conteúdos de Fissão e Fusão Nucleares dentro de 10 coleções das 12 aprovadas no PNLD - 2018 para 3^a série do EM. Nosso intuito foi de comparar a abordagem destes temas dentro de cada livro, além de verificarmos se estes conteúdos estavam de fácil compreensão para os estudantes. As coleções analisadas foram: (GASPAR, 2016), (ALVARENGA, 2016), (VÁLIO *et al*, 2016), (YAMAMOTO; FUKU, 2017), (GONÇALVES FILHO; 2016), (BARRETO FILHO, 2016), (POGIBIN *et al*, 2016), (TORRES *et al*, 2016), (SANT’ANNA *et al*, 2016) e (BONJORNO *et al*, 2016). Após a investigação, concluímos que existem vários livros que abordam com clareza e eficiência o tema proposto e acreditamos que usando a metodologia adequada o conteúdo pode ser assimilado pelos alunos e o fato de os livros abordarem satisfatoriamente o assunto, corrobora com a possibilidade de se abordar Física Quântica em sala de aula.

1.6 Organização da Dissertação.

O **Capítulo Introdutório** objetivou situar o leitor sobre o contexto da pesquisa em questão e as finalidades deste trabalho de mestrado. Apresentamos no **Capítulo 2** as revisões de literaturas, relacionadas ao estudo das Forças Nucleares. No **Capítulo 3**, expomos o referencial teórico norteador dessa intervenção, no qual mostramos os princípios das implicações pedagógicas da teoria de David Ausubel. Em seguida, no **Capítulo 4**, apresentaremos os principais conceitos físicos que foram usados na dissertação. No **Capítulo 5**, exibimos os procedimentos metodológicos utilizados nesta pesquisa, descrevendo a investigação e os instrumentos de coleta de dados utilizados. No **Capítulo 6**, apresentamos os dados coletados e as análises de seus resultados. No **Capítulo 7**, fazemos as considerações finais. Os **Apêndices** apresentam os materiais utilizados durante a intervenção e, por fim, é apresentado o produto dessa dissertação de mestrado.

CAPÍTULO 2

Revisão de Literatura

Neste capítulo, descreveremos a abordagem sobre Fissão e Fusão Nucleares contidas em 10 dos 12 livros aprovados pelo Plano Nacional do Livro Didático para o triênio 2016 - 2018.

2.1 Os Livros didáticos e abordagem sobre Forças Nucleares

Antes de tudo, conforme Thadeu (2019) é necessário ressaltar que para participar do PNLD as escolas precisam manifestar seu interesse. As instituições, no período de adesão, selecionam as etapas de ensino e o tipo de material que desejam receber, ficando a cargo do Ministério da Educação (MEC) e o Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE) a incumbência, por meio do PNLD, da avaliação e disponibilização de obras didáticas de apoio à atividade educativa. São essas instituições que avaliam, compram e distribuem, junto aos Correios, as obras didáticas destinadas às escolas públicas. Ainda segundo Thadeu (2019), a existência do PNLD justifica-se pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), elaborada em 1996, que garante a distribuição de material didático como parte do dever do estado com a educação escolar pública.

Em 1990, as seleções dos livros passaram a ser feitas pelos docentes, uma vez que a partir daqui foi definido que o educador deveria escolher qual livro didático seria utilizado em suas aulas. Em 1993, foi criada a primeira comissão de avaliação dos materiais, que tinha como finalidade promover uma escolha qualitativa dos livros.

De acordo com Thadeu (2019) em 2012, o PNLD passou a incluir, além de livros impressos, materiais multimídia em DVD com jogos, simuladores e infográficos para serem utilizados como recurso didático. Como pode ser observado, o PNLD está em constante aperfeiçoamento, agregando novas ferramentas tecnológicas, consonantes com a necessidade de incluir ao processo ensino aprendizagem materiais modernos, que vão ao encontro das exigências do quadro educacional contemporâneo. As ações de aquisição e distribuição seguem uma legislação específica, mas a participação dos professores na seleção dos livros continua sendo de fundamental importância, independentemente do modelo de escolha selecionado, uma vez que a seleção dos materiais didáticos deve ser realizada de maneira

democrática e autônoma pelas instituições de ensino. Atualmente, a Secretária de Educação disponibiliza por meio eletrônico os materiais e o diretor de cada unidade escolar efetiva o cadastro de sua escola.

Segundo o MEC, o principal critério para a escolha dos materiais aprovados no PNLD é a qualidade das obras, principalmente no que diz respeito à adequação às necessidades do ensino público nacional. Para isso, existe uma comissão técnica específica e qualificada, que avalia os materiais com base em vários parâmetros previstos pelo edital. A equipe de especialistas é composta por profissionais da educação de várias áreas do conhecimento com ampla experiência.

A comissão utiliza de parâmetros que norteiam a avaliação pedagógica das obras. Comumente, uma obra é excluída do PNLD por não:

- Respeitar a legislação, as diretrizes e as normas oficiais relativas à educação, o que inclui a Constituição Federal de 1988 e diversas diretrizes operacionais e curriculares;
- Obedecer aos princípios éticos necessários à construção da cidadania, o que envolve a não construção de imagens estereotipadas ou preconceituosas e promoção da cultura afro-brasileira, quilombola, dos povos indígenas e dos povos do campo;
- Organiza seus conteúdos de modo a garantir a progressão das aprendizagens, o que implica na elaboração coerente de abordagens teórico-metodológicas adequadas às instituições de ensino brasileiras.

Segundo Thadeu (2019), os pontos importantes que são analisados são: os exercícios, as atividades, as ilustrações, se os conceitos não apresentam erros e estão atualizados. O livro deve apresentar de maneira clara e precisa os conteúdos não induzindo o aluno ao erro ou a uma má interpretação.

Ainda consoante Thadeu (2019), é válido pontuar que, para evitar fraudes e manter a integridade do programa, todas as obras inscritas são analisadas em estado descaracterizado. Ou seja, a equipe responsável pela avaliação das obras não tem acesso ao nome da obra, nem da editora e sequer do autor do material. Com essa medida, a avaliação é realizada com base no conteúdo do livro somente.

Para facilitar a compreensão do leitor, nesta análise, separamos os livros em dois grupos: Grupo (G1) e Grupo (G2). O primeiro grupo é composto por sete livros que atendem às orientações básicas dos PCN's, e o segundo grupo é composto por três livros que apresentam algumas falhas dentro das orientações propostas neste

mesmo documento para os conteúdos de Fissão e Fusão Nucleares. Segue posteriormente o quadro de critérios usados na formação dos grupos.

Quadro 1: Critérios com base no PCN+ EM, para avaliações dos Livros.

Categorias	Características
Atende ao PCN+-EM Totalmente (G1)	Traz contexto social e histórico relacionando o conhecimento científico e as competências a um número bem maior de habilidades :como informar e informar-se, comunicar-se, expressar-se, argumentar logicamente, aceitar ou rejeitar argumentos, manifestar preferências, apontar contradições, fazer uso adequado de diferentes nomenclaturas, trabalhar interdisciplinar.
Atende ao PCN+-EM Parcialmente (G2)	Apresenta o conhecimento científico, mas não relaciona claramente com o contexto social e histórico, traz pouca informação e apresenta também pouca argumentação.

(Fonte: Autor da pesquisa, 2019).

Os sete autores que fazem parte do grupo (G1) são: Gaspar, (2016), Válio, (2016), Gonçalves Filho, (2016), Sant´anna *et al*, (2016), POGIBIN *et al*, (2016), Barreto Filho e Xavier (2016) e Torres *et al*, (2016).

Estes quatro autores do grupo (G1): Gaspar, (2016), Válio, (2016), Gonçalves Filho, (2016) e Sant´anna *et al*, (2016) criaram dentro do capítulo de Física Moderna um tópico sobre Núcleo Atômico, fazendo uma boa abordagem sobre o tema, deixando o capítulo rico em detalhes e conseguindo relacionar o conteúdo do livro com as situações do dia-a-dia, contribuindo, desse modo, para a facilitação da aprendizagem dos alunos, conforme as orientações do PCN+ de Física.

No livro “Física em contexto” de POGIBIN *et al*, (2016), na Unidade 3 – Radiação e matéria, no Capítulo 9, os autores criaram subtópicos para trabalhar o conteúdo de Núcleo atômico, dividindo-os nos seguintes assuntos:

3. Núcleo atômico:

- Estabilidade nuclear (Raio do Núcleo, Fusão nuclear);
- Linha de estabilidade.

4. Decaimento radioativo:

- Os efeitos colaterais da ciência de ponta;
- Fissão nuclear e produção de energia (Conhecimento técnico).

Dentro desses temas, os autores os correlacionam às situações tecnológicas e sociais do dia-a-dia, o que possibilita uma aprendizagem mais contextualizada para os estudantes, pois os ajudam a perceber a física como parte de suas vidas. Além disso, no capítulo são trabalhadas algumas competências e habilidades voltadas à execução do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). Ao final do capítulo, ainda é sugerida a pesquisa de temas históricos importantes ao desenvolvimento do estudo da Física Nuclear.

Já o livro intitulado “Física aula por aula: eletromagnetismo, física moderna” de Barreto Filho e Xavier (2016), traz na Unidade 5, do Capítulo 15: Física nuclear, as seguintes especificações:

Física Nuclear:

1. O núcleo atômico (Força nuclear);
2. Decaimento nuclear (Meia-vida);
3. Reações nucleares (Fissão e Fusão nucleares);
4. Energia nuclear e sua utilização (Energia nuclear para produção de energia elétrica; Lixo atômico e os riscos ambientais).

Assim como no livro anterior, os autores apresentam os temas exemplificando situações cotidianas, no entanto, exploram poucas habilidades e competências voltadas para o Enem.

O último livro analisado do grupo (G1) “Física: ciência e tecnologia” de Torres *et al.* (2016), traz dentro da Unidade 2, no Capítulo 7: Física nuclear as seguintes temáticas:

1. Introdução;
2. Núcleo atômico (Massas nucleares; Dimensões nucleares);
3. Radioatividade (Decaimento);
4. Lei do decaimento radioativo;
5. Fissão nuclear e fusão nuclear;
6. Rejeito radioativo;
7. Acidentes nucleares;
8. Um pouco de evolução das estrelas;
9. Forças fundamentais da natureza;

10. Partículas fundamentais da matéria- anti matéria;
11. Um pouco de Cosmologia.

Além de contemplar os conteúdos dos livros anteriores, este livro alcança um campo maior de abordagens e sugere leituras complementares do tema. No entanto, traz uma quantidade pequena de exercícios.

Os três autores que fazem parte do grupo (G2) se apresentam parcialmente algumas orientações sugeridas pelo PCN+ - EM, são eles: Bonjorno *et al.* (2016), Yamamoto e Fuke (2017) e Alvarenga. B, (2016). Segue a análise de cada livro do grupo (G2):

No livro “Física: eletromagnetismo, física moderna” de Bonjorno *et al.*, (2016), dentro da Unidade 4, Capítulo 13: Radioatividade traz as seguintes temáticas.

1. Considerações históricas;
2. Origem da radioatividade;
3. Transmutação (Transmutação artificial);
4. Radioisótopos (Meia-vida; Aplicações; Diagnóstico e tratamento; Radioterapia; Esterilização; Datação);
5. Reações nucleares (Fissão nuclear; A usina nuclear e o lixo atômico; Fusão nuclear).

Nesse exemplar, os autores trazem uma vasta gama de conteúdo, porém não apontam a relevância desses conteúdos para o cotidiano dos discentes, o que pode implicar num comprometimento da aprendizagem. Entretanto, entre um subtópico e outro aparecem sugestões de pesquisa e apresenta uma grande quantidade de exercícios.

No segundo livro analisado do grupo (G2) “Física para o ensino médio: eletricidade, física moderna” de Yamamoto e Fuke (2017), dentro da Unidade 4, do Capítulo 19: Física Nuclear, não encontramos uma divisão de temáticas por tópicos, mas percebemos alguns temas principais:

- Contexto histórico;
- Radioatividade e os processos nucleares;
- Decaimento;
- Núcleo atômico (Fissão e Fusão nucleares);

- A Datação por isótopos;
- Usinas nucleares;
- Radiações ionizantes.

A falta de uma divisão mais clara dos conteúdos pode dificultar a compreensão e assimilação por parte dos alunos. Não obstante, encontramos alguns exemplos que relacionam a teoria com o cotidiano e os exercícios ajudam a reforçar os conteúdos expostos.

Já Alvarenga, (2016) na unidade 4, traz o tópico Física Contemporânea, em que aborda vários temas como a Teoria da Relatividade e seus antecedentes históricos, na Física Quântica fala sobre o Efeito Fotoelétrico e com o acelerador de partículas tenta provar a Teoria da Relatividade e não aborda o tema sobre o núcleo atômico.

Após a análise feita nos 10 livros, podemos inferir que sete autores abordam de maneira clara e satisfatória o conteúdo de força nuclear e trazem nos seus livros as orientações básicas sugeridas no PNLD e três autores no geral atendem às orientações, entretanto, na parte de Física Moderna priorizaram outros tópicos como relatividade e radioatividade, deixando menos atraente a parte da Física Nuclear. Isto posto, podemos destacar que a SD contribuirá significativamente para uma melhor abordagem de Fissão e Fusão Nucleares.

CAPÍTULO 3

Referencial Teórico.

3.1 Sequência Didática.

Na área educacional é usado o termo Sequência Didática, para se referir à metodologia que consiste em aplicar atividades elaboradas e planejadas do ensino de determinado conteúdo, seguindo etapas, isto é, a SD é um processo e não algo que esgota em si mesmo. De acordo com o objetivo que o professor pretende alcançar, podemos aplicar a Sequência Didática por etapas, tornando o conteúdo mais eficiente e atraente para os estudantes. Podemos criar e aplicar a SD em todas as disciplinas, já que auxilia o professor na organização e planejamento do seu trabalho em sala de aula e ajuda os alunos no domínio dos novos conteúdos.

Segundo Schneuwly e Dolz (2010), existe a necessidade de criar métodos que auxiliem os professores, trazendo para o ambiente de trabalho ferramentas de apoio que ajudem no processo de ensino – aprendizagem, a este método os autores chamaram de Sequência Didática, definindo como “uma sequência de módulos de ensino tal que organizada conjuntamente para melhorar uma determinada proposta de ensino” Schneuwly e Dolz (2010, p.43). A Sequência Didática, portanto, tem como objetivo aprimorar as capacidades referentes à qual disciplina ela será aplicada.

Devido às variações sociais e ideológicas, “as sequências precisam estar adaptadas a um modelo didático para que todos os objetivos possam estar relacionados às capacidades a serem desenvolvidas ao longo da sequência (Tassan, 2015, p.32). Desse modo, verificamos que para a construção de uma SD eficiente é necessário um planejamento que contenha uma boa organização e que seja atraente para os alunos.

O objetivo é levar o leitor a perceber que o conteúdo pode ser ensinado e compartilhado por meio das mais variadas estratégias. Para isso, usamos como base de referência a teoria de aprendizagem de Ausubel, mostrando que a metodologia de ensino usada na SD, pode fortalecer e facilitar uma diferenciação progressiva do aluno, possibilitando que esse venha a ter uma reconciliação integradora.

Nessa perspectiva, almeja-se que o aluno se transforme em um agente ativo do processo de aprendizagem.

3.2 Nota Biográfica sobre David Ausubel

O pesquisador norte-americano David Paul Ausubel, um dos ícones do Cognitivismo, filho de família judia, nasceu no Brooklyn, Nova York, nos Estados Unidos, em 25/10/1918 e morreu em 09/07/2008. Dedicou grande parte de sua vida acadêmica ao estudo da Psicologia Educacional, principalmente no tocante de como a aprendizagem ocorre. Formado em Medicina na Universidade de Middlesex, estagiou em Gouverneur Hospital (Nova York Secretaria Municipal de Hospitais).

Fez o curso pré-médico com especialização em Psicologia na Universidade da Pensilvânia. Recebeu PHD pela Universidade de Columbia em “Psicologia do Desenvolvimento”. Em 1973, após se aposentar da vida acadêmica, dedicou-se integralmente à prática psiquiátrica. Em 1976, recebeu o Prêmio Thorndike, da Associação Americana de Psicologia pela "Ilustres Contribuições Psicológicas à Educação". Em 1994, aposentou-se da vida profissional aos 75 anos para dedicar-se em tempo integral à escrita de quatro livros. Publicou aproximadamente 22 livros e mais de 150 artigos em revistas especializadas.

3.3 A Teoria de David Ausubel

Em 1963, quando Ausubel apresentou sua teoria cognitivista, acreditava-se que a influência do meio sobre o indivíduo prevalecia, pois as ideias behavioristas eram muito presentes na sociedade. Os behavioristas defendiam a concepção de que o conhecimento dos estudantes não era considerado e entendia-se que só aprenderiam se fossem ensinados de forma “mecânica” por alguém.

Contrariando os comportamentalistas, Ausubel propôs que a aprendizagem só ocorre a partir do que o aluno já sabe e a partir disso, deve-se introduzir os novos conhecimentos. Ainda segundo Ausubel, não podemos esquecer o ponto mais importante que é a motivação do aluno em aprender, pois só assim os conteúdos terão significados. Para que a aprendizagem se efetive é preciso promover: a organização e a integração de material na estrutura cognitiva do indivíduo. É necessário, que a nova informação, em alguma medida, faça sentido para o aluno e nesse processo, a

informação deverá interagir e ancorar-se nos conceitos relevantes já existentes na estrutura do discente.

O processo de assimilação, através da interação de significados na estrutura cognitiva do aluno, foi chamado de aprendizagem significativa. De acordo com Moreira (2011), a aprendizagem significativa é aquela que interage de maneira significativa e não-arbitrária com o conhecimento já existente na estrutura cognitiva do aprendiz. Quando o autor cita que a aprendizagem deve ser substantiva, se refere ao fato de que deve ser não ao “pé da letra” (não-literal) e não-arbitrária quer dizer que não é com qualquer ideia prévia apresentada e sim com as que já existem na estrutura cognitiva de que vai receber a informação.

Ainda, citando Moreira (2011, p. 14):

A este conhecimento, específico relevante à nova aprendizagem, o qual pode ser, por exemplo, um símbolo já significativo, um conceito, uma proposição, um modelo mental, uma imagem, David Ausubel (1918 – 2008) chamava de subsunçor ou ideia – âncora.

Entende-se, através da citação de Moreira, que a nova informação para ser absorvida e ter algum significado precisa ancorar - se nos conhecimentos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz e este conhecimento pode ter sido adquirido de várias maneiras, até mesmo de maneira mecânica.

3.3.1 Os Subsunçores

O subsunçor é uma estrutura específica do indivíduo, no qual uma nova informação pode se integrar ao cérebro humano, que é altamente organizado e detentor de uma hierarquia conceitual, que armazena as experiências prévias do aprendiz. O subsunçor pode ter maior ou menor estabilidade cognitiva, pode estar mais ou menos diferenciado, ou seja, mais ou menos elaborado em termos de significados. Contudo, como o processo é interativo, quando serve de ideia-âncora para um novo conhecimento ele próprio se modifica, adquirindo novos significados, corroborando significados já existentes.

Segundo Moreira (2011, p. 14);

O termo subsunçor é o nome que se dá a um conhecimento específico, existente na estrutura de conhecimento do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe apresentado ou por ele descoberto. Tanto por recepção como por descobrimento, a atribuição de significados a novos conhecimentos depende da existência de conhecimentos prévios especificamente relevantes e da interação com eles.

Entende-se sobre a citação de Moreira, que o subsunçor é muito importante para uma aprendizagem significativa. Ainda, conforme Moreira (2011, p. 14), “O subsunçor pode ter maior ou menor estabilidade cognitiva, pode estar mais ou menos diferenciando, ou seja, mais ou menos elaborado em termos de significados”.

É importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não literal e não arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significado para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novas significações ou maior estabilidade cognitiva. Se necessário, podemos usar um organizador prévio: material instrucional introdutório apresentado antes do material a ser aprendido, em si, em nível mais alto de abstração, generalidade e exclusividade; segundo Ausubel (2000), “sua principal função é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que deveria saber, a fim de que o novo conhecimento pudesse ser aprendido significativamente”. Na prática, organizadores prévios funcionam melhor quando explicitam a relação entre novos conhecimentos e aqueles existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. Muitas vezes o aprendiz tem o conhecimento prévio, mas não o relaciona ao que está sendo apresentado.

Devemos levar em consideração o fato que o subsunçor pode ter maior ou menor estabilidade cognitiva, pode estar parcialmente diferenciando, ou seja, relativamente elaborado em termos de significados.

Para Moreira (2011, p. 14):

E importante reiterar que a aprendizagem significativa se caracteriza pela interação entre conhecimentos prévios e conhecimentos novos, e que essa interação é não-literal e não-arbitrária. Nesse processo, os novos conhecimentos adquirem significados para o sujeito e os conhecimentos prévios adquirem novos significados ou maior estabilidade cognitiva.

Compreendemos, sobre a citação de Moreira, que um bom organizador prévio trará uma maior estabilidade cognitiva para o indivíduo, proporcionando uma melhor absorção do novo conhecimento. Os subsunçores organizados proporcionam dois

processos muito importantes: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora.

3.3.2 Diferenciação Progressiva e Reconciliação Integradora

Segundo Moreira (2011, p. 20), “A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor, resultante da sucessiva utilização desses subsunçor para dar significado a novos conhecimentos”.

Este processo de assimilação é importante para organizar e programar o ensino, pois promove uma organização das ideias do estudante, aprofundando aos poucos as novas informações e dando significado aos conteúdos apresentados para o aluno.

Ainda sobre Moreira (2011), a aprendizagem significativa decorre da interação não-arbitrária e não-literal dos novos conhecimentos, sendo os conhecimentos prévios muito importantes no processo de aprendizagem. Com várias interações um dado subsunçor vai progressivamente adquirindo significados, enriquecendo e refinando as novas informações.

Quando o aluno aprende de maneira significativa adquire capacidade de diferenciar progressivamente os novos conteúdos assimilados a fim de perceber as relações entre eles, mas é necessário também proceder à reconciliação integradora. Conforme Moreira:

“A reconciliação integradora, ou integrativa, é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações” (MOREIRA, 2011, p. 22).

Ainda sobre a citação, podemos destacar a importância de uma aprendizagem significativa e dinâmica quando ocorre a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora.

3.3.3 Aprendizagem Significativa X Aprendizagem Mecânica

Segundo Moreira (2011), a escola tradicionalmente foca na aprendizagem mecânica, isto é, na memorização de informação e não na aquisição de conhecimentos relevantes, ou seja, uma educação puramente memorística, boa para

aplicação de provas, entretanto, é momentânea e tem uma curta duração.

De encontro a esta aprendizagem Mecânica (“decoreba”), Ausubel (2000) valoriza os conhecimentos prévios do indivíduo, sendo este o fato que mais influência no processo de aprendizagem, valoriza, do mesmo modo, um bom material de apoio, que o mesmo chamou de material potencialmente significativo e o mais importante: o indivíduo precisa mostrar interesse em querer aprender.

Com estes fatores, as novas informações vão ancorando-se na estrutura cognitiva do aprendiz, dando significado para as novas informações e ocorrendo assim uma Aprendizagem Significativa.

Para Moreira (2011, p. 32):

A passagem da aprendizagem mecânica para a aprendizagem significativa não é natural, ou automática; é uma ilusão pensar que o aluno pode inicialmente aprender de forma mecânica, pois, ao final do processo, a aprendizagem acabará sendo significativa; isso pode ocorrer, mas depende da existência de subsunçores adequados, da predisposição do aluno para aprender, de materiais potencialmente significativos e da mediação do professor; na prática, tais condições muitas vezes não são satisfeitas e o que predomina é a aprendizagem mecânica.

Em vista disso, compreende-se que a Aprendizagem Mecânica é muito importante para obter uma Aprendizagem Significativa, pois serve de apoio para reforçar as subsunções já existentes na estrutura cognitiva do indivíduo.

3.4 Unidade de Ensino Potencialmente Significativa - UEPS

Moreira (2011) propõe a criação de uma Sequência Didática de ensino, que valorize os conhecimentos prévios do indivíduo, pois segundo Ausubel (2003) o fator que mais importa num processo de aprendizagem é o que o indivíduo já sabe. A esta proposta de Sequência Didática Moreira (2011) chamou de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), que tem como objetivo promover uma diferenciação progressiva, capacitar e internalizar as informações de maneira organizada, progressiva, de modo que durante o processo, consiga fazer uma Reconciliação Integradora.

Ainda, segundo Moreira (2011), a criação de uma UEPS passa por oito etapas e por alguns princípios, que valorizam os conhecimentos prévios do indivíduo, a Diferenciação Progressiva e a Reconciliação Integradora.

Aprendizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review – V1(2), pp. 44 - 46, 2011, define os princípios de uma UEPS de Moreira (2011) como:

- O conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem significativa (Ausubel);
- Pensamentos, sentimentos e ações estão integrados no ser que aprende; essa integração é positiva, construtiva, quando a aprendizagem é significativa (Novak);
- É o aluno quem decide se quer aprender significativamente determinado conhecimento (Ausubel; Gowin);
- Organizadores prévios mostram a relacionabilidade entre novos conhecimentos e conhecimentos prévios;
- São as situações-problema que dão sentido a novos conhecimentos (Vergnaud); elas devem ser criadas para despertar a intencionalidade do aluno para a aprendizagem significativa;
- Situações-problemas podem funcionar como organizadores prévios;
- As situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade (Vergnaud);
- Frente a uma nova situação, o primeiro passo para resolvê-la é construir, na memória de trabalho, um modelo mental funcional, que é um análogo estrutural dessa situação (Johnson-Laird);
- A diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação devem ser levadas em conta na organização do ensino (Ausubel);
 - a avaliação da aprendizagem significativa deve ser feita em termos de buscas de evidências; a aprendizagem significativa é progressiva;
- O papel do professor é o de provedor de situações-problema, cuidadosamente selecionadas, de organizador do ensino e mediador da captação de significados de parte do aluno (Vergnaud; Gowin);
- A interação social e a linguagem são fundamentais para a captação de significados (Vygotsky; Gowin);
- Um episódio de ensino envolve uma relação triádica entre aluno, docente e materiais educativos, cujo objetivo é levar o aluno a captar e compartilhar significados que são aceitos no contexto da matéria de ensino (Gowin);
- Essa relação poderá ser quadrática na medida em que o computador não for usado apenas como material educativo;
- A aprendizagem deve ser significativa e crítica, não mecânica (Moreira);
- A aprendizagem significativa crítica é estimulada pela busca de respostas (questionamento) ao invés da memorização de respostas conhecidas, pelo uso da diversidade de materiais e estratégias instrucionais, pelo abandono da narrativa em favor de um ensino centrado no aluno (Moreira).

Para isso, os conceitos científicos deverão ser abordados de maneira ordenada e linear ao logo do percurso didático – pedagógico, para que, ao final da atividade os novos conceitos tenham se internalizado de maneira ordenada e crítica pela diferenciação progressiva e conseqüentemente, ocorrendo durante as etapas reconciliação integrativa.

Aprendizagem Significativa em Revista/*Meaningful Learning Review* – V1(2), pp. 43 - 46, 2011. Definem, ainda, as oito etapas de uma UEPS de Moreira (2011), sendo:

1. Definir o tópico específico a ser abordado, identificando seus aspectos declarativos e procedimentais tais como aceitos no contexto da matéria de ensino na qual se insere esse tópico;
2. Criar/propor situação(ões) – discussão, questionário, mapa conceitual, mapa mental, situação-problema, etc. – que leve(m) o aluno a externalizar seu conhecimento prévio, aceito ou não-aceito no contexto da matéria de ensino, supostamente relevante para a aprendizagem significativa do tópico (objetivo) em pauta;
3. Propor situações-problema, em nível bem introdutório, levando em conta o conhecimento prévio do aluno, que preparem o terreno para a introdução do conhecimento (declarativo ou procedimental) que se pretende ensinar; estas situações-problema podem envolver, desde já, o tópico em pauta, mas não para começar a ensiná-lo; tais situações-problema podem funcionar como organizador prévio; são as situações que dão sentido aos novos conhecimentos, mas, para isso, o aluno deve percebê-las como problemas e deve ser capaz de modelá-las mentalmente; modelos mentais são funcionais para o aprendiz e resultam da percepção e de conhecimentos prévios (invariantes operatórios); estas situações-problema iniciais podem ser propostas através de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas do cotidiano, representações veiculadas pela mídia, problemas clássicos da matéria de ensino, etc., mas sempre de modo acessível e problemático, i.e., não como exercício de aplicação rotineira de algum algoritmo;
4. Uma vez trabalhadas as situações iniciais, apresentar o conhecimento a ser ensinado/aprendido, levando em conta a diferenciação progressiva, i.e., começando com aspectos mais gerais, inclusivos, dando uma visão inicial do todo, do que é mais importante na unidade de ensino, mas logo exemplificando, abordando aspectos específicos; a estratégia de ensino pode ser, por exemplo, uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo;
5. Em continuidade, retomar os aspectos mais gerais, estruturantes (i.e., aquilo que efetivamente se pretende ensinar), do conteúdo da unidade de ensino, em nova apresentação (que pode ser através de outra breve exposição oral, de um recurso computacional, de um texto, etc.), porém em nível mais alto de complexidade em relação à primeira apresentação; as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade; dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e exemplos já trabalhados, ou seja, promover a reconciliação integradora; após esta segunda apresentação, propor alguma

outra atividade colaborativa que leve os alunos a interagir socialmente, negociando significados, tendo o professor como mediador; esta atividade pode ser a resolução de problemas, a construção de um mapa conceitual ou um diagrama V, um experimento de laboratório, um pequeno projeto, etc., mas deve, necessariamente, envolver negociação de significados e mediação docente;

6. Concluindo a unidade, dar seguimento ao processo de diferenciação progressiva retomando as características mais relevantes do conteúdo em questão, porém de uma perspectiva integradora, ou seja, buscando a reconciliação integrativa; isso deve ser feito através de nova apresentação dos significados que pode ser, outra vez, uma breve exposição oral, a leitura de um texto, o uso de um recurso computacional, um audiovisual, etc.; o importante não é a estratégia, em si, mas o modo de trabalhar o conteúdo da unidade; após esta terceira apresentação, novas situações-problema devem ser propostas e trabalhadas em níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores; essas situações devem ser resolvidas em atividades colaborativas e depois apresentadas e/ou discutidas em grande grupo, sempre com a mediação do docente;

7. Na avaliação da aprendizagem através da UEPS deve ser feita ao longo de sua implementação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado; além disso, deve haver uma avaliação somativa individual após o sexto passo, na qual deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidenciem captação de significados e, idealmente, alguma capacidade de transferência; tais questões/situações deverão ser previamente validadas 5 por professores experientes na matéria de ensino; a avaliação do desempenho do aluno na UEPS deverá estar baseada, em pé de igualdade, tanto na avaliação formativa (situações, tarefas resolvidas colaborativamente, registros do professor) como na avaliação somativa;

8. A UEPS somente será considerada exitosa se a avaliação do desempenho dos alunos fornecer evidências de aprendizagem significativa (captação de significados, compreensão, capacidade de explicar, de aplicar o conhecimento para resolver situações-problema). A aprendizagem significativa é progressiva, o domínio de um campo conceitual é progressivo; por isso, a ênfase em evidências, não em comportamentos finais.

Entende – se que, se o professor seguir as etapas propostas por Moreira (2011) ficará muito mais fácil verificar se houve uma Aprendizagem Significativa.

3.4.1 Construção da UEPS sobre Fissão e Fusão Nucleares.

Mostraremos a seguir as etapas da UEPS, usadas na construção da SD, com principal enfoque no conceito de Física Nuclear, sendo elaboradas de acordo com as etapas propostas por Moreira (2011).

1º Passo – Definir o tópico específico a ser abordado.

Tópicos: Estrutura Atômica, Modelo atômico, Radioatividade, Fissão e Fusão Nucleares.

2º Passo – Criar/propor situações que levem os alunos a externalizarem seus Conhecimentos prévios.

Foi entregue para os alunos uma atividade avaliativa com as seguintes questões: a) O que é um átomo? Quais as partes que o constituem? Faça um desenho representando um átomo. b) Por que não ocorre atração entre os elétrons e os prótons do mesmo átomo? c) - Qual (is) a (s) cargas do elétron, próton e do nêutron?

3º Passo – Propor situações-problema em nível introdutório que levem em conta o conhecimento prévio do aluno.

Com o uso da Sala de Aula Invertida e do EsM, os alunos receberam várias Tarefas de Leitura e com as dúvidas apresentadas, antes da aula seguinte, foram feitas as questões da IpC.

4º Passo – Aprofundando o conhecimento.

Foi entregue aos alunos como Tarefas de Leitura material potencialmente significativo e vídeo aulas que aumentavam gradativamente o nível de conhecimento.

5º Passo – Nova situação–problema.

Uso da Aula Experimental e de Simuladores Computacionais.

6º Passo – Diferenciação progressiva, através do diálogo e da apresentação de algumas situações.

A SD tinha como objetivo abordar os temas Fissão e Fusão Nucleares, usando um pré-teste que perguntava sobre o átomo, começamos verificando os conhecimentos prévios dos alunos.

No final da primeira aula, fornecemos um material de leitura sobre estrutura atômica e no início da segunda aula discutimos em grupo sobre o material de leitura no intuito de enriquecer o subsunçor dos alunos. Para aula seguinte, fornecemos outro material potencialmente significativo, agora sobre o Modelo Padrão das Partículas. No início da terceira aula, novamente, discutimos e repetimos todo processo da segunda aula. Ao final da aula, foi entregue o terceiro material de leitura sobre modelos atômicos aos alunos. No início da quarta aula, discutimos novamente sobre a tarefa de leitura da aula anterior.

A quarta tarefa de leitura foi sobre Radioatividade, para fortalecer e deixar mais claro o novo conceito que estava sendo apresentado. Os alunos fizeram uma aula experimental, reproduzindo na prática a teoria. Para aula seguinte, usamos vídeo aulas como material potencialmente significativo e introduzimos os conceitos de Fissão e Fusão Nucleares e fechando a SD, cada grupo apresentou um seminário sobre os temas estudados relacionando-os aos conceitos sociais e históricos. Com as discussões individuais ou em grupo, verificamos indícios que houve uma diferenciação progressiva dos conteúdos apresentados.

7º Passo – Avaliação Somativa ao longo de sua aplicação, registrando tudo que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa.

Uso das anotações no diário de bordo, atividades avaliativas durante todo processo e uma prova tradicional no final da SD.

8º Passo – Avaliação da UEPS

No questionário de opinião apresentado no final da SD, 95% dos alunos aprovaram a nova metodologia e com a análise dos dados verificamos que houve indício de uma Aprendizagem Significativa.

3.5 Metodologias Ativas

3.5.1 Sala de Aula Invertida

A sala de aula invertida é uma metodologia em que os alunos estudam os conceitos em casa e vêm para as aulas com dúvidas para serem sanadas pelos professores. Por isso, a expressão invertida, pois é o aluno que explora em casa o conteúdo, compartilhando em sala suas dúvidas e questionamentos. Essa metodologia tem como objetivo promover aulas mais dinâmicas, uma vez que o modelo tradicional de exposição é cansativo e não propicia a participação protagonista do aluno. Segundo Jonatham Bergmanne, Aaron Sams “O conceito da metodologia é que, o que antes era feito na sala de aula do modelo tradicional, agora é executado em casa enquanto as atividades que eram realizadas sozinhas pelos alunos como tarefa de casa, agora são executadas em sala de aula” (BERGMANN; SAMS, 2016, p. 11). A sala invertida, portanto, é uma metodologia inovadora, posto que o aluno

desenvolve autonomia diante dos conteúdos e passa a ser também responsável por seu aprendizado.

De certa forma, A Sala de Aula Invertida (termo em português para *flipped classroom*) é uma metodologia que chegou ao Ensino Médio com o intuito de atender às necessidades de alunos, mas também de professores.

Alguns pontos em destaque para a inversão da sala de aula, segundo (BERGMANN; SAMS, 2016, p. 17 - 30) são:

- Ajuda os estudantes ocupados.
- Ajuda os estudantes que enfrentam dificuldades.
- Ajuda alunos com diferentes habilidades a se superarem.
- Cria condições para que os alunos pausem e rebobinem o professor.
- Intensifica a interação aluno – professor.
- Possibilita que os professores conheçam melhor seus alunos.
- Aumenta a interação aluno-aluno.
- Permite a verdadeira diferenciação.
- Muda o gerenciamento da sala de aula.
- Educa os pais.
- Torna a aula mais transparente.
- É uma ótima ferramenta na ausência de professores.

Os motivos acima são suficientes para a utilização da metodologia na SD, pois potencializa os conteúdos, facilitando a ocorrência da Aprendizagem Significativa.

3.5.2 Peer Instruction - A Instrução por Colegas (IpC)

No Brasil, as metodologias ativas EsM e IpC não são muito usadas já que não são amplamente conhecidas pela maioria dos professores, segundo (ARAUJO; MAZUR, 2013, p. 365). A integração entre métodos pode ser encontrada em estudos realizados por Araújo e MAZUR (2013) que, embora não tenham feito relação ao modelo de sala de aula invertida, apresentam proposta que consiste em incentivar a adoção de um modelo que valorize o tempo em sala de aula, destinando-o para a aprendizagem ativa de conteúdo, em vez de usar o tempo em aula para transmitir informações presentes nos livros-textos.

Esses autores realizaram estudo combinando dois métodos ativos de ensino: Peer Instruction e Just-inTime Teaching, que na tradução livre de (ARAUJO; MAZUR, 2013), significam, respectivamente, Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida.

Peer Instruction ou Instrução pelos Colegas foi proposto por Eric Mazur, da Universidade de Harvard (EUA), no início da década de 1990, mais precisamente no ano de 1991, foi introduzido em uma disciplina de Física Básica nessa mesma universidade e se difundiu rapidamente pelo mundo, em especial nos Estados Unidos, Canadá e Austrália, com o objetivo tanto de engajar os estudantes como de levantar dificuldades a respeito dos conteúdos de aula (ARAUJO; MAZUR, 2013).

Esta metodologia ativa permite que os estudantes assumam posturas ativas em relação a seu processo de ensino-aprendizagem. A Instrução por Colegas é uma metodologia ativa de aprendizagem caracterizada no estudo prévio de materiais disponibilizados pelo professor e apresentação de questões conceituais, em sala de aula e a aprendizagem por meio de debates entre os alunos. As aulas presenciais seguem o seguinte roteiro proposto por (ARAUJO; MAZUR, 2013):

- 1 - Dez a quinze minutos de explanação pelo professor;
- 2 - Dois a quatro minutos para os alunos responderem, individualmente, um teste conceitual (Concep Test) de múltipla escolha (as respostas são computadas por sistemas simples de cartelas levantadas pelos alunos ou por sistemas eletrônicos específicos para isso, como clickers);
- 3 - Se menos de 30% dos alunos acertam o teste conceitual, o professor revisa os conceitos explanados e os alunos repetem o teste;
- 4 - Se entre 30% e 70% dos alunos acertam o teste conceitual, eles têm mais três minutos para, em grupos pequenos, tentar convencer uns aos outros (instrução pelos colegas) sobre a resposta certa, enquanto o professor caminha entre os grupos observando e incentivando a discussão e, após, os alunos repetem o teste;
- 5 - Se mais de 70% dos alunos acertam o teste conceitual, o professor comenta cada uma das opções do teste, usando novos testes se necessário ou partindo para um novo tópico.

Pesquisas recentes de OLIVEIRA (2012); MÜLLER (2013) e ARAUJO; MAZUR (2013) apontam que, após a discussão entre os grupos de colegas, as respostas dadas pelos alunos geralmente convergem para a opção correta, pois os argumentos corretos normalmente convencem os mais equivocados. Pesquisas semelhantes também apontam que o uso do EsM, em conjunto com a IpC, pode tornar a aprendizagem mais expressiva e eficaz.

3.5.3 Just-inTime Teaching - Ensino sob Medida

O método Ensino sob Medida valoriza o conhecimento prévio do aluno. Partindo das dificuldades apresentadas pela turma, o professor planeja suas aulas. Este método também adota os estudos e leituras prévias como materiais potencialmente significativos. Esse método é subdividido em três etapas: tarefa de leitura sobre os conteúdos a serem discutidos; discussão em sala de aula sobre as tarefas de leitura e atividade em grupo envolvendo os conceitos trabalhados nas tarefas de leitura e na discussão em sala de aula.

Just-in-Time Teaching ou Ensino sob Medida, segundo Araújo e MAZUR (2013), é um método desenvolvido por Gregor Novak e colaboradores, em 1999, que consiste em ajustar a aula às necessidades dos alunos, diagnosticadas por meio de leitura às respostas dos alunos sobre determinado conteúdo um pouco antes da aula (NOVAK et al., 1999). Segundo ARAUJO; MAZUR (2013), apesar de não ser tão conhecido o EsM, tem se mostrado como ótima opção para se considerar o conhecimento prévio dos alunos e para formar o hábito de estudo antes da aula.

O desenvolvimento desse método se dá por meio de tarefas preparatórias antes da aula, tendo como foco principal possibilitar que o professor planeje as aulas com base nos conhecimentos e dificuldades dos alunos, manifestadas por meio das respostas fornecidas em atividades de leitura prévia aos encontros presenciais (ARAUJO; MAZUR, 2013, p. 371). Etapas do desenvolvimento do método:

1. Exercício de aquecimento que se constitui de uma etapa prévia à aula, na qual o professor pede que os alunos leiam materiais de apoio, Tarefas de Leitura (TL) ARAUJO; MAZUR, (2013), e respondam eletronicamente (via e-mail ou postagens no Moodle) questões conceituais em tempo para que, a partir das respostas, o professor prepare as atividades de aula. O objetivo é introduzir o conteúdo a ser trabalhado e

estimular o pensamento crítico (NOVAK *et al.*1999) e (ARAUJO; MAZUR, 2013).

2. Discussões em aula sobre Tarefas de Leitura (TL): as respostas servem como base para que o professor elabore aulas sob medida para seus alunos e prepare explicações e atividades direcionadas à superação das dificuldades apresentadas. O professor reapresenta as questões e pode transcrever algumas respostas, mantendo o anonimato do aluno, a fim de evitar constrangimentos.

3. Atividades em grupo envolvendo os conceitos trabalhados nas TL e na discussão em aula: a chave para promover o engajamento dos estudantes durante a aula é que haja mudança nas atividades que realizam exposições orais curtas, intercaladas com outras atividades individuais ou colaborativas, exercícios de fixação, trabalhos em laboratórios etc. Isso permite que o aluno renove sua atenção a cada mudança e que também pratique o uso de novos conceitos estudados. Após as aulas, os alunos podem receber outros tipos de questões para responder eletronicamente, denominadas Puzzles (quebra-cabeças), relacionadas ao conteúdo trabalhado em aula, mas que apresentam uma questão intrigante que envolva um contexto diferente, assim, o professor poderá avaliar se o aluno está sendo capaz de transformar o conhecimento para nova situação (NOVAK *et al.* 1999; ARAUJO; MAZUR, 2013).

CAPÍTULO 4

4.1 O átomo

O átomo é o nome que se dá ao criador ou formador da matéria (tudo que tem massa e ocupa um lugar no espaço) que conhecemos e é, também, uma temática abordada por vários pensadores.

Demócrito e Leucipo, filósofos os quais viveram entre 546 e 460 a.c, acreditavam na ideia de que tudo o que vemos em nossa volta é formado por átomos indivisíveis. Posteriormente experimentos físicos, químicos e aspectos matemáticos comprovados cientificamente mostraram, porém, que o átomo não é indivisível, havendo, pois, a existência de partículas subatômicas como os pósitrons, os quarks, os neutrinos e os mésons.

A composição do átomo é formada por um núcleo - cuja região é muito pequena, mas bastante densa, na qual encontramos os prótons e os nêutrons -, e pela eletrosfera ou nível de energia, região que envolve o núcleo e que abriga subníveis orbitais e elétrons.

Segundo (HALLIDAY, 1995, p.199 - 201),

” Os átomos se reúnem sistematicamente, a existência da tabela periódica dos elementos, com as suas notáveis sequencias de propriedades químicas e físicas que se repetem periodicamente, é um forte indicio de que os átomos dos elementos são constituídos de um modo sistemático”.

Ainda sobre a citação podemos citar como exemplo a energia de ionização dos elementos (sendo, o trabalho necessário para retirar um elétron de um átomo neutro).

Outro ponto destacado por (HALLIDAY 1995, p. 200), “é que o átomo tem como características emitir e absorver luz em frequências bem definidas”. Os átomos existem em determinado estado quântico e cada estado possui sua energia característica.

Assim sendo, o interesse do presente trabalho corresponde ao estudo das subpartículas fundamentais as quais condizem aos prótons, elétrons e nêutrons, bem como as interações existentes entre eles. Estrutura de um Átomo:

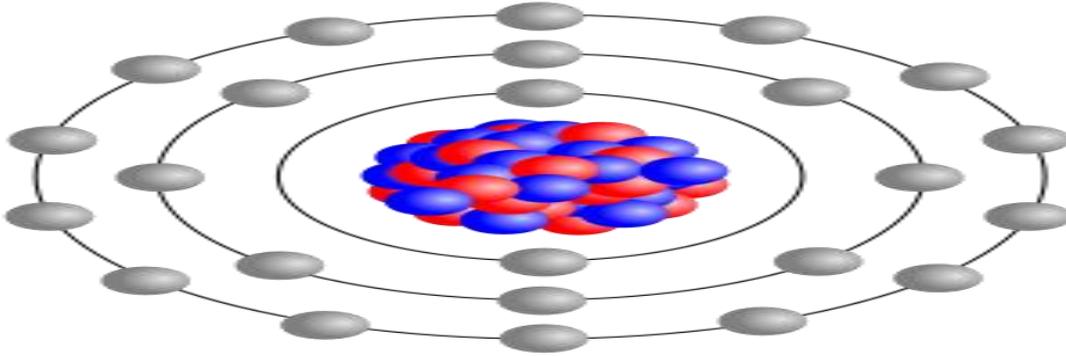


Figura 1: Modelo de um átomo.

(Fonte: https://pt.wikibooks.org/wiki/Qu%C3%ADmica_inorg%C3%A2nica/Introdu%C3%A7%C3%A3o/Estrutura_do_%C3%A1tomo)

Os átomos são compostos, pelo menos de um próton e um elétron, podendo apresentar ou não nêutrons. Um exemplo de elemento que não possui nêutron seria o hidrogênio o qual possui somente um elétron girando em torno do núcleo.

Os elétrons são partículas de massa muito pequena, (aproximadamente 1800 vezes menor que o próton) cerca de 9.10^{-28}g e carga negativa de: $-1,6. 10^{-19}\text{C}$. O próton, por sua vez, possui carga positiva em módulo igual à do elétron e se encontra no núcleo junto com o nêutron que não possui carga.

Essa subpartícula, contudo, apresenta massa muito parecida com a do próton e juntos perfazem 99,9% de toda a massa do átomo sendo dispostos estrategicamente no núcleo de modo a estabilizá-lo, sabendo que dois prótons se repelem mutuamente, portanto a não adição de um nêutron (pelo princípio da fissão nuclear) causaria instabilidade elétrica e o átomo se romperia.

4.2 A Radioatividade

A origem do estudo da Radioatividade foi no século XIX, com o físico francês Becquerel (1852-1908), que observou que o urânio possuía a capacidade de sensibilizar um filme fotográfico, mesmo coberto por uma fina lâmina de metal.

Ao verificar que alguns elementos tinham a capacidade de emitir energia sob forma de partículas ou radiação eletromagnética, Maria Curie (1867-1934) comprovou que a radioatividade era um fenômeno atômico e a intensidade da radiação era proporcional à quantidade do elemento (urânio) empregado na amostra.

A radioatividade geralmente provém fisicamente de isótopos instáveis e radioativos, como urânio - 235, cério - 137, cobalto - 60, tório - 232. Tais isótopos liberam energia através das ondas eletromagnéticas ou partículas em alta velocidade.

No núcleo pode ocorrer a desintegração e a emissão de três tipos: radiação alfa, radiação beta e radiação gama.

Ao submeter tais radiações a um campo magnético elas se separam. Os raios alfas (partículas positivas) se direcionam para um lado e o beta (partículas negativas) para o outro e a radiação gama possui alta frequência e em razão da enorme energia não sofrem desvios e possuem uma capacidade de penetração profunda na matéria. A radiação gama não sofre desvio, pois não são partículas eletrizadas e sim radiações eletromagnéticas. Causa danos a células animais, fato que a torna muito perigosa numa explosão de uma bomba atômica.

Já na radiação alfa, o raio tem uma carga elétrica positiva. Sendo formado por dois prótons e dois nêutrons. Os raios alfas são emitidos com alta energia, mas perdem rapidamente essa energia quando passam através da matéria, por exemplo, entre uma ou duas folhas de papel.

Na radiação alfa, o núcleo perde dois prótons e dois nêutrons na emissão da partícula, transformando-se em outro elemento químico. Por exemplo, a radiação alfa ocorre no U238 um isótopo do urânio que tem 92 prótons e 146 nêutrons. Após a perda de uma partícula alfa, o núcleo passa ter 90 prótons e 144 nêutrons. O átomo com número atômico 90 não é mais o urânio e sim o tório.

Na radiação beta, os núcleos radioativos emitem elétrons (carga negativa). As partículas betas se propagam com velocidade quase igual à da luz e algumas podem penetrar mais de um cm de madeira.

Existem duas formas de decaimento beta, β^- e β^+ . No decaimento β^- , um nêutron é convertido num próton com emissão de um elétron e de um antineutrino de elétron (anti partícula do neutrino):

No decaimento β^+ , um próton é convertido num nêutron, com a emissão de um pósitron, e de um neutrino de elétron: O raio gama não tem carga elétrica semelhante ao raios-X, mas normalmente tem um comprimento de onda mais curto. Esses raios são fótons (partículas de radiação eletromagnética) e se propagam com a velocidade da luz. E são muito mais penetrantes do que as partículas alfa e beta.

A radiação gama pode ocorrer de diversas maneiras. Em um processo, a partícula alfa ou beta emitida por um núcleo não transporta toda a energia disponível. Depois da emissão, o núcleo tem mais energia do que em seu estado mais estável. Ele se livra do excesso emitindo raios gama. Nenhuma transmutação se verifica pelos raios gama.

Cada tipo de radiação interage de maneira diferente com a matéria sobre a qual incide. Sendo inversamente proporcional a relação entre a densidade de ionização e a capacidade de penetração da radiação. Segundo (VÁLIO *et al*, 2013, p. 259),” a partícula alfa, por exemplo, penetra pouco mais de 1,5 cm no ar, porém a transferência de energia é muito grande”.

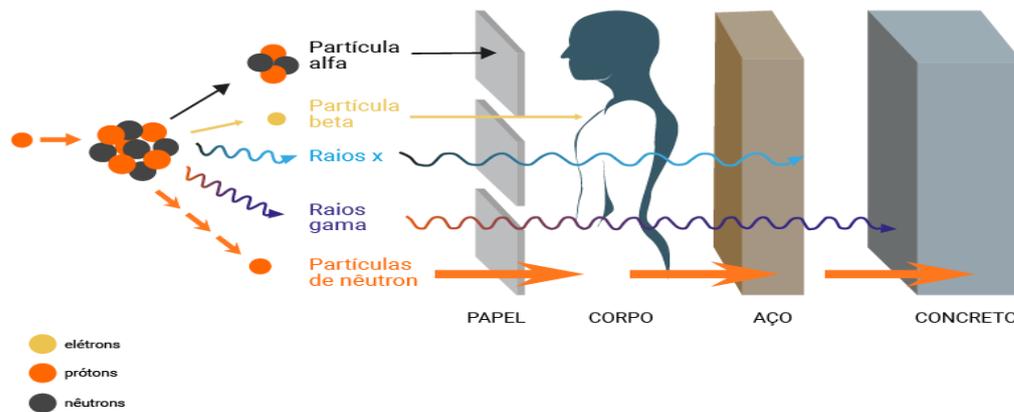


Figura 2: Radiações Alfa, Beta e Gama.

(Fonte: <https://radioprotecaoapratca.com.br/radiacao-entenda-de-uma-vez-por-todas/>)

No quadro a seguir mostraremos o comparativo entre as partículas alfa, beta e gama. Sendo a radiação alfa menos penetrante que não atravessa uma folha de papel no ar, já a radiação beta atravessa uma folha de papel mas não atravessa o aço e a radiação gama é muito penetrante sendo necessário alguns centímetros de concreto ou chumbo para bloqueá-la.

Quadro 2: Análise comparativa entre as partículas radioativas

Radiação	Alfa	Beta	Gama
Danos ao ser humano	Pequenos: São detidos pela camada de células mortas da pele, podendo no máximo causar queimaduras	Médio: Podem penetrar até 2 cm e ionizar moléculas gerando radicais livres.	Alto: Pode atravessar completamente o corpo humano, causando danos irreparáveis como alteração na estrutura do DNA.
Velocidade	5% da velocidade da luz	95% da velocidade da luz	Igual a velocidade da luz
Poder de Penetração	Pequeno: Uma folha de papel pode deter	Médio: É 50 a 100 vezes mais penetrantes que a Alfa e são detidas por uma placa de chumbo de 2mm.	Alto: Os raios Gamas são mais penetrantes que os raios X e são detidos por uma chapa de chumbo de 5 cm.

(Fonte: Bardine, s/d)

Não podemos deixar de destacar que apenas os raios alfa e beta possuem carga elétrica, os raios gama não possuem carga. E com o devido conhecimento, as radiações podem ser usadas e se tornarem úteis, principalmente, na medicina em tratamento de tumores cancerígenos.

4.3 Energia

A origem grega da palavra energia: en, “em” e érgon, “trabalho, ação”. Embora a Física ainda não tenha uma definição clara de **energia**, podemos relacionar com a capacidade de realizar **trabalho**, entenda como trabalho uma ação ou movimento que modifica determinado sistema.

A energia é “vida” e está presente em todas as situações cotidianas, tendo o Sol um papel importante em todo processo. Por exemplo segundo a coleção “Ser Protagonista”, as marés, que são usadas em alguns países para produção de energia, são geradas por vários fatores, entre eles a influência gravitacional do Sol e da Lua sobre as águas oceânicas. Os biocombustíveis, como o álcool da cana de açúcar, existem graças a fotossíntese que as plantas realizam em presença da luz solar. As chuvas – que mantêm o fluxo dos rios e permitem o funcionamento dos moinhos de água e de usinas hidrelétricas – decorrem da evaporação de grandes massas de

água, em decorrência do aquecimento pelo Sol. Os combustíveis fósseis, como o carvão e o petróleo, têm sua origem na matéria orgânica, que direta ou indiretamente, dependeram da fotossíntese, portanto do Sol.

Enfim, podemos afirmar que grande parte da energia que move todas as coisas na Terra provém, direta ou indiretamente, do Sol.

4.4 A energia solar e a obtenção de energia elétrica

No interior do Sol, o elemento químico hidrogênio, encontrado em abundância, é submetido continuamente à fusão nuclear, sendo transformado em hélio e liberando imensa quantidade de energia. Segundo Válio, *et. al*, (2013, p. 206), estima – se que o Sol irradie uma potência de ordem de 390 septilhões de watts (ou 390×10^{21} w), em todas as direções do espaço. Apenas uma quantidade de energia pequena consegue chegar à Terra. E se fosse possível converter toda a energia solar em elétrica, toda a demanda mundial por esse tipo de energia seria suprida por longo período de tempo. Cálculos apontam que a energia solar recebida na Terra a cada ano equivale a cerca de 10 mil vezes o consumo mundial de energia elétrica”. Ainda citando a coleção VALIO, (2013);

Nem toda a energia solar, porém, está ao alcance da humanidade. A radiação solar que atinge as altas camadas da atmosfera, em direção perpendicular, tem intensidade de 1370 W/m^2 . Uma parte dessa energia é refletida para o espaço, outra parte absorvida, e a parte que finalmente chega à superfície, em regiões intertropicais, tem intensidade próxima de 1 W/m^2 . Como média diária anual, o valor aproximado é 200 W/m^2 . Válio, *et. al*, 2013, p. 206.

Ainda sobre a citação, podemos concluir que grande parte da energia solar não é aproveitada, se conseguíssemos utilizar e aproveitar esta fonte de energia, grande parte do problema energético do planeta seria resolvido.

4.5 Usinas Nucleares

A principal finalidade de uma usina que funciona com reatores de fissão nuclear é a utilização, de uma forma segura e controlada, da energia liberada nas fissões para a produção de energia elétrica. A liberação da energia térmica que aquece o líquido que geram vapor a alta pressão é induzida, na termelétrica, por um processo de combustão (reação química), enquanto nas usinas nucleares depende de um

processo de fissão nuclear.

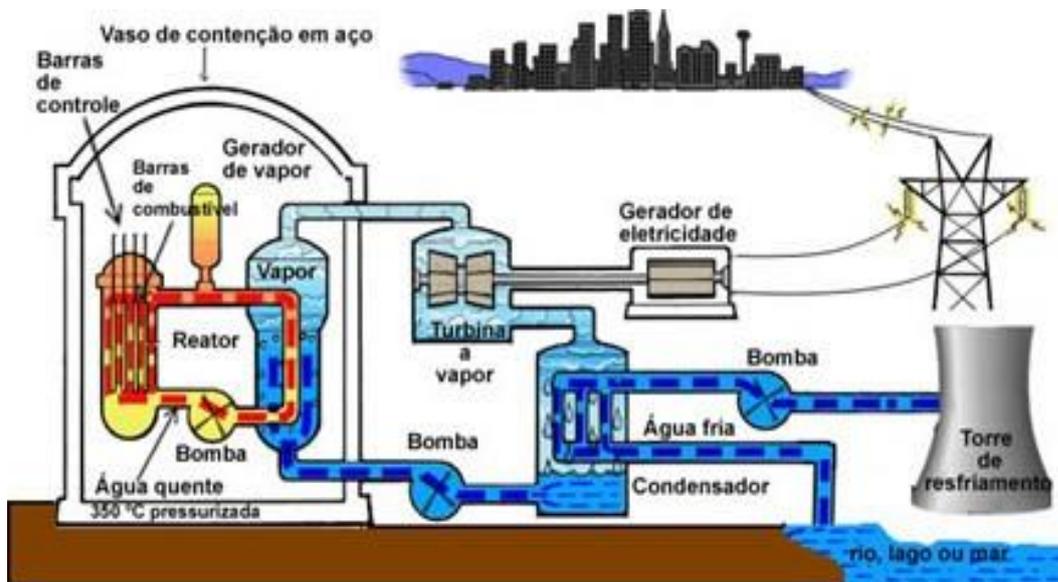


Figura 3: Usina nuclear.
(Fonte: Google Imagens)

As barras de combustível nuclear (urânio ou plutônio), dentro do núcleo do reator, são bombardeadas com nêutrons, dando início a fissão nuclear.

4.6 Fissão nuclear

A fissão nuclear foi observada pela primeira vez em 1938 por Otto Hann (1879 - 1968), Lise Meitner (1878 - 1968), entre outros colaboradores, que bombardearam urânio com nêutrons, obtendo, como produtos de reação, dois novos elementos com massas intermediárias, o bário e o lantânio e liberando cerca de 208 MeV de energia ($E = m \times c^2$) confirmam a teoria de Einsten, (BARRETO FILHO; XAVIER, 2016, p.231).

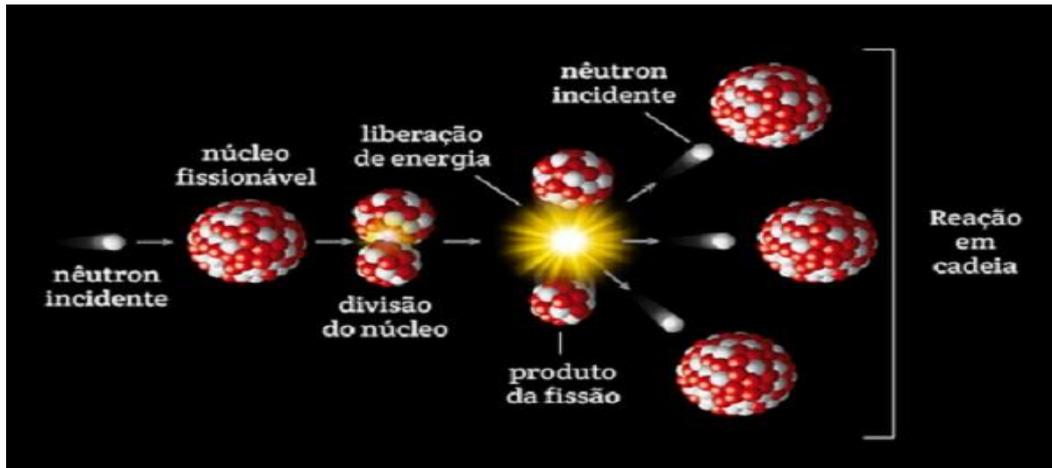


Figura 4: Reação de fissão nuclear.
(Fonte: Google Imagens)

O processo de fissão consiste na liberação de energia pela divisão do núcleo original estável em núcleos menores, através do bombardeamento de partículas como nêutrons. É considerada uma forma de transmutação nuclear, pois seus fragmentos se modificam e ficam diferentes do isótopo que os gerou, além de ser exotérmica e liberar enorme quantidade de energia.

HALLIDAY (1995),” relata que para ter utilização em grande escala da energia liberada na fissão, é preciso que um evento de fissão dispare um outro, de modo que o processo possa se espalhar por todo núcleo”. Ainda sobre a citação, podemos concluir que a liberação de nêutrons no processo de fissão funciona como um gatilho para reação em cadeia no núcleo, além de liberar uma enorme quantidade de energia.

4.6.1 O problema do vazamento de Nêutron

Os nêutrons da fissão podem escapar do reator e perder-se para fins de reação em cadeia. E segundo mencionado no livro do “(HALLIDAY,1995, p. 281),” A fuga é um efeito de superfície, e a magnitude é proporcional ao quadrado de uma dimensão típica do reator (= $6 a^2$ no caso de cubo)”.

4.7 Fusão nuclear

A fusão nuclear é uma reação nuclear em cadeia em que núcleos leves se fundem para formar núcleos mais pesados, ocorrendo grande liberação de energia. Em 1938, o físico Hans Albrecht (1906 - 2005), Prêmio Nobel de Física de 1967 pelas contribuições à teoria das reações nucleares, desenvolveu uma teoria mostrando que

a energia liberada pelas estrelas provém de reações de fusões nucleares (GUIMARÃES, 2013, p. 248).

O processo de fusão é muito difícil de reproduzir, pois para vencer a força de repulsão entre os núcleos até uma distância em que a força nuclear forte passe a atraí-los, é necessário submeter os núcleos leves a condições de alta temperatura e alta pressão por um bom intervalo de tempo que seja suficiente para que a reação ocorra. Para atingir temperatura e pressão tão elevadas e mantê-las durante a reação depende-se de muita energia. (VÁLIO, 2013, p. 259). Ainda sobre a citação podemos destacar o Sol como um cenário ideal para ocorrer a fusão, pois tem alta temperatura e uma alta pressão.

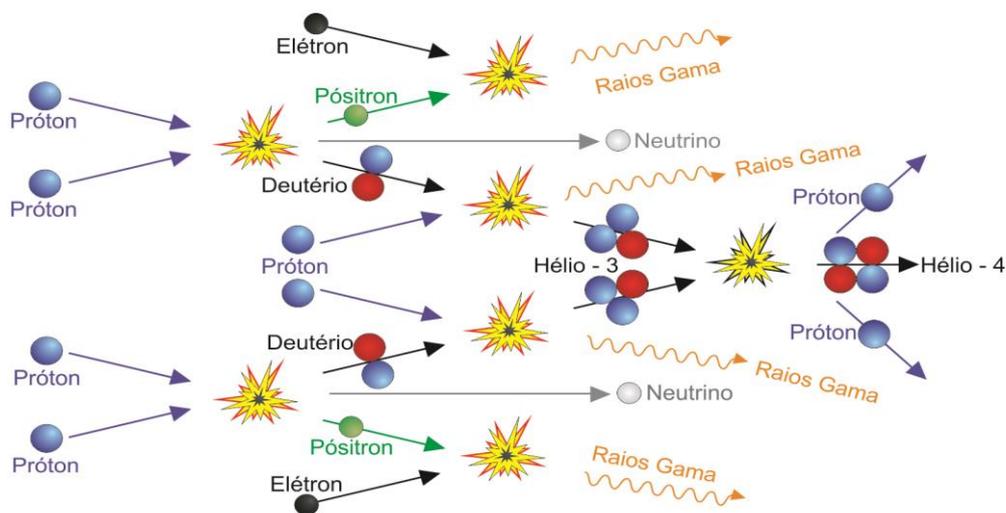


Figura 5: Reação de fusão nuclear.
(Fonte: Google Imagens)

O exemplo mais comum da fusão nuclear é o que ocorre no Sol. No interior desta estrela, quatro átomos de hidrogênio se fundem para formar um átomo de hélio. (BARRETO FILHO, 2016, p. 231). O núcleo do átomo de hélio tem massa menor do que a soma dos quatro átomos de hidrogênio, isso mostra que na reação houve redução de massa, que foi transformada em energia.

4.8 A energia nuclear no Brasil

No final dos anos 1960 e começo dos anos 1970, o governo brasileiro planejava construir três usinas nucleares, que deveriam entrar em funcionamento no final da década de 1970. Um acordo firmado entre o governo brasileiro, ainda durante o regime

militar, e o governo da antiga Alemanha Ocidental permitiria a compra de equipamentos e a transferência de tecnologia para que o Brasil pudesse se tornar posteriormente autônomo nessa área.

Segundo a coleção “Ser Protagonista” a justificativa para um acordo nuclear;

“Baseava-se na urgência de ter uma fonte de energia alternativa de produção de eletricidade, pois o país corria o risco de não ter como gerar energia apenas por meio das hidrelétricas, em quantidade suficiente para suprir a crescente demanda. Curiosamente, a época em que se previa o início do funcionamento das usinas nucleares coincide com a da construção da Itaipu, uma das maiores hidrelétrica do mundo. Para a construção dessas três usinas nucleares, foi escolhido uma bela enseada na cidade de Angra dos Reis, no litoral do estado do Rio de Janeiro. A proximidade do mar, as montanhas ao fundo e a curta distância aos grandes centros consumidores, em particular às cidades de São Paulo e Rio de Janeiro, foram argumentos decisivos”. (VÁLIO,2013, p. 209).

Ainda sobre a citação, percebemos que o Brasil na década de 1970, em pleno período militar precisava de muita energia para atender a demanda de sua população e buscou na energia nuclear a energia alternativa que iria atender ou ajudar na demanda energética.

Desde a assinatura do contrato para a construção das três usinas, os orçamentos iniciais já foram revistos e ampliados diversas vezes, sem que o projeto tenha chegado ao final. Atualmente estão em funcionamento Angra 1 e Angra 2. Angra 3, começou a ser construída em 2010 e a previsão era de funcionamento em 2016, segundo a Eletronuclear.



Figura 6: Usinas de Angra dos Reis.

(Fonte: Google Imagens (FOTO: VANDERLEI ALMEIDA/GETTY IMAGES)).

Angra 1 e Angra 2, são responsáveis pela produção de 3% da energia consumida no país enquanto a usina hidrelétrica de Itaipu gera 15%.

Se comparamos as usinas brasileiras com a de Chernobyl, veremos que a tecnologia que usamos é diferente, em Angra 1 e Angra 2 usam o reator chamado PWR, que controla o processo de fissão com água. Já em Chernobyl usava grafite para controlar o processo e na explosão o grafite pegou fogo fato que não ocorre com a água.

CAPÍTULO 5

5.1 Procedimento Metodológicos

A metodologia adotada na intervenção realizada em sala de aula priorizou as práticas pedagógicas baseadas nos preceitos da teoria de Ausubel (2003) apoiando-se nas metodologias ativas: Sala de Aula Invertida, Instrução pelos Colegas e o método Ensino sob Medida. O professor mediador tem a função de orientar a conduta dos seus educandos, respeitando os limites cognitivos, motivando-os a querer aprender e atuar como protagonista de todo o processo de ensino-aprendizagem. Para isso, usamos uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, valorizando os conhecimentos prévios dos estudantes na busca de uma Aprendizagem Significativa. A seguir, descreveremos como os métodos foram aplicados nas diversas etapas da investigação.

5.2 Etapas e a Formulação da Sequência Didática

Foi modelada uma Sequência Didática, a qual foi aplicada e desenvolvida com estudantes da terceira série do Ensino Médio. Na primeira aula, foi realizada a apresentação da metodologia para os alunos, motivando e esclarecendo a importância destes como protagonistas do processo. Em seguida, os estudantes receberam um pré-teste com 03 questões discursivas, a fim de que o docente tivesse condições de analisar os conhecimentos prévios dos educandos. Em seguida foi entregue uma Tarefa de Leitura 01 sobre o Átomo, para estudarem em casa, a fim de se prepararem para as discussões da aula seguinte, aplicando assim a Sala de Aula Invertida e o EsM.

No início da 2ª aula, foi aplicada a IpC e as questões foram debatidas e respondidas em grupo. No restante da aula, cada grupo comentou sobre as questões propostas tendo o professor o papel de mediador de toda discussão. Ao final da aula, foi entregue a Tarefa de Leitura 02 A Radioatividade, produzida pelo pesquisador, para que fosse feita a leitura em casa, com objetivo do aluno se preparar e participar ativamente da próxima aula.

No início da 3ª aula, foi aplicada uma atividade experimental, relacionada à

Tarefa de Leitura 02, para reproduzir os fatores que influenciam na velocidade de uma reação. Depois cada grupo voltou a comentar sobre a atividade experimental para o restante da turma. Ao final da aula, foram entregues os links de seis vídeos sobre o núcleo atômico e uma tarefa avaliativa AV3, retirada da internet, para que os alunos se preparassem ativamente para aula seguinte.

Na 4ª aula, era para usarmos o simulador *Phet*, entretanto, a escola estava sem rede de internet e para não atrapalhar a SD aplicamos a segunda aula usando a IpC. Na 5ª e 6ª aulas, cada grupo apresentou um seminário de quinze minutos sobre os temas envolvidos nesta Sequência Didática.

Na 7ª e última aula, foi aplicada uma avaliação individual com dez questões, sendo cinco questões discursivas e cinco objetivas. Além disso, cada estudante respondeu um questionário de opinião avaliando a metodologia que foi aplicada.

5.2.1 Aula 1 da SD

Na primeira aula do dia 23/10/2018, nos 20 minutos iniciais, foi apresentada aos 40 alunos da 3ª série do Ensino Médio a metodologia de ensino que seria trabalhada. O professor / pesquisador detalhou passo a passo toda Sequência Didática e seus objetivos, deixando claro para os alunos que o sucesso da SD dependeria do envolvimento deles no processo de aprendizagem. A seguir, a imagem do momento da apresentação.



Figura 7: 1ª Aula apresentação da SD.
(Fonte: autor da pesquisa, 2019).

No segundo momento da primeira aula, aplicamos um pré-teste (Apêndice A), que também foi utilizado como atividade avaliativa AV1, que tinha como objetivo

verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o modelo atômico. Cada aluno respondeu separadamente a AV1. Registramos através das imagens a seguir, o momento da aplicação da atividade AV1:



Figura 8: Momento da aplicação do pré-teste.
(Fonte: autor da pesquisa, 2019)

No terceiro momento ao final da primeira aula, utilizou-se o Método Ensino sob Medida, proposto pelo professor Gregory M. Novak e colaboradores em 1996. Também entregamos para cada estudante uma Tarefa de Leitura “texto 01” (Apêndice B) sobre o átomo e três questões avaliativas AV2 (Apêndice C), para que os alunos pudessem ler, responder e enviar, junto com suas dúvidas para o professor, dois dias antes da próxima aula. Para a aula seguinte, foram formados grupos de até cinco alunos e destacamos o quanto era de fundamental importância a leitura do texto para futuras atividades.

A Tarefa de Leitura (TL) consiste em um “exercício de aquecimento”, servindo como uma preparação prévia à aula. Nela, o professor solicita que os alunos leiam materiais de apoio (e.g. algum capítulo do livro, artigos curtos, páginas na internet...) que servirão como fundamento pedagógico potencialmente significativo e logo após responderão eletronicamente (e.g. via e-mail, Moodle, Forms ou WhatsApp) algumas questões conceituais sobre os tópicos.

As questões avaliativas de aquecimento têm em vista promover o pensamento crítico sobre o texto lido, introduzir o que será trabalhado em aula, posteriormente, e estimular os alunos a elaborem argumentações, explanadas com suas próprias palavras, corroborando, desse modo, suas respostas (ARAUJO; MAZUR, 2013). Nos cinco minutos finais, foi entregue aos alunos para estudarem em casa a 1ª Tarefa de

Leitura com o texto 01 “O que é um átomo?”.

A tarefa de Leitura “texto 01”, serviu como material potencialmente significativo, por meio do qual cada aluno, pode estudar de acordo com tempo disponível em casa, podendo revisar a matéria quando quisesse para responder à tarefa avaliativa AV2 que que foi entregue junto com a TL.

Ao lerem a Tarefa de Leitura “texto 01” e responderem à Atividade Avaliativa 02, destacamos o uso da tecnologia em prol do ensino da ciência, pois criamos e usamos como ferramenta de orientação, um grupo da turma no WhatsApp enquanto surgiam as dúvidas, de qualquer lugar que estivessem, os alunos, por intermédio do aplicativo, encaminhavam ao professor. Em posse destas dúvidas, o professor preparava a intervenção para a aula seguinte da SD. Segue um pequeno trecho desta intervenção:



Figura 9: Trecho de uma conversa usando o grupo do WhatsApp.
(Fonte: autor da pesquisa, 2019)

Ao receber as dúvidas, o professor mediador direcionava vídeos do You Tube que ajudaram a responder às perguntas feitas pelos alunos, em seguida alguns videos indicados:



Figura 10: Vídeos sugeridos para responder algumas dúvidas.
(Fonte: autor da pesquisa, 2019)

5.2.2 Aula 2 da SD

O primeiro momento, com os grupos de cinco alunos, aplicou-se o Peer Instruction ou em tradução livre Instrução pelos Colegas (ARAUJO; MAZUR, 2013). Essa metodologia caracteriza-se, principalmente, por promover a discussão de questões conceituais, entre os alunos, em sala de aula. Na sequência o fluxograma do método.

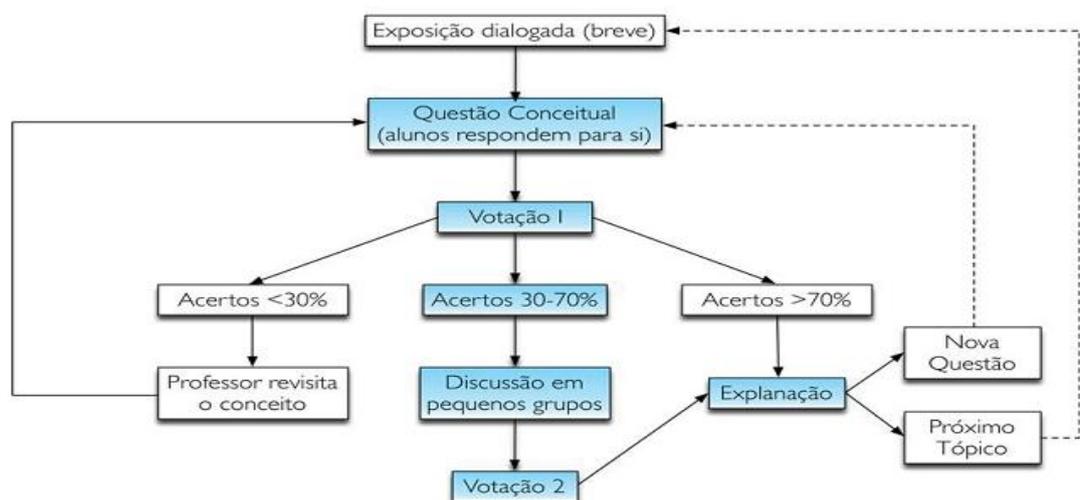


Figura 11: Fluxograma do Método Peer Instruction.
(Fonte: ARAUJO; MAZUR, 2013, p. 6).

Na aplicação da primeira aula usando a metodologia ativa do IpC, foram usadas seis questões (Apêndice D) e a aceitação por parte dos estudantes foi positiva. Os resultados de erros/acertos e as opções que marcaram em cada questão, dos 40 alunos que participaram da atividade, serão representados futuramente no desenvolvimento da pesquisa.

5.2.3 Aula 3 da SD

Aula Experimental

Cada grupo, no início da terceira aula, reproduziu o experimento sobre velocidade de uma reação e fizeram anotações de suas observações no roteiro, as quais foram avaliadas (AV4) pelo professor. Segue a foto de uma reação.



Figura 12: Foto de uma reação.
(Fonte: Site Experimentoteca.com, 2014).

Materiais usados na aula experimental;

- Cinco comprimidos efervescentes.
- Dois copos.
- Água quente e fria.
- Detergente.

Durante os experimentos, o professor mediou as discussões, avaliando a participação dos grupos no processo e anotando no seu diário de bordo as participações e contribuições dos alunos. Segue imagem da apresentação:



Figura 13: Alunos reproduzindo e explicando os experimentos.
(Fonte: autor da pesquisa, 2019).

Os grupos reproduziram os experimentos, explicando cada etapa para os colegas dos outros grupos, além de filmar as apresentações, para postar no grupo da turma. Os vídeos postados, das apresentações dos experimentos, foram de suma importância para os estudos dos alunos, auxiliando a tirar as dúvidas dos estudantes e efetivando positivamente o uso da Sala de Aula Invertida. Segue a imagem do momento registrado pelos alunos.



Figura 14: Filmagem das apresentações.
(Fonte: autor da pesquisa, 2019).

No final da terceira aula, os grupos receberam como materiais potencialmente significativos links de seis vídeos sobre os temas, os quais estão com seus respectivos endereços a seguir:

- Física Nuclear - 1/6 – **A Descoberta da Radioatividade.** Prof. Perdigão,2011:<<https://www.youtube.com/watch?v=SIB6fAzPW64>> acesso em 30 de out de 2018.
- Física Nuclear - 2/6 - **Propriedades dos Raios de Becquerel.** Prof. Perdigão,2011: <<https://www.youtube.com/watch?v=P3s1k0zvp8E>> acesso em 30 de out de 2018.
- Física Nuclear - 3/6 - **Transmutações Naturais.** Prof. Perdigão,2011:<<https://www.youtube.com/watch?v=7CLlyqLqqMY>> acesso em 30 de out de 2018.
- Física Nuclear - 4/6 - **Energia do Núcleo.** Prof. Perdigão, 2011:<https://www.youtube.com/watch?v=f_Met4w9fDk> acesso em 30 de out de 2018.
- Física Nuclear - 5/6 - **Energia Elétrica da Fissão.** Prof. Perdigão, 2011:<<https://www.youtube.com/watch?v=LmCZpXv-OO>> acesso em 31 de out de 2018.
- Física Nuclear - 6/6 - **Subprodutos Nucleares.** Prof. Perdigão,2011:<<https://www.youtube.com/watch?v=nnBPU1f8grE&feature=youtu.be>> Acesso em 31 de out de 2018.

Os novos materiais potencialmente significativos têm como finalidade reforçar o conceito de força nuclear e ajudá-los a responder às questões avaliativas AV5 (Apêndice H), que deverão ser respondidas em casa (invertendo a sala de aula) com questões sobre forças nucleares, as quais deveriam ser respondidas em casa e enviadas pela internet ao professor, até dois dias antes da próxima aula.

5.2.4 Aula 4 da SD

Uso de Simuladores

Os alunos foram para o laboratório e cada grupo obteve acesso a um computador ligado à rede. Com um roteiro das etapas da simulação, o professor apresentou a proposta e os objetivos de uma aula usando simulador de reações nucleares.

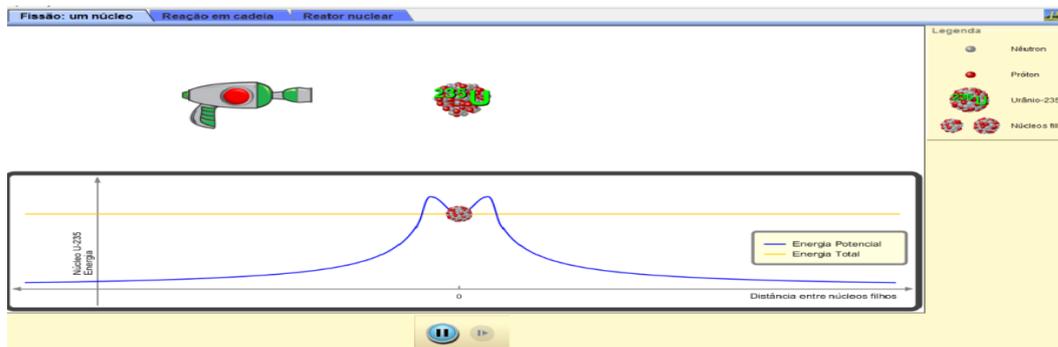


Figura 15: Simulação computacional sobre fissão nuclear.

(Fonte: Site do *Phet Interactive Simulations*; Disponível em <https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulation/legacy/nuclear-fission>. Acesso em: 19 de jun. 2018.)

Entretanto, os computadores da escola não abriram o simulador e, para não prejudicar a SD, apliquei Instrução pelos Colegas sobre o tema da (AV4).

Com os grupos de cinco alunos formados novamente usamos IpC. Para esta aula usamos sete questões (Apêndice I) e novamente a aceitação entre os alunos foi muito boa.

Para a 5ª aula, os estudantes receberam como Tarefa de Leitura dois links (vídeos) de 25 minutos do You Tube, disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=hLiVmdnTSbQ>> e <<https://www.youtube.com/watch?v=Px-wrOBfDMs>>, de como funciona uma usina nuclear, seus benefícios e malefícios. Também receberam as questões avaliativas AV6 (Apêndice J), para que após assistirem aos vídeos, respondessem, comentassem e enviassem para o professor, via internet, dois dias antes da próxima aula. No final da quarta aula, os alunos escolheram os temas dos seminários que foram apresentados na 5ª e 6ª aulas. Segue abaixo o quadro de tópicos para apresentação dos seminários:

Quadro 3: Tópicos para apresentações dos seminários.

GRUPOS	TÓPICOS
G1	Pesquise e comente o funcionamento de um Acelerador de Partículas. Cite as fontes de pesquisa.
G2	Pesquise e comente sobre a origem do Universo. Cite as fontes de pesquisa.
G3	Explique o processo de liberação de energia de uma bomba de hidrogênio.
G4	Explique o processo de liberação de energia de uma bomba de Urânio.
G5	Alguns países usam a energia nuclear como arma de guerra. Qual estrago poderia causar o uso indevido deste tipo de arma?
G6	No Brasil existem usinas nucleares? Onde? Qual sua importância para nossa matriz energética?
G7	O que diferencia a fissão da fusão nuclear? E quais suas aplicações?
G8	Pesquise e comente sobre os Modelos Atômicos.
G9	Pesquise e comente sobre Radioatividade.

(Fonte: autor da pesquisa, 2019).

Cada apresentação dos seminários teve duração de 15 minutos e foi realizada no auditório da escola. O professor, durante cada trabalho, fez as suas anotações no seu diário de bordo e no final de cada apresentação ajudou os grupos repassando o conteúdo, com mais clareza e segurança, intervenção que deixou os alunos das apresentações seguintes mais tranquilos para sua apresentação.

5.2.5 Aulas 5 e 6 da SD

Apresentações dos Seminários

A ordem das apresentações foi escolhida pelo professor, de acordo com importância sequencial de cada tema. A seguir temos as apresentações de dois

grupos.

A primeira apresentação sobre a bomba de urânio:

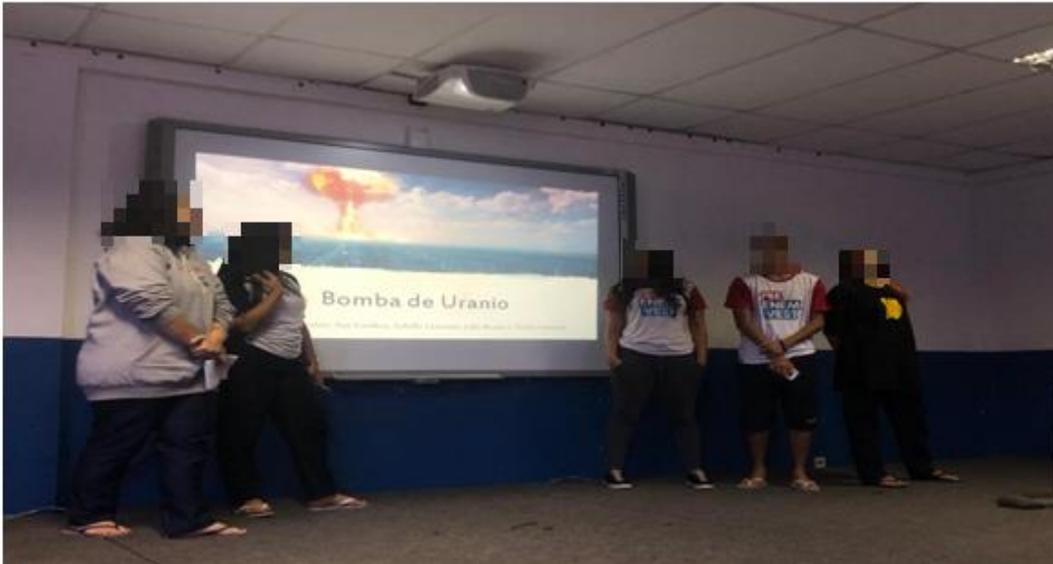


Figura 16: "G4" Apresentando sobre a bomba de urânio.
(Fonte: autor da pesquisa, 2019).

A Segunda apresentação sobre a bomba de hidrogênio:



Figura 17: "G3" apresentando sobre a bomba de hidrogênio.
(Fonte: autor da pesquisa, 2019).

Para a 7ª aula os estudantes receberam as questões avaliativas (AV7) (APÊNDICE L), para que após as apresentações dos trabalhos respondessem, comentassem e enviassem para o professor, via internet até dois dias antes da próxima aula.

5.2.6 Aula 7 da SD

Na última aula da SD foi aplicada uma avaliação individual com dez questões, sendo cinco questões discursivas e cinco objetivas. Além disso, foi entregue aos alunos um questionário de opinião, para que avaliassem, sem se identificarem, a metodologia que foi utilizada.

5.3 Os Instrumentos de Coleta de Dados

Para a coleta de dados foram utilizados os seguintes instrumentos: Pré-Teste inicial, Atividades avaliativas, diário de bordo e uma avaliação tradicional ao término da intervenção. Os instrumentos que exigiam a leitura e o preenchimento, por parte dos sujeitos desta intervenção, foram elaborados pelo professor e previamente validados.

5.3.1 Pré-Teste Inicial

O Pré-Teste (APÊNDICE A) foi aplicado na primeira aula da SD, com objetivo de conhecer as concepções prévias dos estudantes e assim determinar os ajustes necessários no planejamento da intervenção, direcionando a abordagem do conteúdo, para atender às necessidades específicas dos sujeitos. O Pré -Teste era composto de três questões discursivas, às quais tinham como objetivo inteirar-se dos conhecimentos prévios sobre o átomo e sua estrutura.

A primeira pergunta tinha como objetivo elencar as concepções prévias dos alunos sobre a formação do átomo. As perguntas dois e três buscaram descobrir o que o aluno já sabia sobre o núcleo atômico, suas partículas e interações.

Por fim, após análise das respostas o professor, planejou e norteou o andamento da SD.

5.3.2 Experimento e Atividades Avaliativas

Na terceira aula, houve a realização de uma aula experimental em grupo, com objetivo de verificarmos os fatores que influenciam na velocidade de uma reação. Para isso, a turma foi dividida em grupos de cinco alunos e cada grupo recebeu um roteiro (APÊNDICE G) e um vídeo (*Disponível em*

<http://experimentoteca.com/biologia/experimento-alterando-velocidade-de-uma-reacao-quimica/>>).

O roteiro foi composto de modo que o grupo descrevesse passo a passo as etapas dos experimentos; e no final deveriam fazer uma relação dos experimentos com o cotidiano. Todas as experiências foram filmadas pelo grupo e posteriormente disponibilizadas no grupo do WhatsApp da turma.

As nove atividades avaliativas foram aplicadas no decorrer da aplicação da SD e o objetivo mais relevante foi aplicado usando a metodologia da Sala de Aula invertida como ferramenta, de maneira que os alunos obtivessem uma diferenciação progressiva. Junto com as atividades avaliativas foram entregues aos estudantes as Tarefas de Leitura que serviam como um material potencialmente significativo.

A primeira atividade foi o pré-teste (AV1), que tinha como objetivo investigar os conhecimentos prévios dos estudantes. A segunda atividade avaliativa era composta de quatro questões discursivas: a primeira questão orientava os alunos a fazerem uma pesquisa, em dois sites diferentes, sobre modelos atômicos. A segunda orientava o estudante, de modo que estas pesquisas e as interações entre as partículas do mesmo átomo. Na terceira questão, o aluno deveria fazer um texto de no mínimo 20 linhas sobre o átomo e na quarta questão, o espaço era reservado às dúvidas, sendo imprescindível, que os alunos as enviassem, até dois dias antes da aula seguinte.

Após receberem a Tarefa de Leitura (TL 02) e vários vídeos no grupo sobre radioatividade, foi entregue a atividade avaliativa (AV3), composta de quatro questões discursivas: Na primeira questão da AV3, o aluno deveria fazer um texto sobre radioatividade e sua aplicabilidade, na segunda questão, o aluno deveria relacionar o que aprendeu sobre o átomo e radioatividade com a energia que recebemos do Sol.

Esse objetivo foi alcançado ao promover uma Diferenciação Progressiva e ao mesmo tempo a Reconciliação Integradora. Na terceira questão, novamente, o aluno deveria pesquisar e fazer um resumo de no mínimo 20 linhas sobre o tema e na quarta questão, o espaço era reservado às dúvidas, sendo indispensável o envio das dúvidas, dois dias antes da aula seguinte.

A terceira atividade avaliativa (AV3) foi um roteiro, na qual o aluno relatou todas as etapas da aula experimental. Para a quarta atividade avaliativa (AV4), os alunos em grupo de cinco receberam seis links dos vídeos já citados no início da aula experimental.

Os grupos assistiram e comentaram cada vídeo e as dúvidas foram enviadas e

respondidas pelo professor através da internet. Como Tarefa de Leitura, para a tarefa avaliativa (AV5), receberam dois vídeos (links) de 25 minutos do You Tube. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=hLiVmdnTSbQe><https://www.youtube.com/watch?v=Px-wrOBfDMs>>, sobre o funcionamento de uma usina nuclear, seus benefícios e malefícios e as setes questões avaliativas (AV5):

Analisando as questões da AV5, na primeira questão abordava o tema sobre fontes de energia limpa, nas questões 2, 3, 4 e 5 os temas abordados eram: usinas termonucleares, fissão e fusão. Os alunos pesquisaram e enviaram as dúvidas ao professor via internet. Na questão seis, os estudantes relacionaram energia nuclear às armas de guerra e na questão sete fizeram uma pesquisa sobre as usinas nucleares do Brasil.

5.3.3 Diário de Bordo

O diário de bordo foi utilizado para fazer as anotações e as intervenções que o professor deveria fazer para o melhor andamento da Sequência Didática. Além de anotar as participações individuais, as notas, as curiosidades e as intervenções. O Diário de bordo foi uma ferramenta fundamental para organização e desenvolvimento de toda SD.

5.3.4 Gravação das Aulas em Vídeos

Para garantirmos o registro das informações relevantes à pesquisa, foram gravadas em áudio e vídeo algumas aulas de temas importantes para SD. Pedimos aos alunos que gravassem vídeos de temas importantes e colocassem no grupo para o restante da turma ter acesso. Esses vídeos tinham como objetivo auxiliar os alunos que não entenderam ou que não puderam comparecer às aulas. O acesso a esses vídeos permitia que os discentes, quando houvesse oportunidade, revisassem os conteúdos.

5.3.5 Avaliação Tradicional

A avaliação individual (Apêndice N), continha dez questões, cinco questões objetivas, uma questão para o aluno marcar se era verdadeiro ou falso e quatro

questões discursivas. Buscando abordar os conceitos estudados durante a intervenção, a avaliação individual foi aplicada no último encontro da intervenção como objetivo de aferir os resultados obtidos mediante a aplicação da Sequência Didática, em termos de processos de ensino e aprendizagem.

O teste foi aplicado em uma aula de 50 minutos e fazendo uma análise das questões temos: a questão um foi retirada da prova do ENEM (2015) e abordava o tema fissão e fusão nucleares, a questão dois da FEPECS (2005), abordava o assunto sobre decaimento, a questão três também da FEPECS (2006) referia-se à reação nuclear, a questão quatro e cinco também exploravam o assunto reação nuclear, a questão seis de verdadeiro ou falso discorria sobre modelos atômicos, a questão sete discutiu o assunto estrutura atômica, a questão oito relacionava as reações nucleares à produção da energia solar, a questão nove abordava os fatores que influenciam na velocidade de uma reação e a questão 10 finaliza com a importância das usinas nucleares do Brasil.

A avaliação teve um caráter investigativo, pois com o seu resultado verificamos se houve ou não uma aprendizagem significativa e se o aluno conseguiu obter algum significado na ascensão do conhecimento.

CAPÍTULO 6

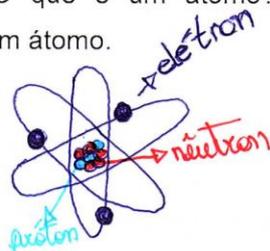
6.1 Análise dos Dados da Pesquisa

Apresentamos neste capítulo os dados coletados, as análises e os resultados encontrados durante a aplicação da SD. Na seção 6.2 mostraremos os dados provenientes do Pré-Teste Inicial. Em seguida, na seção 6.3, expomos os resultados da análise da Primeira Aula Usando a IpC, na seção 6.4, os resultados da análise da segunda aula Usando a IpC, na seção 6,5 mostraremos os resultados das atividades avaliativas e por fim, na seção 6.6 apresentamos a análise do desempenho dos estudantes na avaliação tradicional, aplicada ao final da intervenção.

6.2 Pré-Teste Inicial

O Pré-Teste Inicial (Apêndice A) foi aplicado na primeira aula da SD, para os 40 alunos da 3ª série do Ensino Médio que participaram desta intervenção didática. O teste teve como objetivo verificar os conhecimentos básicos dos estudantes sobre estrutura atômica. A primeira pergunta solicitava aos alunos que respondessem ao seguinte questionamento: “O que é um átomo? Quais as partes que o constituem? E que fizessem também um desenho representando um átomo” e cerca de 85% responderam que o átomo era a menor partícula encontrada na natureza, 5% responderam que o átomo era tudo que tinha massa e ocupava um lugar no espaço e os outros 10% foram repostas variadas. 100% responderam que o átomo é formado somente de prótons, elétrons e nêutrons e representaram, em desenho, suas interpretações de como era o átomo. A seguir, algumas representações:

1ª Questão - O que é um átomo? Quais as partes que o constituem? Faça um desenho representando um átomo.



R= Atomo e uma unidade de materia.

Figura 18: Primeira representação de um átomo feita pelos alunos no Pré -Teste.

Na sequência, outra representação do átomo:

1ª Questão - O que é um átomo? Quais as partes que o constituem? Faça um desenho representando um átomo. ↓ ↓

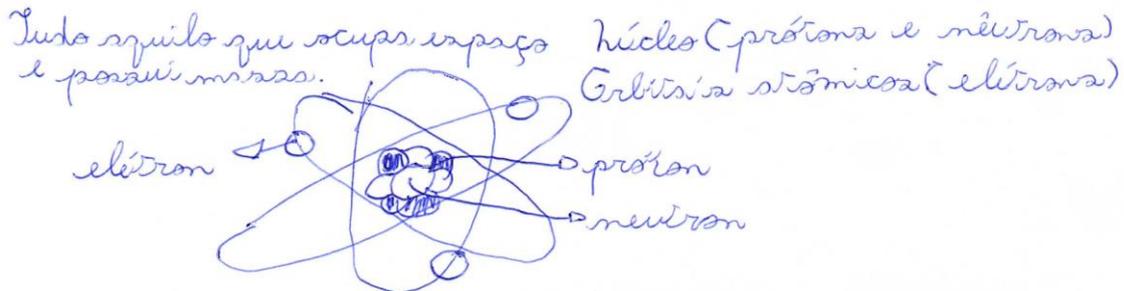


Figura 19: 2ª Representação de um Átomo feita pelos Alunos no Pré - Teste.

A segunda pergunta “Por que não ocorre atração entre os elétrons e prótons do mesmo átomo?”. Essa pergunta buscava as definições das interações nucleares. 40% responderam que não ocorre por causa dos nêutrons que ficam entre eles, 30% responderam que não ocorre atração porque os elétrons estão em alta velocidade em volta do núcleo, o que dificulta a interações entre eles e 15% relataram que não ocorre atração, porque o elétron tem massa desprezível. A seguir, algumas respostas:

Aluno “A1”: “Pois, eles estão presos ao Núcleo”.

Aluno “A2”: “Porque eles são do mesmo átomo, ou seja, eles se anulam ficando neutro”.

Na terceira questão, todos responderam que próton tem carga positiva, elétron carga negativa e os nêutrons não possuem carga.

As respostas das três perguntas evidenciaram para o pesquisador a necessidade de retomar o ensino desses conceitos na Sequência Didática, pois, segundo, (AUSUBEL, 2003, p. 7), “a aprendizagem só ocorre a partir do que o aluno já sabe e a partir do que sabe introduzir os novos conhecimentos”. Entretanto, não podemos esquecer o ponto mais importante que é a motivação do aluno em aprender, pois só assim os conteúdos terão significados. Desse modo, a motivação dos alunos deve ser o ponto de partida para a criação de uma SD inovadora e motivadora, para aprimorar algumas concepções, neste caso, sobre o modelo atômico que os alunos apresentaram nas respostas do Pré -Teste Inicial.

6.3 Primeira Aula Usando IpC

6.3.1 Resultados e Objetivos da Primeira Aula Usando a IpC

Consta, no quadro que segue, os resultados obtidos a partir das respostas dos 40 alunos, referentes às questões elaboradas.

Quadro 4: Desempenho dos alunos na 1ª aula da aplicação do IpC.

	A	B	C	D
Questão 1	29	1	3	7
Questão 2	0	0	8	32
Questão 3	0	0	39	1
Questão 4	0	0	39	1
Questão 5	-	-	-	-
Questão 6	2	36	1	1

(Fonte: autor da pesquisa, 2019)

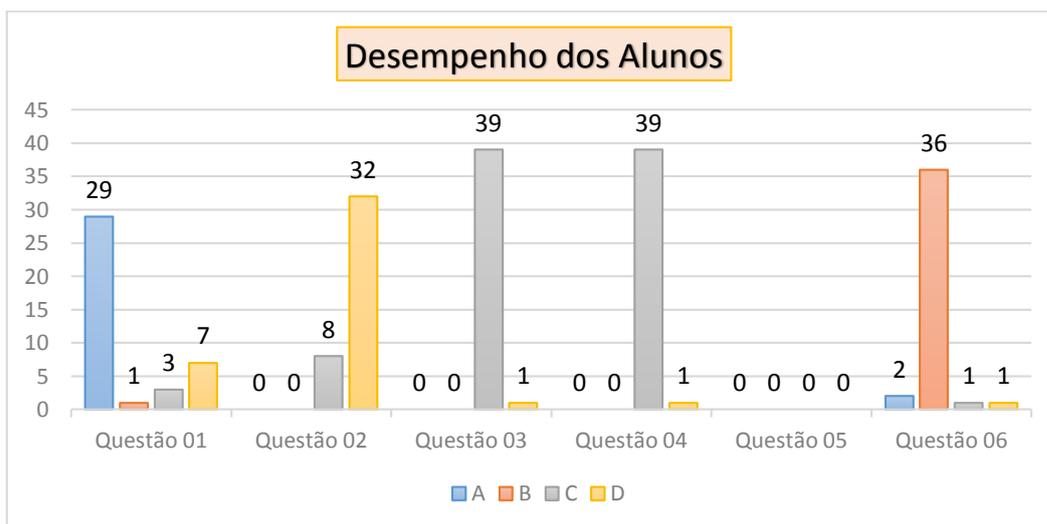


Gráfico1: Desempenho dos alunos na 1ª aula da aplicação do IpC.

(Fonte: autor da pesquisa, 2019)

A seguir, a primeira pergunta e suas opções de respostas.

A massa de um próton é?

- maior que a do elétron.*
- maior que a do nêutron.*

- c) *menor que elétron.*
- d) *igual à do elétron.*

Ao apresentar a questão, foi dado um tempo de dois minutos para que os alunos respondessem. Após este tempo e com a autorização do professor, cada aluno levantou o braço com o cartão que tinha a letra da sua resposta. O registro da participação dos alunos aparece na figura seguinte:



Figura 20: Alunos respondendo a 1ª questão do IpC.
(Fonte: autor da pesquisa, 2019)

Dos 40 alunos da 3ª série, 29 alunos (73%) acertaram a questão marcando a letra A, um aluno (2,5%) marcou a letra B, três alunos (7,5%) marcaram a letra C e sete alunos (17%) marcaram a letra D. A primeira questão proposta para a turma aborda conceito envolvendo o Átomo.

No gráfico 1 de desempenho, podemos verificar os acertos/erros desta questão, na qual cerca de 73% dos estudantes indicaram a resposta correta. A partir, desse percentual de acerto, a metodologia Instrução pelos Colegas pressupõe que devemos prosseguir com o conteúdo, já que foi compreendido e assimilado por uma quantidade de alunos superior a 70% da turma.

A segunda questão elaborada segue, juntamente com as opções de resposta.

“A carga do elétron em módulo é”?

- a) *maior que a do próton.*
- b) *maior que a do nêutron.*

- c) menor que próton.
 d) "igual à do próton."

Ao apresentar a questão, foi dado novamente um tempo de dois minutos para que os alunos pensassem e respondessem. Após este tempo e com a autorização do professor, cada aluno levantou o braço com o cartão e votou na resposta de sua preferência.

Dos 40 alunos da 3ª série, 31 alunos (77,5%) acertaram a questão marcando a letra D, um aluno (2,5%) marcou a letra B, oito alunos (20%) marcaram a letra C e nenhum aluno (0%) marcou a letra A. A segunda questão proposta para a turma aborda conceito envolvendo a carga do átomo.

No gráfico, podemos verificar os acertos/erros desta questão, em que cerca de 77,5% dos estudantes indicaram a resposta correta. A metodologia Instrução pelos Colegas surtiu efeito positivo, o que pode ser comprovado pela porcentagem de acerto, apontando, desse modo, que a SD pode ser prosseguida, já que o conteúdo foi assimilado por grande parte dos alunos, mais especificamente por um valor superior a 70%.

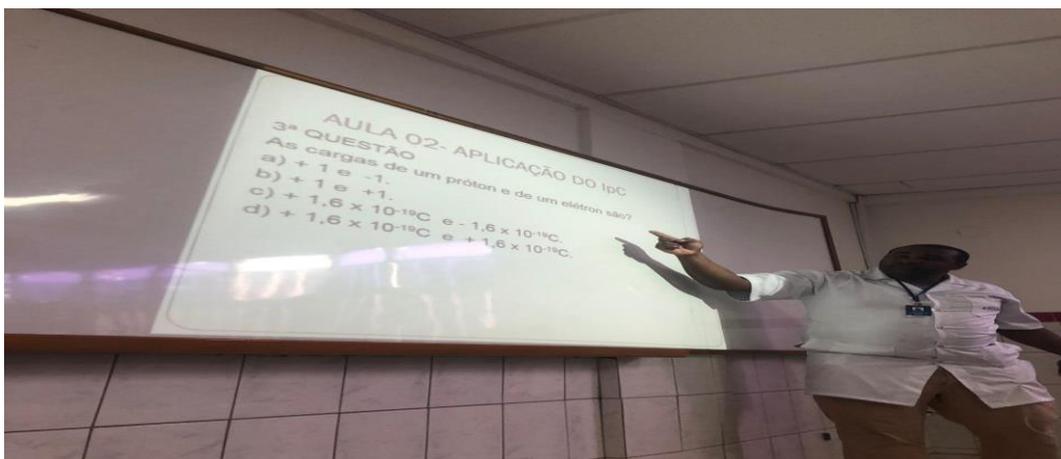


Figura 21: Aplicando a 3ª questão do IpC.
 (Fonte: autor da pesquisa, 2019)

Ao apresentar a questão 03, foi dado novamente um tempo de dois minutos para que os alunos pensassem e votassem. Após este tempo e com a autorização do professor cada aluno levantou o braço com o cartão contendo a letra da sua resposta.

Dos 40 alunos da 3ª série, 39 alunos (97,5%) acertaram a questão marcando a letra C, um aluno (2,5%) marcou a letra D, e nenhum aluno (0%) marcou as letras A e B. A terceira questão proposta para a turma aborda conceito envolvendo a carga do

átomo.

No gráfico¹, podemos verificar os acertos/erros desta questão, em que cerca de 97,5% dos estudantes indicaram a resposta correta. Também nesta questão é possível verificar que a metodologia adotada, Instrução pelos colegas, propiciou a aquisição do conhecimento esperado, o que possibilita o prosseguimento do processo ensino-aprendizagem.

A seguir, a questão 04 e as alternativas de resposta:

Qual modelo atômico abaixo é o mais atual?

- a) Dalton (bola de bilhar);
- b) Thomson (pudim de passas);
- c) Rutherford-Borh (sistema planetário);
- d) Planck (quantum).

Ao apresentar a questão, também foi concedido um tempo de dois minutos para que os alunos respondessem. Após este tempo e com a autorização do professor cada aluno votou/respondeu com o cartão/resposta a alternativa que achava correta.

Dos 40 alunos da 3ª série, 39 alunos (97,5%) acertaram a questão marcando a letra C, um aluno (2,5%) marcou a letra D, e nenhum aluno (0%) marcou as letras A e B. A terceira questão proposta para a turma aborda conceito envolvendo modelo Atômico.

97,5% dos estudantes apontaram a alternativa “a” como a resposta correta. Assim como nas questões anteriores, a metodologia Instrução pelos colegas mostrou-se eficiente, porque assegurou que mais de 70% dos alunos acertassem a resposta.

A seguir, a questão de número 5, juntamente com suas alternativas de respostas:

“Acontece atração entre os elétrons e os prótons de um mesmo átomo”?

- a) sim, mas como o elétron tem maior massa, ele usa sua energia cinética para ficar se movendo ao redor do núcleo.
- b) não, mas como o elétron tem menor massa, ele usa sua energia cinética para ficar se movendo ao redor do núcleo.

c) sim, e só não ocorre a colisão porque entre eles existem os nêutrons que ajudam na instabilidade do átomo e as forças nucleares acabam equilibrando as forças eletrostáticas.

d) “não, pois os elétrons estão na eletrosfera e os prótons no núcleo, a distância entre eles não deixa de ter interação.”

A questão 05 da primeira aula usando a IpC, não foi usada na análise dos dados, pois a questão apresentou um erro na opção que seria correta. Na alternativa C, a palavra “instabilidade” está errada deveria ser “estabilidade”.

Dos 40 alunos da 3ª série 33 alunos (82,5%) “acertaram” a questão marcando a letra C, um aluno (2,5%) marcou a letra A e nenhum aluno (0%) marcou a letra B e seis alunos (15 %) marcaram a letra D. Entretanto, os alunos questionaram que o erro da letra C os induziu a marcar outras opções, fato que motivou a anulação da questão 05.

A última questão foi a seguinte:

O átomo é indivisível?

a) Sim. Pois estudos comprovaram que as menores partículas que existem na natureza são os elétrons, prótons e os nêutrons.

b) Não. Pois estudos comprovaram que existem partículas menores como pósitrons, quarks, neutrinos e os mésons.

c) Sim. Segundo Demócrito, prótons, elétrons e nêutrons são indiscutivelmente as menores partículas.

d) Não. Somente os elétrons que se dividem, os nêutrons e os prótons por estarem no núcleo que é muito denso e maciço não se dividem.

Ao apresentar a questão, foi repetido todo processo das questões anteriores, ou seja, foi dado um tempo de dois minutos para que os alunos respondessem. Após este tempo e com a autorização do professor, cada aluno votou/respondeu com o cartão/resposta a alternativa que achava correta.

Dos 40 alunos da 3ª série, 36 alunos (90%) acertaram a questão marcando a letra B, dois alunos (5%) marcaram a letra A, e (5%) dois alunos marcaram as letras

C e D. A sexta questão proposta para a turma aborda conceito envolvendo a estrutura do átomo.

No gráfico 1, anteriormente exposto, cerca de 90% dos estudantes indicaram a resposta correta. E mais uma vez constata-se a eficiência da metodologia aplicada ao processo.

6.3.2 Resultados e Objetivos da Segunda Aula Usando a IpC

O gráfico 2 e o quadro 5 mostram o desempenho dos alunos na segunda aula usando a IpC.

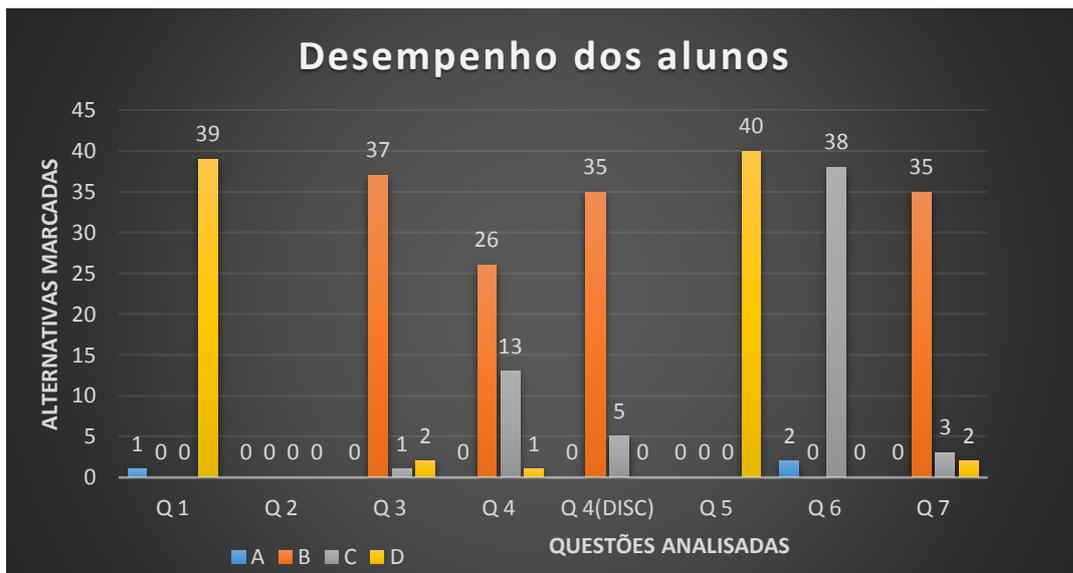


Gráfico 2: Desempenho dos alunos na 2ª aula usando IpC.
(Fonte: autor da pesquisa, 2019).

Quadro 5: Desempenho dos alunos na 2ª aula usando IpC.

	A	B	C	D
Questão 1	1	0	0	39
Questão 2	0	0	0	0
Questão 3	0	37	1	2
Questão 4	0	26	13	1
Questão 4 (Após a discussão)	0	35	5	0
Questão 5	0	0	0	40
Questão 6	2	0	38	0
Questão 7	0	35	3	2

(Fonte: autor da pesquisa, 2019)

Em seguida, a questão número 01 e as alternativas de respostas, dentre as quais uma deveria ser a selecionada.

“A bomba de hidrogênio é uma das mais poderosas armas de destruição em massa, pois libera quantidades enormes de energia. Ela baseia-se na reação nuclear:

- a) do tipo fissão.*
- b) onde ocorre apenas emissão de raios alfa.*
- c) onde ocorre apenas emissão de raios beta.*
- d) do tipo fusão”.*

Ao apresentar a questão foi dado um tempo de dois minutos para que os alunos respondessem. Após este tempo e com a autorização do professor cada aluno levantou o braço com o cartão que tinha a letra da sua resposta.

Dos 40 alunos da 3ª série, 39 alunos (97,5%) acertaram a questão marcando a letra D, um aluno (2,5%) marcou a letra A e não houve marcação nas letras B e C. A primeira questão proposta para a turma aborda conceito envolvendo o núcleo do Átomo.

No gráfico 02, podemos verificar os acertos/erros desta questão, onde cerca de 97,5% dos estudantes indicaram a resposta correta. A partir desse percentual de acertos, a metodologia Instrução pelos Colegas pressupõe que devemos prosseguir com o conteúdo, já que foi compreendido e assimilado por uma quantidade de alunos superior a 70% da turma.

Por apresentar problemas nas respostas apresentadas, deixando dúvidas quando o aluno respondia, a questão 02 foi anulada pelo professor / pesquisador.

Analisando o desempenho da turma na questão 03 a seguir:

“(Vunesp-2005-adaptada). Em 1896, o cientista francês Henri Becquerel guardou uma amostra de óxido de urânio em uma gaveta que continha placas fotográficas. Ele ficou surpreso ao constatar que o composto de urânio havia escurecido as placas fotográficas. Becquerel percebeu que algum tipo de radiação havia sido emitido pelo composto de urânio e chamou esses raios de radiatividade. Os núcleos radiativos comumente emitem três tipos de radiação: partículas, partículas e raios. Essas três radiações são, respectivamente,

- a) *elétrons, prótons e nêutrons.*
- b) *prótons, elétrons e fótons.*
- b) *elétrons, prótons e fótons.*
- c) *“núcleos de hélio, fótons e elétrons”.*

Ao apresentar a questão, foi dado um tempo de dois minutos para que os alunos respondessem. Após este tempo e com a autorização do professor cada aluno levantou o braço com o cartão que tinha a letra da sua resposta.

Dos 40 alunos da 3ª série, 37 alunos (92,5%) acertaram a questão marcando a letra B, um aluno (2,5%) marcou a letra C, e dois alunos (5%) marcaram as letras D e nenhum aluno a letra A. A terceira questão proposta para a turma aborda conceito envolvendo Radioatividade.

No gráfico 02, podemos verificar os acertos/erros desta questão, em que cerca de 92,5% dos estudantes indicaram a resposta correta. A partir desse percentual de acerto, a metodologia Instrução pelos Colegas pressupõe que devemos prosseguir com o conteúdo, já que foi compreendido e assimilado por uma quantidade de alunos superior a 70% da turma.

Analisando o desempenho da turma na questão 04 temos:

“Assinale a alternativa que preenche corretamente a lacuna do parágrafo abaixo.

O Sol é a grande fonte de energia para toda a vida na Terra. Durante muito tempo, a origem da energia irradiada pelo Sol foi um mistério para a humanidade. Hoje, as modernas teorias de evolução das estrelas nos dizem que a energia irradiada pelo Sol provém de processos de _____ que ocorrem no seu interior, envolvendo núcleos de elementos leves.

- a) *espalhamento.*
- b) *fusão nuclear.*
- c) *fissão nuclear.*
- d) *“fotossíntese.”*

Novamente ao apresentar a questão foi dado um tempo de dois minutos para

que os alunos respondessem. Após este tempo e com a autorização do professor cada aluno levantou o braço e votou na sua resposta.

Dos 40 alunos da 3ª série, 26 alunos (65%) acertaram a questão marcando a letra B, treze alunos (32,5%) marcaram a letra C, e um aluno (2,5%) marcou a letra D e nenhum aluno a letra A. A quarta questão proposta para a turma aborda conceito envolvendo forças nucleares.

No gráfico 02 de desempenho, podemos verificar os acertos/erros desta questão, onde cerca de 65% dos estudantes indicaram a resposta correta. A partir desse percentual de acerto, a metodologia Instrução pelos Colegas pressupõe que devemos propor a discussão entre os integrantes dos grupos, para depois prosseguir com o conteúdo, já que houve 65% de acertos. Com os grupos formados o professor /mediador propôs a discussão entre os participantes dos grupos



Figura 22: Alunos discutindo a 4ª questão.
(Fonte: autor da pesquisa, 2019)

Como não havia acordo sobre a resposta correta, foi proposto que os alunos convencessem uns aos outros do porquê de sua resposta ser a correta. Após isso a questão foi posta em votação novamente. Neste segundo momento, houve um melhor rendimento da turma, dos 40 alunos da 3ª série, 35 alunos (87,5%) acertaram a questão marcando a letra B, um aluno (12,5%) continuou marcando a letra C, e nenhum dos alunos marcou as letras A e D.

No gráfico 02, podemos verificar os acertos/erros desta questão, em que cerca de 87,5% dos estudantes indicaram a resposta correta. Esse percentual demonstra que a metodologia é eficaz, considerando-se o objetivo pretendido.

Em seguida, analisando o desempenho da turma na questão 05 temos:

“A bomba de hidrogênio é uma das mais poderosas armas de destruição em massa, pois libera quantidades enormes de energia. Ela baseia-se na reação nuclear:

- a) do tipo fissão.*
- b) onde ocorre apenas emissão de raios alfa.*
- c) onde ocorre apenas emissão de raios beta.*
- d) “do tipo fusão”.*

A Questão cinco não será usada para análise dos dados, pois é igual à primeira questão que já foi discutida pelos alunos e quando foi apresentada novamente houve 100% de acerto, mostrando que a questão já estava contaminada.

Analisando o desempenho da turma na questão 06 temos:

“(Covest - 2004) - A fissão nuclear é um processo pelo qual núcleos atômicos:

- a) de elementos mais leves são convertidos a núcleos atômicos de elementos mais pesados.*
- b) emitem radiação beta e estabilizam.*
- c) de elementos mais pesados são convertidos a núcleos atômicos de elementos mais leves.*
- d) “absorvem radiação gama e passam a emitir partículas alfa”.*

Novamente, ao apresentar a questão foi dado um tempo de dois minutos para que os alunos respondessem. Após este tempo e com a autorização do professor cada aluno levantou o braço e votou na sua resposta.

Dos 40 alunos da 3ª série, 38 alunos (95%) acertaram a questão marcando a letra C, dois alunos (5%) marcaram a letra A, e nenhum aluno marcou as letras B e D.

No gráfico 02, podemos verificar os acertos/erros desta questão, onde cerca de 95% dos estudantes indicaram a resposta correta. Corroborando os resultados anteriores, a metodologia mostra-se mais uma vez eficaz.

Em seguida, o desempenho da turma na questão 07:

“(FGV) - Fissão nuclear e fusão nuclear:

- a) Os termos são sinônimos*
- b) A fusão nuclear é responsável pela produção de luz e calor no Sol e em outras estrelas*
- c) Apenas a fissão nuclear enfrenta o problema de como dispor o lixo radioativo de forma segura*
- d) A fusão nuclear é atualmente utilizada para produzir energia comercialmente em muitos países.*

Finalizando a aula ao apresentar a questão foi dado um tempo de dois minutos para que os alunos respondessem. Após este tempo e com a autorização do professor cada aluno levantou o braço e votou na sua resposta.

Dos 40 alunos da 3ª série, 35 alunos (87,5%) acertaram a questão marcando a letra B, três alunos (7,5%) marcaram a letra C, e dois alunos (5%) marcaram a letra D.

No gráfico 02, podemos verificar os acertos/erros desta questão, onde cerca de 87,5% dos estudantes indicaram a resposta correta. Ao finalizar a Sequência Didática, ficou provado a eficiência da metodologia, pois, praticamente, em todas as questões a porcentagem de acerto foi superior a 70%.

6.3.3 Análises das Atividades Avaliativas.

A partir das dúvidas ou conceitos mal formulados apresentados pelos estudantes sobre o átomo no Pré -Teste Inicial, elaboramos a atividade avaliativa 02, montada com quatro questões. A primeira questão: **“Após a leitura do texto sobre o átomo, faça uma busca em dois sites diferentes sobre a estrutura atômica e faça um resumo. Não se esqueça de citar as fontes de pesquisa”**. A questão dois: **“Pesquise, se ocorre ou não atração entre os elétrons e os prótons do mesmo átomo. Cite as fontes de pesquisa”**, a questão três: **“Faça um resumo de no mínimo 20 linhas sobre o átomo. Cite as fontes de pesquisa”**. Todas essas questões tiveram como objetivo ancorar os novos conhecimentos aos já pré-

existentes. Para que isso pudesse ocorrer, foram utilizadas as metodologias ativas EsM, IpC e Sala de Aula Invertida, somadas às pesquisas dos estudantes e a questão quatro, que na verdade era um espaço reservado para as dúvidas encontradas durante a pesquisa. Foi pedido que observassem e anotassem todas as dúvidas e as enviassem para o professor, dois dias antes da próxima aula”. Esse momento foi o mais importante para o professor, pois as dúvidas apresentadas, nortearam o rumo da SD.

Após as pesquisas feitas nos sites e responder à atividade 02 (APÊNDICE C), as dúvidas que apareceram com maior frequência foram:

Antes da Intervenção

Dúvida 01; *“Como ocorrem as atrações entre Prótons e Elétrons do mesmo átomo?”*

Dúvida 02: *“Não entendi porque elétrons e prótons do mesmo átomo não se atraem”.*

Após analisar as respostas (dúvidas) o professor/pesquisador, solicitou que cada grupo pesquisasse sobre os temas: Modelos Atômicos, Modelo Padrão e as Quatro Forças Fundamentais da Natureza. Além de pesquisar, cada grupo teria que gravar vídeo aula sobre os temas e postar no grupo da turma, até dois dias antes da próxima aula.

Ao analisar os vídeos feitos pelos alunos, houve intervenção do professor com várias vídeo aulas sobre os temas, enviada anteriormente no grupo para ajudá-los na compreensão dos temas. No início da segunda aula, foi aplicado IpC e novamente a aplicação da AV2, que mostrou que 95% da turma não tinham mais as dúvidas anteriores. Alguns relatos a seguir:

Depois da Intervenção

Dúvida 01: *“Não possuo dúvidas, todas foram respondidas durante a pesquisa para responder a atividade”.*

Dúvida 02: *“Nenhuma dúvida por enquanto “.*

Na Atividade Avaliativa 03, com quatro questões de pesquisa, buscava-se a

exploração do tema radioatividade e para facilitar os estudos, foi entregue no final da segunda aula uma tarefa de leitura 02 sobre Radioatividade: A primeira questão: **“O que você já leu, ouviu ou viu sobre a Radioatividade?”** A segunda parte da atividade era uma pesquisa, na qual os alunos deveriam pesquisar sobre o tema e a aplicabilidade das radiações alfa, beta e gama. Ao final, deveriam citar as fontes da pesquisa. Todas essas atividades tinham como objetivo identificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre radioatividade.

Na segunda questão **“Como ocorrem as reações no interior no Sol? Como chega a energia do Sol na Terra? O que é Radiação?”**, buscava-se relacionar o tema com o cotidiano dos estudantes.

A questão três **“Faça um resumo de no mínimo 20 linhas sobre as reações nucleares. Não se esqueça de citar os fatores que influenciam na velocidade de uma reação nuclear. Cite as fontes de pesquisa”**, tinha como objetivo fazer os alunos pesquisarem sobre o tema e a questão quatro pedia para os alunos relatarem as dúvidas; **“Espaço reservado para as dúvidas encontradas durante a pesquisa. Observação anote todas as dúvidas e envie para o professor, dois dias antes da próxima aula”**. Após a aplicação da atividade AV3 e fazendo uma análise de todas as dúvidas apresentadas pelos estudantes, observamos que a maior parte da turma, cerca de 70%, apresentavam as mesmas dúvidas:

Antes da intervenção

Dúvida 01: *“Não entendi a relação entre o Sol e a Radioatividade.”*

Dúvida 02: *“Como ocorrem as reações no interior do Sol?”*

Dúvida 03: *“Além do Sol existe algo na natureza que realiza Fusão?”*

Podemos destacar nesta pesquisa que, nas dúvidas apresentadas pelos alunos apareceram os termos Fissão e Fusão nucleares, temas que ainda não tinham sido abordados em nenhuma das atividades anteriores, ponto positivo, pois o tema deste trabalho consiste em trabalhar o ensino de Fusão e Fissão Nucleares. Podemos então destacar que as atividades, as metodologias aplicadas estão realmente melhorando a estrutura cognitiva existente (subsunçor) e sendo capaz de favorecer novas

aprendizagens.

Para sanar as dúvidas sobre Fissão e Fusão Nucleares que apareceram na avaliação (AV3), os alunos receberam para quarta aula a avaliação (AV4) e seis vídeos que reforçaram e revisaram os temas radioatividade e reações nucleares. O primeiro vídeo **“A Descoberta da Radioatividade”**, disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=SIB6fAzPW64>> com duração de 9 min 35s, reforçou e fortaleceu os subsunçores dos alunos sobre o tema. O segundo vídeo: **Propriedades dos Raios de Becquerel**”, disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=P3s1k0zvp8E>>, com duração de 9 min 40s junto com o primeiro vídeo traz um apanhado histórico sobre o tema. O terceiro vídeo” **Transmutações Naturais**”, disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=7CLlyqLqqMY>>, com duração de 9 min 34s, junto como o quarto vídeo **“Energia do Núcleo”** disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=f_Met4w9fDk>, com duração de 9 min 33s, apresenta de maneira tranquila e bem didática o conceito de reações nucleares e finalizando os vídeos quinto e o sexto” **Energia Elétrica da Fissão” e” Subprodutos Nucleares”**, Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=LmCZpXv-00>> e <<https://www.youtube.com/watch?v=nnBPU1f8grE&feature=youtu.be>>, ambos com duração de 9 min 34s cada, relacionava o tema com situações reais, fazendo o conteúdo estudado ter algum significado para os estudantes. Na avaliação (AV5), os alunos tiveram que analisar cada vídeo e fazer um resumo dos pontos mais importantes que eles observaram. Devemos destacar que fazia parte da avaliação que cada aluno, após assistir aos vídeos, deveria relatar as dúvidas apresentadas e 100% da turma não apresentaram dúvidas, relatando que os vídeos foram bem explicativos.

A tarefa avaliativa (AV6), formada com quatro questões discursivas, potencializava a pesquisa e o uso da Sala de Aula Invertida, pois cada grupo teve de pesquisar em várias fontes para responder.

Usado como tarefa de Leitura, os dois vídeos (links) de 25 minutos que estão disponibilizados no You Tube em: <<https://www.youtube.com/watch?v=hLiVmdnTSbQ>> e <<https://www.youtube.com/watch?v=Px-wrOBfDMs>> mostram como funciona uma Usina Nuclear, seus benefícios e malefícios. Tendo esta atividade o objetivo de aproximar o conteúdo com o contexto social do estudante. Analisando esta atividade novamente, não houve dúvidas citadas pelos alunos. Entretanto, para potencializar a

SD cada grupo apresentou na aula seguinte um seminário, o tema foi sorteado pelo professor, (Quadro 03) entre os assuntos que já tinham sido estudados.

6.4 Análise dos Resultados da Avaliação Tradicional.

A avaliação tradicional foi aplicada na última aula da intervenção educacional. As questões tinham o objetivo de investigar a compreensão dos estudantes acerca dos conceitos estudados e verificamos que foi um instrumento importante para a análise individual da eficácia das práticas metodológicas adotadas durante a intervenção.

As questões foram elaboradas de modo que o estudante pudesse aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo da Sequência Didática e o professor pudesse inferir se houve indício de uma Aprendizagem Significativa dos conceitos científicos abordados.

A avaliação foi composta de dez questões, sendo cinco questões objetivas, uma questão de marcar verdadeira ou falsa com cinco itens e quatro questões discursivas. Sendo que, a questão sete tinha três itens e a questão dez tinha quatro itens, totalizando assim dezenove itens analisados.

Os critérios definidos e adotados nesse trabalho para categorizar as respostas dos alunos estão apresentados no Quadro 06:

Quadro 6: Critérios de Categorização.

Categorias	Características
Acertou Totalmente (AT)	Apresentam os conceitos, as aplicações, os resultados e as unidades de medida corretamente, respondendo plenamente ao problema proposto.
Acertou Parcialmente (AP)	Apresenta o conceito central relacionado à resposta da questão proposta, porém não apresenta todas as proposições necessárias para a resposta completa à situação apresentada.
Errou Totalmente (ET)	Demonstra não possuir conhecimento acerca do assunto ou não compreensão do enunciado da questão, apresentando uma resposta que foge completamente à questão proposta.
Verdadeiro (V)	Respondendo plenamente ao problema proposto.
Falso (F)	Não responde corretamente ao problema proposto.
Branco (B)	Não respondeu

(Fonte: autor da pesquisa, 2019)

No quadro 7, apresentamos a análise percentual das respostas apresentadas pelos alunos, das questões objetivas.

Quadro 7:Análise percentual apresentadas pelos alunos das questões objetivas.

	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
(AT)	71%	78%	39%	83%	75%
(ET)	29%	22%	60,7%	17%	22%
(B)	-		0,3 %		

(Fonte: autor da pesquisa, 2019)

O gráfico 3 mostra o percentual de acertos e erros das questões usadas na segunda aula usando IpC:

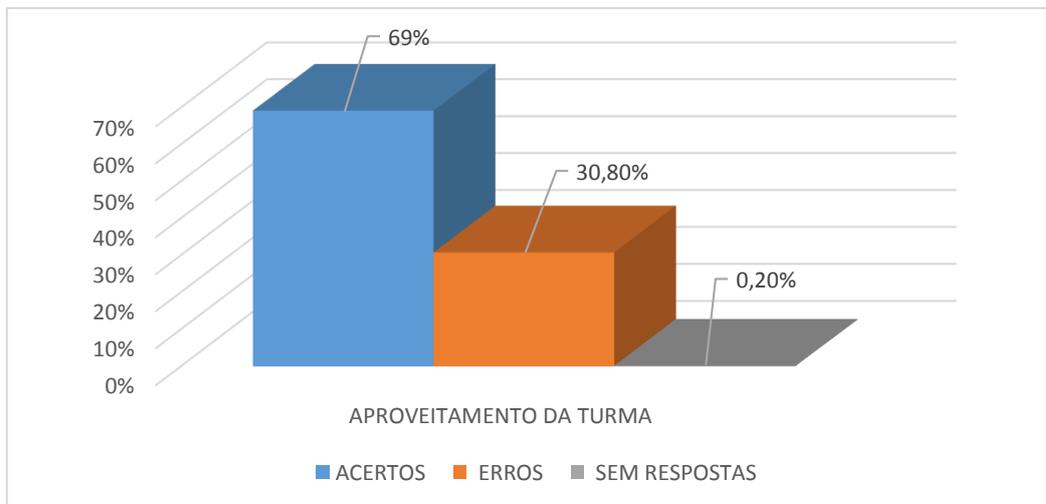


Gráfico3: Aproveitamento percentual da turma nas questões objetivas.

(Fonte: autor da pesquisa, 2019)

As questões 1, 2, 3,4 e 5 da avaliação abordavam o tema reação nucleares, sendo que a questão três tem um nível mais elevado que as demais, o que resultou num percentual de 60,7% de erro por parte dos alunos. No geral, a turma teve um aproveitamento de 69% de acertos, mostrando que nessas cinco primeiras questões houve indício de uma aprendizagem significativa.

A primeira questão (Enem 2015) tratava do tema reação nuclear, a qual objetivou verificar, se o aluno tinha os pré-requisitos necessários sobre reações nucleares, para resolver a questão, e com 71% de acerto, podemos verificar que houve assimilação do tema abordado. As questões 2, 4 e 5 também são relacionadas ao tema reação nucleares e a média de acertos ficou em 68%, mostrando que também houve indício de uma aprendizagem significativa.

A sexta questão da Avaliação Tradicional foi de marcar nas alternativas se era verdadeiro ou falso, buscando, dessa forma, verificar os conhecimentos dos alunos sobre modelos atômicos. No quadro 8 e no gráfico 4 a seguir, é mostrado o índice percentual das alternativas marcadas pela turma:

Quadro 8: Percentuais das alternativas marcadas pela turma na 6ª questão.

	Q _{6-A}	Q _{6-B}	Q _{6-C}	Q _{6-D}	Q _{6-E}
Verdadeiro	99%	50%	50%	94%	71%
Falso	1%	50%	50%	4%	27%
Branco	1%	-	-	2%	2%

(Fonte: autor da pesquisa, 2019)

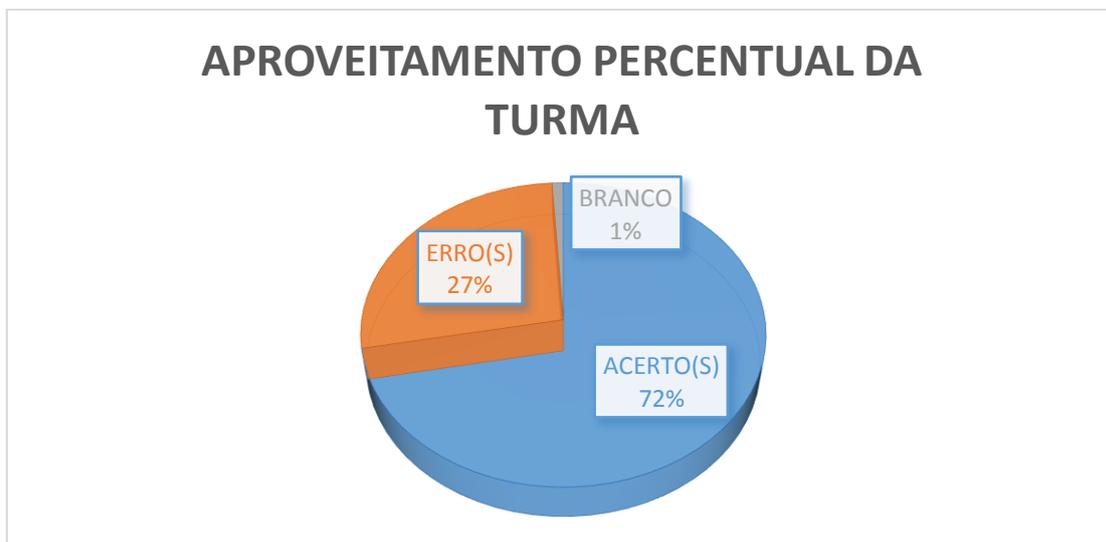


Gráfico 4: Análise de rendimento da turma na correção da 6ª questão
(Fonte: autor da pesquisa, 2019)

Analisando a sexta questão, 72% da turma teve um aproveitamento positivo, 27% erraram e 1% deixou em branco.

Na Tabela 06, apresentamos a análise das respostas apresentadas pelos alunos, das questões discursivas.

Quadro 9: Análise das respostas apresentadas pelos alunos nas questões.

	Q7-A	Q7-B	Q7-C	Q8	Q9	Q10-A	Q10-B	Q10-C	Q10-D
(AT)	16	9	36	26	23	19	24	33	33
(AP)	19	6	2	5	9	17	12	7	4
(ET)	6	26	3	9	3	5	5	1	3
(B)		1		1	6				1

(Fonte: autor da pesquisa, 2019)

A sétima questão, já tinha sido aplicada no pré-teste e objetivou saber depois das intervenções se o aluno teve indício de uma aprendizagem significativa. 85% dos alunos acreditavam que o átomo era indivisível e que constituía a matéria, tema abordado pela questão Q7. Após a intervenção se somarmos como respostas positivas AT e AP, observamos que 88% dos alunos obtiveram ascensão de um novo conhecimento, pois as respostas traziam a ideia de que o átomo é sim divisível e que é constituinte de toda matéria.

Segue a resposta (de um grupo de alunos) antes e depois da intervenção:

Antes: *“Tudo aquilo que tem massa e ocupa um lugar no espaço, tem massa e é indivisível.”*

Depois: *“O átomo é a partícula constituinte de toda matéria e é divisível”.*

Nas respostas individuais ou em grupos, percebemos uma evolução conceitual, pois, na maioria das respostas dadas na avaliação final, aparecia o conceito do modelo padrão deixando claro que houve um avanço conceitual.

Na questão (Q7-B), que também já tinha sido aplicada no pré-teste, o objetivo pretendido foi verificar se o estudante saberia responder o motivo de ter ou não atração entre as partículas de um mesmo átomo.

Segue algumas respostas antes e depois da intervenção.

Antes:

2ª Questão— Por que não ocorre atração entre o elétrons e prótons do mesmo átomo?

Porque a carga fica neutra, logo não ocorre atração.

Figura 23: Resposta dos alunos antes da intervenção.

Depois:

b) Por que não ocorre atração entre o elétrons e prótons do mesmo átomo? ✓

Devido a força nuclear forte que mantém a coesão dos elementos. Apesar disso, não deixamos que haja repulsão entre prótons e elétrons de um mesmo núcleo, e nem atração entre prótons e elétrons. Ademais, essa força também é responsável pela coesão dos quarks e dos glúons.

Figura 24: Resposta dos alunos depois da intervenção.

Nas respostas individuais ou em grupos, antes e depois, percebemos uma evolução conceitual, pois na maioria das respostas dadas na avaliação final, aparecia o conceito das quatro forças fundamentais da natureza, deixando claro que houve um avanço conceitual.

Na questão (Q7-C), aplicada anteriormente no Pré-Teste, que também teve como objetivo verificar se o estudante saberia responder qual a carga das partículas que constituía o átomo, 95% das respostas foram as mesmas antes e depois da intervenção. Mostrando que nesta questão não houve um ganho conceitual por parte dos alunos.

A questão (Q8), objetivou saber se teve ou não ascensão conceitual dos alunos sobre reações nucleares. Em seguida, a resposta da maioria dos alunos:

QUESTÃO 08- Como ocorre as reações no interior no Sol? Como chega a energia do Sol na Terra? O que é radiação?

no interior do sol ocorre reações de fusão onde os prótons de hidrogênio se chocam formando novos átomos de hélio. a energia do sol é irradiada no vazio por meio de ondas eletromagnéticas.

Figura 25: Resposta dos alunos depois da intervenção na 8ª questão.

Nas respostas individuais ou em grupos, percebemos uma evolução conceitual, pois, para a maioria dos alunos foi a primeira vez que a metodologia usada na Sequência Didática lhes foi apresentada, sendo o primeiro contato com o conceito de Fissão, Fusão e Radiação. E analisando as respostas dadas na avaliação final, ficou claro que houve um avanço conceitual.

A questão (Q9), teve como objetivo saber a importância de uma aula experimental e se teve ou não ascensão conceitual dos alunos, quando trabalhamos com aulas práticas. Na sequência, a resposta da maioria dos grupos:

QUESTÃO 09-Descreva passo a passo as etapas dos procedimentos que fizeram, para cada fator que influência na velocidade de uma reação:

Alguns fatores influenciam na velocidade de uma reação, tais como:

- temperatura: quando a temperatura é elevada, a reação também aumenta, deixando a reação mais rápida.
- superfície de contato: quando a superfície de contato é maior, aumenta a interação e consequentemente a velocidade.
- concentração: quando há aumento da concentração, a velocidade também aumenta, pois a concentração funciona como catalisador.

Figura 26: Resposta dos alunos depois da intervenção na 9ª Questão.

A análise das respostas dadas na questão 09 mostrou que 78% dos alunos tiveram um bom aproveitamento, 7% não obtiveram ascensão conceitual, pois erraram completamente a questão e 15% deixaram em branco a questão por não saber responder ou por ter faltado à aula experimental.

A última questão (Q 10), tinha o mesmo objetivo da questão oito, ou seja, verificar os conhecimentos dos alunos sobre reações nucleares e suas aplicabilidades no cotidiano. A média das respostas corretas e aceitáveis chegou a 70% dos alunos.

Os alunos conseguiram obter uma ascensão de conhecimento, quando relacionavam as reações nucleares à produção de energia elétrica, ao citarem o Brasil como produtor de energia nuclear e as usinas do Rio de Janeiro (Angra). Outro ponto que podemos destacar nas respostas seria o poder de destruição que todos citaram, pois várias vezes relataram o uso da bomba atômica e seus estragos produzidos na natureza.

Com as análises dos resultados, verificamos que houve uma boa aceitação da nova metodologia, resultando em uma média superior a 70% de acertos e que os alunos souberam utilizar as novas ferramentas: Sala de Aula Invertida, IpC e EsM, de maneira proveitosa, não se esquecendo de citar que os erros cometidos mostraram que para ocorrer uma aprendizagem completa dos conteúdos são necessários mais tempo e discussões sobre os temas.

O desenvolvimento conceitual necessita de tempo e dedicação. Contudo, a Sequência Didática aplicada promoveu uma ruptura do modelo antigo das aulas tradicionais, sendo um modelo inovador que valorizou e potencializou os conhecimentos prévios já existentes na estrutura cognitiva dos estudantes.

Observamos durante a SD o avanço da estrutura de pensamento e a independência dos estudantes com seus horários de estudos. Acreditamos que houve indício de uma aprendizagem significativa e uma grande contribuição social para a vida dos estudantes.

CAPÍTULO 7

7.1 Considerações Finais.

Mediante o exposto, concluímos que, a partir do estudo da Física Nuclear, por intermédio da Sequência Didática, associada às metodologias EsM, IpC e Sala de Aula Invertida, os alunos obtiveram asserções de conhecimento levando em conta: o seu conhecimento prévio, os organizadores prévios, a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação.

Propomos atividades colaborativas em torno de situações-problema, mediando a negociação, a captação de significados, provendo situações-problema e mediando a resolução com a participação do aluno.

Ocorreram evidências de aprendizagem significativa, dentro de uma perspectiva de progressividade e complexidade. De acordo com Moreira (2011), “a aprendizagem significativa ocorre quando há ligação “ancoragem” entre a nova informação e o conhecimento prévio do aprendiz, ou seja, quando este novo conhecimento “firma-se” na estrutura cognitiva deste aprendiz”.

Apoiado nos referenciais teóricos sobre Aprendizagem Significativa, UEPS e das Metodologias Ativas, buscamos a elaboração e implementação de uma Sequência Didática que facilitasse a utilização de quem queira usá-la.

Para que ocorra um avanço efetivo e consciente do conhecimento da ciência, produzida a partir do século XX, são urgentes que ocorram atualizações dos currículos, reformas pedagógicas nos métodos de ensino e na elaboração e aplicabilidade de Sequências Didáticas.

Esta pesquisa, portanto, buscou em um primeiro momento, conhecer e investigar os conteúdos sobre Fissão e Fusão Nucleares dentro de 10 coleções das 12 aprovadas no PNLD - 2018 para 3ª série do Ensino Médio.

Com análises feitas das coleções aprovadas no PNLD, conseguimos produzir uma SD, que potencializou e agilizou o ensino das forças nucleares. Com isso, a proposta conseguiu responder aos objetivos específicos ajudando os estudantes a compreenderem os conceitos, grandezas físicas relacionadas à Física Nuclear; compreender a relação da liberação de energia no interior do Sol com a energia que

recebemos na Terra e relacionar às reações nucleares com a energia liberada em uma usina.

Para alcançar os objetivos, a partir de um referencial teórico, buscamos usar as metodologias inovadoras de prática em sala de aula: a Sala de Aula Invertida, o EsM e o IpC. Em nosso trabalho, o aluno foi o protagonista de todo processo e o professor o mediador de todas as etapas da SD. Auxiliados pelos materiais potencialmente significativos, grande parte dos objetivos específicos foram abordados, tendo uma aceitação positiva dos estudantes e as avaliações mostraram que houve indício de uma aprendizagem significativa.

A primeira etapa do processo de investigação foi conhecer parte das concepções dos alunos sobre estrutura atômica e para isso usamos um pré-teste, que foi o ponto de partida para o andamento da SD, uma vez que com as informações analisadas no teste, planejamos as aulas seguintes de maneira a procurar conectar o conteúdo das aulas com as situações reais do cotidiano dos estudantes.

Constatada a necessidade de aprofundamento conceitual para aprendizagem de Física Nuclear e para atender o nosso objetivo específico de estudar Fissão e Fusão nucleares, usamos como materiais potencialmente significativos alguns vídeos e textos sobre átomo, modelos atômicos e radioatividade.

Verificamos que a nova abordagem sobre o tema causou fascínio e interesse dos alunos em aprender, pois as concepções anteriores que traziam era que a Física Quântica é um tema complexo, gerando receio ou um temor inicial em relação ao que estava por vir. Nesse momento, coube ao professor mediador abrandar os receios e os medos dos alunos ao esclarecer a importância deles no processo, além de relacionar o tema à realidade dos estudantes e falar que eles conseguiriam entender com o auxílio da nova metodologia.

Um ponto importante na SD foi o fato de os alunos enviarem as dúvidas para o professor, dois dias antes da aula seguinte, possibilitando ao docente planejar as ações futuras. Uma das ações feitas foi a utilização de vídeo aulas de curta duração para responder às dúvidas apresentadas, com isso os alunos chegaram à aula seguinte com menos dúvidas e ocorriam mais participações durante as aulas. Foi por meio dessas ações coletivas que os alunos sistematizaram os conhecimentos científicos discutidos em grupo na sala de aula.

As tarefas em grupo, junto com metodologia Peer Instruction cumpriram um papel importante na consolidação da aprendizagem, pois observamos que houve

interação social, fortalecendo a aprendizagem dos conteúdos. O engajamento dos alunos nas atividades, nas discussões dos temas, no feedback entre professor e aluno, proporcionou uma interação constante com o processo de aprendizagem. Os resultados das análises dos dados das duas aulas que usamos Peer Instruction, mostraram uma evolução na autonomia de cada aluno para estudarem sozinhos.

Podemos destacar também a aula experimental como uma das mais importantes para a interação social, pois todos trabalharam a cooperação e o respeito.

Na avaliação tradicional (capítulo 5.3), os resultados no gráfico 04 mostraram que houve mais de 70% de acertos das questões. Resultado que mostra a importância da SD no processo de ensino e aprendizagem.

Para o educador que desejar aplicar esta SD, oriento não priorizar os cálculos excessivos com contas, pois o aluno estuda sozinho em casa, priorize os conceitos teóricos e foque nas discussões feitas pelos alunos, com elas conseguimos medir o grau de envolvimento do aluno, além de motivar os educandos. Os cálculos podem ser desenvolvidos durante as aulas presenciais.

7.2 Aplicando Novamente a Sequência Didática

Apoiado nos referenciais teóricos sobre Aprendizagem Significativa, UEPS e junto com as Metodologias Ativas, estou aplicando novamente a Sequência Didática nas minhas aulas. Fiz algumas adaptações nas provas e notas para atender às normas da escola.

O diário de bordo está sendo o meu fiel companheiro, pois faço todas as anotações nele. Outro ponto que mudei da primeira aplicação foi a quantidade de atividades avaliativas. Antes usei nove avaliações (capítulo 05), que me ajudaram nas análises dos dados para minha pesquisa, agora planejo usar três ou quatro.

Tenho plena certeza que a SD facilitará e ajudará os novos professores que queiram usá-la, pois é uma metodologia que promove o interesse do aluno em aprender, diminuindo a memorização mecânica e conteudista, além de usar um material potencialmente significativo como Tarefa de Leitura.

REFERÊNCIAS

ALVARENGA *et al.* **Física: contexto & aplicações: Ensino médio.** – 2. ed. – São Paulo: Scipione, 2016.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos:** Uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

ARAÚJO, I. S; MAZUR, E. **Instrução pelos colegas e ensino sob medida:** uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino aprendizagem em física. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 30, n. 2: p. 362 - 384, ago. 2013.

BARDINE, R. **Tipos de Radiação:** Alfa, Beta e Gama.coladaweb.com. s/d. Disponível em: <<https://www.coladaweb.com/quimica/fisico-quimica/tipos-de-radiacao-alfa-beta-e-gama>> Acesso em 22 de maio de 2019.

BARRETO FILHO *et al.* **Física aula por aula:** eletromagnetismo, física moderna, 3ºano/in. – Coleção física aula por aula 3. ed. – São Paulo: FTD, 2016.

BONJORNO, J. R. *et al.* **Física Volume 3:** Eletromagnetismo e Física Moderna, 3º ano. 2. ed. São Paulo: FTD, 2016.

BRASIL. **PCN + Ensino médio:** orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/Sem tec, 2002. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>> Acesso em Mar de 2019.

BERGMANN, J.; SAMS, A. **A Sala de aula invertida:** uma metodologia ativa de aprendizagem. Tradução ao português de Afonso Celso da Cunha Serra. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

DEBORA, S. **O que são radiações Alfa Beta e Gama:** Quais seus perigos?google.com. br. 21/11/ 2014. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=aDJBodahQHc>> Acesso em 22 de maio de 2019.

ESPÍRITO SANTO (ESTADO). **Currículo Básico Escola Estadual;** Secretaria da Educação E77e Ensino médio: área de Ciências da Natureza / Secretaria da Educação. – Vitória: SEDU, 2009. 128 p.; 26 cm.

FÍSICA NUCLEAR- 1/6 – **A DESCOBERTA DA RADIOATIVIDADE.** Prof. Perdigão. YouTube. 21 de agosto de 2011. 9 min 35s. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=SIB6fAzPW64>>. Acesso em 30 de out de 2018.

FÍSICA NUCLEAR - 2/6 - **PROPRIEDADES DOS RAIOS DE BECQUEREL.** Prof. Perdigão. YouTube. 30 de agosto de 2011. 9 min 40s. Disponível em:<<https://www.youtube.com/watch?v=P3s1k0zvp8E>>. Acesso em 30 de out de 2018.

FÍSICA NUCLEAR - 3/6 - **TRANSMUTAÇÕES NATURAIS.** Prof. Perdigão. YouTube. 21 de agosto de 2011. 9 min 34s. Disponível em:<<https://www.youtube.com/watch?v=7CLlyqLqqMY>>. Acesso em 30 de out de 2018.

FÍSICA NUCLEAR - 4/6 - **ENERGIA DO NÚCLEO.** Prof. Perdigão. YouTube. 21 de agosto de 2011. 9 min 33s. Disponível em:<https://www.youtube.com/watch?v=f_Met4w9fDk>. Acesso em 30 de out de 2018.

FÍSICA NUCLEAR - 5/6 - **ENERGIA ELÉTRICA DA FISSÃO.** Prof. Perdigão. YouTube. 21 de agosto de 2011. 9 min 34s. Disponível em:<<https://www.youtube.com/watch?v=LmCZpXv-00>>. Acesso em 31 de out de 2018.

FÍSICA NUCLEAR - 6/6 - **SUBPRODUTOS NUCLEARES**. Prof. Perdigão. YouTube. 21 de agosto de 2011. 9 min 34s. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=nnBPU1f8grE&feature=youtu.be>>. Acesso em 31 de out de 2018.

GASPAR. **Compreendendo a física**. – 3. ed. – São Paulo: Ática, 2016.

GONÇALVES FILHO *et al.* **Física volume 3: Interação e Tecnologia**, – 2. ed. – São Paulo: Leya, 2016.

LIRA, J. C. L. **Átomo**: Infoescola.com. s/d. Disponível em: <<https://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2010/08/atomo2.jpg>> Acesso em 22 de maio de 2019.

HALLIDAY, D. *et al.* **Fundamentos de Física: Óptica e Física Moderna** – 4 ed – LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A. Rio de Janeiro, (1995).

MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas**. 2011d. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>>. Acesso em: 23 agosto de 2017.

MOREIRA, M. A. **Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas – UEPS**. Aprendizagem Significativa em Revista / Meaningful Learning Review, v. 1, n. 2, p. 43 - 63. 2011. Disponível em <http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf>. Acesso em 08 março de 2012.

MÜLLER, M. G. **Metodologias interativas na formação de professores de física: um estudo de caso com o Peer Instruction**. 2013. 226 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

NOVAK, G. M. *et al.* **Just-in-Time Teaching**: blending active learning whit web technology. [S.l.] 1999. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall, p. 188.

OLIVEIRA, Tobias Espinosa de; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Ângela. **A sala de aula invertida (Flipped Classroom)**: In: Física na Escola, v. 14, n. 2, 2016, p. 4 - 13. Disponível em: < <http://www1.fisica.org.br/fne/edicoes/category/40> > volume -14 – n – 2 - outubro. Acesso em 17 de setembro de 2017.

OLIVEIRA, V., **Uma proposta de ensino de tópicos de eletromagnetismo via instrução pelos colegas e ensino sob medida para o ensino médio**. 2012. 236 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

POGIBIN *et al.* **Física em contextos, volume 3**: Ensino médio. – 1. ed. – São Paulo: Editora do Brasil, 2016. – (Coleção física em contextos).

SANT'ANNA *et al.* **Conexões com a física**. – 3. ed. – São Paulo: Moderna, 2016.

SCHNEUWLY, B; DOLZ, J. **Gêneros Oraís e Escritos na Escola**. 2ª.ed. Campinas, São Paulo, 2010.

SITE EXPERIMENTOTECA.COM. **Experimento: Alterando A Velocidade de uma Reação**, 21/09/2014. Disponível em <https://www.google.com.br/search?q=imagem+de+uma+rea%C3%A7%C3%A3o&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjmsZr8xOLaAhXKFJAKHb2yDQUQ_AUoA3oECAAQBQ&biw=1366&bih=662#imgrc=>>. Acesso em 21 de janeiro de 2019.

Site Fiocruz. **Radiação**. S/d. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/radiacao.html> Acessado em 22 de maio de 2019.

Site ClimaInfo. **Energia Nuclear contingenciada.** S/d Disponível em < <http://climainfo.org.br/2019/08/26/usinas-nucleares-energia-nuclear-contingenciada/>> Acesso em 20 de out de 2019.

Site Google imagens. **Usina Nuclear.** S/d Disponível em < <https://blog.enem.com.br/acidente-de-chernobyl-entenda-o-que-aconteceu-com-a-usina-nuclear/>> Acesso em 20 de out de 2019.

THADEU, V. **PNLD:** Tudo sobre o Programa Nacional do Livro e do Material Didático. Disponível em < <https://www.edocente.com.br/pnld-programa-nacional-do-livro-e-material-didatico/>> Acesso em 20 de julho de 2019.

TASSAN, S.P.F. **A escrita e reescrita de artigos de opinião em sala de aula:** idas e vindas de um processo. Dissertação (Mestrado em Estudos Linguísticos) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.

TORRES *et al.* **Física:** ciência e tecnologia. – 4. ed. – São Paulo, Moderna, 2016.

VÁLIO et al. **Ser protagonista:** física, 3º ano: ensino médio. – 2. ed. – São Paulo: Edições SM, 2016.

YAMAMOTO; FUKU. **Física para o Ensino Médio 3** – 3. ed. – São Paulo: Saraiva, 2013.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Pré-teste (AV1).

1ª Questão - O que é um átomo? Quais as partes que o constituem? Faça um desenho representando um átomo.

2ª Questão – Por que não ocorre atração entre os elétrons e os prótons do mesmo átomo?

3ª Questão - Qual(is) a(s) cargas do elétron, próton e do nêutron?

APÊNDICE B – Tarefa de Leitura “Texto 01”.

TEXTO 01

O QUE É UM ÁTOMO?

O átomo é o nome que se dá ao criador ou formador da matéria (tudo que tem

massa e ocupa um lugar no espaço) que conhecemos e é, também, uma temática abordada por vários pensadores Demócrito e Leucipo, filósofos os quais viveram entre 546 e 460 a.C, acreditavam na ideia de que tudo o que vemos em nossa volta é formado por átomos indivisíveis. Experimentos físicos, químicos e aspectos matemáticos comprovados cientificamente mostraram, porém, que o átomo não é indivisível, havendo, pois, a existência de partículas subatômicas como os pósitrons, os quarks, os neutrinos e os mésons.

A composição do átomo é formada por um núcleo - cuja região é muito pequena mas, bastante densa na qual encontramos os prótons e os nêutrons -, e pela eletrosfera ou nível de energia, região está que envolve o núcleo e que abriga subníveis orbitais e elétrons.

Assim sendo, o interesse do presente texto corresponde ao estudo das subpartículas fundamentais as quais condizem aos prótons, elétrons e nêutrons, bem como as interações existentes entre eles.

Estrutura de um Átomo

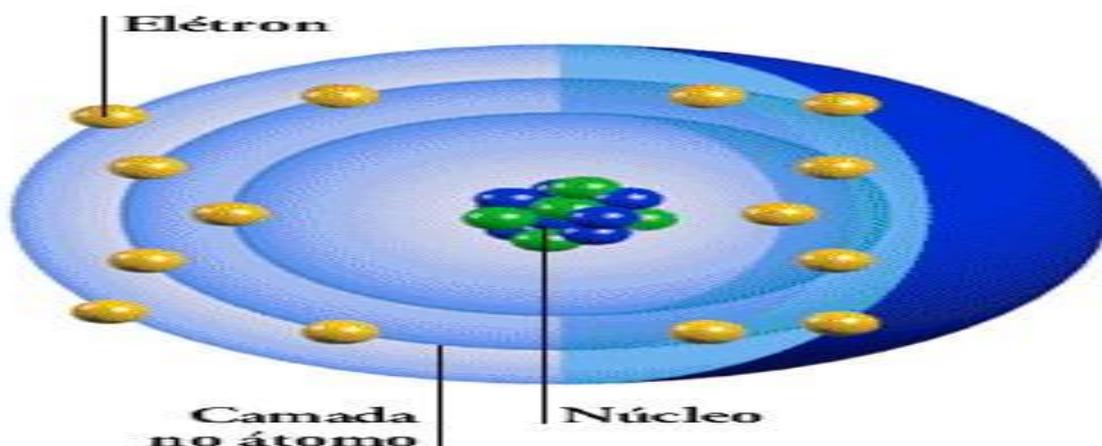


Figura 27: Modelo de um átomo.
(site: <https://www.infoescola.com/quimica/atomo/>)

Os átomos são compostos, pelo menos de um próton e um elétron, podendo apresentar ou não nêutrons. Um exemplo de elemento que não possui nêutron seria o hidrogênio o qual possui somente um elétron girando em torno do núcleo.

Os elétrons são partículas de massa muito pequena, (aproximadamente 1800 vezes menor que o próton) cerca de $9.10^{-28}g$ e carga negativa de: $-1,6. 10^{-19}C$. O próton, por sua vez, possui carga positiva em módulo igual à do elétron e se encontra no núcleo junto com o nêutron que não possui carga.

Essa subpartícula, contudo, apresenta massa muito parecida com a do próton

4ª Questão - Espaço reservado para as dúvidas encontradas durante a pesquisa. Observação anote todas as dúvidas e envie para o professor, dois dias antes da próxima aula.

APÊNDICE D – Questões da 1ª aula usando IpC.

1ª Questão - A massa de um Próton é?

- a) maior que a do Elétron.
- b) maior que a do Nêutron.
- c) menor que Elétron.
- d) igual à do Elétron.

2ª Questão - A carga do Elétron em modulo é?

- a) maior que a do Próton.
- b) maior que a do Nêutron.
- c) menor que Próton.
- d) igual à do Próton.

3ª Questão - As cargas de um Próton e de um Elétron são?

- a) + 1 e -1.
- b) + 1 e +1.
- c) + 1,6 x 10⁻¹⁹C e - 1,6 x 10⁻¹⁹C.
- d) + 1,6 x 10⁻¹⁹C e + 1,6 x 10⁻¹⁹C.

4ª Questão - Qual Modelo Atômico abaixo é o mais atual?

- a) Dalton (bola de bilhar);
- b) Thomson (pudim de passas);
- c) Rutherford-Bohr (sistema planetário);
- d) Planck (quantum)

5ª Questão - Acontece atração entre os Elétrons e os Prótons de um mesmo átomo?

- a) Sim, mas como o elétron tem maior massa, ele usa sua energia cinética para ficar se movendo ao redor do núcleo.
- b) Não, mas como o elétron tem menor massa, ele usa sua energia cinética para ficar se movendo ao redor do núcleo.
- c) Sim, e só não ocorre a colisão porque entre eles existem os nêutrons que ajudam na instabilidade do átomo e as forças nucleares acabam equilibrando as forças eletrostáticas.
- d) Não, pois os elétrons estão na eletrosfera e os prótons no núcleo, a distância entre eles não deixa ter ou ocorrer interação.

Observação: a questão apresentou problema na letra c, pois o correto seria estabilidade e não instabilidade. Logo, a questão não será computada na análise dos dados futuramente.

6ª Questão - O átomo é indivisível?

- a) Sim. Pois estudos comprovaram que as menores partículas que existem na natureza são os elétrons, prótons e os nêutrons.

- b) Não. Pois estudos comprovaram que existem partículas menores como pósitrons, quarks, neutrinos e os mésons.
- c) Sim. Segundo Demócrito prótons, elétrons e nêutrons são indiscutivelmente as menores partículas.
- d) Não. Somente os elétrons que se dividem os nêutrons e os prótons por estarem no núcleo.

APÊNDICE E – Tarefa de Leitura “Texto 02”.

TEXTO 02

A RADIOATIVIDADE

Após o estudo do texto 01 “O que é um Átomo?”, vimos que o átomo é divisível, analisamos a sua estrutura, as forças fundamentais da natureza e os modelos atômicos. Agora vamos focar no núcleo de alguns elementos que se desintegram, podendo emitir radiações. Sendo a radioatividade o tema principal deste texto.

A origem do estudo da Radioatividade foi no século XIX, com o físico francês Becquerel (1852-1908), que observou que o urânio (sal) possuía a capacidade de sensibilizar um filme fotográfico, mesmo coberto por uma fina lâmina de metal.

Ao verificar que alguns elementos tinham a capacidade de emitir energia sob forma de partículas ou radiação eletromagnética, Maria Curie (1867-1934) comprovou que a radioatividade era um fenômeno atômico e a intensidade da radiação era proporcional à quantidade do elemento (urânio) empregado na amostra.

A radioatividade geralmente provém fisicamente de isótopos instáveis e radioativos, como urânio-235, césio-137, cobalto-60, tório-232. Tais isótopos liberam energia através das ondas eletromagnéticas ou partículas em alta velocidade. Ocorrendo no núcleo a desintegração e a emissão de três tipos: radiação alfa, radiação beta e radiação gama.

O interessante foi observar que ao submetermos essas radiações a um campo magnético elas se separam. Os raios alfas (partículas positivas) se direcionam para um lado e o beta (partículas negativas) para o outro e a radiação gama possui alta frequência e em razão da enorme energia não sofrem desvios e possuem uma capacidade de penetração profunda na matéria. A radiação gama não sofre desvio,

pois não são partículas eletrizadas e sim radiações eletromagnéticas. Causa danos a células animais, fato que a torna muito perigosa numa explosão de uma bomba atômica.

Já na radiação alfa, o raio tem uma carga elétrica positiva. Sendo formado por dois prótons e dois nêutrons. Os raios alfas são emitidos com alta energia, mas perdem rapidamente essa energia quando passam através da matéria, por exemplo, entre uma ou duas folhas de papel.

Na radiação alfa, o núcleo perde dois prótons e dois nêutrons na emissão da partícula, transformando-se em outro elemento químico. Por exemplo, a radiação alfa ocorre no U238 um isótopo do urânio que tem 92 prótons e 146 nêutrons. Após a perda de uma partícula alfa, o núcleo passa ter 90 prótons e 144 nêutrons. O átomo com número atômico 90 não é mais o urânio e sim o tório.

Na radiação beta, os núcleos radioativos emitem elétrons (carga negativa). As partículas betas se propagam com velocidade quase igual à da luz e algumas podem penetrar mais de um cm de madeira.

Existem duas formas de decaimento beta, β^- e β^+ . No decaimento β^- , um nêutron é convertido num próton com emissão de um elétron e de um antineutrino de elétron (anti partícula do neutrino):

No decaimento β^+ , um próton é convertido num nêutron, com a emissão de um pósitron, e de um neutrino de elétron: O raio gama não tem carga elétrica semelhante aos raios-X, mas normalmente tem um comprimento de onda mais curto. Esses raios são fótons (partículas de radiação eletromagnética) e se propagam com a velocidade da luz. E são muito mais penetrantes do que as partículas alfa e beta.

A radiação gama pode ocorrer de diversas maneiras. Em um processo, a partícula alfa ou beta emitida por um núcleo não transporta toda a energia disponível. Depois da emissão, o núcleo tem mais energia do que em seu estado mais estável. Ele se livra do excesso emitindo raios gama. Nenhuma transmutação se verifica pelos raios gama.

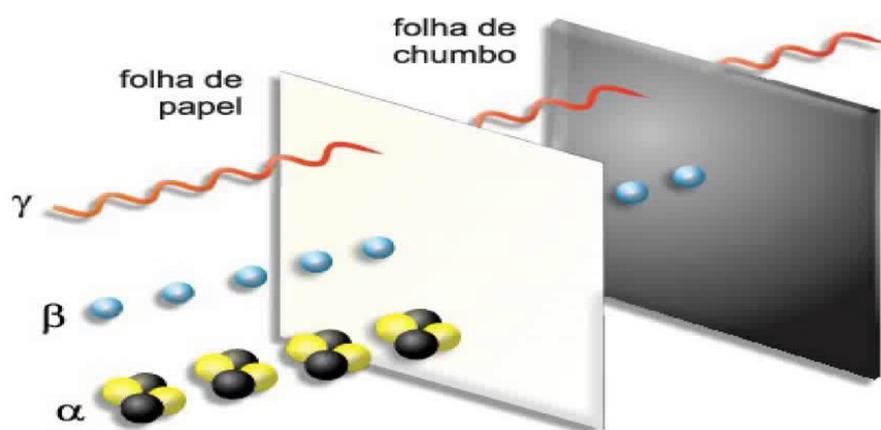


Figura 28: Radiações Alfa, Beta e Gama.
(Fonte: Google, 2014)

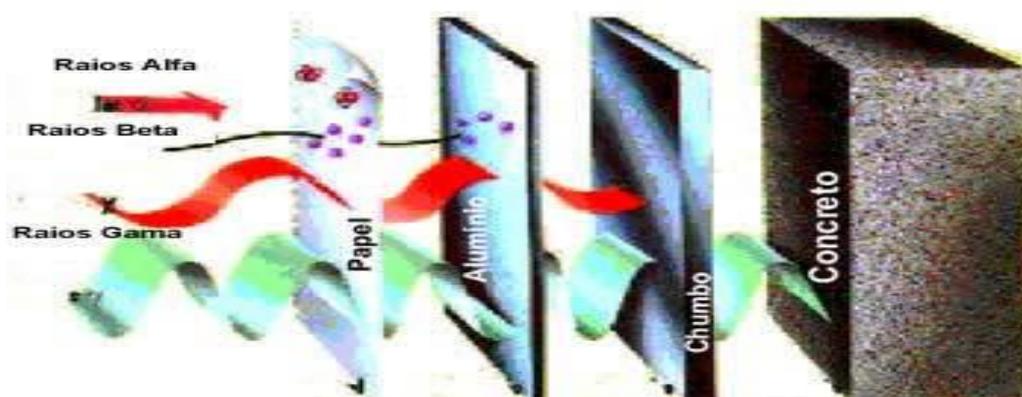


Figura 29: Penetração das partículas radioativas.
(Fonte: Fiocruz, s/d)

Quadro 10: Análise comparativa entre as partículas radioativas.

Radiação	Alfa	Beta	Gama
Danos ao Ser humano	Pequeno. São detidas pela camada de células mortas de pele. Podendo no máximo causar queimaduras.	Médio. Podem penetrar até 2 cm e ionizar moléculas gerando radicais livres.	Alto. Pode atravessar o corpo humano, causando danos irreparáveis: como alteração na estrutura do DNA.
Velocidade	5% da velocidade da luz	95% da velocidade da luz	Igual a velocidade da luz 300000 km/s
Poder de penetração	Pequeno. Uma folha de papel pode deter.	Médio. É 50 a 100 vezes mais penetração que a Alfa. São detidas por uma chapa de chumbo de 2 mm.	Alto. Os raios Gama são mais penetrantes que as de raio x. São detidas por uma placa de chumbo de 5 cm.

(Fonte: Bardine,s/d)

Não podemos deixar de destacar que apenas o raio alfa e beta possuem carga elétrica, os raios gama não possuem carga. Com o devido conhecimento, as radiações podem ser usadas e se tornarem úteis, principalmente, na medicina em tratamento de tumores cancerígenos. . .

APÊNDICE F – Atividade Avaliativa (AV3).

1ª Questão - O que você já leu, ouviu ou viu sobre a Radioatividade? Pesquise sobre o tema e cite a aplicabilidade das radiações alfa, beta e gama para humanidade. Cite as fontes de pesquisa.

2ª Questão - Comente se existe alguma relação entre os experimentos e as reações no interior do Sol.

APÊNDICE H – Atividade Avaliativa(AV5).

Nessa tarefa façam um breve resumo dos pontos importantes de cada vídeo abaixo:

Resumos

Vídeos 01 e 02

➤ **Vídeo 01-** A Descoberta da Radioatividade. Prof. Perdigão, 2011:<<https://www.youtube.com/watch?v=SIB6fAzPW64>> acesso em 30 de out de 2018.

➤ **Vídeo 02-** Propriedades dos Raios de Becquerel. Prof. Perdigão,2011:<<https://www.youtube.com/watch?v=P3s1k0zvp8E>> acesso em 30 de out de 2018.

Cite os pontos importantes observados nos vídeos.

Espaço reservado para as dúvidas:

Vídeo 03:

➤ **Vídeo 03** - Transmutações Naturais. Prof. Perdigão, 2011:<<https://www.youtube.com/watch?v=7CLlyqLqqMY>> acesso em 30 de out de 2018.

Cite os pontos importantes observados no vídeo.

Espaço reservado para as dúvidas:

Vídeo 04:

➤ **Vídeo 04** - Energia do Núcleo. Prof. Perdigão, 2011:<https://www.youtube.com/watch?v=f_Met4w9fDk> acesso em 30 de out de 2018.

Cite os pontos importantes observados no vídeo.

Espaço reservado para as dúvidas.

Vídeo 05:

➤ **Vídeo 05** - Energia Elétrica da Fissão. Prof. Perdigão, 2011:<<https://www.youtube.com/watch?v=LmCZpXv-00>> acesso em 31 de out de 2018.

Cite os pontos importantes observados no vídeo.

Espaço reservado para suas dúvidas.

Vídeo 06:

➤ **Vídeo 06** - Subprodutos Nucleares. Prof. Perdigão, 2011:<<https://www.youtube.com/watch?v=nnBPU1f8grE&feature=youtu.be>> Acesso em 31 de out de 2018.

Cite os pontos importantes observados no vídeo.

Espaço reservado para as dúvidas:

APÊNDICE I – Questões Usadas na 2ª aula usando IpC.

1ª Questão - A bomba de hidrogênio é uma das mais poderosas armas de destruição em massa, pois libera quantidades enormes de energia. Ela se baseia na reação nuclear:

- a) do tipo fissão.
- b) onde ocorre apenas emissão de raios alfa.
- c) onde ocorre apenas emissão de raios beta.
- d) do tipo fusão.

3ª Questão-(Vunesp-2005-adaptada). Em 1896, o cientista francês Henri Becquerel guardou uma amostra de óxido de urânio em uma gaveta que continha placas fotográficas. Ele ficou surpreso ao constatar que o composto de urânio havia escurecido as placas fotográficas. Becquerel percebeu que algum tipo de radiação havia sido emitido pelo composto de urânio e chamou esses raios de radioatividade. Os núcleos radioativos comumente emitem três tipos de radiação: partículas, partículas e raios. Essas três radiações são, respectivamente;

- a) elétrons, prótons e nêutrons.

- b) prótons, elétrons e fótons.
- c) elétrons, prótons e fótons.
- d) núcleos de hélio, fótons e elétrons.

4ª Questão - Assinale a alternativa que preenche corretamente a lacuna do parágrafo abaixo.

O Sol é a grande fonte de energia para toda a vida na Terra. Durante muito tempo, a origem da energia irradiada pelo Sol foi um mistério para a humanidade. Hoje, as modernas teorias de evolução das estrelas nos dizem que a energia irradiada pelo Sol provém de processos de _____ que ocorrem no seu interior, envolvendo núcleos de elementos leves.

- a) espalhamento.
- b) fusão nuclear.
- c) fissão nuclear.
- d) fotossíntese.

5ª Questão - A bomba de hidrogênio é uma das mais poderosas armas de destruição em massa, pois libera quantidades enormes de energia. Ela baseia-se na reação nuclear:

- a) do tipo fissão.
- b) onde ocorre apenas emissão de raios alfa.
- c) onde ocorre apenas emissão de raios beta.
- d) do tipo fusão.

6ª Questão - (Covest-2004) - A fissão nuclear é um processo pelo qual núcleos atômicos:

- a) de elementos mais leves são convertidos a núcleos atômicos de elementos mais pesados.
- b) emitem radiação beta e estabilizam.
- c) de elementos mais pesados são convertidos a núcleos atômicos de elementos mais leves.
- d) absorvem radiação gama e passam a emitir partículas alfa.

7ª Questão - (FGV) - Fissão nuclear e fusão nuclear:

- a) Os termos são sinônimos
- b) A fusão nuclear é responsável pela produção de luz e calor no Sol e em outras estrelas
- c) Apenas a fissão nuclear enfrenta o problema de como dispor o lixo radioativo de forma segura
- d) A fusão nuclear é atualmente utilizada para produzir energia comercialmente em muitos países.

APÊNDICE J – Atividade avaliativa (AV6).

1ª Questão – Pesquise o que é uma interação nuclear? Cite as fontes de pesquisas.

2ª Questão:

- a) Pesquise o que é uma força nuclear forte, e qual a sua utilização no cotidiano?

APÊNDICE L – Atividade avaliativa (AV7).

1ª Questão – Pesquise o que é uma fonte de energia limpa. Cite as fontes de pesquisa.

2ª Questão - Pesquise de onde vem a energia das termoeletricas? Cite as fontes de pesquisa.

3ª Questão – Explique o que é Fusão Nuclear. Cite as fontes de pesquisa.

4ª Questão - Explique o que é Fissão Nuclear. Cite as fontes de pesquisa.

5ª Questão - Quais as aplicações da fusão ou fissão nuclear? Cite as fontes de pesquisa.

6ª Questão – Alguns países usam a energia nuclear como arma de guerra. Qual estrago poderia causar o uso indevido deste tipo de arma? Cite as fontes de pesquisa.

7ª Questão – No Brasil existem usinas nucleares? Onde? Qual sua importância para nossa matriz energética? Cite as fontes de pesquisa.

APÊNDICE M – Atividade avaliativa (AV8).

1ª Questão – Pesquise o que é uma fonte de energia limpa? Cite as fontes de pesquisa.

2ª Questão - Pesquise de onde vem a energia das termoeletrônicas. Cite as fontes de pesquisa.

3ª Questão – Explique o que é fusão nuclear. Cite as fontes de pesquisa.

4ª Questão - Explique o que é fissão nuclear. Cite as fontes de pesquisa.

5ª Questão - Quais as aplicações da fusão ou fissão nuclear? Cite as fontes de pesquisa.

6ª Questão – Alguns países usam a energia nuclear como arma de guerra. Qual estrago poderia causar o uso indevido desse tipo de arma? Cite as fontes de pesquisa.

7ª Questão – No Brasil existem usinas nucleares? Onde? Qual sua importância para nossa matriz energética? Cite as fontes de pesquisa.

APÊNDICE N – Avaliação tradicional (AV9).

1ª Questão – (Enem 2015)

“A bomba

Reduz neutros e neutrinos,

E abana-se com leque da reação em cadeia”

ANDRADE, C. D. Poesia completa e prosa. Rio de Janeiro, 1973 (fragmento)

Nesse fragmento de poema, o autor refere-se à bomba atômica de urânio. Essa reação é dita “em cadeia” porque na...

- a) fissão do ^{235}U ocorre liberação de grande quantidade de calor, que dá continuidade à reação.
- b) fissão do ^{235}U ocorre liberação de energia, que vai desintegrando o isótopo ^{238}U , enriquecendo-o em mais ^{235}U .
- c) fissão do ^{235}U ocorre uma liberação de nêutrons, que bombardearão outros núcleos.
- d) fusão do ^{235}U com ^{238}U ocorre formação de neutrino, que bombardeará outros núcleos radioativos.

2ª Questão - (FEPECS 2005) O Cobalto-60 é um radioisótopo muito utilizado em tratamentos de alguns tipos de câncer. Sobre a velocidade da reação de decaimento do Cobalto-60 em uma fonte radioativa, é correto afirmar que:

- a) Aumenta se a fonte for resfriada;
- b) Diminui se a fonte for aquecida;
- c) Permanece constante se a fonte for aquecida;
- d) Chega a zero se a fonte for resfriada a uma temperatura muito baixa;
- e) Aumenta se a fonte for aquecida.

3ª Questão - (FEPECS 2006) Na fusão de um átomo de deutério (H-2) com um átomo de trítio (H-3) ocorre a formação de um átomo de emissão de uma partícula. Com base na reação nuclear descrita, a partícula pode ser identificada como:

- a) Nêutron;
- b) Próton;
- c) Alfa;
- d) Beta;
- e) Pósitron.

4ª Questão - (UERN) - No dia 26 de março deste ano, completou 60 anos que foi detonada a maior bomba de hidrogênio. O fato ocorreu no arquipélago de Bikini – Estados Unidos, em 1954. A bomba nuclear era centenas de vezes mais poderosa que a que destruiu Hiroshima, no Japão, em 1945. Sobre esse tipo de reação nuclear, é correto afirmar que

- a) é do tipo fusão.
- b) é do tipo fissão.
- c) ocorre emissão de raios alfa.
- d) ocorre emissão de raios beta.

5ª Questão- (INATEL) - Os grandes reatores atômicos, atualmente em uso, liberam energia de decorrência de:

- a) Fissão nuclear.
- b) Fusão nuclear.
- c) Radioatividade natural.
- d) Reações químicas do urânio 235.

6ª Questão - Analise as proposições abaixo e diga se são verdadeiros ou falsos:

- () Associar o átomo a uma esfera maciça está de acordo com a teoria atômica de Dalton.
- () Para Thomson, o átomo era uma esfera positiva com cargas negativas.
- () Rutherford introduziu o modelo nuclear para o átomo (núcleo com elétrons).
- () Para Bohr, os elétrons localizam-se ao redor do núcleo em órbitas específicas.
- () Segundo Rutherford, a carga do núcleo é positiva devido aos prótons.

7ª Questão – Responda;

a) O que é um átomo? Quais as partes que o constituem? Faça um desenho representando um átomo.

b) Por que não ocorre atração entre os elétrons e prótons do mesmo átomo?

c) Qual(is) a(s) cargas do elétron, próton e do nêutron?

8ª Questão - Como ocorre as reações no interior no Sol? Como chega a energia do Sol na Terra? O que é radiação?

9ª Questão - Descreva passo a passo as etapas dos procedimentos que fizeram, para cada fator que influência na velocidade de uma reação:

10ª Questão – Responda:

a) Explique o que é fissão nuclear.

b) Explique o que é fusão nuclear.

c) Alguns países usam a energia nuclear como arma de guerra. Qual estrago poderia causar o uso indevido deste tipo de arma? Cite as fontes de pesquisa.

d) No Brasil existem usinas nucleares? Onde? Qual sua importância para nossa matriz energética? Cite as fontes de pesquisa.

APÊNDICE O – Questionário de Opinião.**Universidade Federal do Espírito Santo/Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física****QUESTIONÁRIO DE OPINIÃO**

Não é obrigatório sua identificação.

1ª Pergunta - O que achou da nova metodologia (Sala de Aula Invertida, Ensino sobe medida e instrução por colegas? Já tinha ouvido falar ou conhecia?

2ª Pergunta - O Professor / orientador te ajudou com suas dúvidas? O professor te pressionou a responder algo contra sua vontade? Suas dúvidas foram respondidas com clareza com a nova metodologia?

3ª Pergunta - Para o melhoramento da Sequência Didática cite o(s) ponto(s) positivo(s) e o(s) negativo(s) que observou.

APÊNDICE P – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

**Universidade Federal do Espírito Santo/Mestrando do Programa
de Pós - Graduação em Ensino de Física**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

A participação nesta pesquisa consistirá em estudar em casa, trabalhar em grupo, participar de uma aula experimental, simuladores e trazer as dúvidas do estudo feito em casa para serem discutidas em grupo, na aula seguinte sobre a supervisão do pesquisador.

O benefício relacionado à sua participação é buscar evidências de aprendizagem significativa dentro de uma perspectiva de progressividade, complexidade, desestimulando, conseqüentemente, a aprendizagem mecânica. Não havendo nenhum risco relacionado à participação.

As informações obtidas através dessa pesquisa serão confidenciais e asseguramos o sigilo sobre sua participação. Os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação e as fotos e áudios que serão usados na coleta de dados só serão usados na pesquisa com a prévia autorização do responsável.

Uma cópia deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ficará com o senhor (a), podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento com o pesquisador responsável **Edson Elias de Souza** no e-mail prof_edson.fisica@hotmail.com ou no telefone (27) 99970-0317/3090-7317.

Pesquisador Responsável

Declaro que entendi os objetivos de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Serra, _____ de novembro de 2018.

Sujeito da Pesquisa

Pai / Mãe ou Responsável Legal

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO – UFES
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

EDSON ELIAS DE SOUZA
JOÃO PAULO CASARO ERTHAL

**DESENVOLVIMENTO DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVA USANDO METODOLOGIAS ATIVAS PARA O ENSINO DE
FORÇAS NUCLEARES**

Produto Educacional

VITÓRIA-ES
2019

Agradecimentos

Este material de apoio é fruto de uma dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Física, sob o título: DESENVOLVIMENTO DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA USANDO METODOLOGIAS ATIVAS PARA O ENSINO DE FORÇAS NUCLEARES. Devemos destacar que o sucesso deste material não seria possível se não houvesse o apoio de uma grande equipe, como: o Professor João Paulo Casaro Erthal, a comunidade da escola Americano Batista de Laranjeiras (Serra- ES) e aos amigos Túlio Permino e Sabrina Tassan.

SUMÁRIO

1 – Apresentação.....	134
2 – Aula 1 da SD.....	135
3 – Aula 2 da SD.....	141
4 – Aula 3 da SD.....	150
5 – Aula 4 da SD.....	157
6 – Aulas 5 e 6 da SD.....	162
7 – Aula 7 da SD.....	167
8 – Referências.....	173

1. Apresentação

Neste manual o professor encontrará as orientações necessárias para a aplicação da Sequência Didática(SD) **O Ensino de Forças Nucleares**. A sequência é o produto referente à conclusão do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Sociedade Brasileira de Física em parceria com Universidade Federal do Espírito Santo – MNPEF – Polo 12 – UFES.

O objetivo geral desta SD é investigar a introdução da Física Quântica na 3ª Série do Ensino Médio, validar uma SD usando uma UEPS e as Metodologias Ativas no estudo de Fissão e Fusão Nucleares, por meio de uma abordagem inspirada na perspectiva de Ausubel. Com o uso da SD acreditamos que possa assim fomentar a discussão de efetiva inserção do estudo da Física Quântica durante o Ensino Médio.

A SD foi dividida em 7 aulas, de 50 minutos cada para ser aplicada na 3ª série do Ensino Médio. O professor que desejar replica – lá deverá criar uma conexão com os alunos através da internet, podendo realizar as adequações necessárias à sua realidade. Destacamos a importância de aulas dialógicas e com efetiva participação dos alunos.

Esperamos, com esta SD, inovar e contribuir com os professores que desejam implementar os temas referentes à Física Quântica no Ensino Médio.



MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

Orientações ao Professor

AULA 01:Aula de apresentação e investigação (aplicação do pré teste).

Objetivos:

- Explicar aos estudantes o funcionamento da SD e a importância do empenho dos estudantes para que a metodologia funcione;
- Levantar os conhecimentos prévios dos alunos sobre estrutura atômica;
- Estimular a necessidade e o desejo de um novo conhecimento por parte dos alunos.

Duração 1 aula.

O que fazer?

- Organize a sala em fileiras, como em dia típico de prova;
- Use 15 minutos da aula para explicação da metodologia que será aplicada;
- Entregue a atividade AV1 (pré teste) e não deixe fluir nenhuma conversa paralela entre os alunos;
- No final da aula entregue aos alunos uma tarefa de leitura (material potencialmente significativo) e a atividade AV2, que deve ser feita em casa e as dúvidas enviadas dois dias antes da próxima aula ao professor.

Questões investigativas do pré-teste (AV1).

1ª Questão - O que é um átomo? Quais as partes que o constituem? Faça um desenho representando um átomo.

2ª Questão – Por que não ocorre atração entre os elétrons e os prótons do mesmo átomo?

3ª Questão - Qual(is) a(s) cargas do elétron, próton e do nêutron?

No final da primeira aula, aplique o Método Ensino sob Medida (EsM) e entregue para cada estudante uma Tarefa de Leitura “texto 01” sobre o átomo, que também servira como material potencialmente significativo:

Material potencialmente significativo -Tarefa de Leitura “Texto 01”.

O QUE É UM ÁTOMO?

O átomo é o nome que se dá ao criador ou formador da matéria (tudo que tem massa e ocupa um lugar no espaço) que conhecemos e é, também, uma temática abordada por vários pensadores. Demócrito e Leucipo, filósofos os quais viveram entre 546 e 460 a.C, acreditavam na ideia de que tudo o que vemos em nossa volta é formado por átomos indivisíveis. Experimentos físicos, químicos e aspectos matemáticos comprovados cientificamente mostraram, porém, que o átomo não é indivisível, havendo, pois, a existência de partículas subatômicas como os pósitrons, os quarks, os neutrinos e os mésons.

A composição do átomo é formada por um núcleo - cuja região é muito pequena; mas, bastante densa na qual encontramos os prótons e os nêutrons -, e pela eletrosfera ou nível de energia, região que envolve o núcleo e que abriga subníveis orbitais e elétrons.

Assim sendo, o interesse do presente trabalho corresponde ao estudo das subpartículas fundamentais as quais condizem aos prótons, elétrons e nêutrons, bem como as interações existentes entre eles.

Estrutura de um Átomo

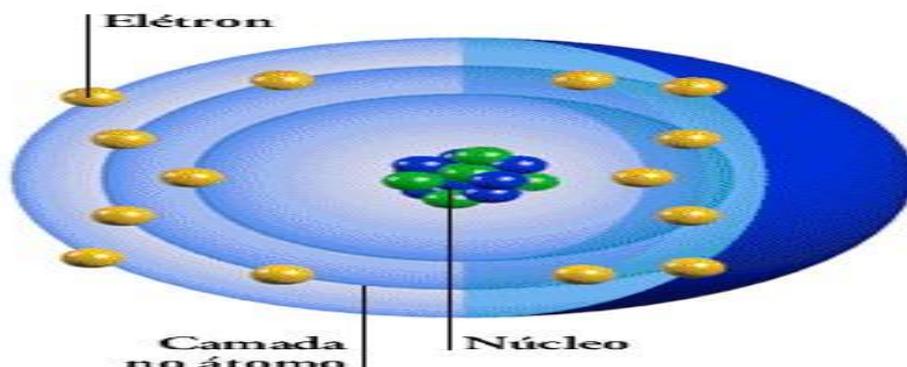


Figura 30: Imagem de um átomo.

(site: <https://www.infoescola.com/quimica/atomo/>)

Os átomos são compostos, pelo menos de um próton e um elétron, podendo apresentar ou não nêutrons. Um exemplo de elemento que não possui nêutron seria o hidrogênio o qual possui somente um elétron girando em torno do núcleo.

Os elétrons são partículas de massa muito pequena, (aproximadamente 1800 vezes menor que o próton) cerca de $9.10^{-28}g$ e carga negativa de: $-1,6. 10^{-19}C$. O próton, por sua vez, possui carga positiva em módulo igual à do elétron e se encontra no núcleo junto com o nêutron que não possui carga.

Essa subpartícula, contudo, apresenta massa muito parecida com a do próton e juntos perfazem 99,9% de toda a massa do átomo sendo dispostos estrategicamente no núcleo de modo a estabilizá-lo, sabendo que dois prótons se repelem mutuamente, portanto a não adição de um nêutron (pelo princípio da fissão nuclear) causaria instabilidade elétrica e o átomo se romperia.

Entregue também as três questões avaliativas AV2, para que os alunos possam: ler, responder e enviar, junto com suas dúvidas para o professor, dois dias antes da próxima aula.

Meio de comunicação professor/alunos entre as aulas

- Crie um grupo da turma onde possa ter debates e discussões entre as aulas;
- Divida a turma em grupos de 5 alunos;
- Use as dúvidas enviadas pelos alunos para montagem da aula seguinte.

Observação: Caso apareça dúvidas no grupo sobre a atividade AV2

Não responda diretamente indique vídeos de curta duração.

Sugestão de vídeos do You Tube:

➤ Ciência e Tecnologia – **O que é uma Átomo???**. O Ned e o Monstro, 2017 <<https://www.youtube.com/watch?v=0USXWyytYv4>> Acesso em 15 de outubro 2018. Duração de 6 min e 43s.

➤ Ciência da Natureza – **O Átomo???**. Revisão, 2017 <<https://www.youtube.com/watch?v=W-hChgkTKhs>> Acesso em 15 de outubro 2018. Duração de 12 min e 48s.

➤ Ciência que lá vem da História – **O Átomo e suas Propriedades**. 2018 <<https://www.youtube.com/watch?v=iN538igBUhl>> Acesso em 15 de outubro 2018. Duração de 8 min e 03s.

➤ Ponto em Comum no BláBláLogia – **Veja um Átomo**. Davi Calazans, 2016 <<https://www.youtube.com/watch?v=iYwaAkW2Lk>> Acesso em 15 de outubro 2018. Duração de 4 min e 49s.

➤ ATECH-INFO – **O Átomo**. 2018 <<https://www.youtube.com/watch?v=TKEOWch5kXE>>. Acesso em 15 de outubro 2018. Duração de 10 min e 10s.

➤ História da Química – **História dos Modelos Atômicos**. ccead puc- rio 2018 <<https://www.youtube.com/watch?v=58xkET9F7MY>> Acesso em 15 de outubro 2018. Duração de 13 min e 30s.

Peça para os grupos de alunos, assistir e fazer um vídeo bem resumido do que entendeu ou do que não entendeu e postar no grupo da turma. Promova a discussão entre os alunos.



MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

UFES

Orientações ao Professor

AULA 02: Aplicação da Instrução pelos colegas

Objetivos;

- Aplicar a Instrução pelos Colegas (IpC);
- Promover a discussão conceitual entre os alunos;

Duração 1 aula.

Observação: as questões usadas no IpC, devem surgir das dúvidas enviadas pelos alunos antes da aula.

O que fazer?

- Organize a sala em grupos de cinco alunos;
- Aplique a metodologia ativa - Instrução pelos Colegas (IpC);
- No final da aula entregue aos alunos uma tarefa de leitura (material potencialmente significativo) e a atividade AV3, que deve ser feita em casa e as dúvidas novamente devem ser enviadas dois dias antes da próxima aula ao professor.

AULA 2

➤ APLICAÇÃO DO IpC.

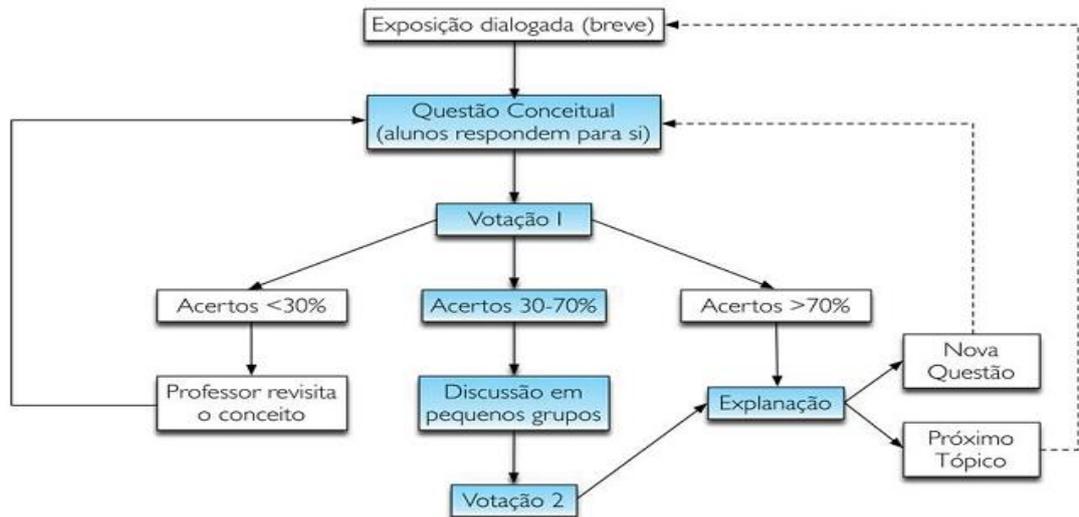


➤ ORIENTAÇÕES PARA AULA EXPERIMENTAL.

Orientação ao professor sobre a IpC.

O primeiro momento, com os grupos de cinco alunos, aplique o Peer Instruction ou em tradução livre Instrução pelos Colegas (ARAUJO; MAZUR, 2013). Essa metodologia caracteriza-se, principalmente, por promover a discussão de questões conceituais, entre os alunos, em sala de aula.

Siga o fluxograma do método.



Fluxograma do Método Peer Instruction.
(Fonte: MAZUR, 2013).

Sugestão de questões que podem ser usadas;

Questões para usar na 2ª aula.

1ª Questão - A massa de um Próton é?

- a) maior que a do Elétron.
- b) maior que a do Nêutron.
- c) menor que Elétron.
- d) igual à do Elétron.

2ª Questão - A carga do Elétron em modulo é?

- a) maior que a do Próton.
- b) maior que a do Nêutron.
- c) menor que Próton.
- d) igual à do Próton.**

3ª Questão - As cargas de um Próton e de um Elétron são?

- a) + 1 e -1.
- b) + 1 e +1.
- c) + 1,6 x 10⁻¹⁹C e - 1,6 x 10⁻¹⁹C.**
- d) + 1,6 x 10⁻¹⁹C e + 1,6 x 10⁻¹⁹C.

4ª Questão- Qual Modelo Atômico abaixo é o mais atual?

- a) Dalton (bola de bilhar);
- b) Thomson (pudim de passas);
- c) Rutherford-Bohr (sistema planetário);**
- d) Planck (quantum)

5ª Questão - Acontece atração entre os Elétrons e os Prótons de um mesmo átomo?

- a) Sim, mas como o elétron tem maior massa, ele usa sua energia cinética para ficar se movendo ao redor do núcleo.
- b) Não, mas como o elétron tem menor massa, ele usa sua energia cinética para ficar se movendo ao redor do núcleo.
- c) Sim, e só não ocorre a colisão porque entre eles existem os nêutrons que ajudam na estabilidade do átomo e as forças nucleares acabam equilibrando as forças eletrostáticas.**
- d) Não, pois os elétrons estão na eletrosfera e os prótons no núcleo, a distância entre eles não deixa ter ou ocorrer interação.

6ª Questão - O átomo é indivisível?

- a) Sim. Pois estudos comprovaram que as menores partículas que existem na natureza são os elétrons, prótons e os nêutrons.
- b) Não. Pois estudos comprovaram que existem partículas menores como pósitrons, quarks, neutrinos e os mésons.**
- c) Sim. Segundo Demócrito prótons, elétrons e nêutrons são indiscutivelmente as menores partículas.

d) Não. Somente os elétrons que se dividem os nêutrons e os prótons por estarem no núcleo.

No final da aula forneça aos alunos a segunda Tarefa de Leitura “Texto 02” – sobre Radioatividade e a Atividade Avaliativa 03.

Tarefa de Leitura “Texto 02” (material potencialmente significativo).

TEXTO 02

A RADIOATIVIDADE

A origem do estudo da Radioatividade foi no século XIX, com o físico francês Becquerel (1852-1908), que observou que o urânio possuía a capacidade de sensibilizar um filme fotográfico, mesmo coberto por uma fina lâmina de metal.

Ao verificar que alguns elementos tinham a capacidade de emitir energia sob forma de partículas ou radiação eletromagnética, Maria Curie (1867-1934) comprovou que a radioatividade era um fenômeno atômico e a intensidade da radiação era proporcional à quantidade do elemento (urânio) empregado na amostra.

A radioatividade geralmente provém fisicamente de isótopos instáveis e radioativos, como urânio-235, cézio - 137, cobalto - 60, tório - 232. Tais isótopos liberam energia através das ondas eletromagnéticas ou partículas em alta velocidade. Ocorrendo no núcleo a desintegração e a emissão de três tipos: radiação alfa, radiação beta e radiação gama.

O interessante foi observar que ao submetermos essas radiações a um campo magnético elas se separam. Os raios alfas (partículas positivas) se direcionam para um lado e o beta (partículas negativas) para o outro e a radiação gama possui alta frequência e em razão da enorme energia não sofrem desvios e possuem uma capacidade de penetração profunda na matéria. A radiação gama não sofre desvio, pois não são partículas eletrizadas e sim radiações eletromagnéticas. Causa danos a células animais, fato que a torna muito perigosa numa explosão de uma bomba atômica.

Já na radiação alfa, o raio tem uma carga elétrica positiva. Sendo formado por dois prótons e dois nêutrons. Os raios alfas são emitidos com alta energia, mas perdem rapidamente essa energia quando passam através da matéria, por exemplo,

entre uma ou duas folhas de papel.

Na radiação alfa, o núcleo perde dois prótons e dois nêutrons na emissão da partícula, transformando-se em outro elemento químico. Por exemplo, a radiação alfa ocorre no U238 um isótopo do urânio que tem 92 prótons e 146 nêutrons. Após a perda de uma partícula alfa, o núcleo passa ter 90 prótons e 144 nêutrons. O átomo com número atômico 90 não é mais o urânio e sim o tório.

Na radiação beta, os núcleos radioativos emitem elétrons (carga negativa). As partículas betas se propagam com velocidade quase igual à da luz e algumas podem penetrar mais de um cm de madeira.

Existem duas formas de decaimento beta, β^- e β^+ . No decaimento β^- , um nêutron é convertido num próton com emissão de um elétron e de um antineutrino de elétron (anti partícula do neutrino):

No decaimento β^+ , um próton é convertido num nêutron, com a emissão de um pósitron, e de um neutrino de elétron: O raio gama não tem carga elétrica semelhante aos raios-X, mas normalmente tem um comprimento de onda mais curto. Esses raios são fótons (partículas de radiação eletromagnética) e se propagam com a velocidade da luz. E são muito mais penetrantes do que as partículas alfa e beta.

A radiação gama pode ocorrer de diversas maneiras. Em um processo, a partícula alfa ou beta emitida por um núcleo não transporta toda a energia disponível. Depois da emissão, o núcleo tem mais energia do que em seu estado mais estável. Ele se livra do excesso emitindo raios gama. Nenhuma transmutação se verifica pelos raios gama.

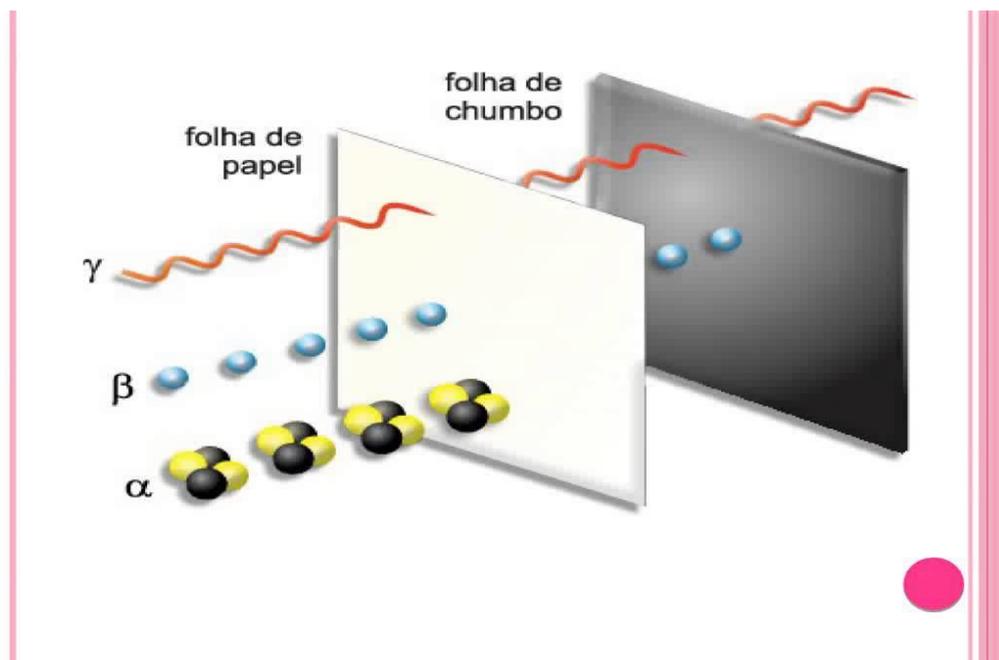


Figura 31: Radiações Alfa, Beta e Gama.
(Fonte: Google, 2014)

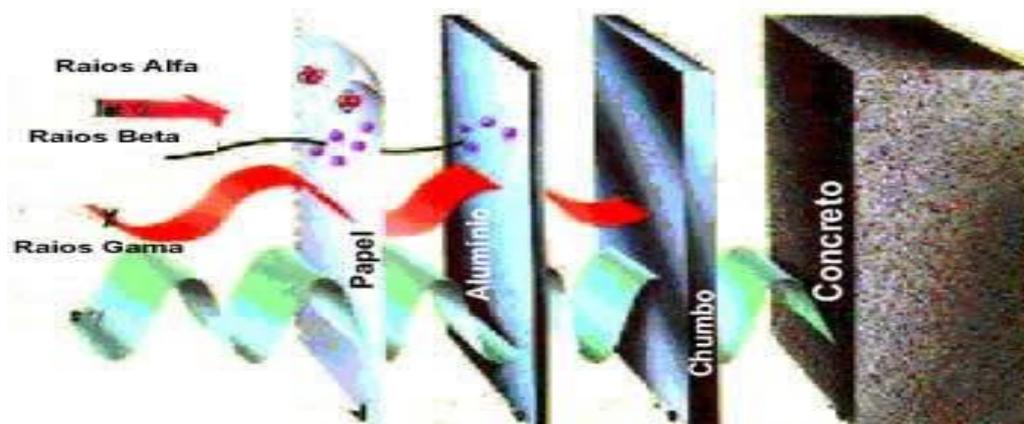


Figura 32: Penetração das partículas radioativas.
(Fonte: Fiocruz, s/d)

Quadro 11: Análise comparativa entre as partículas radioativas.

Radiação	Alfa	Beta	Gama
Danos ao Ser humano	Pequeno. São detidas pela camada de células mortas de pele. Podendo no máximo causar queimaduras.	Médio. Podem penetrar até 2 cm e ionizar moléculas gerando radicais livres.	Alto. Pode atravessar o corpo humano, causando danos irreparáveis: como alteração na estrutura do DNA.
Velocidade	5% da velocidade da luz	95% da velocidade da luz	Igual a velocidade da luz 300000 km/s
Poder de penetração	Pequeno. Uma folha de papel pode deter.	Médio. É 50 a 100 vezes mais penetração que a Alfa. São detidas por uma chapa de chumbo de 2 mm.	Alto. Os raios Gama são mais penetrantes que as de raio x. São detidas por uma placa de chumbo de 5 cm.

(Fonte: Bardine, s/d)

Não podemos deixar de destacar que apenas o raio alfa e beta possuem carga elétrica, os raios gama não possuem carga. Com o devido conhecimento, as radiações podem ser usadas e se tornarem úteis, principalmente, na medicina em tratamento de tumores cancerígenos. . .

Atividade Avaliativa (AV3) para casa.

1ª Questão - O que você já leu, ouviu ou viu sobre a Radioatividade? Pesquise sobre o tema e cite a aplicabilidade das radiações alfa, beta e gama para humanidade. Cite as fontes de pesquisa.



MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

Orientações ao Professor

AULA 03: Aula Experimental

Objetivos;

- Verificar os fatores que influenciam na velocidade de uma reação.

Duração 1 aula.

O que fazer?

- Organize a sala em grupos de cinco alunos;
- Peça para cada grupo reproduzir experimentalmente os fatores que influenciam na velocidade de uma reação;
- Peça para os grupos filmarem as suas apresentações e depois disponibilizarem no grupo da turma.

AULA 3

➤ AULA EXPERIMENTAL.



- ✓ Materiais usados na aula;
- ✓ Cinco comprimidos efervescentes.
- ✓ Dois copos.
- ✓ Água quente e fria.
- ✓ Detergente.

➤ TAREFA DE LEITURA(LINKS 6 VÍDEOS) E AV5.

Etapas dos experimentos:

Existem quatro principais fatores que alteram a velocidade das reações, veja quais são:

1 - Efeito da temperatura: Quanto maior a temperatura, maior será a velocidade da reação.

Procedimento:

Materiais necessário

- Comprimidos efervescentes
- Água gelada, quente e à temperatura ambiente
- 2 Copos de vidro transparentes

Passo-a-passo

1º Coloque água quente em um copo e a mesma quantidade de água gelada em outro copo.

2º Acrescente, ao mesmo tempo, um comprimido efervescente em cada copo.

3º Observe que a reação é muito mais rápida na água quente.

2 - Superfície de contato: Quanto maior a superfície de contato, maior é a velocidade da reação:

Procedimento

Materiais necessário

- 2 copos transparentes
- Água à temperatura ambiente
- 2 Comprimidos efervescente
- Lâmina de corte.

Passo-a-passo

1º Adicione a mesma quantidade de água em temperatura ambiente em dois copos.

2º Triture bem um comprimido efervescente, quebrando-o com uma colher sobre o pires.

3º Acrescente, ao mesmo tempo, o comprimido inteiro em um copo e o comprimido triturado no outro copo.

4º Observe que a reação é muito mais rápida quando o comprimido está triturado, pois apresenta maior superfície de contato que o comprimido inteiro.

3 - Concentração dos reagentes: Quanto maior a concentração dos reagentes, maior é a velocidade da reação.

Procedimento

Materiais necessário

- 2 Comprimidos efervescentes
- Vinagre
- 2 Copos

Passo-a-passo

1º - Coloque duas colheres de vinagre em um copo e quatro colheres de vinagre em outro copo.

2º - Adicione a mesma quantidade de água em temperatura ambiente em cada copo.

3º - Ao mesmo tempo, acrescente uma colher de bicarbonato de sódio em cada copo.

4º - Observe que a reação entre o bicarbonato de sódio e o ácido acético do vinagre é muito mais rápida no copo que contém 4 colheres de vinagre, ou seja, o dobro da concentração em relação ao outro copo.

4 - Catalisadores: São substâncias que aumentam a velocidade de determinadas reações sem participar delas, ou seja, sem serem consumidas durante a reação.

Procedimento

Material necessário

- Peróxido de hidrogênio (H_2O_2 – água oxigenada)
- Um pedaço de batata
- 2 Copos

No final da terceira aula, forneça os grupos links que segue de seis vídeos (materiais potencialmente significativos) sobre os temas da próxima aula e a atividade (AV5).

- Física Nuclear - 1/6 – **A Descoberta da Radioatividade.** Prof. Perdigão, 2011: <<https://www.youtube.com/watch?v=SIB6fAzPW64>> Acesso em 30 de out de 2018.
- Física Nuclear - 2/6 - **Propriedades dos Raios de Becquerel.** Prof. Perdigão, 2011: <<https://www.youtube.com/watch?v=P3s1k0zvp8E>> Acesso em 30 de out de 2018.
- Física Nuclear - 3/6 - **Transmutações Naturais.** Prof. Perdigão, 2011: <<https://www.youtube.com/watch?v=7CLlyqLqqMY>> Acesso em 30 de out de 2018.
- Física Nuclear - 4/6 - **Energia do Núcleo.** Prof. Perdigão, 2011: <https://www.youtube.com/watch?v=f_Met4w9fDk> Acesso em 30 de out de 2018.
- Física Nuclear - 5/6 - **Energia Elétrica da Fissão.** Prof. Perdigão, 2011: <<https://www.youtube.com/watch?v=LmCZpXv-00>> Acesso em 31 de out de 2018.
- Física Nuclear - 6/6 - **Subprodutos Nucleares.** Prof. Perdigão, 2011: <<https://www.youtube.com/watch?v=nnBPU1f8grE&feature=youtu.be>> acesso em 31 de out de 2018.

Os novos materiais potencialmente significativos têm como finalidade reforçar o conceito de força nuclear e ajudá-los a responder às questões avaliativas AV5:

Atividade Avaliativa(AV5).

Nessa tarefa façam um breve resumo dos pontos importantes de cada vídeo:

Resumos

Vídeos 01 e 02

Cite os pontos importantes observados nos vídeos.

Espaço reservado para as dúvidas:

Vídeo 03:

Cite os pontos importantes observados no vídeo.

Espaço reservado para as dúvidas:

Vídeo 04:

Cite os pontos importantes observados no vídeo.

Espaço reservado para as dúvidas.

Vídeo 05:

Cite os pontos importantes observados no vídeo.

Espaço reservado para suas dúvidas.

Vídeo 06:

Cite os pontos importantes observados no vídeo.

Espaço reservado para as dúvidas:

Orientações ao Professor

AULA 04: Uso do simulador

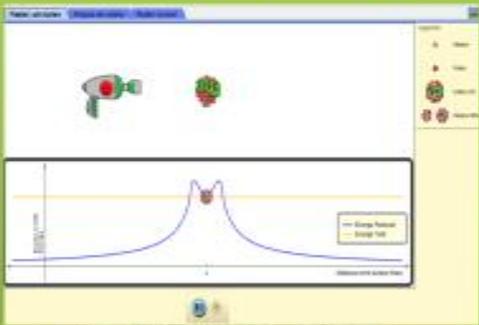
Objetivos:

- Estimular a necessidade e o desejo de um novo conhecimento por parte dos alunos;
- Buscar com ajuda dos recursos tecnológicos despertar o interesse do estudante pelo tema.

Duração 1 aula.

AULAS 04

➤ **Simuladores ou uso do IpC.**


OU

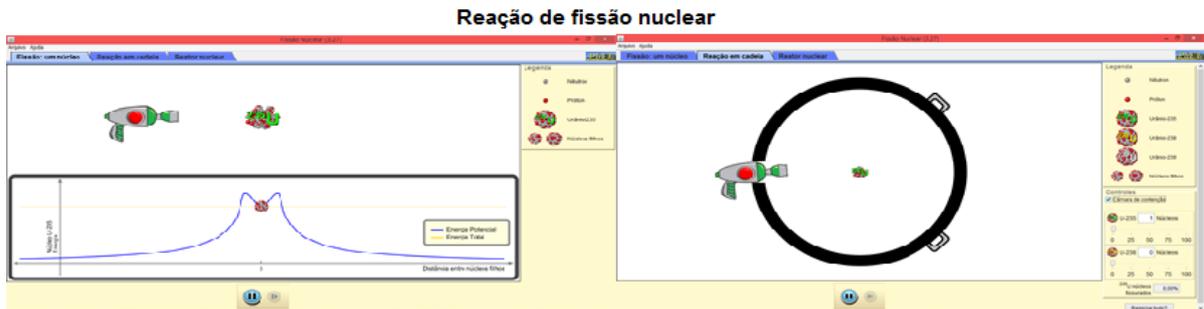

(Fonte: Site do Phet Interactive Simulations)

➤ **Tarefa de Leitura(links 2 vídeos) e escolha dos temas do Seminários.**

O que fazer?

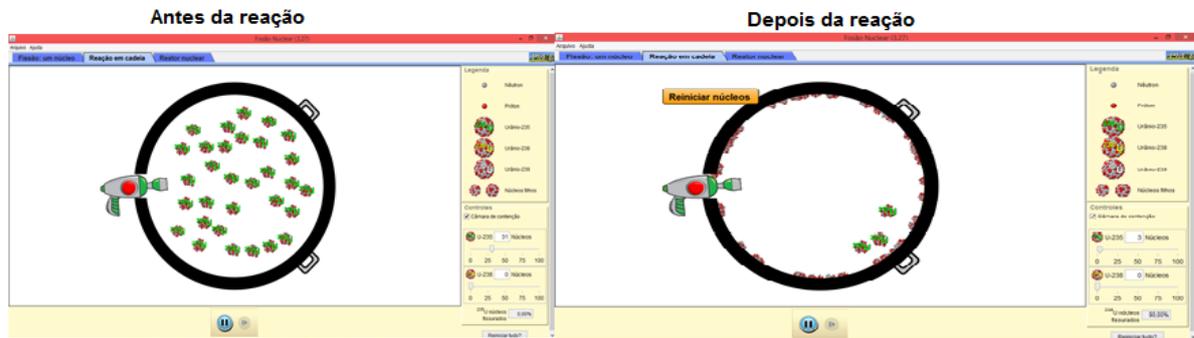
- Disponibilize um ou mais computadores para cada grupo e peça para cada grupo filmar todas as etapas da simulação;

- **1º momento:** Com o simulador do Phet funcionando, peça para cada grupo simular a reação de fissão e faça uma análise do gráfico de energia da reação;



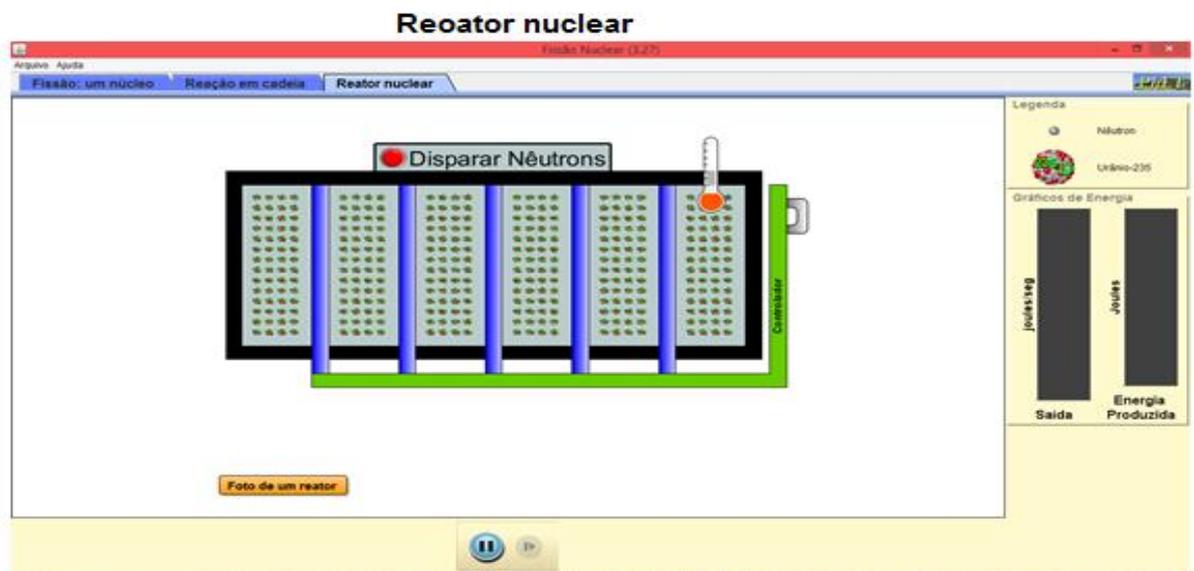
(Fonte: Site do Phet Interactive Simulations, 2019)

- **2º momento:** peça para reproduzirem uma reação em cadeia, relatando passo a passo todo processo;



(Fonte: Site do Phet Interactive Simulations, 2019)

- **3º momento:** peça para os grupos reproduzir e comentar o processo de fissão em um reator nuclear.



(Fonte: Site do Phet Interactive Simulations, 2019)

Peça um resumo para cada grupo detalhado de todo processo.

No final da aula, forneça como Tarefa de Leitura dois links (vídeos) de 25 minutos do YouTube, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=hLiVmdnTSbQ2> e <https://www.youtube.com/watch?v=Px-wrOBfDMS>, de como funciona uma usina nuclear, seus benefícios e malefícios e a atividade AV6;

Antes de terminar a quarta aula, faça o sorteio entre os grupos dos temas dos seminários que serão apresentados nas aulas 5ª e 6ª.

Segue o quadro de tópicos para apresentação dos seminários:

GRUPOS	TÓPICOS
G1	Pesquise e comente o funcionamento de um Acelerador de Partículas. Cite as fontes de pesquisa.
G2	Pesquise e comente sobre a origem do Universo. Cite as fontes de pesquisa.
G3	Explique o processo de liberação de energia de uma bomba de hidrogênio.
G4	Explique o processo de liberação de energia de uma bomba de Urânio.
G5	Alguns países usam a energia nuclear como arma de guerra. Qual estrago poderia causar o uso indevido deste tipo de arma?
G6	No Brasil existem usinas nucleares? Onde? Qual sua importância para nossa matriz energética?
G7	O que diferencia a fissão da fusão nuclear? E quais suas aplicações?
G8	Pesquise e comente sobre os Modelos Atômicos.
G9	Pesquise e comente sobre Radioatividade.

(Fonte: autor da pesquisa, 2019).

Atividade avaliativa (AV6) para casa:

1ª Questão – Pesquise o que é uma interação nuclear? Cite as fontes de pesquisas.

2ª Questão

a) Pesquise o que é uma força nuclear forte, e qual a sua utilização no cotidiano?

b) Pesquise o que é uma força nuclear fraca. E qual a sua utilização no cotidiano?



MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

UFES

Orientações ao Professor

AULAS 05 e 06: Apresentações dos seminários

AULAS 05 e 06

➤ Apresentações de Seminários.



➤ Atividades Avaliativas (AV7 e AV8).

Objetivos;

- Verificar se houve ganho conceitual por parte dos alunos;
- Estimular a relação do tema com o cotidiano;
- Observar se houve indício de uma aprendizagem significativa.

Duração 2 aulas.

O que fazer?

- Cada apresentação deve ter no mínimo duração de 15 minutos e o professor achando necessário ajude os alunos nas apresentações.
- Faça anotações das apresentações no diário de bordo.

Para à 7ª aula entregue duas Atividades Avaliativas (AV7 e AV8), para que após as apresentações dos trabalhos os alunos respondam, comentem e enviem para o professor as dúvidas, via internet até dois dias antes da próxima aula.

Segue o modelo de uma Atividade avaliativa (AV7).

1ª Questão – Pesquise o que é uma fonte de energia limpa. Cite as fontes de pesquisa.

2ª Questão - Pesquise de onde vem a energia das termoeletricas? Cite as fontes de pesquisa.

3ª Questão – Explique o que é Fusão Nuclear. Cite as fontes de pesquisa.

4ª Questão - Explique o que é Fissão Nuclear. Cite as fontes de pesquisa.

5ª Questão - Quais as aplicações da fusão ou fissão nuclear? Cite as fontes de pesquisa.

6ª Questão – Alguns países usam a energia nuclear como arma de guerra. Qual estrago poderia causar o uso indevido deste tipo de arma? Cite as fontes de pesquisa.

7ª Questão – No Brasil existem usinas nucleares? Onde? Qual sua importância para nossa matriz energética? Cite as fontes de pesquisa.

Segue o modelo da Atividade Avaliativa (AV8).

1ª Questão – Pesquise o que é uma fonte de energia limpa? Cite as fontes de pesquisa.

2ª Questão - Pesquise de onde vem a energia das termoeletricas. Cite as fontes de pesquisa.

3ª Questão – Explique o que é fusão nuclear. Cite as fontes de pesquisa.

4ª Questão - Explique o que é fissão nuclear. Cite as fontes de pesquisa.

5ª Questão - Quais as aplicações da fusão ou fissão nuclear? Cite as fontes de pesquisa.

6ª Questão – Alguns países usam a energia nuclear como arma de guerra. Qual estrago poderia causar o uso indevido desse tipo de arma? Cite as fontes de pesquisa.

7ª Questão – No Brasil existem usinas nucleares? Onde? Qual sua importância para nossa matriz energética? Cite as fontes de pesquisa.



MNPEF
Mestrado Nacional
Profissional em
Ensino de Física

Orientações ao Professor

AULA 07: Aplicação da avaliação final (pós teste).

Objetivo:

➤ Investigar a compreensão dos estudantes acerca dos conceitos estudados.



Duração 1 aula

O que fazer?

- Organize a sala em fileiras;
- A prova é individual e sem consulta;
- Evite conversas paralelas antes e durante a aplicação da prova.

AULA 07

➤ **APLICAÇÃO DO PÓS TESTE.**

FIM!!!!

Segue um modelo de uma avaliação final.

1ª Questão – (ENEM, 2015)

“A bomba

Reduz neutros e neutrinos,

E abana-se com leque da reação em cadeia”

ANDRADE, C. D. Poesia completa e prosa. Rio de Janeiro, 1973 (fragmento)

Nesse fragmento de poema, o autor refere-se à bomba atômica de urânio. Essa reação é dita “em cadeia” porque na...

- a) fissão do ^{235}U ocorre liberação de grande quantidade de calor, que dá continuidade à reação.
- b) fissão do ^{235}U ocorre liberação de energia, que vai desintegrando o isótopo ^{238}U , enriquecendo-o em mais ^{235}U .
- c) fissão do ^{235}U ocorre uma liberação de nêutrons, que bombardearão outros núcleos.
- d) fusão do ^{235}U com ^{238}U ocorre formação de neutrino, que bombardeará outros núcleos radioativos.

2ª Questão - (FEPECS 2005) O Cobalto-60 é um radioisótopo muito utilizado em tratamentos de alguns tipos de câncer. Sobre a velocidade da reação de decaimento do Cobalto-60 em uma fonte radioativa, é correto afirmar que:

- a) Aumenta se a fonte for resfriada;
- b) Diminui se a fonte for aquecida;
- c) Permanece constante se a fonte for aquecida;
- d) Chega a zero se a fonte for resfriada a uma temperatura muito baixa;
- e) Aumenta se a fonte for aquecida.

3ª Questão - (FEPECS 2006) Na fusão de um átomo de deutério ($H-2$) com um átomo de trítio ($H-3$) ocorre a formação de um átomo de emissão de uma partícula. Com base na reação nuclear descrita, a partícula pode ser identificada como:

- a) Nêutron;
- b) Próton;
- c) Alfa;
- d) Beta;
- e) Pósitron.

4ª Questão - (UERN) - No dia 26 de março deste ano, completou 60 anos que foi detonada a maior bomba de hidrogênio. O fato ocorreu no arquipélago de Bikini – Estados Unidos, em 1954. A bomba nuclear era centenas de vezes mais poderosa que a que destruiu Hiroshima, no Japão, em 1945. Sobre esse tipo de reação nuclear, é correto afirmar que

- a) é do tipo fusão.
- b) é do tipo fissão.
- c) ocorre emissão de raios alfa.
- d) ocorre emissão de raios beta.

5ª Questão - (INATEL) - Os grandes reatores atômicos, atualmente em uso, liberam energia de decorrência de:

- a) Fissão nuclear.
- b) Fusão nuclear.
- c) Radioatividade natural.
- d) Reações químicas do urânio 235.

6ª Questão - Analise as proposições abaixo e diga se são verdadeiros ou falsos:

() Associar o átomo a uma esfera maciça está de acordo com a teoria atômica de Dalton.

- () Para Thomson, o átomo era uma esfera positiva com cargas negativas.
- () Rutherford introduziu o modelo nuclear para o átomo (núcleo com elétrons).
- () Para Bohr, os elétrons localizam-se ao redor do núcleo em órbitas específicas.
- () Segundo Rutherford, a carga do núcleo é positiva devido aos prótons.

7ª Questão – Responda;

a) O que é um átomo? Quais as partes que o constituem? Faça um desenho representando um átomo.

b) Por que não ocorre atração entre os elétrons e prótons do mesmo átomo?

c) Qual(is) a(s) cargas do elétron, próton e do nêutron?

8ª Questão - Como ocorre as reações no interior no Sol? Como chega a energia do Sol na Terra? O que é radiação?

9ª Questão -Descreva passo a passo as etapas dos procedimentos que fizeram, para cada fator que influência na velocidade de uma reação:

10ª Questão – Responda

a) Explique o que é fissão nuclear.

b) Explique o que é fusão nuclear.

c) Alguns países usam a energia nuclear como arma de guerra. Qual estrago poderia causar o uso indevido deste tipo de arma? Cite as fontes de pesquisa.

d) No Brasil existem usinas nucleares? Onde? Qual sua importância para nossa matriz energética? Cite as fontes de pesquisa.

Referências

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: Uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.

ARAÚJO, I. S.; MAZUR, E. **Instrução pelos colegas e ensino sob medida**: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino aprendizagem em física. Cad. Bras. Ens. Fís., v. 30, n. 2: p. 362-384, ago. (2013).

BARDINE, R. **Tipos de Radiação**: Alfa, Beta e Gama.coladaweb.com. s/d. Disponível em: <<https://www.coladaweb.com/quimica/fisico-quimica/tipos-de-radiacao-alfa-beta-e-gama>> Acesso em 22 de maio de 2019.

BERGMANN, J.; SAMS, A. **Sala de aula invertida**: uma metodologia ativa de aprendizagem. Tradução ao português de Afonso Celso da Cunha Serra. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

DEBORA, S. **O que são radiações Alfa Beta e Gama**: Quais seus perigos?google.com. br. 21/11/ 2014. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=aDJBodahQHc>> Acesso em 22 de maio de 2019.

FÍSICA NUCLEAR- 1/6 – **A DESCOBERTA DA RADIOATIVIDADE**. Prof. Perdigão. YouTube. 21 de agosto de 2011. 9 min 35s. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=SIB6fAzPW64>> acesso em 30 de out de 2018.

FÍSICA NUCLEAR - 2/6 - **PROPRIEDADES DOS RAIOS DE BECQUEREL**. Prof. Perdigão. YouTube. 30 de agosto de 2011. 9 min 40s. Disponível em:<<https://www.youtube.com/watch?v=P3s1k0zvp8E>> Acesso em 30 de out de 2018.

FÍSICA NUCLEAR - 3/6 - **TRANSMUTAÇÕES NATURAIS**. Prof. Perdigão. YouTube. 21 de agosto de 2011. 9 min 34s. Disponível em:<<https://www.youtube.com/watch?v=7CLlyqLqqMY>> Acesso em 30 de out de 2018.

FÍSICA NUCLEAR - 4/6 - **ENERGIA DO NÚCLEO**. Prof. Perdigão. YouTube. 21 de agosto de 2011. 9 min 33s. Disponível em:<https://www.youtube.com/watch?v=f_Met4w9fDk> Acesso em 30 de out de 2018.

FÍSICA NUCLEAR - 5/6 - **ENERGIA ELÉTRICA DA FISSÃO**. Prof. Perdigão. YouTube. 21 de agosto de 2011. 9 min 34s. Disponível em:<<https://www.youtube.com/watch?v=LmCZpXv-00>> Acesso em 31 de out de 2018.

FÍSICA NUCLEAR - 6/6 - **SUBPRODUTOS NUCLEARES**. Prof. Perdigão. YouTube. 21 de agosto de 2011. 9min34s. Disponível em:<<https://www.youtube.com/watch?v=nnBPU1f8grE&feature=youtu.be>> Acesso em 31 de out de 2018.

GASPAR, A. **Compreendendo a física**. – 3. ed. – São Paulo: Ática, 2016.

GONÇALVES FILHO, A; TOSCANO, C. **Física: interação e tecnologia**, volume 3/ – 2. ed. – São Paulo: Leya, 2016.

LIRA, J. C. L. **Átomo**: Infoescola.com. s/d. Disponível em:<<https://www.infoescola.com/wp-content/uploads/2010/08/atomo2.jpg>> Acesso em 22 de maio de 2019.

MOREIRA, M. A. **Unidades de Ensino Potencialmente Significativas**. 2011d. Disponível em:<<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSport.pdf>>. Acesso em: 23 ago.2017.

MÜLLER, M. G. **Metodologias interativas na formação de professores de física: um estudo de caso com o Peer Instruction**. 2013. 226 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, (2013).

OLIVEIRA, T. E; ARAUJO, I. S; VEIT, E, A. sala de aula invertida (Flipped Classroom): **Inovando as aulas de Física**. In: Física na Escola, v. 14, n. 2, 2016, p. 4-13. Disponível em: <<http://www1.fisica.org.br/fne/edicoes/category/40-volume-14-n-2-outubro>>. Acesso em 17 de setembro de 2017.

OLIVEIRA, V., **Uma proposta de ensino de tópicos de eletromagnetismo via instrução pelos colegas e ensino sob medida para o ensino médio**. 2012. 236 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, (2012).

SITE EXPERIMENTOTECA.COM. **Experimento:** Alterando A Velocidade de uma Reação, 21/09/2014. Disponível em <https://www.google.com.br/search?q=imagem+de+uma+rea%C3%A7%C3%A3o&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjmsZr8xOLaAhXKFJAKHb2yDQUQ_AUoA3oECAAQBQ&biw=1366&bih=662#imgrc=_>. Acesso em 21 de janeiro de 2019.

Site Fiocruz. br. **Radiação**. S/d. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/biosseguranca/Bis/lab_virtual/radiacao.html> Acesso em 22 de maio de 2019.