



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E MATEMÁTICA

JOSÉ MARREIROS DE SOUZA NETO

ENERGIA NUCLEAR NUMA UNIDADE DE ENSINO PARA A EDUCAÇÃO DE
JOVENS E ADULTOS

SÃO LUÍS – MA

2019

JOSÉ MARREIROS DE SOUZA NETO

**ENERGIA NUCLEAR NUMA UNIDADE DE ENSINO PARA A EDUCAÇÃO DE
JOVENS E ADULTOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Ensino de Ciências e Matemática, como parte dos
requisitos para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Consuelo Lima.

SÃO LUÍS – MA

2019

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Núcleo Integrado de Bibliotecas/UFMA

Neto, José Marreiros de.

Energia Nuclear numa Unidade de Ensino para a Educação de Jovens e Adultos / José Marreiros de Neto. - 2019.
117 f.

Orientador(a): Maria Consuelo Alves Lima.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática/ccet, Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2019.

1. Educação de Jovens e Adultos. 2. Energia Nuclear.
3. Ensino de Física. 4. Unidade de Ensino. I. Lima, Maria Consuelo Alves. II. Título.

JOSÉ MARREIROS DE SOUZA NETO

**ENERGIA NUCLEAR NUMA UNIDADE DE ENSINO PARA A EDUCAÇÃO DE
JOVENS E ADULTOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Ensino de Ciências e Matemática, como parte dos
requisitos para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Profa. Dra. Maria Consuelo Lima.

Data do Exame: 10/12/2019

Banca Examinadora

Profa. Dra. Maria Consuelo Alves Lima (Orientadora)
Universidade Federal do Maranhão – UFMA

Prof. Dr. David Antônio da Costa
Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Prof. Dr. Hawbertt Rocha Costa
Universidade Federal do Maranhão – UFMA

AGRADECIMENTOS

A Deus acima de tudo, por ter me dado forças durante todo o mestrado e conhecimento para prosseguir no curso. Agradeço pelo respirar, pelo levantar-se e por todas as oportunidades que me destes.

À Universidade Federal do Maranhão, em especial ao PPECEM e a todos os professores que fazem parte desse programa, agradeço profundamente pelos ensinamentos e conhecimentos compartilhados.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão - FAPEMA, pelo incentivo ao desenvolvimento deste trabalho.

À Professora Dra. Maria Consuelo Alves Lima pelos ensinamentos e conhecimentos compartilhados, por ter me dado a oportunidade de trabalhar com ela. Por sua dedicação, pela confiança, incentivo ao longo da trajetória do mestrado.

A minha mãe Dilousa Maria Lima de Souza, mesmo não compreendendo o significado deste momento, reconheço seu esforço para que eu chegasse até aqui. A minha amiga Maria Coqueiro e ao meu avô Sebastião Etelvino (in memoriam), que me deixaram saudades. A segunda pessoa mais calma do mundo, que amo muito, meu irmão e amigo José Marreiros de Souza Junior. A irmã que ele me deu, minha pimentinha, minha cunhada Nathalya.

Aos amores de minha vida, os quais fui privado da presença e dos sorrisos: meus sobrinhos amados Maria e Heytor Marreiros. Ao meu amigo especial que sempre esteve presente na minha vida Alyson Luís Cortez Almeida. A minha amiga, Gilberlene Serra Lisboa pelo apoio e incentivo. A Eliane Leite, anjo que Deus colocou na minha vida a fim de me ajudar e dividirmos muitos e grandes momentos afins.

Aos meus amigos de mestrado, Patrícia, Raquel, Aline, Barbara, Daniel, Premma, Thanielle e Uerlene pelo companheirismo, atenção, carinho. Vocês foram muito significativos na minha vitória. Agradeço grandemente cada um.

Ao diretor Jorge e aos amigos que fiz no Colégio Centro Educacional São José Operário. Ao professor William, de Física, que me concedeu a oportunidade de realizar esta pesquisa nos seus horários de aula.

RESUMO

A Energia Nuclear é um tema discutido em diferentes áreas do conhecimento, envolvendo profissionais de áreas como a economia, o meio ambiente, a política e a ciência. Os debates em congressos, seminários e mesas redondas, além do desenvolvimento das pesquisas na área, procuram explorar como a produção e o uso da energia nuclear poderão beneficiar a população e como protegê-la de malefícios e/ou riscos dessa produção. Mediante a importância desta temática, nos perguntamos, como levar conhecimentos sobre energia nuclear para sociedade, para os leigos (os não cientistas), de forma a beneficiar a população para a tomada de decisão sobre a temática em situações do dia a dia? Nessa perspectiva, desenvolvemos uma Unidade de Ensino com atividades sobre a temática Energia Nuclear, com alunos do Ensino Médio da EJA II (metade do 2º ano e o 3º ano), em uma escola da rede pública de São Luís, Maranhão, no período noturno. As atividades exploraram saberes culturais – que em geral não são considerados importantes na prática escolar - no sentido de desenvolver potenciais de valorização do conhecer sobre energia nuclear, e suas causas, consequências, benefícios e malefícios. Apresentamos as características da educação freiriana em consonância com a educação de Jovens e Adultos e dados da evasão escolar relativo ao Programa da EJA na escola em que a Unidade de Ensino foi desenvolvida, no intuito de conhecer possíveis causas e consequências da evasão. Como resultado do estudo, apresentamos caminhos metodológicos desenvolvidos, materializados em uma Unidade de Ensino, como possibilidade de práticas docentes na EJA.

Palavras-chave: Energia Nuclear, Ensino de Física, Educação de Jovens e Adultos. Unidade de Ensino.

ABSTRACT

Nuclear Energy is a topic discussed in different areas of knowledge, involving professionals from areas such as economics, the environment, politics and science. The debates at congresses, seminars and round tables, in addition to the development of research in the area, seek to explore how the production and use of nuclear energy can benefit the population and how to protect them from harm and / or the risks of this production. Given the importance of this theme, we ask ourselves, how to bring knowledge about nuclear energy to society, for lay people (non-scientists), in order to benefit the population to make decisions about the theme in everyday situations? In this perspective, we developed a Teaching Unit with activities on the Nuclear Energy theme, with high school students from EJA II (half of the 2nd year and the 3rd year), in a public school in São Luís, Maranhão, at night . The activities explored cultural knowledge - which in general is not considered important in school practice - in order to develop potentials for valuing knowledge about nuclear energy, and its causes, consequences, benefits and harms. We present the characteristics of Freirian education in line with the education of Youth and Adults and data on school dropout related to the EJA Program in the school where the Teaching Unit was developed, in order to learn about possible causes and consequences of dropout. As a result of the study, we present developed methodological paths, materialized in a Teaching Unit, as a possibility for teaching practices at EJA.

Keywords: Nuclear Energy, Physics Education, Youth and Adult Education. Teaching Unit.

LISTA DE ILUSTRAÇÃO

Figura 1 Palavras associadas aos Acidentes Nucleares pelos alunos.....	60
Figura 2 Situação do cotidiano.....	61
Figura 3 Etapas do material radioativo até o elemento combustível.....	68
Figura 4 Etapas do processo de energia no reator.....	69
Figura 5 diferentes tipos de energias.....	71
Figuras 6 Pares do Jogo de memória criado pelo grupo Chernobil.....	75
Figura 7 Prática.....	76
Figura 8 Partida do Jogo de memória em sala de aula.....	76
Figura 9 Apresentação oral sobre acidente em Goiânia.....	77
Figura 10 Pannel de caça palavras.....	79
Figura 11 Equipe Atol de Bikini.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Evasão escolar na escola da rede Estadual de Ensino semestre 2018.....	28
Tabela 2	Motivação para retornar a escola, segundo os participantes da pesquisa.....	45
Tabela 3	Ideias das equipes sobre os vídeos explorados em sala.....	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CESJO – Centro Educacional São José Operário

CNEN – Comissão Nacional de Energia Nuclear

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

COPPE – Coordenação de Programas de Pós-Graduação em Engenharia

CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade.

DCG – Disciplina Complementar de Graduação

DCN – Diretrizes Curriculares Nacionais

EJA – Educação de Jovens e Adultos

EM – Ensino Médio

EN – Energia Nuclear

EE – Evasão Escolar

FAPEMA – Fundação de Amparo à Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

FMC – Física Moderna e Contemporâneo

FUNTEC – Fundação Nacional para o Desenvolvimento da Educação Tecnológica

IOSTE – International Organization for Science and Tecnologia Education

LDB – Lei de Diretrizes e Básicas da Educação

PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais

PNLD - Programa Nacional do Livro e do Material Didático

PNLEM - Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio

UEMA - Universidade Estadual do Maranhão

UFSM – Universidade Federal de Santa Maria

UE – Unidade de Ensino

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	12
2 PRODUÇÃO E USO DA ENERGIA NUCLEAR NA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	17
3 BNCC E CONCEPÇÕES FREIRIANAS NA EJA.....	26
3.1 A EJA na BNCC	26
3.2 A Educação freiriana e a EJA	28
4 METODOLOGIA DA PESQUISA	32
4.1 Natureza da pesquisa	32
4.2 Os sujeitos da pesquisa	32
4.3 Rodas de conversas.....	33
4.4 Instrumentos de pesquisa.....	34
4.5 Unidade de ensino	34
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.1 A problemática da evasão na EJA.....	36
5.2 Unidade de Ensino.....	38
5.3 Rodas de conversas.....	45
5.4 Aplicação do Questionário II.....	47
5.5 Mural do conhecimento	56
5.6 Materiais utilizados em sala	58
5.7 Discussões sobre os vídeos.....	62
5.8 Aplicação do questionário III	65
5.9 Produção de Significados	72
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	80
REFERÊNCIAS	82
APÊNDICES	90
ANEXOS	106

1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa foi desenvolvida no ambiente da Educação de Jovens e Adultos (EJA) envolvendo a temática Energia Nuclear. A EJA como um Programa de educação se constitui em várias etapas de ensino e seu surgimento nasceu da necessidade de oferecer para pessoas que, por motivos diversos, não finalizaram o ensino básico na idade apropriada pudessem concluir o ensino Fundamental e Médio. Seu principal objetivo é estimular os jovens e adultos a regressarem à escola, respeitando as características desses discentes e oferecendo-lhes oportunidades educacionais adequadas em relação ao meio socioeconômico e cultural.

Estudiosos apontam que o processo da construção do conhecimento torna-se significativo para os estudantes da EJA a partir do momento em que eles compreendem o que é ensinado pela própria vivência. Nesse sentido, Freire (1997) faz uma correlação do que é estudado em sala com o cotidiano do aluno ao afirmar que é importante debater com os discentes os fenômenos que os cercam, assim como conhecer e identificar fatos e/ou fenômenos do cotidiano do aluno, relacionando o que foi aprendido em sala de aula com o que está no seu meio.

Minhas experiências com alunos da EJA se deu no início de minha vida acadêmica, o que me levou a compreender diferentes aspectos do seu processo deste ensino. Comecei em uma turma dos anos finais do Fundamental II (antiga sétima e oitava séries) e se estenderam ao Ensino Médio, quando ministrava aulas particulares em casa, em especial, sobre as operações básicas de Matemática como as quatro operações (adição, subtração, multiplicação e divisão) e sobre leitura (a soletração, fonemas, e pronúncias). Percebendo as dificuldades deles nas aulas, procurava maneiras diversificadas para motivá-los na aprendizagem, como o uso frequente de ditados de palavras, construção de pequenas histórias e promoção de jogo de palavras (junção de letras e formação de palavras). Na matemática, utilizava a tabuada das quatro operações de forma progressiva, da tabela do algarismo um ao algarismo nove. Procurava explorar situações problemas, especialmente com fatos do cotidiano dos alunos, para torná-los mais familiarizados com os cenários estudados. Na Física, usava vídeos e experiências que pudessem impulsioná-los no aprendizado, possibilitando questionamentos e discussões, como o porquê dos fenômenos naturais e dos artificiais acontecerem e, principalmente, como estão inseridos no dia a dia.

Mais tarde, durante a graduação, tive experiências com a EJA no estágio obrigatório, como aluno do curso de licenciatura em Física, na Universidade Estadual do Maranhão

(UEMA). Isso me levou a perceber a importância de pesquisar sobre este Programa da Educação e sobre a temática Energia Nuclear.

Ainda, quando estudante de Física, percebi como a Física, enquanto Ciência é necessária e fundamental para a sociedade, pois seu campo de abrangência tem proporcionado uma produção extraordinariamente importante para o homem, em que se destaca a Energia Nuclear. Embora o tema seja pouco discutido nas salas de aula da educação básica, é necessário conhecê-lo em abrangência, envolvendo noções conceituais básicas, assim como benefícios e possíveis malefícios, características de sua produção e aspectos do seu desenvolvimento como depósitos de lixo atômico, acidentes e desafios para o futuro. Esses elementos básicos ao serem conhecidos pela população poderão fornecer subsídios para que possa discutir problemáticas relativas à vida de cada indivíduo e à vida de todos. Em geral, esses assuntos, quando divulgados nos meios de comunicação, parecem distantes da população brasileira, parecem estar ligados somente aos países detentores de bombas atômicas. Mas, como verificado em diferentes situações, o conhecimento sobre energia nuclear é importante para todas as pessoas, considerando que a falta de informação sobre noções básicas de energia nuclear torna a população vulnerável, como constatado em Goiânia (Brasil) em um acidente ocorrido com o Césio-137. Esse caso ocorrido em 1987, chegou ao ponto de, na época, se contar pelas ruas um certo número de pessoas que perguntavam “se radiação é um vírus, se ela reproduz, ou se é contagiosa, o que é contaminação, o que é lixo atômico etc” (SOUZA CRUZ, 1987, p.164).

Questionamentos sobre Física Nuclear como os trazidos por Souza Cruz (1987) poderiam ser utilizados para investigação em sala de aula, para o desenvolvimento de alunos da educação básica, incluindo os estudantes da Educação de Jovens e Adultos. Freire (1987) defende que o docente na sua posição de mediador deveria estimular os alunos para a compreensão do mundo e, principalmente, desafiar os discentes para ir ao encontro do conhecimento, para serem questionadores e investigarem os fatos.

Diversos casos envolvendo energia nuclear ficaram bem conhecidos na mídia por terem proporcionado grandes impactos, tanto no território nacional quanto no internacional, a exemplo das bombas atômicas lançadas em Hiroshima e Nagasaki, no Japão (em 1945); dos testes no final da Segunda Guerra Mundial, lançadas em Atol de Bikini (ilha oceânica, localizada no Oceano Pacífico), no qual foram realizadas explosões atômicas experimentais (em 1946); da explosão dos reatores nucleares de Chernobyl, na Ucrânia (em 1986) (VILELA, 2015a); e do acidente ocorrido em Goiânia, no Brasil (em 1987), quando várias

pessoas foram expostos à radioatividade do Césio-137 (SOUZA CRUZ, 1987). Em todos esses casos, muitas pessoas foram contaminadas e irradiadas.

Para a escolha dos conteúdos da energia nuclear a serem estudados, lançamos um olhar para acontecimentos, em diversos lugares do mundo, relacionados a catástrofes nucleares, na perspectiva do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), um campo de estudo que busca fazer diversas relações entre os avanços tecnológicos e científicos e a sociedade, enfatizando a compreensão das inter-relações dessa tríade.

Os assuntos dos currículos relacionados aos pressupostos CTS exigem uma abordagem multidisciplinar envolvendo diferentes setores como o econômico, o cultural, o ambiental, o social e o político presentes no contexto da Ciência e da Tecnologia.

A partir de conhecimentos de pressupostos do movimento CTS, as concepções a respeito da Ciência e da Tecnologia como componentes absolutos e completamente eficazes e eficientes para a sociedade são necessariamente debatidos, relacionando causas e consequências para a vida humana. Esses pressupostos, ao serem compreendidos, são identificados como elementos essenciais para a formação do cidadão.

Na perspectiva CTS, tem abordado várias vertentes sobre Energia Nuclear, potencializando as discussões sobre o assunto, como sustenta Rubba e Wiesenmayer (1988) sobre a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade para o ensino de ciências naturais, por representar uma possibilidade de formar cidadãos envolvidos com a causa, que tenha a capacidade de argumentar conforme a linguagem científica e ‘tecnologicamente alfabetizados’, tornando-os responsáveis nas buscas de desenvolver ações capazes de tomar decisões conscientes. Outro fator considerado importante em estudos na perspectiva CTS é a possibilidade do desenvolvimento cognitivo voltado ao pensamento crítico e, conseqüentemente, a independência intelectual de cada pessoa (AIKENHEAD, 1987).

No sentido da interdisciplinaridade, a Energia Nuclear está relacionada com áreas do conhecimento como a Física, Química, Biologia, Geografia e História, que quando estudada em sala de aula contribui para o processo de construção do conhecimento do aluno, pois não olha para uma área específica, mas amplia a visão do aluno em diversas disciplinas, correlacionando-a ao que está sendo estudado.

Conforme previsto nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (2002) para a perspectiva educacional, a interdisciplinaridade não tem a intenção de construir novas saberes ou áreas do conhecimento, mas usar as disciplinas já existentes para solucionar um problema concreto ou entender fenômenos sob a ótica de diferentes ciências. Os PCNs (2000) inferem que “trata-se de recorrer a um saber útil e utilizável para responder às questões e aos

problemas sociais contemporâneos” (PCNs, 2000, p. 21). Neste sentido, foi escolhido a Energia Nuclear como temática de estudo.

O ponto de partida para a construção desta investigação está assentado no interesse em fazer aproximação do conhecimento de Energia Nuclear para discentes da Educação de Jovens e Adultos. Dada à importância do assunto relativo aos possíveis benefícios e malefícios da produção dessa energia, pontuamos diferentes aspectos relacionados a conceitos envolvendo vivências dos cidadãos em diferentes situações do dia a dia como no trabalho, em casa, no lazer e no convívio com a vizinhança. E, considerando que a sobrevivência do homem depende fundamentalmente da produção de energia, será importante que a população tenha conhecimento básico do desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia que produz essa energia para opinar sobre seu desenvolvimento, considerando inclusive a análise sobre problemáticas que essa energia poderá trazer para a população. Neste cenário de promover conhecimentos na EJA sobre a Energia Nuclear, norteamos os questionamentos: No âmbito escolar da Educação de Jovens e Adultos, por que e como inserir a temática Energia Nuclear nas aulas da EJA?

Na busca de respostas para as questões postas, desenvolvemos uma Unidade de Ensino com atividades envolvendo a temática Energia Nuclear com alunos do ensino médio da EJA II (metade do 2º ano e o 3º ano), numa escola da rede pública de São Luís (Maranhão), no turno noturno. As atividades exploraram saberes culturais desses discentes - que em geral não são considerados importantes na prática escolar – no sentido de desenvolver potenciais de valorização do saber e do conhecer sobre energia nuclear, suas causas, consequências, seus benefícios e malefícios.

No Capítulo 2, apresentamos referências bibliográficas que nos situaram neste trabalho de investigação no contexto da Educação de Jovens e Adultos e a temática Energia Nuclear.

No Capítulo 3, discutimos características da educação freiriana em consonância com a educação de Jovens e Adultos, com base em alguns pesquisadores da temática.

No capítulo 4, revelamos os caminhos metodológicos seguidos por esta investigação de viés prioritariamente qualitativo, marcados pela experiência e pela vivência do professor da disciplina e pelo pesquisador que desenvolveu este trabalho, responsável pela elaboração e a aplicação de uma Unidade de Ensino (UE) em uma turma da EJA.

No capítulo 5, exploramos os saberes identificados nas análises dos dados coletados durante a UE e apresentamos alguns resultados da pesquisa.

Finalizando, no Capítulo 6, tercemos algumas considerações finais sobre este trabalho.

2 PRODUÇÃO E USO DA ENERGIA NUCLEAR NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Definido que o estudo seria desenvolvido em aulas da Educação de Jovens e Adultos sobre Física Nuclear, fizemos uma revisão na literatura, referente a teses e dissertações, sobre a temática energia nuclear e a EJA, para conhecimento dos trabalhos desenvolvidos sobre essa temática e esse público nas pós-graduações brasileiras, nos últimos anos. O levantamento do material foi realizado no banco de dados da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), a partir dos dois termos “energia nuclear e EJA” e “ensino de energia nuclear na EJA” consultados separadamente, sem aspas, o que significa que os termos consultados não precisariam ser precisamente como escritos, mas contendo uma ou mais palavras dos termos. A consulta foi realizada no período do ano de 2008 a 2017, revelando inicialmente 160 produções – 108 dissertações e 52 teses, sendo a maioria sobre estudo das propriedades dos materiais radioativos e suas aplicações, sem o direcionamento para o ensino. As produções envolvendo os termos “energia nuclear” e “EJA” concomitantemente constam em um número menor entre o material consultado. A leitura dos resumos e das palavras-chaves, nos permitiu fazer a segunda seleção do material de interesse, produções com a temática energia nuclear voltada para a área de ensino. A terceira e última seleção, foi feita após a leitura completa dos textos que foram selecionados a partir dos resumos e palavras-chaves, resultando em 36 produções, sendo 31 dissertações de mestrado e 5 (cinco) teses de doutorado.

As 36 produções selecionadas foram classificadas em sete categorias envolvendo a temática energia nuclear, comum a todas elas, e um segundo elemento que destacamos na denominação de cada categoria: (a) Energia nuclear e EJA; (b) Energia nuclear e ensino regular básico; (c) Energia Nuclear e Formação de Professores; (d) Energia Nuclear, Alfabetização Científica e CTS; (e) Energia Nuclear e História e Filosofia da Ciência; (f) Energia Nuclear no Brasil; (g) Energia Nuclear e Área Ambiental e Social. Essas produções separadas por categorias são comentadas brevemente, a seguir.

a) Energia nuclear e a EJA – categoria constituída por duas dissertações, suas produções mostram como estão sendo inseridas e/ou trabalhadas a temática energia nuclear na Educação de Jovens e Adultos.

Gomes (2014) discute a necessidade de amenizar a atual fragmentação do tema energia, visto de forma isolada como se não tivesse relações com outras áreas. Nesse sentido, propõe e desenvolve um Módulo didático denominado “Práticas interdisciplinares na EJA: abordando o conceito energia em diferentes contextos”. A pesquisa preocupou-se também em

avaliar a efetividade da proposta, buscando indícios para quantificar a evolução conceitual dos estudantes acerca de energia. Foi realizado o levantamento de concepções prévias sobre o tema com o intuito de observar o conhecimento cultural relativa ao conceito energia, bem como avaliar, ao final da proposta, a possibilidade de avanços significativos na aprendizagem dos alunos considerando três aspectos importantes: o querer aprender, em que está relacionado diretamente com temas de interesse dos estudantes; a estrutura cognitiva existente, que relaciona suas ideias prévias e conceitos subsunçores; e a utilização de um material potencialmente significativo, em que facilite a construção do conhecimento pelos estudantes. A construção desse material buscou levar em consideração o conceito de energia em diferentes enfoques de acordo com os resultados relacionados às questões de interesse. A pesquisa preocupou-se também em avaliar a efetividade da proposta, buscando indícios para registrar a evolução conceitual dos estudantes acerca do tema energia. Os resultados constataram que a proposta desenvolvida proporcionou um avanço significativo na estrutura cognitiva dos estudantes e a evolução conceitual que foi considerada satisfatória.

Vilela (2015b) sugere a inserção de tópicos de Física Moderna no currículo escolar, considerando a importância da ciência e das novas tecnologias para a vida moderna e, como consequência, a necessidade de conhecê-las. A importância dada ao uso de recursos e/ou materiais didáticos como facilitadores para o desenvolvimento cognitivo do aluno da EJA levou a autora, em uma de suas práticas, a utilizar o micro-ondas como um elemento do processo de ensino e aprendizagem para desenvolver o assunto “radiação” em aula, por considerar um objeto comum nas residências. Essa pesquisa foi desenvolvida usando a abordagem dialógica de Freire, para estimular o aprendizado promovendo a interação com os sujeitos, procurando desmistificar a radiação, como energia nuclear, quanto a sua natureza que não é totalmente maléfica/prejudicial, permitindo que o aluno entenda sua funcionalidade. Os estudantes da EJA tiveram contato com uma Física que eles tinham pouco conhecimento, mas estava envolvida em seu cotidiano. Para isso, foram discutidos conceitos físicos envolvidos no funcionamento de equipamentos como forno de micro-ondas, sensores e controles remotos. Ao final do processo, os resultados mostram que os estudantes foram capazes de utilizar os mesmos conceitos em outros contextos, que se tornaram mais críticos e em condições de disseminar o conhecimento apreendido na sociedade em que vivem, sendo veículos de comunicação para falar da ciência envolvida na tecnologia que os cerca. Como previsto por Freire, o papel integrador entre a sociedade e a informação científica poderá ser feito pelos próprios estudantes portadores do conhecimento. Verificou-se também que, nos livros

didáticos utilizados do ensino médio, ausência de informações relacionadas à aplicação da Física em produtos tecnológicos, principalmente os materiais didáticos destinados à EJA.

b) Energia nuclear e ensino regular básico – nessa categoria há onze produções, sendo dez dissertações e uma tese. Os autores procuram identificar como estão sendo trabalhadas as pesquisas sobre a temática energia nuclear na educação regular, destacando os pontos principais nas discussões. Quando comparada a quantidade de trabalhos direcionada para a EJA com a direcionada para o ensino regular, constata-se que a demanda de produções sobre pesquisas envolvendo energia nuclear para a EJA é muito menor.

Cavalcante (2013) e Silva (2012) discutem como a temática energia nuclear está sendo trabalhada nos livros do Ensino Médio (EM). O primeiro analisou quanto a presença dos pressupostos das Lei e Diretrizes e Base da Educação, das Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, dos Parâmetros Curriculares Nacionais. O segundo comparou o ensino de energia nos livros didáticos, quanto a abordagem dos assuntos relacionados à energia, como e qual a frequência eles estão sendo apresentados nos livros didáticos.

Cavalcante (2013) classificou os livros a partir de uma estrutura com quatro categorias: investigação dos textos; as atividades realizadas; as ilustrações; e o manual do professor. Para essa categorização, fez uso de questionários (20 questões), investigando dez coleções de livros de Física, com três volumes cada coleção, totalizando 30 livros do Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) analisados. Referente ao Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM), foram selecionados seis coleções de livros de Física, sendo três coleções em volume único e três coleções de livros seriados com três volumes, totalizando 12 livros. Ao todo, considerando os livros indicados pelo PNLD e pelo PNLEM, foram analisados 42 livros. E conclui que boa parte dos livros didáticos recomendados pelos dois programas apresentam o conteúdo “Energia Nuclear” e que no lapso temporal de um programa para o outro houve um avanço na apresentação do conteúdo, nas atividades propostas, nas ilustrações e ainda no manual do professor. Entretanto, constatou lacunas no que diz respeito às informações sobre o desenvolvimento histórico da Energia Nuclear, aplicações, produção e biografia dos cientistas. Muitos livros carecem ainda de atividades diversificadas e contextualizadas, sugestões de filmes, experiências, sites e livros para a complementação da aula. Foi sugerido um material de apoio para ser utilizado pelos docentes nas suas aulas de Física, como complementação aos livros didáticos.

Silva (2012) analisou duas coleções, com três volumes cada, totalizando seis livros, a partir das categorias: (i) concepções alternativas de energia – considerando concepções baseadas no senso comum, em desacordo com as concepções científicas; (ii) concepções equívocas de energia - referentes ao uso equivocado das concepções alternativas como científicas; (iii) quatro aspectos do conceito energia - conservação, transformação, transporte e degradação; (iv) concepções dos conceitos correlatos à energia - tais como calor, trabalho e entropia; e (v) organização de uma exposição. Conclui-se que as coleções de livros didáticos analisadas apresentavam poucas considerações sobre concepções alternativas de energia. De outra forma, verificou-se que expuseram equivocadamente como científicas algumas concepções alternativas. Observaram-se, também, que na maioria das coleções são abordados todos os aspectos que caracterizam a energia, contudo, de forma fragmentada, em volumes diferentes. Quanto à hierarquia conceitual, verificou-se comumente uma breve introdução acerca do conteúdo energia, apresentada de forma direta e superficial. O autor ressalta a importância da energia nuclear presente nos livros didáticos para aproximar os alunos da temática, considerando que ela está presente no cotidiano deles e pode fornecer subsídios para desenvolver o senso crítico.

Andrade Júnior (2015) compreende os episódios históricos sobre acidentes nucleares como possibilidade de o aluno compreender melhor os conceitos da energia nuclear a partir das problemáticas envolvidas nos acidentes que já ocorreram, assim como suas causas e consequências, potencializando a aprendizagem de forma significativa. Nesse sentido, Araujo (2013) reforça a compreensão de que os impactos econômicos, sociais e ambientais da localidade atingida por materiais radioativos, que resultam em grandes problemáticas sociais vivenciadas pela população, podem ser utilizadas para contribuir para o conhecimento sobre esta energia tão desconhecida nos meios educacionais.

As autoras Coelho (2012) e Gruber (2014), em trabalhos com alunos do ensino médio, utilizaram softwares para discutir conceitos relativos à Energia Nuclear nas plataformas digitais. Essas autoras consideram que o processo didático está sofrendo mudança e o educador precisa prender a atenção dos alunos nas aulas. Fazendo uso de simuladores, a ênfase dos estudos foram, principalmente, para incentivar a compreensão do funcionamento de um reator e suas reações nucleares. Já Sousa (2012) faz uso da informática enfatizando o estudo de campo no processo de aprendizagem significativa do aluno assimilando na prática e conclui que o seu uso no ensino possibilita uma aprendizagem mais significativa.

Para Moura (2009) e Fratteezi (2010) investigar os alunos a respeito do conhecimento prévio sobre o tema "radiação" e o uso de tecnologias relacionadas, pontuando ideias

informais dos alunos sobre o tema e a construção de categorias conceituais identificando-as e comparando-as com categorias conceituais, possibilitam maior fixação dos conteúdos desenvolvidos nas aulas. Consideram que respeitar o conhecimento que o aluno traz de sua comunidade é essencial para o processo de assimilação ao assunto a ser estudado em sala de aula.

Para Peron (2016), a pesquisa consta de uma análise de diálogos com professores de Física do Ensino Médio, realizada em programas computacionais com usado por meio da internet e sugestões de abordagem de Física Nuclear no contexto escolar e dos livros didáticos adotados pelas Escolas Públicas, distribuídos através do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), teve como resultado temas relacionados à Física Nuclear, apesar de sua abordagem ser considerada relevante por inúmeros professores, ela ainda ocorre de forma bastante restrita, principalmente por conta da complexidade no tratamento dos fenômenos, do extenso programa de Física em relação à carga horária, além de um despreparo por parte de professores, o que gera insegurança na abordagem de tais conteúdos.

No final da pesquisa foi elaborado um produto educacional, construído a partir de uma criteriosa transposição didática sobre tópicos de Física Nuclear, tendo como objetivo, auxiliar na formação do estudante, principalmente no que compete a um posicionamento crítico frente ao uso de energia de origem nuclear. O produto educacional propõe uma abordagem dentro de uma contextualização histórica, social, cultural e política, como propõe o movimento CTS, uma vez que, a Ciência é fruto de uma evolução humana, não podendo, então, ser neutra. O conhecimento sobre energia nuclear amplia a visão dos alunos, despertando para a responsabilidade de compartilhar o que aprendeu sobre o assunto, no que diz respeito a sua funcionalidade relativa às vantagens e às desvantagens. Transforma e potencializa o conhecimento cognitivo do aluno frente ao assunto, despertando um cidadão mais crítico e ativo na sociedade em que vive.

c) Energia nuclear e formação de professores – nessa categoria há duas dissertações que analisam como a energia nuclear está sendo posta ou formulada nas matrizes curriculares de um curso de graduação em Física, enfatizando a importância de aperfeiçoamento dos professores nessa área.

Considera-se que a necessidade de atualização de professores na formação inicial e continuada seja constante, tendo em vista as mudanças sofridas no processo de ensino-aprendizagem no decorrer do tempo, marcadas por alternativas didáticas, pela inserção de novos materiais e, principalmente, pela inserção de novos conteúdos presentes nos currículos

que estão sendo implantados. Segundo Timm (2012), a inserção de assuntos da Física Moderna e Contemporânea (FMC) no ensino de Ciências e Física requer um olhar mais cuidadoso pelos professores. O trabalho desenvolvido com graduandos do curso de Licenciatura em Física da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), desenvolvida na Disciplina Complementar de Graduação (DGC), com título Física Moderna e Contemporânea e a Saúde, foi uma proposta envolvendo energia nuclear e radioatividade na formação inicial de professores de física, com objetivo de debater o tema “energia nuclear e radioatividade” inserida como tema transversal na área da saúde, procurou relacionar as reações dessa energia com os impactos na saúde, ampliando a visão dos licenciados sobre essa perspectiva. Foi também investigado a matriz curricular dos cursos dos licenciandos em Física em relação às disciplinas com conteúdo referente a energia nuclear e a radioatividade. Como resultado, encontraram divergências referentes às disciplinas da faculdade nos mais diferentes aspectos. Por exemplo, as disciplinas do curso de Física não possuem uma abordagem com temas transversais, são somente direcionadas à disciplinas básicas do curso.

Guedes (2016) analisou e identificou como a matriz curricular em Licenciatura Química está sendo trabalhada, levando em consideração o ensino da EJA no ensino de Ciências. Como resultado, constatou-se que a formação inicial de professores da Universidade Federal de Campina Grande tem reservado um espaço pequeno à EJA, sendo representado por uma disciplina optativa que trata especificamente da EJA e uma aula dentro de uma disciplina obrigatória que não possui tempo hábil para abordar as principais questões relacionadas à EJA. A autora constatou um direcionamento na formação dos futuros professores para uma prática reflexiva e um trabalho de abordagens diferenciado, buscando adaptar o ensino ao público e ao contexto. Entretanto, com base no referencial teórico proposto, inferiu que a atuação do professor reflexivo na EJA dependerá também de uma formação inicial que discuta e amplie o debate de forma mais fértil sobre as principais questões direcionadas a essa modalidade de ensino, concluindo-se que, na Instituição, as discussões sobre a EJA está apenas se iniciando na formação de professores.

d) Energia nuclear, alfabetização científica e CTS - nessa categoria há cinco dissertações que foram analisadas considerando a alfabetização científica como possibilidade de um conhecimento mais aprofundado sobre a temática energia nuclear (EN), assim como foram trabalhadas perspectivas dos pressupostos CTS.

O saber científico torna o aluno da EJA capaz de entender sua existência e, principalmente, capaz de construir seu próprio conhecimento com base no senso crítico. Mas,

para que isso ocorra, é necessário a existência de elementos que possam fornecer subsídios para essas ações (RAMOS, 2015; LUNA, 2017). Segundo Luna (2017), a construção de significados a respeito da temática EN parte da leitura em revistas científicas e do entendimento de “termos” que, ao longo do tempo e de prática, o estudante consiga alcançar em seu conhecimento. A pesquisadora analisou, com os alunos, textos científicos em páginas eletrônicas de revistas e outras páginas da rede mundial de computadores (*Internet*) direcionados ao tema EN, para assimilar as palavras que não foram compreendidas pelas discentes e que, a partir dessa análise, foram explicadas essas palavras. Para Ramos (2015), os termos científicos potencializam o cognitivo do estudante, fazendo com que compreenda outros textos científicos. Ele justifica a escolha do tema EN para o estudo pela importância do assunto, considerando que ela vem sendo utilizada desde a Segunda Guerra Mundial, por ter matado milhares de pessoas no lançamento das bombas atômicas de Hiroshima e Nagasaki e suas consequências políticas, econômicas, sociais e, principalmente, ambientais terem sido devastadoras. No intuito de fomentar o desenvolvimento da discussão em sala de aula, fez um mesclado de aulas expositivas e o uso de um programa de computador para mostrar simulações, investigando aspectos do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), a fim de gerar debates.

Os estudos de Vieira (2017), Pires (2015) e Campos (2017) discutem a temática da EN, trazendo os principais pressupostos do enfoque CTS com o objetivo de formar o indivíduo capaz de tomar decisões conscientes. Para Vieira (2017), a EN está ligada a interesses, valores, aspectos sociais e econômicos, e seu uso pode tanto favorecer como prejudicar uma sociedade como um todo. Por isso, defende que a participação da sociedade crítica e reflexiva seja constante, para que possam tomar decisões corretas para o desenvolvimento Científico e Tecnológico. O debate sobre EN na sala de aula desenvolve o senso crítico e a condição argumentativa do aluno, possibilitando as mais diversas discussões sobre a funcionalidade desta energia, assim como pontua aspectos positivos e negativos do seu desenvolvimento (CAMPOS; VIEIRA, 2017; PIRES, 2015).

e) Energia nuclear e história e filosofia da ciência - essa categoria constitui-se de duas dissertações e distingue-se por reunir elementos que tratam da importância do conhecimento da História e Filosofia da Ciência, a fim de proporcionar uma visão mais aprofundada de temas importantes da ciência, especificamente sobre a EN.

Schmiedecke (2016) parte do princípio de que o conhecimento da história da ciência é importante para desenvolver o senso crítico dos alunos em discussões em sala de aula, sobre

aspectos funcional e estrutural da ciência. No caso do ensino da Física, Mello (2014) e Schmiedecke (2016) reforçam que os estudos históricos dispostos tanto nas matrizes curriculares do ensino superior - visando à formação dos professores -, quanto nos livros didáticos - que apresentam com maior frequência -, não são ensinadas fórmulas para os alunos decorar, mas se ensinam para compreender os fenômenos existentes no planeta e as descobertas científicas, tornando o alunado capaz de discutir, analisar, investigar vários pontos e não somente aceitá-los como verdadeiro. Para Mello (2014) o ensino-aprendizagem do estudante não está ligado somente às leituras, mas as interpretações das imagens, figuras, as quais transmitem outras perspectivas sobre a temática em questão, problematizando a energia nuclear a partir da história e da filosofia da Ciência.

f) Energia nuclear no Brasil – nessa categoria há seis dissertações e duas teses que fazem análises de produções envolvendo a EN no Brasil, numa perspectiva de como está sendo explorado esse tipo de energia, envolvendo as usinas implantadas em Angra dos Reis, a ausência de informação para a sociedade brasileira e/ou o acidente que já aconteceu no Brasil com o material radioativo Césio-137.

O conhecimento da funcionalidade relativo as vantagens, as causas e possíveis consequências da EN para a sociedade brasileira é baixo, em geral, o que se reflete nas salas de aula. Segundo Monteiro (2013), as pessoas não compreendem os termos que abrange esta temática e quando já ouviram falar, repetem palavras soltas, superficiais. A percepção sobre EN, para a maioria dos brasileiros, está ligada ao que assistem nos jornais de televisão ou em páginas *Internet*. Por isso, a importância de aproveitar as diversas redes de comunicação para propagar as informações sobre a temática, para que a sociedade conheça e tenha condições de uso deste conhecimento.

Santos (2014) compreende que a Tecnologia Nuclear apresenta significativas vantagens comparativas com a opção energética para suprir a base do Sistema Elétrico Nacional que justificam não apenas sua utilização, mas a ampliação de sua participação relativa a composição da matriz elétrica brasileira, em função dos benefícios associados a questões ambientais, a segurança energética e a contribuição para a segurança e confiabilidade do Sistema Elétrico Brasileiro.

Miranda (2011) ressalta que devido aos aspectos jurídicos e geopolíticos e a ausência de uma legislação própria não há como assegurar responsabilidade civil para acidentes com contato direto com elementos radioativos, o que representa um sério atraso para o Brasil. Para Braga (2014), Freitas (2014), Barbosa (2009) Santos (2009) e Borges (2011) é importante o

esclarecimento do modelo nuclear brasileiro de Angra dos Reis e seus principais aspectos de proteção e riscos relativos a imprudência na proteção de um reator, que associados aos aspectos jurídicos e geopolíticos, podem contribuir para que o setor de energia nuclear possa ser útil no território nacional, assegurando que acidentes nucleares não o aconteça. Ressalta a importância da criação e da implementação da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) a fim de controlar as disputas políticas, os interesses econômicos e principalmente as divergências científicas, controlando as atividades que ocorrem em Angra dos Reis.

g) Energia nuclear e área ambiental e social - nesta categoria há cinco dissertações e duas teses que apontam impactos que a EN poderá produzir sobre o meio ambiente e o meio social, quando usada indevidamente.

Almeida (2012) traz possibilidades de aplicação de campanhas educativas para o aprendizado das comunidades em geral, possibilitando um olhar diferenciado sobre o uso da EN no Brasil, para que seja compreendido em diversos segmentos da sociedade. Biazini Filho (2014) compreende que não basta entender o que é a EN, mas há a necessidade de associar uma responsabilidade social diante das produções dessa energia, informando como estão sendo guardados os resíduos radioativos, se a natureza que os cercam, como os rios e os lagos, está sendo preservada. Cesaretti (2010), Ferreira (2012), Esgalha (2014) condicionam a produção de EN, a condição de que seja socialmente aceitável, com o respeito necessário a proteção do meio ambiente, à sustentabilidade e a segurança da população.

Modanez (2012) aborda benefícios da produção de EN a partir do uso das radiações de materiais radioativos que é utilizada na agricultura, particularmente no comércio, a fim de possibilitar uma vida útil para alimentos, aumentando sua conservação por um longo tempo.

No próximo Capítulo, apresentamos características da educação freiriana em consonância com as propostas da educação de Jovens e Adultos.

3 BNCC E CONCEPÇÕES FREIRIANAS NA EJA

Este estudo tem respaldo na Base Nacional Curricular Comum (BNCC), uma referência nacional para propostas pedagógicas que prever como finalidade do Ensino Médio formar sujeitos críticos a fim de tomar decisões éticas no seu meio social, econômica e ambiental. E para formar

[...] jovens como sujeitos críticos, criativos, autônomos e responsáveis, cabe às escolas de Ensino Médio proporcionar experiências e processos que lhes garantam as aprendizagens necessárias para a leitura da realidade, o enfrentamento dos novos desafios da contemporaneidade (sociais, econômicos e ambientais) e a tomada de decisões éticas e fundamentada. O mundo deve lhes ser apresentado como campo aberto para investigação e intervenção quanto a seus aspectos políticos, sociais, produtivos, ambientais e culturais, de modo que se sintam estimulados a equacionar e resolver questões legadas pelas gerações anteriores – e que se refletem nos contextos atuais –, abrindo-se criativamente para o novo. (BRASIL, 2018, p. 463)

Na perspectiva da EJA, à luz da Lei 9.394/1996, na denominada Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), constatamos que a EJA não se configura como uma modalidade de ensino complementar e nem é tida como uma forma de educação inferior ao ensino regular. É oriundo de uma especificidade educacional consistente e singular, rico em experiências de vivência e esperança em relação a si e a escola. Para assegurar essa condição da EJA, são essenciais práticas educativas direcionadas à construção de um currículo diversificado e que seja relacionado às vivências do público alvo. Nesse sentido, os currículos para a Educação de Jovens e Adultos, mostram que eles não podem ser abordados como no ensino regular, mas se conectar com a realidade de existência de cada sujeito, de cada estudante no processo educativo.

3.1 A EJA na BNCC

Na BNCC, no entanto, constatamos implicações para a EJA, por não identificarmos nenhum direcionamento para a Educação de Jovens e Adultos, tendo sido elaborada de uma forma geral, sem prever qualquer especificidade com características pertinentes a EJA. A BNCC exclui qualquer menção aos discentes da EJA, induzindo limitações para a construção do currículo para essa modalidade de ensino, enquanto a LDB de 1996, no parágrafo 1º, prevê a elaboração de um currículo para a EJA baseada prioritariamente nas experiências vividas pelos sujeitos adultos, no qual explica que devem existir “oportunidades educacionais apropriadas, consideradas as características do alunado, seus interesses, condições de vida e trabalho, mediante cursos e exames” (BRASIL, 2002, p.13). Para que o ensino se torne mais atraente e motivador, faz-se necessário que as aulas sejam desenvolvidas conforme as

necessidades dos alunos da EJA, promovendo trabalhos em que o aluno possa correlacionar com o seu cotidiano, com suas experiências, suas vivências, como condição para os sujeitos permanecerem na escola e, conseqüentemente, seja minimizado o índice de evasão escolar, que é considerada muito grande nessa modalidade de ensino (ALVES, 2015).

Especificamente sobre a temática energia nuclear, a BNCC, ao tratar das competências em situações de aprendizagem, define conteúdos como as radiações ionizantes, a fusão e a fissão nucleares e, em suas atribuições, considera que o discente deve “utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, no ambiente, na indústria, na agricultura e na geração de energia elétrica” (BRASIL, 2018, p. 555). E como possibilidades para desenvolver habilidades, indica conhecimento, pensamento científico crítico e criativo, argumentação, responsabilidade e cidadania e argumentação nos indivíduos. A BNCC prevê mobilização de conhecimentos de energia nuclear como as radiações emitidas por fontes radioativas e suas utilidades no cotidiano, como as dos aparelhos usados em tratamento de câncer (radioterapia) e raio-X. Na indústria, considera as radiações com a finalidade de esterilizar instrumentos hospitalares como seringas, gases, bisturi, e outros tipos de instrumentos que fazem parte de cirurgias. Na agricultura, considera o uso para preservar os alimentos por mais tempo, pelos efeitos da irradiação (exposição dos alimentos em fonte radioativa) e, principalmente, na geração de energia.

A energia nuclear utilizada para construção das bombas como as lançadas nas cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki, em 1945, matou milhares de pessoas e deixou outras milhares de pessoas doentes devido à exposição da radiação. Esse caso de uso intencional da energia nuclear para a destruição de cidades inteiras, assim como casos de acidentes nucleares podem ser estudados em sala de aula de modo a favorecer o aluno a compreender implicações sociais tanto em relação aos benefícios quanto aos malefícios do emprego da energia nuclear. Nesse sentido, a BNCC prevê o estudo da energia nuclear para se discutir os riscos que a produção da energia nuclear poderá trazer, considerando a necessidade de

avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis. (BRASIL, 2018, p. 555)

As consequências da exposição radioativa para a saúde dos indivíduos são várias, desde o surgimento de câncer, problemas respiratórios, no sistema nervoso, queimaduras em vários níveis, múltiplos órgãos afetados, amputações, deformações em recém-nascidos entre

outras. O conhecimento sobre o tema pode alertar a população sobre a necessidade de evitar a exposição da radioatividade, considerando que quanto mais a população for informada, menos riscos poderão ser submetida por entender a necessidade de se proteger, assim como poderá se posicionar criticamente sobre o mau uso dessa energia.

Por fim, observamos que na BNCC são usados os termos “jovens e adultos” juntos aos termos “crianças e adolescentes”, mas somente relativos aos anos iniciais do Ensino Fundamental, enquanto no Ensino Médio esses termos desaparecem, significando que as especificidades dessa modalidade não foram atendidas. A ausência desses termos, nos mostra a falta de preocupação com a EJA e que a BNCC é um documento que foi construído para tratar a educação de forma homogênea

3.2 A Educação freiriana e a EJA

A Educação de Jovens e Adultos (EJA) tem como principal objetivo estimular jovens e adultos para o regresso à escola, respeitando as características desses discentes e oferecendo oportunidades educacionais adequadas em relação ao seu meio socioeconômico e cultural. De acordo a Lei de Diretrizes e Básicas da Educação (LDB) (1996, p. 13),

Art. 37- A Educação de Jovens e Adultos será destinada àqueles que não tiveram acesso ou continuidade de estudos no Ensino Fundamental e Médio na idade apropriada.

§1º- Os sistemas de ensino assegurarão gratuidade aos jovens e aos adultos, que não puderam efetuar os estudos na idade regular, oportunidades educacionais apropriadas, consideradas as características do alunado, seus interesses, condições de vida e de trabalho, mediante cursos e exames.

§2º- O Poder Público viabilizará e estimulará o acesso e a permanência do trabalhador na escola, mediante ações integradas e complementares entre si.

Estudiosos e pesquisadores apontam que o processo da construção do conhecimento torna-se significativa para estudantes da EJA a partir do momento em que o aluno compreende o que é ensinado pela sua própria vivência.

No modelo da Educação proposta por Freire (1997) há uma correlação do que é estudado em sala com os saberes cotidiano do aluno, no sentido de favorecer a aprendizagem dos sujeitos da EJA, sendo prioridade,

[...] discutir com os alunos a razão de ser de alguns desses saberes em relação com o ensino dos conteúdos. Por que não aproveitar a experiência que tem os alunos de viver em áreas da cidade descuidadas pelo poder público para discutir, por exemplo, a poluição dos riachos e dos córregos e os baixos níveis de bem estar das populações, os lixões e os riscos que oferecem a saúde das gentes? Por que não há lixões no coração dos bairros ricos e mesmo puramente remediados dos centros urbanos? (FREIRE, 1997, p.30)

Freire defende que o docente na sua posição de mediador deveria estimular os alunos para a compreensão de mundo e, principalmente, deveria desafiar os discentes para ir ao encontro do conhecimento, para serem questionadores e investigarem os fatos.

A EJA, na sua forma geral, estabelece uma possibilidade para as pessoas que, no decorrer da vida e por motivos diversos, principalmente, por sua condição social, não conseguiram terminar os estudos no ensino regular, devido a fatores como financeiro, longa distância do local de moradia até a escola, homens e mulheres que dão o sustento da família, não abandonem a escola. Entretanto, durante as aulas, há ocasiões em que sentem desânimo, ao observarem que não há relação dos conteúdos estudados em sala com o que vivenciam no cotidiano e, desmotivados, abandonam a escola. Neste sentido, Paulo Freire (1994), educador brasileiro, autor de estudos importantes sobre método de ensino para da Educação de Jovens e Adultos, em suas concepções sobre Educação, faz fortes críticas a respeito do método adotado no Brasil, e o denominou de educação bancária, porque nesse método o docente transmite o saber e quer que o discente devolva como foi apreendido, como feito numa transação bancária, tendo como consequência, o aluno precisar decorar para responder as perguntas do professor, sem ao menos criticar ou questioná-lo, aceitando como verdade absoluta.

Em seus estudos, Freire (1994) afirma que o ensino brasileiro está enraizado em métodos ultrapassados, que não são estimulantes, embora tenha contribuído significativamente para o processo científico, intelectual, que potencializou diversas pesquisas através desse método. Nem todo processo de ensino é cem por cento eficaz ou eficiente, existem muitos percalços no seu caminho. No sistema tradicional adotado no país, os pontos fortes contribuíram para o desenvolvimento científico e os pontos fracos conduziram as pessoas para uma aprendizagem por meio de decoreba - memorização sem o cuidado de compreender/entender aquilo que se estudou. Para Freire, nesse modelo, o que é considerado debate é apenas a intenção e a perspectiva do aluno, há pouca interação entre professor e aluno nas aulas. Nesta perspectiva, Freire denomina o discente de oprimido, sem poder de argumento, enquanto o professor é o opressor, o detentor de todo o saber. Na obra “Pedagogia do Oprimido”, Freire (1994) mostra o quanto é maçante aulas sem possibilidades de o aluno interagir e as consequências drásticas para a aprendizagem, gerando um agravamento mais acentuado quando os ouvintes são da modalidade EJA, tendo em vista, que a abordagem nessa modalidade de ensino precisa ser de forma diferente da modalidade do ensino regular, por se tratar de estudantes que ficaram muito tempo fora da escola.

No ensaio intitulado “A importância do ato de ler”, Freire (2003) considera que “a leitura do mundo precede a leitura da palavra, daí que a posterior leitura desta não possa

prescindir da continuidade da leitura daquele” (p. 13). Essa citação pode ser vista como uma reflexão visando a Educação de Jovens e Adultos, no sentido de os conhecimentos de mundo, carregados por esses alunos, se não são aproveitados em sala de aula, ou tampouco valorizados pelos professores, a aprendizagem desses alunos será comprometida, levando-os a desmotivação e, inevitavelmente, não permanecerão na escola por muito tempo, não concluirão seus estudos.

Na concepção freiriana, o ato de situar o docente como o ser detentor de todo o conhecimento, e ninguém é mais sabedor que ele, caracteriza a concepção “bancária”, no sentido de o professor depositar o conhecimento e o aluno adquiri-lo passivamente, sem o poder de argumentar. Para Freire (1994), o professor que somente ensina, sem trocar informações, ficará com seu conhecimento sem influenciar seus alunos, considerando que “será sempre o que sabe, enquanto os educandos serão sempre os que não sabem” (p. 33). Ressalta também as consequências que essa concepção bancária poderá trazer pela falta de criticidade para o estímulo do senso crítico, fortalecendo conhecimento de via única, como se existisse somente uma verdade, sem possibilidade de questioná-la. Essas reflexões e críticas ao modelo da educação tradicional brasileira possibilitou Freire propor a definição de educação para libertação, com o ato de libertar os opressores do sistema tradicional (da educação bancária), em que os alunos podem argumentar, questionar o professor dentro da sala de aula. Freire propõe uma concepção que vai contra os princípios da concepção bancária:

A educação que se impõe aos que verdadeiramente se comprometem com a libertação não pode fundar-se numa compreensão dos homens como seres “vazios” a quem o mundo “encha” de conteúdos; não pode basear-se numa consciência especializada, mecanicistamente compartimentada, mas nos homens como “corpos conscientes” e na consciência como consciência interacionada ao mundo. Não pode ser a do depósito de conteúdos, mas a da problematização dos homens em suas relações com o mundo. (FREIRE, 1994, p. 38)

A educação libertadora, de acordo com Freire (1994), é uma prática da liberdade, em que o aluno pode questionar os fenômenos/eventos em sua volta sem ser oprimido. Esta nova concepção transforma o jeito de ensinar. Nela o docente passa de detentor total do conhecimento, para aquele que é educado enquanto educa, e isso só pode ser obtido devido ao diálogo, “[...] ambos, assim, se tornam sujeitos do processo em que crescem juntos e em que os ‘argumentos de autoridade’ já não valem”(p.96). Alterando o sujeito que outrora era recipiente para o ‘depósito’ e agora são seres críticos, que investigam, “Em lugar de serem recipientes dóceis dos depósitos, são agora investigadores críticos, em diálogo com o educador, investigador crítico também” (p. 96).

Ao considerar “a educação problematizadora, de caráter autenticamente reflexivo, implicada num constante ato de desvelamento da realidade”, Freire (1997, p. 97) enfoca a importância do diálogo na sala de aula e, através dele, os sujeitos no processo de ensino se tornam-se críticos, investigam os acontecimentos no seu cotidiano, assim como relacionam os assuntos estudados em sala com suas vivências, transformando o aprendizado mais horizontal e livre, o que só acontece devido ao diálogo, pois sem ele, não existiriam discussões, “É através deste [do diálogo] que se opera a superação de que resulta um termo novo: não mais educador do educando, mais educando do educador, mas educador-educando com educando-educador” (FREIRE, 1994, p. 96).

Paulo Freire considera que o processo de construção do conhecimento torna-se significativo para o estudante da EJA a partir do momento em que ele compreende o que é ensinado pela sua própria vivência, sendo importante discutir o aprendizado e as vivências com o ensino dos conteúdos estudados em sala e faz o questionamento: “[...] por que não aproveitar a experiência que tem os alunos de viver em áreas da cidade descuidadas pelo poder público para discutir?, por exemplo, os lixões e os riscos que oferecem a saúde das gentes” (FREIRE, 1997, p.30).

Na perspectiva de considerar a construção do conhecimento a partir de situações vivenciadas no cotidiano dos indivíduos, buscamos discutir fenômenos da Física Nuclear fazendo aproximações de situações problematizadoras de uso da Física Nuclear vivenciadas por pessoas de diferentes lugares, tendo em vista a possibilidade de situações parecidas serem vivenciadas por qualquer pessoas, proporcionando uma formação cultural crítica aos estudantes da EJA, dado que a disseminação de uso da Física Nuclear na sociedade é uma realidade atual.

Apresentamos, a seguir, os procedimentos e os instrumentos de apoio teórico e metodológico da pesquisa.

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

Apresentamos o procedimento metodológico da pesquisa explicitando os instrumentos utilizados na coleta de dados e os caminhos metodológicos seguidos, descrevendo as atividades desenvolvidas para a construção de uma unidade de ensino direcionada à EJA, que foi aplicada em uma turma com alunos do ensino médio.

4.1 Natureza da pesquisa

Inicialmente, fizemos um levantamento bibliográfico, no período de 2008 a 2017, sobre estudos relativos a Energia Nuclear no contexto da educação básica, contemplando a Educação Regular e a EJA, tendo em vista conhecer o que já existe na literatura e propor uma unidade de ensino sobre a produção e o uso da Energia Nuclear.

A abordagem metodológica desta pesquisa é qualitativa, de natureza interpretativa, considerando que nada será desprezível ao nos referirmos a análises recorrentes deste estudo, e que a

Abordagem da investigação qualitativa exige que o mundo seja examinado como ideia de que nada é trivial, que tudo tem potencial para constituir uma pista que nos permita estabelecer uma compreensão mais esclarecedora do nosso objeto de estudo. (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 49)

Na construção da unidade de ensino (UE), utilizamos o método dialógico que liga os sujeitos por meio da comunicação mediatizada pelo mundo e se apresenta como ativos, críticos e criticizadores, e considerando que todos os elementos utilizados na construção da UE serão úteis na formação do objeto de ensino que, assim como uma sequência didática, é

um processo que promove o desenvolvimento profissional do professor, visto que a definição dos conteúdos, identificação das condições de ensino e a seleção de dinâmicas e metodologias se materializam segundo um objeto de ensino. O produto desta atuação profissional do professor é o instrumento mediador do processo de ensino-aprendizagem que se deseja consolidar. (GIORDAN; GUIMARÃES, 2013, p. 2).

A unidade de ensino foi previamente planejada, a partir de fatos marcantes resultantes do uso da energia nuclear, tendo em vista partimos de problematizações historicamente circundada a atividades científico-tecnológicas e sociais envolvendo a energia nuclear, tendo em vista formar cidadãos críticos a partir do conhecimento da realidade que ele vive, conforme postula a educação freiriana.

4.2 Os sujeitos da pesquisa

Os sujeitos envolvidos neste estudo são alunos da escola da rede estadual de ensino do Maranhão, Centro Educacional São José Operário (CESJO), considerada uma escola de

grande porte, com aproximadamente 1300 alunos, reconhecida no bairro, por ser um referencial de ensino. Localizado na Avenida Divina Providência, Nº 100, Unidade 203, no bairro da Cidade Operária, na cidade de São Luís (MA), a escola funcionando nos três turnos (manhã, tarde e noite), tem 14 salas de aula, sala de informática, biblioteca, laboratório, sala de professores, secretaria, sala dos técnicos e sala do diretor. No período noturno, a escola funciona somente com seis turmas da EJA, três salas do ciclo I (o 1.º ano e metade do 2.º ano) e três salas do ciclo II (metade do 2.º ano e o 3.º ano). Este trabalho foi desenvolvido com alunos da EJA do ciclo II do ensino médio no ano de 2019, durante 14 encontros, constituídos de 20 aulas, cada aula com duração de 35 minutos. A unidade de ensino foi aplicada pelo professor-pesquisador, autor deste trabalho, com a colaboração do docente titular da disciplina de Física, que também contribuiu com ideias para a elaboração da UE, como a proposição de rodas de conversas e o uso de alguns vídeos, que possibilitaram uma melhor aprendizagem do discente nas atividades propostas na UE. Na ocasião, o professor da escola tinha dez anos de experiências na EJA.

4.3 Rodas de conversas

Para permitir ouvir manifestações dos participantes da pesquisa sobre conceitos, impressões, opiniões e concepções sobre a temática em estudo, em algumas aulas foram promovidas Rodas de Conversas, com intuito de criar uma atmosfera descontraída em sala de aula e promover o diálogo, considerando que a Roda de Conversa é uma técnica metodológica que busca proporcionar o diálogo entre professores e alunos. Sampaio et al. (2014) consideram que

As rodas de conversas possibilitam encontros dialógicos, criando possibilidades de produção e ressignificação de sentido – saberes – sobre as experiências dos partícipes. Sua escolha se baseia na horizontalização das relações de poder. Os sujeitos que as compõem se implicam, dialeticamente, como atores históricos e sociais críticos e reflexivos diante da realidade. Dissolve-se a figura do mestre, como centro do processo, e emerge a fala como signo de valores, normas, cultura, práticas e discurso. (p.13001)

O diálogo na Roda de Conversa possibilita a fala e a escuta do outro, proporciona conhecer vivências de diferentes sujeitos, mantendo o respeito pelas diferentes opiniões, pois dialogar não é reduzir a opinião do outro e prevalecer sobre ela, não é falar para o outro, mas falar com ele (FREIRE, 1994)

4.4 Instrumentos de pesquisa

Para o desenvolvimento deste estudo, utilizamos como instrumento de coleta de dados: depoimentos de dois professores da escola e questionários semiestruturados, com questões abertas e fechadas aplicados aos estudantes da EJA e, como material de apoio, fragmento de livro, vídeos e artigos científicos.

O planejamento, seleção, organização dos materiais para o desenvolvimento da pesquisa tornaram a investigação mais eficiente, visto que os materiais escolhidos foram movidos por um objetivo, as escolhas do procedimento metodológico feitas de acordo com alguns critérios, como a escolha da linguagem clara e/ou didática, textos contendo imagens e direcionados para o nível dos alunos da EJA. Os materiais utilizados na unidade de ensino foram artigos de periódicos, fragmentos de livro, apostilas, vídeos de curta duração e documentários (ANEXO D).

4.5 Unidade de ensino

A unidade de ensino (UE) descrita foi desenvolvida nos horários de aulas da disciplina de Física, com duas aulas semanais - cada aula com duração 35 minutos -, ministradas ao longo de 20 aulas, de março a maio de 2019, em uma turma da EJA, do ciclo II do ensino médio. As atividades na escola foram desenvolvidas de acordo com a programação apresentada a seguir.

O primeiro contato do pesquisador deste trabalho com a escola foi para tratar, com o diretor e a coordenadora pedagógica, sobre a possibilidade de aplicação a unidade de ensino, explicando que o projeto seria parte de sua dissertação de mestrado. Havendo o aceno de concordância da direção da escola, a conversa se estendeu a outros professores, principalmente, ao professor de Física que, posteriormente, esteve presente na sala de aula, durante toda a aplicação da unidade de ensino. A decisão sobre qual turma o projeto seria desenvolvido foi tomada depois de uma conversa com o professor de Física, sendo escolhida, considerando os dois ciclos da EJA (ciclo I e II), uma das turmas do ciclo II, por ser dos anos finais do ensino médio e porque, após os discentes saírem da escola, seria mais difícil estudarem o assunto sobre a temática Energia Nuclear.

Antes da aplicação da unidade de ensino, o professor-pesquisador esteve presente na sala de aula, durante uma semana como observador, coletando dados, coletando informações de como os discentes se comportavam, interagiam com os colegas de classe, a maneira como expressavam seus questionamentos ao professor, a linguagem utilizada e a média da idade dos alunos. Esse momento não foi considerando encontro com os alunos. O que denominamos de

encontros foram os períodos em que o professor-pesquisador esteve em sala aula conduzindo atividades dos alunos ou observando-os realizando atividades proposta por ele. Uma descrição detalhada de todos os encontros está disposta no Anexo E.

No próximo Capítulo, vamos analisar as produções dos alunos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, discutimos a evasão de alunos na EJA, referente ao ano de 2018, da escola em que este trabalho foi desenvolvido. No segundo momento, identificamos causas e consequências da produção da energia nuclear para a vida humana em fatos marcados pelo uso inadequado dessa energia e em acidentes nucleares, considerados marcos históricos de repercussões internacionais. Esses fatos foram utilizados como elementos centrais na elaboração de uma Unidade de Ensino, na perspectiva de promover uma reflexão sobre a produção e o uso da energia nuclear.

5.1 A problemática da evasão na EJA

Entre as dificuldades enfrentadas pelos alunos da EJA estão os deslocamentos para chegarem à escola. Somando-se as dificuldades está o tipo do ensino oferecido, com aulas desmotivadoras pela forma que são conduzidas, devido ao fato de a maioria dos professores não ter recebido formação para atuar na EJA, em consequência, aumenta o número de estudantes que abandona a escola. Nesse sentido, Batalha e Silva (2018) associam a problemática da evasão escolar na EJA a variados fatores, tanto internos como externo, e não são resultantes de fatores exclusivamente dos discentes, mas também das instituições escolares, que não se esforçam para dar um ensino de qualidade a esses jovens.

Para compreender a evasão escolar faz-se necessário identificar quais fatores prejudicam os estudantes de progredir na escola, considerando que os aspectos que interferem na evasão escolar são diversos e dependem da situação de cada aluno, como a situação financeira, o desemprego ou a gravidez (IRELAND, 2009). Quanto a qualidade do ensino que o aluno está submetido, pela evidente falta de apoio e alternativas para esta clientela que busca cursos profissionalizantes para possibilitá-la ter uma profissão para exercer, “as políticas de ensino profissionalizante via EJA precisam ser ampliadas, tendo em vista o atendimento a um maior número de alunos e ao aumento das opções de cursos que atraem o público jovem” (FARIA, 2013, p. 59).

Outro aspecto de desmotivação está ligado ao resultado de frustrações anteriores na escola, marcada pelo insucesso em disciplinas e quando voltam para a sala de aula sentem insegurança para enfrentar os desafios escolares que virão. De acordo com Alves (2015), a evasão na EJA é alarmante, quando se considera o número de discentes que se matriculam e não finalizam o ano letivo. Esses números indicam que é enorme o desafio para os docentes e

o corpo pedagógico estabelecerem estratégias que possam viabilizar e motivar os jovens e adultos a se fixarem na instituição até concluírem o ensino básico.

A evasão dos alunos da EJA na escola Centro Educacional São José Operário (CESJO) foi analisada com base em depoimentos de dois professores da escola e de dados obtidos na secretaria da escola, referentes ao ano de 2018, de seis turmas do período da noite, sendo três do ciclo I (100, 101 e 102) e três do ciclo II (200, 201 e 202). As turmas, por número de matriculados, número de trancamentos e a evasão de cada turma, em percentual, estão mostradas na Tabela 1.

Tabela 1 – Evasão escolar Centro Educacional São José Operário no ano de 2018.

Turma	Matriculados	Matrículas trancadas	Percentual de Evasão Escolar (%)
100	37	20	54,0
101	36	14	38,9
102	37	15	40,5
200	26	08	30,7
201	25	07	28,0
202	20	06	30,0
Total	181	70	38,7

Fonte: Dados da pesquisa (2019).

Constatam-se que as turmas iniciais (100, 101 e 102) tiveram as maiores evasões, chegando a mais da metade dos matriculados na turma 100, com 54,0% de evadidos.

Diante do quadro de evasão, fizemos os questionamentos: Por que nas séries iniciais os índices de evasão são maiores? Quais as causas? O diálogo com alguns professores da escola nos permite algum entendimento dos fatos. Na visão do professor Fabrício (nome fictício), responsável pela disciplina de Física, a evasão é maior nas turmas iniciais porque

os alunos das séries iniciais são pessoas que ainda estão voltando para a sala de aula, e muitos, quando o tempo vai passando e a rotina aperta, não conseguem progredir nos estudos e trancam as matrículas. São variados os fatores, os mais frequentes são o financeiro e gravidez. Quando sei que o aluno está querendo trancar, sempre tento conversar para que mude de ideia. Às vezes eles precisam só de uma motivação. Agora, as turmas finais como a 200 e a 201, são alunos que já passaram por esse processo inicial e se acostumaram com a rotina, e como eles já estão no último ano, torna-se mais um estímulo para continuarem. Por isso, o índice de evasão nas turmas finais é menor. (Professor de Física, EJA)

Fatos como o descrito mostram que não basta colocar o aluno nas aulas da EJA, mas é necessário estimulá-lo para a aprendizagem, para participar de questionamentos, e não fazê-lo de um ‘depósito de conhecimento’ como crítica Freire (1994), o aluno não é como uma conta bancária que se deposita “informações”, o aluno não pode ser passivo, enquanto o professor, se posiciona como o detentor de todo o saber. Na Educação Libertadora de Freire (1994), os diálogos estão presentes, o aluno questiona e expõe sua opinião, tendo a liberdade de indagar a qualquer momento, enquanto o docente seria o mediador no processo de ensino e da aprendizagem.

Para o professor de Matemática, Reginaldo (nome fictício), um dos fatores para a evasão é o desemprego. Sem dinheiro, o aluno se ausenta da escola, mas deixa também de frequentar as aulas desmotivados pela forma de ensino, porque o modelo de ensino tradicional é o mais adotado nas aulas da EJA, e

os alunos nesta modalidade de ensino precisam de um estímulo, e para isso, é necessário que o professor utilize ferramentas diferentes em sala. Por exemplo, um vídeo, um filme que trate do assunto proposto, jogos, etc. O modo tradicionalista em sala de aula distancia o aluno ainda mais da aprendizagem, desmotivando e, conseqüentemente, o estudante vai trancar a matrícula. (Professor de Matemática, EJA)

Além das causas mais comuns para a evasão escolar, o desemprego e a falta de motivação dada pela escola, a coordenação e/ou os professores, existem as doenças nos alunos, o retorno para a cidade natal e a gravidez.

5.2 Unidade de Ensino

Tendo em vista conhecer o público com quem seria desenvolvida a unidade de ensino, as respostas relativas a primeira pergunta do Questionário I, mostrou que dos 23 alunos presentes, quando divididos em quatro faixas etárias: 8 estavam na faixa etária de 18 a 20 anos; 7 com idades entre 21 e 25 anos; 5 alunos tinham entre 28 e 33 anos; e 3 alunos estavam na faixa etária entre 39 e 47 anos. Constata-se que o maior número de alunos na sala de aula estava com 18 anos a 20 anos e estão cada vez mais transitando na EJA, sendo que muitos casos são justificados como condição para que os indivíduos se mantenham no emprego. Para as duas últimas faixas, percebe-se que as quantidades de alunos são menores.

Nessa faixa etárias, observamos inseguranças dos alunos nas aulas, embora tenham a vontade de prosseguir os estudos, revelam receio de participar das aulas e das atividades. Esse grupo se enquadra mais no público que Paiva (1973) classifica como indivíduos que, por algum motivo não finalizaram o ensino básico, não tiveram oportunidade em idade própria para estudar, ou que tiveram uma educação escolar ineficiente, não conseguindo obter a

alfabetização e até mesmo os conhecimentos básicos necessários. Mas, o artigo 37 da LDB garante a EJA para todos os grupos, estabelece que a educação de jovens e adultos seja destinada àqueles que não tiveram acesso ou continuidade de estudos no ensino fundamental e médio na idade própria, e, no artigo 38, parágrafo 1º, no inciso 2, refere-se ao direito da EJA, o seu nível de conclusão do ensino médio, para os maiores de dezoito anos (BRASIL, 2002).

Perguntamos, “Você por algum momento teve que interromper os estudos? Se sim, quais foram às dificuldades que enfrentou nesta época?”. Para este questionamento, foram utilizadas alternativas sim ou não e reservado um espaço para a justificativa, expor a causa da dificuldade. Dos 23 presentes em sala de aula, 17 responderam sim, enquanto seis responderam não. A maioria dos alunos respondeu que sim ao serem perguntados se, por algum momento, teve que interromper os estudos. As respostas foram as mais diversas:

Sim, quando era adolescente eu parei por causa do trabalho. Aluno A (22 anos)

Sim, por momentos difíceis, falta de emprego. Aluno B (20 anos)

Sim, porque precisava trabalhar para ajudar minha mãe, meu pai foi embora, e éramos sete filhos. Aluno C (47 anos)

Observou-se que um dos principais motivos para a desistência dos alunos está relacionado com a questão financeira, os discentes deixaram as salas de aulas para trabalhar, em busca de uma condição de vida para os seus familiares. Diante disso, Freire (1997) defende que a modalidade requer uma atenção maior do que as outras, pois os alunos possuem características específicas, em que são jovens e adultos que não finalizaram no tempo hábil os estudos. E a LDB (1996) preconiza que os alunos precisam de estímulos para que voltem para a sala de aula, por isso, é necessário oferecer uma oportunidade educacional adequada, a fim de que esse jovem ou adulto consiga finalizar os estudos. Com base em Ireland (2009), Batalha e Silva (2018), Faria (2013) e Brasil (2006), as respostas dadas por esses alunos são bastante frequentes. Os alunos que responderam “não”, seis discentes, disseram nunca ter interrompido os estudos, mas para não pararem de estudar, tiveram que ir para a escola à noite.

Ao perguntarmos, “O que o/a motivou a voltar a estudar?”, observamos sete tipos de respostas, sendo mais frequentes as associadas a emprego ou desemprego. As respostas separadas em sete grupos pelos termos “nunca parou de estudar”, “emprego ou desemprego”, “faculdade”, “obter conhecimento”, “diploma”, “mãe” e “filhos” são mostradas na Tabela 2, associadas à idade de cada aluno respondente.

Tabela 2 – Motivação para retornar à escola, segundo os participantes da pesquisa.

Motivação	Idade (anos)	Quantidade de alunos
[Nunca parou de estudar]	19	4
Emprego/ desemprego	20, 21, 22, 28 e 33	5
Faculdade	18, 20 e 43	3
Obter conhecimento	20, 22 e 39	3
Diploma	21 e 22	2
Mãe	19, 20 e 25	3
Filhos	23, 24 e 47	3

Fonte: Dados da pesquisa (2019)

Destacamos alguns relatos dos alunos sobre suas motivações:

Terminar os estudos. (Aluno D, 21 anos)

Meus filhos me incentivaram muito, tenho dois filhos, minha filha já se formou em Psicologia, e o menino está terminando a faculdade de Engenharia Mecânica.
(Aluno C, 47 anos)

Tenho vontade de entrar para a universidade. (Aluno F, 43 anos)

Para poder conseguir um emprego melhor. (Aluno G, 20 anos)

Analisando as motivações dos alunos, percebemos certo equilíbrio entre as respostas deles. Poucos discentes têm a expectativa de continuar estudando e chegar a um curso superior. Somente três discentes evidenciam a intenção de prosseguir os estudos depois da escola, e fazer faculdade. Para Freire (1997), a EJA tem a peculiaridade de ter como público alvo jovens e adultos que por diversos motivos deixaram de estudar e motivar esses alunos não é tarefa fácil, especialmente os adultos que já vêm de longos anos fora da sala de aula. Para Faria (2013) e Ireland (2009) os discentes podem ser estimulados a finalizarem os estudos com a colaboração da família e da escola - coordenação pedagógica, diretores e principalmente professores – que podem contribuir significativamente na motivação, possibilitando o aluno a prosseguir nos estudos, seja para um curso técnico, ou mesmo para o ensino superior. O maior índice das respostas dos alunos refere-se a perspectiva de encontrar um serviço quando terminarem os estudos. Os discentes não esperam terminar os estudos e cursar uma faculdade pública, pois para eles ingressar numa instituição de ensino superior público é muito difícil e que não têm capacidade para conseguir, então preferem trabalhar, e pagar sua própria faculdade. Os professores têm um papel fundamental para estimular os estudantes na aprendizagem, fazendo com que eles possam se envolver a todo instante nas

atividades escolares. Nesse cenário está a importância dos diálogos nas aulas, como defendido por Freire (1994) com a ideia da interação entre professor-aluno, aluno-aluno, ao afirmar que

o diálogo é uma exigência existencial. E, se ele é o encontro em que se solidarizam o refletir e o agir de seus sujeitos endereçados ao mundo a ser transformado e humanizado, não pode reduzir-se a um ato de depositar idéias de um sujeito no outro, nem tampouco tornar-se simples troca de idéias a serem consumidas pelos permutantes. (FREIRE, 1994, p. 91).

Nas perguntas sobre Energia Nuclear foram analisadas as respostas dos alunos, para a pergunta: “Você já havia escutado algo sobre a temática Energia Nuclear? O que pode dizer sobre isso?”. Algumas das respostas são:

Já, nas aulas de História, mas não estou lembrando. (Aluno H, 19 anos)

Sim, no globo repórter, algo relacionado às bombas de Hiroshima e Nagasaki, mas não lembro mais. (Aluno I, 22 anos)

As bombas de Hiroshima e Nagasaki foram lançadas no Japão. (Aluno J, 20 anos)

Analisando o conhecimento prévio sobre a temática em questão, percebemos que os alunos associaram o termo “Energia Nuclear” as bombas atômicas que foram lançadas no Japão nas cidades de Hiroshima e Nagasaki, nos anos de 1945, pelos Estados Unidos da América, por motivo de vingança, pois o Japão havia atacado uma base militar dos EUA. Ao perguntarmos sobre o que foi este acontecimento, os alunos não conseguiram explicar e deram como resposta “não sei”. Outra parte dos alunos não conseguiu assimilar e/ou desconheciam o assunto. Freire (1997) defende que o jovem precisa conhecer os mais diversos assuntos, e esses conteúdos, devem ter relação com sua vivência. Em outras palavras, deve ser feita uma correlação do que é estudada em sala de aula com os saberes cotidianos do aluno, no intuito de favorecer a aprendizagem dos sujeitos da EJA.

Perguntamos, “Você já teve acesso a alguma informação sobre Energia Nuclear através dos meios de comunicação, como televisão, Internet, revistas entre outros?”. As respostas indicam que os meios de comunicação pelos quais os alunos receberam informações sobre energia nuclear foram a televisão e a Internet. Sendo a Internet o meio mais frequente de uso pelos alunos, visto a maior facilidade de receber notícia em tempo real. Nas palavras de alguns alunos:

A internet me proporciona uma facilidade de pesquisar sobre qualquer coisa. E como as informações são rápidas, as pessoas que usam internet sabem da informação mais rápida do que a rádio, televisão etc. (Aluno K, 24 anos)

A internet porque como trabalho o dia inteiro, eu posso ver as notícias pelo celular basta ter internet. (Aluno H, 19 anos)

A internet é o que mais uso. (Aluno A, 22 anos)

Os questionários iniciais deram possibilidades para outras discussões e novas indagações foram surgindo. Pelo diálogo, podemos constatar a importância das construções de ideias, conforme afirma Freire (1994, p.36), “o diálogo só existe quando aceitamos que o outro é diferente e pode nos dizer algo que não conhecemos”. O ouvir é necessário e nesta pesquisa todas as contribuições/falas dos alunos foram levadas em consideração. As rodas de conversas são uma fonte rica de informações, pois além de colocar em discussão conhecimento do assunto proposto, nelas podem ser observadas as experiências vivenciadas pelos alunos, contribuindo significativamente para promover as relações interpessoais e intrapessoais: “a união entre o saber e o senso comum é fundamental para qualquer concepção de luta política, de educação, de processo educativo” (FREIRE; FAUNDEZ, 1985, p. 58); “o diálogo no círculo de cultura possibilita aos educandos expressarem suas leituras de mundo e suas experiências de vida, além de problematizarem e de realizarem inserção crítica na realidade (conscientização)” (OLIVEIRA, 2017, p. 242).

Para verificar o que os alunos conheciam sobre impactos catastróficos do uso da energia nuclear, perguntamos sobre eventos marcantes que, em geral, ficam na memória das pessoas: “Sobre catástrofes nucleares (acidente e/ou uso para destruição), você já teve algum conhecimento sobre elas? Se sim, fale sobre elas citando exemplo”. Considerando a expectativa de eles conhecerem fatos marcantes envolvendo a energia nuclear como agente impactante de destruição, em situações a nível nacional e/ou internacional, como as bombas atômicas lançadas em Hiroshima e Nagasaki, no Japão (1945); os testes no final da Segunda Guerra Mundial lançadas em Atol de Bikini (ilha oceânica, localizada no Oceano Pacífico), em 1946; a explosão dos reatores nucleares de Chernobyl, na Ucrânia (1986); e o acidente em Goiânia, no Brasil, em 1987, quando, em todas essas situações, as pessoas foram contaminadas e irradiadas.

Como resposta à pergunta sobre as catástrofes nucleares ocorridas, 13 alunos responderam simplesmente “não”, sem nenhum comentário e 10 alunos disseram “sim”, citando os casos que aconteceram em Chernobyl, Hiroshima, Nagasaki, e o caso ocorrido no Brasil, em Goiânia, com o Césio 137. Algumas nas respostas dadas são:

Sim, sobre Chernobyl, foi uma usina nuclear que explodiu e seu material radioativo se espalhou por toda a cidade, contaminando e matando pessoas e várias espécies de animais. (Aluno I, 22 anos)

Sim, o de Hiroshima, no Japão, lançada a bomba atômica. (Aluno D, 21 anos)

Sim, a bomba Hiroshima. (Aluno F, 43 anos)

Sim, os casos da bomba que matou milhares de pessoas no Japão, nas cidades de Hiroshima e Nagasaki, e aqui no Brasil no acidente de Goiânia com o Césio 137. (Aluno L, 30 anos)

Os discentes conseguiram relacionar algumas catástrofes nucleares com informações satisfatórias, no caso de Chernobil, a usina que explodiu; os bombardeios nucleares sobre Hiroshima e Nagasaki, cidades do Japão; e ao acidente aqui no Brasil com o material radioativo, Césio 137, em Goiânia. Apesar das informações iniciais serem contundentes, os estudantes não se aprofundaram nas causas dos acidentes e nem nas consequências deste tipo de tragédia. Segundo Freire (1997), o docente na sua posição de mediador deveria estimular os discentes para a compreensão de mundo e, principalmente, deveria desafiar os alunos para irem ao encontro do conhecimento, para serem questionadores, investigadores dos fatos.

Perguntamos aos alunos: “Você já ouviu falar sobre os rejeitos radioativos, para que serve e como podem afetar a saúde humana?” Esta pergunta trouxe diversas reflexões a partir da visão dos discentes com o assunto, como funciona o rejeito radioativo e qual sua importância no processo de segurança, como mostram algumas respostas a seguir:

Sim. Pode fazer muito mal à saúde humana se não forem guardados em lugares seguros. (Aluno I, 22 anos)

Sim. Radiação. (Aluno M, 28 anos)

Sim. Restos de material radioativo. (Aluno N, 39 anos)

Sim. Se não for guardado de forma certa, pode causar vários prejuízos na vida dos seres humanos, animais e ambiental. (Aluno C, 47 anos)

Não. Nunca ouvir falar. (Aluno O, 23anos)

Não. Não lembro. (Aluno H, 19 anos)

A maioria dos discentes disseram não conhecer ou não lembrar do que se trata “rejeitos radioativos”. Somente oito discentes responderam “sim”, porém fizeram descrições vagas sobre o assunto, deixando dúvidas sobre o que eles conheciam de fato. Segundo Freire (1997), os discentes precisam problematizar, sendo sempre questionadores para que o processo de ensino e aprendizagem seja formalizado de forma significativa. Perguntados “Aonde são armazenados estes materiais [radioativos]?”, os discentes não souberam responder. De acordo com a Cardoso et al (2012), os rejeitos radioativos devem ser tratados antes de serem liberados para o ambiente (se for necessário), pois eles só podem ser liberados quando não apresentam toxidez química, e se tiverem um nível de radiação igual ao do meio ambiente. Afirma ainda que os rejeitos (sólidos, líquidos ou gasosos) são classificados quanto ao nível de radiação, que podem ser baixa, média e alta atividade, mas mesmo os “rejeitos sólidos de baixa atividade, como partes de maquinarias contaminadas, luvas usadas, sapatilhas e aventais contaminados, são colocados em sacos plásticos e guardados em tambores de chumbo e caixas de aço, após classificação e respectiva identificação” (CARDOSO et al,

2012, p. 24). E explica que esses materiais são guardados em lugares específicos, dependendo do material e da sua meia-vida - tempo necessário para a atividade de um elemento radioativo ser reduzida à metade da atividade inicial -, alguns sofrem tratamento químico especial e são vitrificados, armazenados em sistemas de contenção,

Alguns rejeitos podem permanecer radioativos por dezenas, centenas ou até milhares de anos. Os rejeitos com meias-vidas superiores a 30 anos são considerados rejeitos de meia-vida longa. Os rejeitos de meia-vida curta são armazenados em locais apropriados (preparados), até sua atividade atingir um valor semelhante à do meio ambiente, podendo, então, ser liberados. (CARDOSO et al, 2012, pág. 25)

No intuito dos alunos compreenderem sobre os rejeitos radioativos, foi dado como exemplo, o acidente radioativo em Goiânia, ocorrido em 1987, discutindo o tratamento dos materiais contaminados pelo material Césio 137. A Comissão Nacional de Energia Nuclear no Brasil estabeleceu várias medidas de segurança para proteger os moradores e o meio ambiente. O recolhimento e armazenamento de rejeitos radioativos é, de acordo com a Lei 10.308/2001, uma atividade de responsabilidade legal exclusiva da CNEN que atende às instalações que geram rejeitos radioativos que necessitam de destinação apropriada. Uma medida imediata foi à construção de depósitos com o objetivo de armazenar, de forma segura e definitiva, os materiais radioativos decorrentes do acidente. Cardoso et al (2012) explica como foram divididos os materiais nos depósitos construídos:

O primeiro, denominado Contêiner de Grande Porte (CGP) revertidos de chumbo, foi construído em 1995, dentro dos padrões internacionais de segurança, para os rejeitos menos ativos. O segundo depósito, visando os rejeitos de mais alta atividade, concluído em 1997, será mantido sob controle institucional da CNEN por 50 anos, coberto por um programa de monitoração ambiental, de forma a assegurar que não haja impacto radiológico no presente e no futuro. (CARDOSO et al, 2012, p. 25)

Na última questão, perguntamos: “Você conhece ou já ouviu falar em algum material radioativo? Se sim, cite-o e diga o que conhece relacionado a ele.

As respostas mais frequentes foram: raios-X (6 alunos), bateria de celular (3 alunos); Iodo 131 e Césio – 137 (2 alunos) e disseram que tiveram conhecimento sobre o assunto pelos jornais de TV e documentários. Alguns desses alunos disseram que ouvia pessoas falarem sobre a problemática e, desde então, aceitaram como verdade. Porém, percebe-se que alguns alunos trouxeram respostas diferentes das aceitas pela ciência. Os motivos de assimilação sobre um assunto de forma incorreta podem ser diversos, como ao ouvir sobre o descarte correto de baterias, por serem tóxicas e agredirem o meio ambiente, os discentes podem ter feito uma relação com a radioatividade de forma errônea. Pois as baterias descartadas, depois de usadas, devem ser depositadas em lugares específicos pelo fato de serem tóxicas e não poderem ser depositadas em aterros comuns, para evitar que

atingam o lençol freático. Perguntados aos que citaram raio X, bateria de celular, Iodo 131 e Césio 137 como material radioativo, por que os materiais citados são radioativos, e eles não souberam explicar. Raios-X, Iodo 131 e Césio 137 são materiais que realmente emitem radioatividade. O Raio-X emite radioatividade mais penetrantes, fazendo com que perceba a presença dos ossos na radiografia. Já os materiais com Iodo 131 e Césio 137, são materiais radioativos utilizados em Usinas Nucleares, como em Chernobil (1986) e em equipamentos médicos como a radioterapia, o tipo envolvido com o acidente que aconteceu em Goiânia (1987). Porém, a bateria de celular não é um material radioativo, embora feitos de metais pesados, mas não radioativos. Se fosse radioativo, o uso de aparelho utilizando bateria causaria câncer em pouco tempo. Sua composição contém lítio, cádmio, zinco, mercúrio, nióbio entre outros, mas esses metais não são radioativos (CARDOSO et al, 2012). Os materiais radioativos são constituídos por átomos com núcleos instáveis, e seus núcleos possuem uma quantidade de prótons diferente da de nêutrons, fato que os levam a se transformarem em outros átomos procurando estabilidade, a exemplo de materiais constituídos por átomos de Tório, Polônio e Urânio (GALETTI; LIMA, 2010).

O tema gerador surgiu a partir dos diálogos, que foram sendo firmados em sala com base no questionário inicial. Desta forma, foi assimilada pela maioria dos alunos, o tema Energia Nuclear, a partir de fatos associados a tragédias nucleares, com os resultantes de lançamentos de bombas atômicas e de acidentes em usinas nucleares, comiserando que “o diálogo se faz presente nos debates sobre o tema e a palavra geradora, mediando à relação entre os saberes experienciais dos educandos e os saberes escolares. Com isso, ele possibilita uma visão crítica da realidade social” (OLIVEIRA, 2017, p. 242).

Estimular o processo de aprendizagem para tornar os alunos capacitados de tomar decisões, ter mais iniciativa e criticidade são ações que contrariam o modelo das aulas tradicionais, que em geral desestimulam o processo de aprendizagem devido à passividade em que os alunos ficam nas aulas. A crítica a “educação bancária” deve-se ao fato desta abordagem não possibilitar a potencialização das habilidades e competências dos alunos, quando se faz necessário instigar a todo o momento os alunos, estimulando a curiosidade. Problematicar é “exercer uma análise crítica sobre a realidade problema” (FREIRE, 1994, p. 198).

5.3 Rodas de conversas

Os alunos, divididos em cinco grupos de seis pessoas, foram instigados a pesquisar sobre os temas Chernobil; Goiânia; Hiroshima; Nagasaki; e Atol de Bikine que, na aula

seguinte, seriam colocados em rodas para conversarem e responderem a pergunta: “O que você entende sobre a tragédia pesquisada?”. Cada grupo escolheu um integrante para que respondesse oralmente a pergunta na roda. As respostas de cada discente foram de consenso do grupo ou pelos menos o entendimento da maioria, e não a concepção do estudante representante.

Grupo 1 – Chernobil:

Pelo que pude entender sobre o acidente de Chernobil, é que o acidente foi devido ao reator ficar superaquecido vindo a explodir e expalhar radiação pelo ar no perímetro em torno da usina. A cidade foi evacuada pelo fato da contaminação. Até hoje o lugar ainda apresenta indice de reação. Dizem ser uma energia limpa manipulada corretamente de bons frutos. Afinal, foi o homem que descobriu. (ALUNO A, 22 anos)

Grupo 2 – Goiânia:

Foi devido à falta de conhecimento que muitas pessoas foram contaminadas. Pois dois catadores encontraram, numa clínica abandonada, um aparelho de radioterapia, que ao levar para um ferro-velho foi aberto e o dono do ferro-velho descobriu dentro um pó azul brilhante. Fascinado, começou a manipular o material radioativo e, com o passar do tempo, as pessoas que tiveram contato com o tal material, tiveram náuseas, vômitos, começaram a passar mal. Morreram pessoas e milhares contaminados. Muito triste! (ALUNO D, 21 anos)

Grupo 3 – Hiroshima:

Foi uma tragédia sobre a cidade do Japão no qual milhares de pessoas morreram e as que não morreram tiveram seus braços mutilados, deformações de bebês, surgimento de câncer etc. Quando estava lendo e estudando, eu fiquei indignado como um país tão poderoso como os Estados Unidos faz essa maldade com milhares de pessoas inocentes. Morreram por nada! (ALUNO B, 20 anos)

Grupo 4 – Nagasaki:

Nagasaki foi uma das cidades destruídas pela bomba lançada durante a Segunda Guerra mundial. O poder de destruição foi devastador. Milhares de pessoas morreram, até hoje as pessoas sofrem com as consequências deixadas ao longo dos anos. Tendo como consequências, mutação genética, câncer, contaminação do solo. Nagasaki só não foi totalmente destruída porque havia montanhas. (ALUNO G, 20 anos)

Grupo 5 - Atol de Bikini:

Foi um experimento histórico realizado em uma ilha. Os acontecimentos se deram por conta de experimentos. Os percursores disso tudo foram os Estados Unidos. Esse Atol [hoje] é desabitado devido à radioatividade resultante das explosões atômicas. (ALUNO H, 19 anos)

As opiniões dos alunos tiveram riquezas de informações e à medida que cada representante do grupo dava seu ponto de vista, surgiam novas possibilidades de questionamentos. O aluno B perguntou para os demais alunos se as bombas nucleares foram feitas a fim de destruição e se os países que produziram já estavam com a intenção de atacar

outros países. Houve divergências nas respostas: Uns defenderam que o uso da bomba era importante para os países se protegerem contra países invasores. Já outros acreditavam que a guerra não leva a nada. As opiniões foram divergentes, mas cada aluno ouviu os colegas divergirem respeitosamente. De acordo com Freire (2007), “a dialogicidade é quando os sujeitos dialógicos aprendem e crescem na diferença, sobretudo, no respeito a ela, é a forma de estar sendo coerentemente exigida por seres que, inacabados, assumindo-se como tais, se tornam radicalmente éticos.” (FREIRE, 2007, p. 60).

5.4 Aplicação do Questionário II

Finalizados os diálogos referentes aos assuntos pesquisados pelos discentes, distribuimos entre as equipes um questionário – Questionário II (Apêndice B) - com perguntas direcionadas ao tema específico de cada equipe. De modo que os alunos, distribuídos em cinco grupos, receberam questões sobre energia nuclear associadas a Chernobyl, Goiânia, Hiroshima, Nagasaki, e Atol de Bikini. Esses nomes foram usados, a partir de então, para estabelecer nomes para as equipes que, dependendo do assunto estudado - Chernobyl, Goiânia, Hiroshima, Nagasaki, e Atol de Bikini -, receberam sete, nove, dez, dez e oito perguntas, respectivamente, para responderem a partir do estudo que fizeram anteriormente. A quantidade de perguntas por grupo foi distribuída de acordo com o conteúdo do tema, pois alguns temas suscitavam mais discussão que outros. De modo que o número de questões por grupo variou de acordo com cada assunto, mas todos os grupos receberam seis perguntas iguais e as demais perguntas eram específicas para cada grupo.

Entre as perguntas comuns aos cinco grupos, a primeira trouxe a seguinte indagação: “Que tipo de material radioativo foi liberado pelo acidente e/ou tragédia?”. A resposta de cada grupo foi:

Chernóbil - Iodo 131, Césio-137

Goiânia - Césio – 137

Hiroshima - Urânio 235

Nagasaki - Plutônio 239

Atol de Bikini - Foi o hidrogênio, porém o Urânio é o principal elemento de bombas nucleares.

Os alunos responderam sobre a composição dos materiais presentes durante os acontecimentos contrastísticos como o Césio 137, no acidente em Goiânia (1987); o Iodo 131 e o Césio 137, no acidente em Chernobyl (1986); o Urânio 235, nos lançamentos em Hiroshima; e o Plutônio 239, nos lançamentos em Nagasaki, esses dois últimos ocorridos em

1945. No ano seguinte, testes nucleares feitas no Atol de Bikini (1946) utilizaram bombas de Hidrogênio e outros materiais. A pergunta teve o intuito de levarem os estudantes a conhecer diferentes materiais radioativos, especificamente, os utilizados em cada tragédia e/ou acidente em estudo. Os discentes souberam relacionar os materiais com os respectivos acidentes ou tragédias. Os termos “reatores” e “bombas” relacionadas ao estudo precisaram ser esclarecidos. A bomba atômica foi feita para fins de guerra, pois nela é rápida a reação em cadeia utilizando o urânio enriquecido - que é quando o urânio mais comum encontrado na natureza (urânio-238) passa por um processo industrial, no intuito de elevar a concentração de urânio-235, a partir do urânio-238. Para abastecer um reator nuclear, por exemplo, basta elevar a concentração do urânio-235, em geral de 0,7%, para 3,2%, enquanto para a construção de uma bomba atômica, a concentração de urânio-235 deve ser no mínimo 90%. No processo de aumentar a concentração de urânio-235 é necessário que o material seja convertido em gás e só depois são separados o urânio-235 (mais leve) do urânio-238 (mais pesado). Um Reator Nuclear, construído com o objetivo de gerar energia elétrica, é ‘impossível’ explodir como uma bomba atômica, por dois motivos: o primeiro, devido a concentração de urânio-235, que é cerca de 3,2%, e não possibilitaria a reação em cadeia para se processar com rapidez a ponto de transformar em explosão. O segundo motivo, é porque no interior do Reator Nuclear possuem materiais absorvedores de nêutrons, que controlam e até acabam com a reação em cadeia (CARDOSO et al, 2016).

Na segunda pergunta, indagamos: “Que perigo representa os materiais radioativos?”

As respostas foram:

Chernóbil - Representa um grande perigoso, pois exposto ao meio ambiente causa contaminação e danos irreversíveis ao ciclo de vida.

Goiânia - Câncer.

Hiroshima - Câncer, perda de cabelo, e se a dose for mais alta poderá levar a morte e dentre outros.

Nagasaki - A extinção da vida humana na Terra.

Atol de Bikini - Grande Perigo, a radiação em níveis elevados pode causar males como leucemia, câncer, perda de cabelo, etc.

As respostas das equipes para esta pergunta foram satisfatórias, pois as consequências dos materiais radioativos com os seres vivos e o meio ambiente podem causar danos irreparáveis, como o surgimento de câncer, perda de cabelo, unhas, queimaduras gravíssimas e, dependendo do nível de radiação que a pessoa foi exposta, pode causar a morte. No meio ambiente, pode causar solo infértil, modificação nas células das plantas e contaminação das plantas e das águas. A Falta de conhecimento da população sobre as causas,

e o que ela pode trazer como malefício a vida humana, pode contribuir para a expansão da destruição. É necessário ser compreendido, por exemplo, que um objeto ou o próprio corpo, quando irradiado, ou seja, quando receber radioatividade, por uma fonte radioativa, não fica radioativo (CARDOSO et al, 2012).

Na terceira pergunta, estávamos interessados em saber: “Como estes materiais foram liberados?”. Os grupos responderam da seguinte forma:

Chernóbil - *Devido ao superaquecimento, ele [o reator] explodiu, liberando radiação no ambiente.*

Goiânia - *Os catadores levaram para o ferro-velho, e entregaram para o dono que, abrindo a capsula, encontrando um pó brilhante (Césio 137).*

Hiroshima - *Foi por causa de o Japão ser aliado da Alemanha na Segunda Guerra Mundial, a retaliação foi através do lançamento de uma bomba nuclear, chamada de Little boy, 6kg de Urânio 235.*

Nagasaki - *Foi devido o Japão ser aliado ao oponente maior dos Estados Unidos, assim as bombas (Fat man) de Plutônio 239, foram detonadas no ar centenas de metros acima da superfície da Terra.*

Atol de Bikini - *Devido aos testes.*

As causas das tragédias foram descritas pelas equipes, com baseadas em suas pesquisas feitas extraclasse e nos debates em sala da aula. De acordo com as informações dadas sobre os acidentes listados, percebeu-se que os discentes estavam compreendendo os assuntos pesquisados. Freire (1994) defendia uma liberdade de pensamento, no qual o aluno pode ter lugar de fala, sem ser oprimido, ter a possibilidade de dar sua opinião. Para a equipe Chernobil, o acidente ocorreu devido ao superaquecimento no interior do reator, que não suportou as altas temperaturas, pois precisava ser resfriado a todo o momento. As equipes Hiroshima e Nagasaki explicaram que as bombas *Little boy* e *Fat man* foram lançados sobre o Japão por ele ser aliado da Alemanha, oponente dos Estados Unidos. O grupo Goiânia explicou que o acidente ocorreu quando a capsula encontrada numa clínica abandonada foi aberta no ferro velho, possibilitando o contato com o material radioativo. Já a equipe Atol de Bikini atribuiu a tragédia na ilha a intenção dos Estados Unidos de fazer testes nucleares em ilhas isoladas para conhecer o poder de destruição das bombas construídas e usá-las para se proteger, se necessário. Além disso, possuir bombas nucleares na época, assim como hoje, é uma demonstração de poder para os países que as detêm.

Percebemos, através dos relatos dos alunos, em cada grupo, que começavam a se concentrando nos respectivos objetos de estudado, já falavam com mais segurança sobre os seus temas, os tratavam de forma mais aprofundados nas equipes, levando para discussão os principais pontos de cada tragédia, todas envolvendo energia nuclear. O ato de lançar uma

bomba atômica ou de testar bombas não pode ser considerando um acidente, uma vez que um acidente é um acontecimento imprevisto, inesperado, que causa danos. Especificamente, “um acidente é considerado nuclear, quando envolve uma reação nuclear ou equipamento onde se processe uma reação nuclear. Um acidente com uma fonte radioativa, como o do cézio-137, é um acidente radioativo”, explica Cardoso et al (2012, p.31).

Com interesse em conhecer o tempo que os materiais liberados em uma explosão nuclear ficavam em atividade radioativa, contaminando o meio ambiente, perguntamos: “Quanto tempo dura a contaminação no ambiente?”. As respostas foram:

Chernobil - *Tempo indefinido.*

Goiânia - *Duração de meia-vida.*

Hiroshima - *Tempo indeterminado.*

Nagasaki – *A radioatividade causa efeitos de longa duração no meio ambiente atingindo décadas e décadas.*

Atol de Bikini - *40 décadas.*

Os materiais radioativos levam certo tempo para desintegrar no meio ambiente - seja radiatividade natural ou artificial - até que a desintegração aconteça e são necessários diversos cuidados como a construção de contêiner para o armazenamento por um determinado tempo, até que o elemento radioativo diminua sua atividade (CARDOSO et al, 2012). Os alunos analisaram que a contaminação desses materiais dura muito tempo até que sua atividade diminua e não prejudique mais o meio ambiente e os seres humanos. Observando as respostas dos estudantes, percebe-se que os materiais radioativos em sua maioria têm um tempo indeterminado para não prejudicar o meio, porém os alunos assimilaram que esse ‘tempo indeterminado’ está relacionado com a duração do tempo de diminuição da radiação ser muito longa. Analisando as respostas das equipes: tempo indefinido; duração de meia-vida; tempo indeterminado; a radioatividade causa efeitos de longa duração no meio ambiente atingindo décadas e décadas; e 40 décadas, constatamos que os alunos não convergiram para uma resposta comum, e relataram que em suas pesquisas, os termos mais usados eram meia-vida e tempo indeterminado. Mas, ao serem interrogados de o por que eles não souberam reponder com segurança a pergunta, percebemos que o assunto da duração do tempo de contaminação radioativa de cada material ainda não tinha sido compreendido devidamente pelas equipes.

Cardoso et al (2012) define o tempo necessário para que o material reduza pela metade sua atividade, de meia-vida do elemento. Portanto, meia-vida é o tempo necessária para a atividade de um determinado material radioativo, seja reduzido pela metade da atividade inicial. Cardoso et al (2012) diz que,

Isso significa que, para cada meia-vida que passa, a atividade vai sendo reduzida à metade da anterior, até atingir um valor insignificante, que não permite mais distinguir suas radiações das do meio ambiente. Dependendo do valor inicial, em muitas fontes radioativas utilizadas em laboratórios de análise e pesquisa, após 10 (dez) meias-vidas, atinge-se esse nível. Entretanto, não se pode confiar totalmente nessa “receita”, pois, em várias fontes usadas na indústria e na medicina, mesmo após 10 meias-vidas, a atividade dessas fontes ainda é alta. (CARDOSO et al, 2012, p. 18)

Para conhecermos o que os estudantes perceberam como sendo consequências da tragédia com a física nuclear, perguntamos: “Quais foram às consequências desta tragédia para as pessoas e o meio ambiente?” As respostas foram:

Chernóbil - Contaminação e danos irreversíveis.

Goiânia - Diversas pessoas com câncer e falta de médicos e medicamentos para ajudar no tratamento. Solo infértil.

Hiroshima - Terra infértil, ar poluído, pessoas fisicamente defeituosas, mutações genéticas nos seres vivos, e em recém-nascidos.

Nagasaki - As consequências foram desastrosas, o poder consumidor das bombas foi além da destruição de lugares e pessoas, atingindo a área da genética.

Atol de Bikini - A vegetação e a água acabaram sendo contaminadas por conta da radiação.

As respostas mostram as consequências desses desastres no meio ambiente e na vida dos seres humanos. Essa pergunta complementa a segunda questão, quando os alunos ressaltaram os perigos que esses materiais provocam no meio. Pelas as consequências compreendidas pelas equipes, a contaminação das vegetações, impossibilitando o consumo de alimentos, de água dos rios e lagos contaminados provocam doenças até para os recém-nascidos que ao nascerem já trazem algum problema de saúde. A falta de conhecimento sobre o assunto pode desencadear vários acidentes, possibilitando tragédias de proporções gigantescas, como no caso de Goiânia (1987), quando muitas pessoas foram expostas ao material, especialmente por falta de conhecimento sobre o assunto. O caso de Chernobil (1986) apresentou outras problemáticas, mas muitas pessoas não queriam se retirar de suas casas, porque acreditavam que o acidente não era tão terrível quando de fato era.

Perguntamos: “O que ocorre com o ser humano atingido pela radiação num vazamento de uma usina nuclear ou lançamento de bomba nuclear?”. As respostas foram:

Chernobil - Contaminação, queimaduras graves, surgimento de doenças, e mortes

Goiânia - Tiveram que amputar membros ou sofreram cirurgias reconstrutivas.

Hiroshima - Mutações genéticas, doenças cancerígenas.

Nagasaki - A radiação provoca alteração no núcleo das células do organismo, O câncer é um dos problemas mais associados a exposição, pois a radioatividade pode fazer as células crescerem desordenadamente, causando mutação genética e queimaduras na pele e dentro do organismo

Atol de Bikini - Os elementos de uma bomba podem intoxicar e contaminar a ponto de causar um câncer, considerado um dos piores tipos desta doença.

Em relação aos efeitos sobre o corpo após a exposição do material radioativo, os alunos descreveram as modificações que o corpo passará, como o surgimento de células cancerígenas, queimaduras, problemas respiratórios, amputação de membros inferiores e superiores. Podemos perceber que os alunos estão cientes de todas as consequências da exposição com o material radioativo. Além disso, devido às ocorrências de acidentes e tragédias nucleares, houve consequências na área econômica e política de cada país afetado. No caso de Hiroshima e Nagasaki, os efeitos da bomba atômica foram inúmeros. Segundo Ribeiro (2009), além de milhares de mortos e devastação das duas cidades onde foram jogadas as bombas, houve ocorrência de lesões traumáticas graves, como fraturas, síndrome de compreensão e diversos níveis de queimaduras, dos órgãos da retina. Ribeiro (2009) mostra consequências de efeitos diretos e indiretos, afirma que,

São considerados efeitos indiretos para as pessoas aqueles que se deveram à destruição, ou profunda deterioração, da base material e técnica, ao descenso da economia e à deterioração de todos os níveis de vida social. É preciso destacar, ainda, a fome e surtos epidêmicos de determinadas doenças (tuberculose, disenteria, hepatite etc.), surgimento de numerosas doenças de alterações psíquicas e psicossomáticas. Inúmeras lesões de pessoas, animais e vegetais são também constatadas, devido ao aumento crescente e duradouro do fluxo de radiação ultravioleta solar, na superfície da Terra, por força de modificação da camada de ozônio atmosférico pela ação de óxidos de nitrogênio que se formam durante as explosões nucleares. (RIBEIRO, 2009, p. 153)

Além das causas no corpo humano, as variações de clima também podem ser verificadas como resultado das oscilações ou das mutações dos regimes de temperatura nas diferentes regiões do planeta (RIBEIRO, 2009).

Dada a pertinência das discussões de cada equipe, com o foco dialógico estabelecido na sala de aula, há expectativa do processo de ensino se tornar crítico, investigando acontecimentos do cotidiano, assim como os alunos relacionarem os assuntos aprendidos na escola com suas experiências, contribuindo para que a aprendizagem seja mais horizontal e livre (FREIRE, 1994). Iniciado o diálogo, houve perguntas para as equipes Goiânia, Hiroshima, Nagasaki e Atol de Bikini. Nesta etapa não houve perguntas específicas sobre Chernobil. Após cada resposta dada por um grupo e logo era aberta a discussão em roda, com todas os discentes, formando um grande círculo, possibilitando os debates e as interações entre todos os membros dos grupos.

Grupo Goiânia – duas perguntas e as respectivas respostas referentes ao acidente de Goiânia:

Quais os aparelhos médicos que você conhece que utilizam radiação para exames?

- Aparelho de Radioterapia e Raio X.

É necessário tomar algumas precauções quando vamos fazer exames médicos utilizando estes tais aparelhos? Quais?

- Sim, os pacientes devem usar roupas específicas para cada tipo de tratamento, seja no Raio X, ou na radioterapia. Sempre de acordo com as medidas que o médico pedir.

Os alunos mostraram conhecimento sobre os aparelhos que emitem radioatividade e são utilizadas na medicina, como na Radioterapia e em raios-X. Freire (1997) defende que os assuntos devem ser debatidos e refletidos pelos alunos, sempre numa perspectiva de questionar os fatos que acontecem no seu dia a dia. Os alunos enfatizaram que as roupas específicas eram aquelas usadas nas cirurgias, que eram usadas sem a presença de qualquer material de metal e dependendo da parte do corpo em que seria analisada o paciente poderia ficar sem roupa íntima por baixo, pois para fazer os dois tipos de exames é necessário esse procedimento. Foi observado que os alunos conheciam os equipamentos e a maneira como são usados no dia a dia, ao enfatizarem que o uso de qualquer aparelho usado na medicina deve obedecer algumas medidas de segurança como, ter as manutenções em dias e ter pessoas capacitadas para manusear os equipamentos. Os aparelhos citados pelo grupo, como de Radioterapia e raios-X, são emissores de radioatividade mais penetrantes no corpo humano. O aparelho radioterapia teve sua origem com uso do elemento rádio, no intuito de eliminar células cancerígenas, conhecido inicialmente como Curieterapia. Hoje em dia, a radioterapia vem tratando milhares de casos de câncer no país e no mundo, e o Césio-137 e Cobalto-60 também são usados para esses fins. Foram descobertos outros materiais radioativos utilizados para o mesmo fim, que apresentando melhores resultados, a exemplos do iodo-131, são usados em terapia para eliminar lesões, que usados em doses maiores, podem ser identificadas nos radiodiagnósticos da tireoide. O iodo radioativo deve ter algumas características para ser aplicado como diagnóstico ou terapia, como o tempo meia-vida curta; ser absorvido preferencialmente por um órgão - a tireoide; ser eliminado rapidamente do organismo; e a energia da radiação ser baixa (CARDOSO et al, 2012). Os alunos perceberam que os materiais radioativos podem ser utilizados também para fins benéficos, como o iodo-131, mas suas concentrações devem ser controladas. Os alunos começaram a perceber que os materiais radioativos podem ser utilizados para benefícios da vida e não somente com a função de destruição.

Os aparelhos baseados em radioatividade devem ser manuseados por profissionais especializados, pois uma dose maior do que o recomendado pode causar consequências irreparáveis. E os cuidados no momento da aplicação devem ser priorizados. Um objeto ou o

próprio corpo, quando exposto à radiação (irradiado) por uma fonte radioativa, não fica radioativo. O autor ainda enfatiza que “Não se deve confundir o efeito (construtivo ou destrutivo) da radiação com o fato de tornar radioativo um material, só possível por outros processos (em reatores nucleares ou aceleradores de partículas)” (CARDOSO et al, 2012, p. 39).

Foram feitas três perguntas específicas para a equipe Hiroshima, com a finalidade de analisar suas respostas e seu conhecimento adquirido sobre o conteúdo. As três perguntas e as respectivas respostas referentes a tragédia de Hiroshima foram:

Quais os motivos que levaram à construção deste artefato?

- *Objetivo de defesa. Construído pelos Estados Unidos.*

Por que esse confronto aconteceu? Qual momento histórico ela foi desenvolvida?

- *Retaliação dos EUA com o Japão na Segunda Guerra Mundial por ser aliada do maior inimigo, a Alemanha.*

Quais países foram responsáveis pela construção da Bomba atômica?

- *Estados Unidos da América com o apoio do Reino Unido.*

Foi perceptível que os estudantes estavam mais seguros e suas respostas estavam coerentes com a história. Para Freire (1997) o processo de construção do conhecimento é mais significativo para os discentes da EJA a partir do momento em que os estudantes entendem o que é transmitido pela sua própria vivência. Para os estudantes, a bomba atômica foi construída pelos Estados Unidos com o objetivo de defesa, contra seus oponentes (Alemanha e Japão). Ribeiro (2009) esclarece que as armas nucleares (bombas atômicas) têm poder gigantesco de destruição e surgiram já no final da Segunda Guerra Mundial, até então, eram utilizadas armas “convencionais” nos conflitos internacionais. Ao perguntarmos sobre o motivo do confronto entre Japão e EUA, os alunos explicaram que o Japão era aliado da Alemanha, o maior inimigo dos Estados Unidos, e isso seria um dos motivos. Outro motivo seria o fato de os Estados Unidos estarem querendo acabar com a guerra e, com esse ataque, seria o fim da guerra. A bomba lançada na cidade de Hiroshima, em agosto de 1945, no Japão, causou um impacto enorme na opinião mundial. Muitos países, até então, não conheciam o poder de destruição da bomba atômica e as pessoas só souberam das consequências do uso de uma arma nuclear na prática, depois do ocorrido nas duas cidades japonesas, Hiroshima e Nagasaki (RIBEIRO, 2009).

O Grupo Nagasaki respondeu as três perguntas referentes a tragédia de Nagasaki ocorrido em 1945, no Japão:

Quais os motivos que levaram à construção deste artefato?

- *Devido a Segunda Guerra Mundial que o mundo enfrentava, os europeus e decidiram criar novas armas para se defender.*

Por que esse confronto aconteceu? Qual momento histórico em que ela foi desenvolvida?

- *Pelo fato do imperador japonês Hirohito ter recusado a rendição proposta pelos EUA, na Segunda Guerra Mundial.*

Quais países foram responsáveis pela construção da Bomba atômica?

- *Estados Unidos com o apoio dos seus aliados.*

Assim como Hiroshima, a cidade de Nagasaki também sofreu com bomba atômica lançada pelos Estados Unidos no final da Segunda Guerra Mundial. Para os alunos, a bomba foi construída com a finalidade de proteção, como forma de se defender dos seus inimigos. Um dos motivos dos confrontos levantados pelos discentes sobre o lançamento da bomba foi que o imperador japonês Hirohito recusou a rendição proposta pelos Estados Unidos. Observamos que os discentes compreenderam a história das bombas que atingiram as duas cidades do Japão. As consequências das bombas foram devastadoras, e rendeu a cidade de Nagasaki instantaneamente, pois além da crise econômica que esta cidade sofreu, houve as consequências da exposição da radiação, matando milhares de pessoas, surgimento de doenças graves como o câncer, queimaduras, amputações, destruindo o meio ambiente. Além dos preconceitos que as pessoas expostas sofreram, denominados de Hibakushas - palavra japonesa que significa ‘expostos à bomba’ ou ‘filhos da bomba’ (RIBEIRO, 2009).

Para o grupo Atol de Bikini foram lançadas duas perguntas que são descritas, com as respectivas respostas, a seguir:

Qual o foi objetivo deste lançamento?

- *Foram lançamentos experimentais desenvolvido pelos EUA.*

O que aconteceram com as pessoas que moravam lá antes do lançamento?

- *A população nativa foi transferida para Atol Rangerik. Devido os experimentos que seriam feitas na ilha.*

Os alunos mostraram conhecimento sobre os testes que aconteceram na ilha Atol de Bikini, localizada no Oceano Pacífico, explicando que os Estados Unidos, em meio à Segunda Guerra Mundial, com o lançamento das bombas em Hiroshima e Nagasaki, em 1945, trouxeram para os EUA uma notoriedade muito grande com as bombas atômicas, que eram sinônimas de poder. A fim de se proteger, o país começou a fazer experimentos, e a ilha escolhida para realização dos experimentos foi à ilha Atol de Bikini, que era habitada por moradores nativos. Os estudantes acrescentaram que esses moradores foram transferidos para outra ilha, Atol de Rangerik, devido os experimentos que seriam realizados no local. Observamos que os alunos destacaram sobre as consequências na vida dos moradores desta

ilha, pois eles não perderam somente suas casas, mas sua cultura, seus costumes, seu modo de viver, os patrimônios culturais do local. No âmbito social, cultural, econômica e política desse local foram devastados devidos os testes nucleares, contaminando o ambiente e matando os seres vivos que ali habitavam.

5.5 Mural do conhecimento

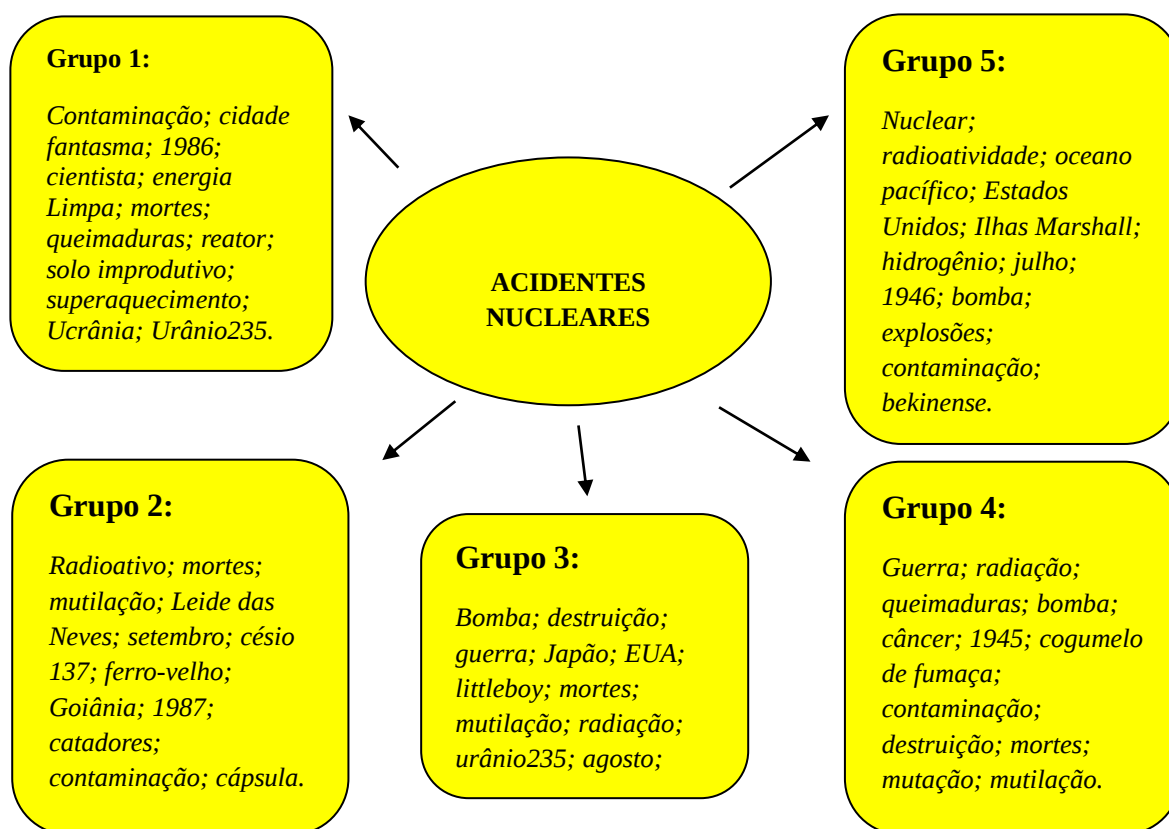
Após as discussões sobre as questões envolvendo os acidentes, propomos a elaboração de um mural, com a finalidade de que cada equipe colocasse as palavras que aprenderam através das atividades desenvolvidas em sala. Palavras relacionadas com os assuntos propostos por cada um. Ao colocar a palavra no mural, cada aluno a definia de acordo com o entendimento adquirido. Para Freire (1994), é nesse momento de concepção dialógica, que o discente adquirir o conhecimento e pode desenvolver estratégias em que relacione os assuntos aprendidos em sala com o seu cotidiano, ao expor seu ponto de vista, seus argumentos sobre o assunto proposto. A participação foi livre e tivemos 60 palavras expostas no mural, que mostramos na Figura 1.

As participações foram intensas durante as atividades, diferente do início da aplicação da UE, que tivemos dificuldades, talvez porque os alunos estavam acostumados no modelo tradicional e trazer os discentes para o diálogo foi desafiador, porque a passividade era constante. Freire (1994) considera que a liberdade de pensamento uma necessidade, no qual o discente pode ser livre em seus conhecimentos, sem ser criticado, sem ser oprimido. No decorrer do tempo, e entendendo o ritmo de cada aluno, foram sendo despertados, mudando de atitudes e passaram a participar das aulas com mais empenho, criticidade e as tomadas de decisões estavam mais acentuadas.

Após as atividades do mural, os discentes aprenderam as novas palavras que fizeram relação com a temática energia nuclear de cada grupo, mas havia uma palavra que não foi compreendida, por isso, foi importante a intervenção do pesquisador neste momento, no intuito de sanar as dificuldades. Desta forma, foi elaborada uma apresentação com o uso da multimídia (*Datashow*) para tratar sobre esse conceito. O termo em questão era “meia-vida” e para a compreendê-lo foi utilizada uma situação do cotidiano, situação elaborada por Cardoso (2012) na apostila educativa intitulada “Energia Nuclear e suas aplicações: aprendendo com nuclídeo” publicada pela Comissão Nacional de Energia nuclear (CNEN).

Foi apresentada a seguinte situação: Numa família de 4 pessoas tinha 4kg de açúcar para seu consumo no dia a dia. Obviamente, a finalidade do açúcar é adoçar o café, suco, fazer bolos, etc. Fazendo uma comparação com a temática, adoçar é a atividade do açúcar, da

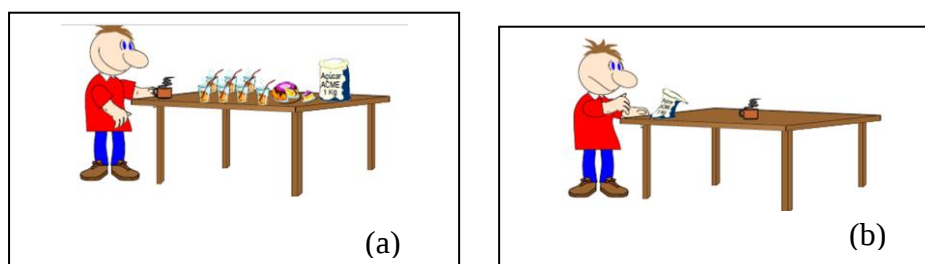
Figura 1 – Palavras associadas às tragédias nucleares associadas aos cinco grupos.



Fonte: Dados da pesquisa

mesma maneira que, a emissão de radiação é a atividade das fontes radioativas (CARDOSO, 2012). Na Figura 2 (a), ilustra essa situação no cotidiano.

Figura 2- Situação do cotidiano



Fonte: Cardoso (2012, p. 19)

Num tempo em que o açúcar estava em falta nos comércios, foi necessário fazer um racionamento em casa, até que a fabricação de açúcar voltasse a sua normalidade. Então, a família resolveu se organizar da seguinte forma: na primeira semana, foi consumido 2 kg de açúcar (metade da quantidade inicial), foram feitos refrescos, sucos, pudim e dois bolos. Na segunda semana, foi usado 1 kg (metade da quantidade anterior e $\frac{1}{4}$ da inicial). Com esta quantidade já não deu para fazer bolos. Na terceira semana, foi consumido 500g usados em refrescos, sucos e café. Continuando no mesmo ritmo nas outras semanas, quando chegou à décima semana, restou somente 4g de açúcar, quantidade essa que não deu para adoçar um cafezinho. A quantidade restante (4 gramas) não fez mais o efeito de adoçar. A Figura 2 (b), ilustra o racionamento do açúcar. Depois da situação exposta, foi explicado para os alunos que a meia-vida do açúcar é a restante após a primeira semana de uso (metade do que existia inicialmente) e no decorrer de 10 semanas, a finalidade do açúcar não foi notada. Isso acontece com os elementos radioativos, dependendo do material feito sua meia vida pode variar, e no decorrer do tempo, a emissão deste material diminui até que não prejudique o meio ambiente (CARDOSO et al, 2012).

5.6 Materiais utilizados em sala

Nos encontros 7º e 8º foram disponibilizados os materiais aplicados em sala, os grupos Atol de Bikini e Acidente em Goiânia usaram vídeos. As equipes Hiroshima e Nagasaki usaram artigos de periódicos científicos e notícias de jornais e a Chernobil usou fragmentos do livro “Vozes de Tchernóbil”.

Começando as análises com a equipe Chernobil. Inicialmente, cada alunos recebeu um material a ser utilizado pela equipe, sendo que cada aluno usou um fragmento do livro “Vozes de Tchernobil, a história oral do desastre nuclear” da escritora Aleksievitch (2016), no total foram cinco fragmentos. As leituras dos textos foram feitas em sala e cada membro recebeu um fragmento: “Entrevista da autora consigo mesma sobre a história omitida e sobre porque Chernobil desafia a nossa visão de mundo” (p. 39-51); “Monólogo sobre toda uma vida escrita nas portas” (p. 65-68); “Coro de soldado” (p. 101-122); “Monólogo sobre a paisagem lunar” (p. 129-131); “Monólogo de uma testemunha que sentiu dor de dente ao ver cristo cair e gritar de dor” (p. 131 -138); “Monólogo sobre como uma coisa completamente desconhecida vai se introduzindo dentro de você” (p. 172-180). Depois das leituras, cada aluno explicou para os demais colegas do grupo o que entendeu e aprendeu com o texto. As histórias contadas no livro descrevem “os bastidores” do acidente, depoimentos de pessoas

envolvidas e afetadas pela tragédia, foram interpretadas e/ou compreendidas pelos discentes na forma apresentada a seguir.

O trecho intitulado “Entrevista da autora consigo mesma sobre a história omitida e sobre por que Tchernóbil desafia a nossa visão de mundo” relata o acidente, não propriamente do reator, mas de uma visão humana, trazendo testemunho de histórias vividas por moradores e pessoas que, por algum motivo, estiveram presente e sofreram com a tragédia, permeiam aos sentimentos, aos pensamentos e as palavras. A autora fala de suas experiências ao vivenciar diferentes sofrimentos envolvendo pessoas como os soldados, chefes, operários, bombeiros, familiares e outros, e como suas vidas foram mudadas após o acidente no reator (ALEKSIEVITCH, 2016, p. 39-51). Observa-se como o aluno se situou para mostrar a essência do trecho.

O “Monólogo sobre toda uma vida escrita nas portas” traz relato de um pai, que mostra como sua vida mudou de uma hora para outra após o acidente, e como foram avisados para evacuarem de suas casas, não podiam levar muitas coisas, devido à exposição do material radioativo que permeava em toda a cidade e descreve o sentir de um ‘odor indescritível’. Envolve o relato marcante da cultura daquelas famílias, em que a porta principal da casa era considerada um talismã, porque a história da família estava ali, uma vez que usavam a porta de suas casas para velar seus entes queridos, e nela ficava registradas as alturas de seus familiares, como dos filhos, marcadas na porta. Conta o drama de deixar para trás toda sua história registrada naquela porta (ALEKSIEVITCH, 2016, p. 65-68). O discente soube narrar os fatos principais do texto, dando ênfase o ponto marcante da cultura de uma família daquela região, ao mostrar seus costumes e vivências.

O fragmento “Coro de soldado” descreve a história dos soldados - liquidadores, dosimetrista, condutor-batedor, chefe de unidade, policial - que foram recrutados para enfrentar o inimigo invisível, a radioatividade. Os soldados ditos como heróis pelas pessoas, mas eram jogados para morrerem pela pátria, sem terem o menor conhecimento da real consequência da exposição da radiação, porque as autoridades esconderam, dos próprios trabalhadores, todos os efeitos e riscos que estavam submetidos (ALEKSIEVITCH, 2016, p. 101-122). Embora sem aprofundamento sobre as causas e as consequências que a tragédia trouxe para a vida das pessoas mencionadas, o aluno apresentou um ponto importante que foi o fato de as autoridades esconderam as verdadeiras informações sobre o caso para os cidadãos que moravam na região e principalmente para aqueles que estavam trabalhando no local no dia da tragédia. O relato do discente impressionou todos os integrantes do grupo.

Em “Monólogo sobre a paisagem lunar” são descritos acontecimentos após a tragédia, os conflitos internos que os soldados sofriam, a ausência de informações de autoridades sobre o acidente e as consequências das radiações. As pessoas revelam que livros sobre o assunto desapareceram das bibliotecas, deixando-os sem saber qual era o real inimigo (ALEKSIEVITCH, 2016, p. 129-131). Percebeu-se que o discente mostrou alguma dificuldade em dialogar com os colegas de turma, foi sucinto sobre o trecho, que lhe foi destinado. Um relato, feito por um professor universitário, compara as margens das estradas a uma paisagem lunar porque os campos, que se estendia ao horizonte, eram cobertos por uma área branca, para enterrar tudo que fora contaminado pela radiatividade.

O trecho “Monólogo de uma testemunha que sentiu dor de dente ao ver cristo cair e gritar de dor” traz relatos de soldados em suas funções na cidade após o acidente. Os liquidadores eram responsáveis em eliminar os resíduos aparente na cidade, com água e sabão; o dosimetrista tinha a função de medir o nível de radiação naquele local e identificá-lo; o condutor-batedor tinha a função de dirigir e abater animais que foram deixados na evacuação, após abatidos eram enterrados; os soldados também tinha a função de enterrar animais, principalmente gatos e cachorros, pois eram mais frequentes, mas também animais de grande porte, assim como televisões e diversos outros objetos que foram expostos à radiação. E as consequências na vida dos soldados eram avassaladoras, não podiam sair da cidade ver suas famílias, devido à radiação que foram expostos, porém as justificativas das autoridades eram outras. Ou seja, não havia um diálogo claro sobre os riscos que estavam enfrentando. A falta de informação levou muitos soldados a tomarem Iodo para combater o risco, junto com álcool e muitos deles viviam alcoolizados (ALEKSIEVITCH, 2016, p. 131 - 138). A apresentação oral do discente mostrou uma descrição detalhada dos fatos narrados no fragmento. Trouxe, de maneira clara e de fácil compreensão, as funções de cada um dos trabalhadores que estiveram presentes no dia da tragédia.

As discussões sobre os trechos do livro impulsionaram os alunos a compreensão dos efeitos da radiação na vida das pessoas, do meio ambiente e dos animais. Um inimigo invisível – o material radioativo - que propagou muitas tragédias em toda a cidade. Ao término dessa tarefa, percebemos que as histórias descritas pela escritora, aproximaram os discentes ao assunto, possibilitando uma maior dinâmica e interação nas discussões em sala e principalmente a busca de pesquisas sobre o assunto por vontade própria.

Duas equipes - Nagasaki e Hiroshima - realizaram leituras no mesmo artigo que selecionamos previamente. As leituras silenciosas em sala de aula foram seguidas por debates sobre o artigo Os “Filhos da bomba”, memória e história entre os relatos de sobreviventes de

Hiroshima e Nagasaki, incluindo a “Campanha pela Proibição das Bombas Atômicas” no Brasil (RIBEIRO, 2009). As duas equipes leram o mesmo artigo (RIBEIRO, 2009), pois os lançamentos das bombas nucleares nas cidades japonesas em 1945, tiveram os mesmos motivos, no entendimento das equipes, o Japão por fazer parte do grupo Eixo, tendo como o principal aliados a Alemanha, comandada por Hitler na época - maior inimigo dos Estados Unidos -, os japoneses fizeram retaliação aos EUA. Outro motivo foi que os EUA já estavam cansados e queriam finalizar a guerra, para isso, teriam que encontrar uma maneira de atacar e não ser atacado novamente, foi quando surgiu o cenário das bombas nucleares, que foram lançadas nas cidades de Hiroshima e Nagasaki, devastando e matando milhares de pessoas, deixando os japoneses completamente rendidos (RIBEIRO, 2009).

As equipes Atol de Bikini e Goiânia assistiram aos vídeos relacionados com suas temáticas. Para realizar a tarefa, foi usada a sala de multimídia a fim de possibilitar um ambiente mais agradável e com aparelhos que ajudassem no desenvolvimento da tarefa. Após a exibição de cada vídeo, os alunos relatavam suas impressões numa folha de papel e logo após, mediamos as discussões nos grupos. Os discentes da equipe explicaram, a partir da exibição do vídeo *National Geographic Channel* (2010), que os Estados Unidos, a fim de proteger contra invasões, precisavam estar preparados para qualquer ataque. Para isso, fizeram testes na ilha do Atol de Bikini, localizada no Oceano Pacífico. As bombas nucleares lançadas no local mataram os animais da região, enquanto os moradores (Bikinianos) foram evacuados para outra ilha. Atol de Bikini foi devastado devido às bombas lançadas, impossibilitando os moradores de voltar, por causa do alto nível de radiação (NATIONAL GEOGRAPHIC CHANNEL, 2010). Em outro vídeo, Lawrence (2018) mostra um documentário feito após vinte anos dos testes feitos na ilha. Como consequência, os bikinianos não puderam voltar a suas terras, o turismo deixou de existir no Atol e a natureza ainda sofria com as radiações, constatando-se o desaparecimento de muitos animais aquáticos.

O grupo Goiânia, após exibirem um documentário (CÉSIO 137, 2017), explicaram a história do Césio-137. Eles descreveram oralmente que o material radioativo foi encontrado por catadores de lixo e vendido para um ferro velho. O comprador abriu a cápsula e percebeu um pó brilhante e, fascinado com o pó, levou para casa. Após um tempo, as pessoas que entraram em contato com o material radioativo sofreram diarreias, queda de cabelo, ânsia de vômitos. Ao perceber esses sintomas, Maria Gabrielle Ferreira, que era a mulher de Devair Alves Ferreira, dono do ferro-velho onde a substância radioativa foi removida de dentro de um aparelho de radioterapia, que havia sido encontrado em uma clínica desativada, no Centro da cidade, resolveu levar esse pó na vigilância sanitária e lá descobriu que o pó era o Césio-137,

um material radioativo e muito perigoso. Várias pessoas morreram vítimas da exposição do material e Dona Gabrielle foi uma delas. Outra vítima foi a menina Leide das Neves, de seis anos de idade, que ingeriu esse material e até hoje é considerada o símbolo do acidente (CÉSIO 137, 2017).

5.7 Discussões sobre os vídeos

Para que todos os grupos tivessem conhecimento sobre as tragédias radioativas estudadas na sala de aula, foram mostrados vídeos de curta duração envolvendo os cinco acidentes: Chernobil, Goiânia, Hiroshima, Nagasaki e Atol de Bikini. A cada vídeo exibido foi estabelecido discussões sobre as impressões que tiveram sobre os acidentes. De acordo com Freire (1994) a concepção problematizadora é fruto do diálogo e de temas geradores, em que questões possam ser discutidas e exploradas em sala. E para gerar maior dinâmica em sala, fizemos perguntas relacionadas a cada vídeo: Quais os pontos principais dos vídeos? O que compreenderam sobre o assunto? Quais as consequências podem trazer para o meio ambiente, a saúde e a sociedade. Essas perguntas direcionaram os alunos no debate, possibilitando a participação mais ativa da maioria dos alunos. Cada equipe, responsável em estudar um tipo de tragédia, ajudava aos outros grupos, potencializando sua aprendizagem, pois quem ensina aprende, facilitando a fixação do conteúdo proposto.

Além das tragédias estudadas especificamente por cada grupo, foram disponibilizados, aos discentes, vídeos que abordavam conhecimento sobre a temática usina nuclear (VÍDEO EDUCATIVO, 2011), eletrônuclear (2015); rejeitos atômicos (TV SÃO LUIS, 2013); Angra I, II e III (HISTÓRIA DAS, 2019); vantagens e desvantagens do uso da energia nuclear (LELAPALMA, 2012), energia nuclear na medicina (MEDICINA, 2014), e alimentos radioativos podem matar (ALIMENTOS, 2016). O mecanismo da tarefa baseou nas discussões em sala, nas interações entre o professor-pesquisador e os alunos e aluno-aluno. Orientamos os discentes a escreverem suas ideias em um papel, a fim de poder auxiliá-los no debate.

No intuito de movermos um debate mais ativo fizemos algumas perguntas sobre os vídeos exibidos: quais os benefícios e malefícios da energia nuclear? A produção da energia nuclear é a ideal? Em quais aplicações do cotidiano a fonte radioativa pode ser útil? Ao término de exibição de cada vídeo foi reservado um tempo para discussão. As principais ideias dos discentes sobre os vídeos discutidos em sala estão dispostas na Tabela 3.

Os alunos mostraram conhecimentos de diferentes conteúdos sobre a radioatividade, revelando que a capacidade cognitiva do aluno da EJA não foi afetada no decorrer do tempo,

que os discentes podem aprender tudo que quiserem. Verificamos que os estudantes interagiram muito na etapa dos vídeos, mostrando interesse em discutir os benefícios da radiação na área dos alimentos e medicina. Constatamos também que os alunos não sabiam da existência de usinas nucleares no Brasil, das usinas Angra I, Angra II e Angra III. Utilizamos, além dos vídeos, a apostila “Apostila Educativa de Energia Nuclear e suas aplicações” (CARDOSO et al, 2016) na qual o autor discorre sobre a importância da segurança na construção de uma usina nuclear por envolver “vários aspectos de segurança, desde a fase de projeto até a construção civil, montagem dos equipamentos e operação” (CARDOSO et al, 2016, p. 26), destacando a necessidade de segurança especialmente para as Usinas: Angra I, Angra II e Angra III, e classifica o reator de Angra I e de Angra II como reator à água pressurizada, pois opera com água sob alta pressão. Para que a usina nuclear funcione, é necessária uma fonte radioativa, no qual é usado o Urânio-235 enriquecido e colocados em pastilhas de um centímetro de diâmetro e, logo após, são colocadas em varetas. Essas varetas, contendo o urânio, são montadas em feixes, numa estrutura chamada de elemento combustível. O urânio-235 é um combustível nuclear pois pode substituir o carvão e o óleo, para gerar calor. As varetas são totalmente fechadas, com a finalidade de não deixar escapar o material contido e podendo suportar altas temperaturas. As etapas do material até o elemento combustível estão ilustradas na Figura 3 (CARDOSO et al, 2016).

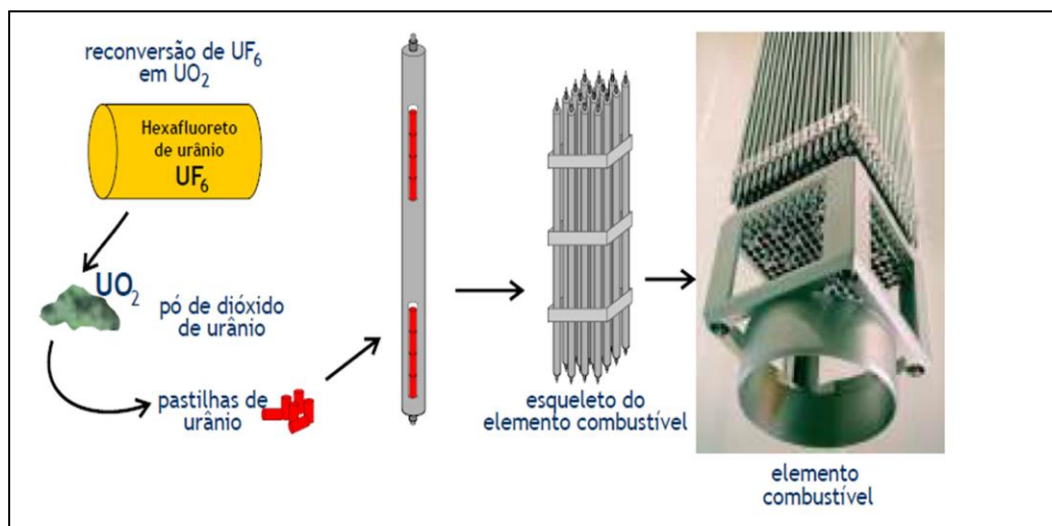
As usinas nucleares brasileiras estão situadas no município de Angra dos Reis, no estado do Rio de Janeiro. As pastilhas de Urânio-235 vão para o coração da usina, dentro de estruturas metálicas, o reator no qual o elemento combustível é inserido. A produção da eletricidade começa quando um nêutron se choca e quebra o núcleo de um átomo. Essa reação produz muito calor e libera mais nêutrons que vão atingir outros átomos numa grande reação em cadeia. Esse calor esquentando a água que passa pelo reator (elemento combustível), e o reator funciona como uma grande panela de pressão. Essa água super quente, aquece outra água transformando-a no vapor que move as turbinas que, por sua vez, fazem funcionar um grande gerador elétrico. É assim que funciona uma usina nuclear, a fissão dos átomos produz calor que se transforma em movimento, e dessa reação, gera a eletricidade que faz funcionar as coisas em nossas casas (ELETRONUCLEAR, 2015).

Tabela 3 – Ideias das equipes sobre os vídeos explorados em sala

Equipe	Usina Nuclear	Rejeitos Atômicos	Angra I, II e III	Vantagens e desvantagens	Energia Nuclear na medicina	Energia Nuclear nos alimentos
Chernobil	<i>Meio de produção de energia.</i>	<i>Restos de materiais radioativos que devem ser guardados em locais seguros.</i>	<i>Usinas nucleares brasileiras usadas na produção de energia elétrica.</i>	<i>Vantagens- usados na geração de energia elétrica, assim como na indústria, na área farmacêutica, na agricultura e na medicina. Desvantagens- surgimento de câncer, lesões, deformações em recém-nascidos, amputações e queimaduras.</i>	<i>Usos de aparelhos médicos para beneficiar e tratar doenças.</i>	<i>São importantes para que os alimentos sejam conservados, por isso, são expostos à radiação controlada para preservar os alimentos.</i>
Goiânia	<i>Usado para gerar energia elétrica.</i>	<i>Devem ser guardados em contêiner.</i>	<i>não sabíamos que no Brasil havia esse tipo de energia sendo produzida.</i>	-	<i>Radioterapia é um exemplo de aparelho médico que usa fonte radioativa controlada.</i>	<i>Não sabíamos que os alimentos passavam por uma irradiação (exposto à radiação).</i>
Hiroshima	<i>Energia muito cara.</i>	<i>São prejudiciais à saúde.</i>	<i>Angras I, II estão gerando energia, porém a III, está inativo, dinheiro jogado fora.</i>	-	<i>São usados para o tratamento de câncer.</i>	<i>Conservar os alimentos, como frutas, verduras e legumes, com a finalidade de durar mais tempo.</i>
Nagasaki	<i>Energia muito cara e perigosa.</i>	<i>Devem ser armazenados em locais seguros para não prejudicar o meio ambiente.</i>	<i>Usinas localizadas no Rio de Janeiro, produzindo energia elétrica.</i>	<i>Vantagens- equipamentos médicos, na indústria e na agricultura. Desvantagens-Câncer, queimaduras e afeta múltiplos de órgãos.</i>	<i>Usados na medicina para os mais diversos tipos de tratamentos, por exemplo, câncer.</i>	<i>Materiais radioativos controlados para conservar diversos tipos de alimentos.</i>
Atol de Bikini	<i>A manutenção de uma Usina é muito cara.</i>	<i>São restos de elementos radioativos descartados pela usina.</i>	<i>Prejuízos financeiros, pois nem todas as usinas estão ativas.</i>	-	<i>Radioterapia, quimioterapia, são aparelhos usados com fonte radioativos.</i>	<i>Conservação de alimentos por irradiação.</i>

Fonte: Dados da pesquisa.

Figura 3– Etapas do material radioativo até o elemento combustível



Fonte: Cardoso et al (2016)

5.8 Aplicação do questionário III

No terceiro questionário, elaboramos sete questões que foram aplicadas em todas as equipes, no intuito de compreender o que os discentes aprenderam sobre a temática estudada em sala de aula.

Perguntamos aos alunos como eles entendiam o que é energia nuclear: “Em suas palavras, o que é Energia Nuclear?”. Cada equipe respondeu:

Chernóbil - Pelo que entendemos, é uma energia limpa que se manuseada corretamente não traz danos ao meio ambiente e nem para os seres humanos, porém para obter essa energia o custo é muito alto.

Goiânia - É um tipo de energia fornecida por usinas, as quais usam produtos radioativos como o urânio enriquecido para fornecer energia.

Hiroshima - É uma energia vinda de um material radioativo, que usada da maneira certa, contribuirá para fins humanos.

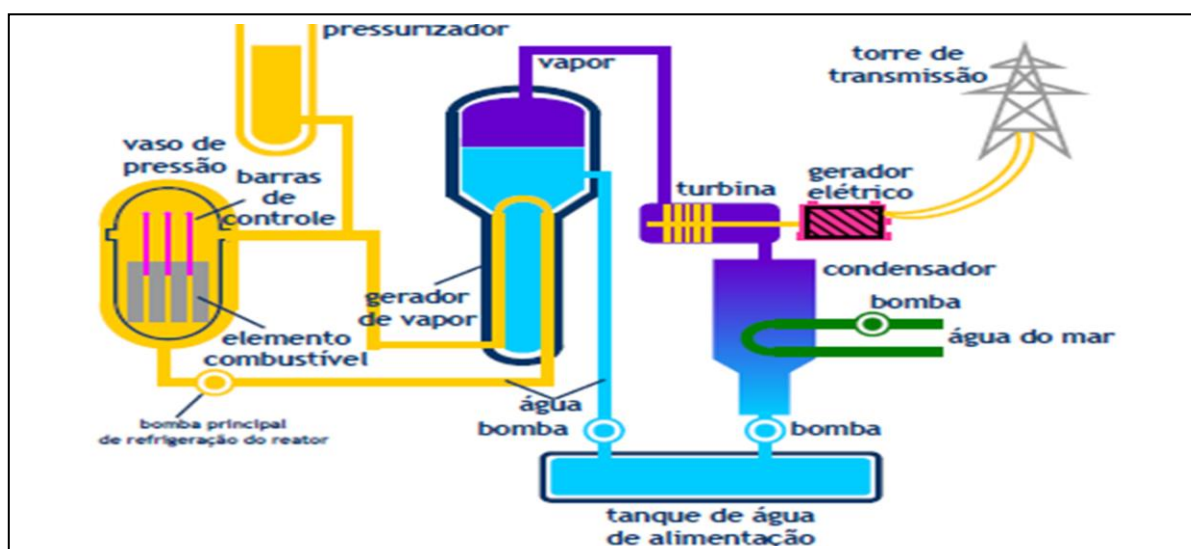
Nagasaki - É a utilização do calor proveniente do vapor das turbinas para gerar eletricidade. O calor produzido serve para ferver água, que irá fazer funcionar as turbinas a vapor para gerar eletricidade.

Atol de Bikini - É a energia liberada em uma reação nuclear, ou seja, em processo de transformação nuclear.

Os alunos compreenderam que o processo de geração de energia nuclear é fornecida pela usina nuclear (reator), devido ao vapor proveniente do aquecimento da água, tendo como fonte radioativa materiais como o urânio. A equipe Nagasaki mostrou uma explicação clara da utilização do reator nuclear para produção de energia elétrica. A equipe Atol de Bikini

respondeu diretamente a pergunta e as demais equipes abordaram sobre o material radioativo e menos sobre os mecanismos que transforma o urânio em energia. O calor produzido pelo material radioativo aquece a água e o vapor movimenta a turbina, gerando assim, energia elétrica. Na Figura 4 é mostrado um esquema com as principais etapas do processo de geração de energia a partir de um reator.

Figura 4– Etapas do processo de energia no reator



Fonte: Cardoso et al (2012, p. 34).

Para os discentes da equipe Chernóbil a energia nuclear é uma energia considerada limpa, que é quando o material extraído da natureza não afeta o meio ambiente. Porém, durante o processo de geração de energia no reator, se não houver um manuseio correto, pode haver consequências graves para a saúde do ser humano e para o meio ambiente. Portanto,

de uma forma simplificada, um reator nuclear é um equipamento onde se processa uma reação de fissão nuclear, assim como um reator químico é um equipamento onde se processa uma reação química. Para gerar energia elétrica é, na verdade, uma central térmica, onde a fonte de calor é o urânio-235, em vez de óleo combustível ou de carvão mineral. É, portanto, uma central térmica nuclear. (CARDOSO et al, 2012, p. 34)

O processo de fissão acontece quando há uma divisão do núcleo de um átomo pesado. Para melhor entendimento, pode-se pensar, que o urânio-235 é dividido em dois elementos químicos menores (com número atômico menores) quando atingido por um nêutron. É como se jogasse uma bolinha de vidro (um nêutron) contra várias outras agrupadas (o núcleo) (CARDOSO et al, 2012).

Para conhecermos a visão dos alunos sobre vantagens e desvantagens do uso da energia nuclear, perguntamos: “Quais as vantagens e desvantagens do uso da Energia Nuclear?”. Eles apresentaram as respostas seguintes:

Chernóbil - Vantagem - é que a matéria que é extraída o urânio, é usada em pequena quantidade comparada a outras fontes de energia. Desvantagens - O mau controle desta energia pode causar consequências ruins gigantescas para a vida humana, fauna e flora.

Goiânia - Vantagens – fornece energia, serve para ser usadas na medicina em equipamentos com raio – X, tomografia e ressonância. Desvantagens – pode provocar câncer e até mesmo a morte.

Hiroshima - Vantagens – pode gerar energia elétrica, máquinas como raio X, para quimioterapia, combate doenças como o câncer e radiologia. Desvantagens – bombas, doenças agressivas, anomalias, mortes, queimaduras graves.

Nagasaki - Vantagens – pode ser usada para produzir energia elétrica. Desvantagens – energia muito cara comparada às outras fontes de energia, política de segurança muito arriscada. Produção de energia muito perigosa.

Atol de Bikini - Vantagens – produz energia elétrica. Desvantagens – riscos de acidentes nucleares, economia e política fragilizada, problemas para a natureza, o lixo nuclear radioativo é muito perigoso se não for armazenado em locais seguros e isolados.

As vantagens e desvantagens descritas pelos discentes foram amplas, como por exemplo, nas vantagens: na geração de energia elétrica e produção de equipamentos na área da medicina como a radioterapia. Os alunos souberam listar as vantagens e desvantagens que o uso da energia nuclear pode proporcionar. Outro ponto importante, é que os grupos abordaram tipos de desvantagens diferenciadas de uma equipe da outra, como por exemplo, as consequências na fauna, flora, economia e política. Segundo Cardoso et al (2012, p.35), “na indústria, agricultura, e principalmente farmacêutica, são as áreas mais beneficiadas pela energia das radiações” e que as informações sobre os benefícios da energia nuclear são pouco divulgados pelos meios de comunicação, deixando o termo “nuclear” como algo ruim (negativo). Nas desvantagens, também foram mencionados as bombas, o surgimento de células cancerígenas, queimadura entre outros.

Perguntamos aos alunos: “Conhecendo as vantagens e as desvantagens do uso da Energia Nuclear no Brasil, não seria melhor pensarmos em outro tipo de matriz de energia para produção de energia elétrica? Justifique sua resposta, respaldando sua resposta entre os tipos de energia que você conhece?” As respostas das equipes foram:

Chernóbil - Sim, a energia solar e a eólica seriam fontes ideais para utilizar sem agredir a natureza, são fontes genuínas naturais.

Goiânia - Um tipo de energia que seria mais bem aplicada na sociedade que a nuclear, seria solar ou a energia eólica, pois a energia nuclear, além de ser considerada uma energia cara, ela pode trazer vários malefícios para a sociedade.

Hiroshima - Hidrelétrica e eólica, seria melhor, teria menos gastos e o dinheiro poderia ser bem aproveitado.

Nagasaki - Não seria tão viável se tratando de condições climáticas. A energia nuclear ainda pouco explorada no mundo em função do custo elevado de implantação. A energia eólica gerada a partir do vento, em grandes hélices é instalada em áreas abertas, sendo que os ventos geram energia. E a energia solar proveniente dos raios solares.

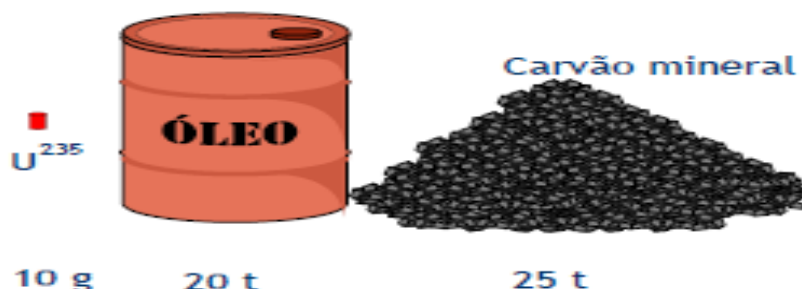
Atol de Bikini - Os impactos ambientais causados pela disposição dos resíduos radioativos são muito maiores que os impactos das outras fontes que existem. A melhor dela seria a hidrelétrica, pois a solar e a eólica apesar de ser uma energia limpa, nem todos os lugares têm meios de produção para estas energias.

O debate suscitado por essa pergunta, levou as equipes Chernobil, Goiânia e Nagasaki terem opiniões bem parecidas, pois os alunos explicam que dentre os tipos de energias produzidas hoje em dia, a que menos tem impacto para o meio ambiente seria a eólica e a solar. Porém, a equipe Atol de Bikini argumentou contrário quanto ao uso dessas energias, pois para eles esses tipos de energia não podem ser produzidos em todos os lugares porque depende do clima. Freire (1994) aponta que os diálogos são importantes para a construção de um conhecimento mais consistente, em que as trocas de opiniões podem contribuir para o desenvolvimento cognitivo e social do discente. Ao serem questionados sobre porque a hidrelétrica é melhor, os estudantes indagaram que essa energia é oriunda das correntes das águas, ou seja, da força naturais das águas dos rios, possibilitando menos impactos no ambiente, visto que é algo que já tem na natureza. Por outro lado, a equipe Nagasaki destacou através de sua resposta que para gerar energia por meio da hidrelétrica, é necessário construir uma usina, desmatando milhares de hectares de vegetação, trazendo impactos significativos para o meio ambiente.

Outro fator que verificamos, foi que todos os grupos veem a energia nuclear como algo que poderia trazer benefícios para as pessoas. Porém, por ser uma energia cara, não seria o caso de investir nela, pois existem energias mais baratas, sem contar com as consequências negativas que a cercam.

Para Cardoso et al (2016, p.15) “a grande vantagem de produzir energia nuclear é a enorme quantidade de energia que pode ser gerada, ou seja, a potência gerada com pouco material usado (o urânio)”. A Figura 5 mostra diferentes tipos de energia e as comparações entre as quantidades de diferentes combustíveis, em massa, para a geração da mesma quantidade de energia.

Figura 5 – Quantidade (medida da massa) de diferentes tipos de combustíveis para gerar a mesma quantidade de energias



Fonte: Cardoso (2016, p. 15)

Comparando as proporções de massa da matéria constituída por urânio-235, por óleo e por carvão mineral, quando usadas como combustíveis para gerar a mesma quantidade de energia elétrica, constatam-se que são necessário utilizar 10 gramas de urânio-235, 20 toneladas de óleo e 25 toneladas de carvão mineral. A quantidade de óleo e de carvão mineral é muito maior do que a quantidade de urânio-235 usados para gerar a mesma quantidade de energia elétrica, o que leva alguns estudiosos considerarem o urânio mais proveitoso e menos poluente ao meio ambiente.

Na pergunta, “De acordo com as tragédias nucleares que já aconteceram no Brasil e no mundo, que consequências elas trouxeram para a vida humana, plantas, animais, rios e lagos?”, as respostas foram:

Chernóbil - Contaminação, sequelas irreversíveis e morte.

Goiânia - Esses tipos de acidentes podem causar câncer e pode deixar lugares inabitáveis por várias décadas sem poder plantar ou consumir frutas da terra, além da água contaminada e mortes de animais.

Hiroshima - Anomalia genética, queimaduras, animais e humanos nascem com deformações, doenças como câncer, morte instantânea se tiver um alto índice de radiação.

Nagasaki - Causa mortes, afeta o meio ambiente pela contaminação do solo, problema múltiplo nos órgãos, tornando áreas totalmente isoladas pelo risco da radiação.

Atol de Bikini - Podem causar problemas no sistema nervoso, enfermidades, contaminação da água e contaminação dos seres vivos presente na água.

Analisando os trechos dos discentes, observamos que as equipes descreveram consequências que os acidentes trouxeram tanto para a vida humana quanto para o meio ambiente. Os discentes citaram pontos negativos como o câncer, distúrbios no sistema nervoso, contaminação do solo, da água, queimaduras, problemas múltiplos nos órgãos. Todos esses problemas são consequências de acidentes nos reatores nucleares assim como nos

lançamentos de bombas que fazem parte da história, por serem marcas irreparáveis e duradouras. A importância do conhecimento das causas e consequências, dos benefícios e malefícios, do uso da energia nuclear contribui para o senso crítico dos alunos e ajudará a se protegerem da energia nuclear, quando necessário.

Perguntamos sobre riscos dos rejeitos radioativos da produção dessa energia, “Quais os riscos que os rejeitos radioativos podem trazer na saúde humana?”. As respostas foram:

Chernóbil - Pode trazer uma série de danos tanto na saúde quanto no meio ambiente, contaminação no solo, ar contaminado devido a exposição da radiação do material (urânio).

Goiânia - Pode provocar doenças e até mortes, além de contaminar o meio ambiente e os rios.

Hiroshima - Causa doenças como o câncer e leva a morte

Nagasaki - As consequências são gravíssimas, causam sérios danos à saúde como câncer, mutação, podendo levar a morte.

Atol de Bikini – Mortes

Os alunos identificaram que os rejeitos radioativos podem ser responsáveis por vários riscos à saúde como a contaminação no solo e rios, no meio ambiente em geral, e diretamente na vida humana, como pelo surgimento de câncer, problemas respiratório, problemas no sistema nervoso e até a morte. Os materiais utilizados no processo de geração de energia em instalações nucleares, laboratório e hospitais, tanto na forma sólida como líquida ou gasosa, que não têm mais utilidade, também podem ser danosos a saúde humana e não devem ser ‘jogadas fora’ ou ‘no lixo’ devido às radiações que emitem. Em geral, o armazenamento desses restos de materiais radioativos não utilizados, ou seja, “Os materiais radioativos restantes, que não têm justificativa técnica e/ou econômica para serem utilizados, sofrem tratamento químico especial e são vitrificados, guardados em sistemas de contenção e armazenados em depósitos de rejeitos radioativos” (CARDOSO et al, 2012, p.25).

Ao perguntarmos aos discentes, “Para fins pacíficos, o urânio pode ser utilizado na produção de outros meios? Cite exemplos e justifique sua resposta”. As respostas dos alunos foram:

Chernóbil - Equipamentos hospitalares e usinas nucleares.

Goiânia - Pode ser usada na medicina com aparelhos de raios-X, ressonância, tomografia e radioterapia.

Hiroshima - Para tratamento de câncer e produção de energia.

Nagasaki - O material radioativo é utilizado como gerador de energia elétrica, e usado em equipamentos médicos para tratar câncer.

Atol de Bikini - Ajudam os médicos em combate do câncer.

As equipes afirmam que esse tipo de energia está presente em outras áreas, como na medicina, em radioterapia, para tratamentos de câncer e lesões, em diagnóstico para tratamento da tireoide (radiodiagnóstico), o mesmo aparelho é utilizado para o mapeamento de fígado e pulmão, no qual se usa o Iodo – 131, e na produção de energia elétrica. Percebe-se que os discentes mostraram conhecimentos sobre o contraponto da energia nuclear, em que o uso do material radioativo pode beneficiar a sociedade, contribuindo nas mais diversas áreas. Para Cardoso et al (2012) são feitas outras atribuições para o uso dessa energia como na indústria, para radiografia de peças metálicas ou a gamagrafia - impressão de radiação em filmes fotográficos, que os fabricantes de válvulas usam para controle de segurança, para verificar a existência de defeitos no corpo de peças, há o uso da gamagrafia nas inspeções nas asas e nas turbinas dos aviões, para identificar se há rachaduras nas partes metálicas e soldas necessárias para o esforço que fazem no funcionamento do avião. Na indústria farmacêutica, é usada para esterilizar os materiais hospitalares como gases, seringas, luvas, em geral, utilizando fontes radioativas. Na agricultura, na preservação de alimentos por irradiação, consistente em sua exposição, embalado ou não, a radiação, englobando em especiarias, carne de frango, legumes e frutas (CARDOSO et al, 2012).

Por último, perguntamos “Se a energia nuclear foi criada pelo conhecimento do homem, podemos dizer que a ciência é boa ou ruim? Justifique sua resposta citando exemplos”. Os alunos responderam que:

Chernobil - A ciência é boa sim! Pois traz conhecimento e descobertas que facilitam a vida das pessoas. Como os equipamentos hospitalares, por exemplo, no diagnóstico com mais precisão.

Goiânia - Ela é boa porque nos fornece energia, porém existem pessoas que usam para o mal, como por exemplo, na criação de bombas nucleares que matou milhares de pessoas.

Hiroshima - Ela tem os seus dois lados: boa e ruim. O lado bom é que ela pode nos fornecer energia elétrica para sustentar as casas. O lado ruim é sua fabricação ser muito cara para construção da usina e da manutenção dela.

Nagasaki - É boa, porque ela pode ser aproveitada no nosso dia a dia. Se não fosse a ciência o mundo estaria muito atrasado. Por exemplo, o petróleo, é utilizado para gerar energia para veículos motorizados, através da produção de gasolina, diesel, querosene, álcool. E até mesmo a energia nuclear, na produção de energia elétrica para abastecer as residências. Então não podemos dizer que a ciência é ruim, pois beneficiou e ainda beneficia muito todos os cidadãos. Mas claro que tudo que feito para o bem, pode ser criados diversas coisas para o mal, como por exemplo, as bombas nucleares em Nagasaki que matou milhares de pessoas inocentes. Dependendo do ponto de vista, pode ter várias anuências.

Atol de Bikini - Ela é boa, pois tudo que temos hoje é graças a ciências e as pessoas que trabalham a favor dela. Muitos benefícios já foram criados como remédios, equipamentos modernos, energia elétrica, entre outras coisas.

As discussões dos alunos sobre os benefícios e malefícios da Ciência foram significativas, expressaram as suas crenças de que a Ciência até hoje vem contribuindo para o desenvolvimento e o avanço de novas tecnologias beneficiando a população, dando exemplos da área da medicina, com construção de equipamentos para diagnóstico e tratamento de câncer, remédios, instrumentos hospitalares. Porém, os alunos explicam que a ciência tem seus dois lados, o positivo, já mencionado anteriormente, e o negativo, como o uso do lançamento das bombas em Hiroshima e Nagasaki, no Japão, em 1945.

5.9 Produção de Significados

Após os diálogos em sala e estudados os materiais fornecidos durante os estudos com vídeos, artigos, jornais, revistas, apostila, fragmento de livro, documentários sobre os acidentes, discussões viabilizadas em sala com cada grupo, e em outros momentos, com todos os grupos num grande círculo; depois de responderem três questionários - questionário prévio, questionário específico para cada grupo sobre o acidente selecionado, e um questionário geral - , ao longo do projeto, disponibilizamos duas aulas de 70 minutos cada, nos dias 15 e 20 de maio, para os alunos fazerem uma produção própria, que expressasse o conhecimento que adquiriram sobre o assunto. De acordo com Freire (1994), a concepção dialógica possibilita uma aprendizagem em que o sujeito está interagindo com o outro, possibilitando trocas de vivências, de experiências, contribuindo na construção da aprendizagem. A forma de expressar essa produção foi de livre escolha, em que cada grupo apresentaria uma produção por equipe, em uma aula posterior. As produções poderiam ser gravadas em vídeos, peça teatral, telejornal simulando, em forma de poemas e/ou poesias, jogos, etc.

No dia 27 de maio, utilizamos os dois horários, duração de 70 minutos, para as apresentações dos cinco grupos. As equipes tiveram de 10 a 12 minutos para apresentar seus trabalhos. A ordem de exibir das produções seguiu a ordem que vinha sendo desenvolvidos os grupos desde o início da atividades na sala de aula: grupo 1 - Chernóbil; grupo 2 - Goiânia; grupo 3 - Hiroshima; grupo 4 – Nagasaki; e grupo 5 - Atol de Bikini.

Grupo 1 – Chernóbil

Esse grupo confeccionou um jogo da memória, chamada pelos alunos “Memórias Eternas”. Os alunos justificaram o nome do jogo da memória, porque entenderem que os acidentes que aconteceram sempre serão lembrados e lamentados pelas pessoas sobreviventes,

assim como pelas famílias que perderam seus parentes e para a história do povo local. Os integrantes falaram sobre o porquê de terem escolhido o jogo e argumentaram que o jogo pode contribuir para que o conhecimento adquirido sobre o assunto seja exposto de modo divertido e motivacional. O jogo induz o participante a interagir e encontrar argumentos sobre os acidentes estudados.

A atividade funcionou da seguinte forma: A quantidade máxima de participantes por partida eram cinco pessoas. Foram produzidos 25 pares de imagens sobre os cinco acidentes estudados em sala de aula. Cada jogador em sua vez deveria procurar seus pares, e ao encontrar o par correspondente, deveria explicar entre os cinco acidentes estudados, qual deles fazia relação com a imagem. O jogador ganhava 1 ponto pelo o encontrado de cada par e 0,5 pontos a cada vez que acertasse a associação da imagem com a tragédia. Vencia o jogador que fizesse maior número de pontos. A Figura 6 mostra alguns pares confeccionados pelos alunos.

Figura 6 – Pares de Jogo de Memória criado pelo grupo Chernobil.



Fonte: Imagem produzida pelo autor, 2019.

Após os esclarecimentos sobre como funcionaria o jogo, os pares foram colocados no chão da sala para começarem colocar em prática o jogo.

Figura 7 – Disposição das imagens para a prática do jogo.



Fonte: Imagem produzida pelo autor, 2019.

Cada integrante da equipe teve a oportunidade de jogar uma partida em sala de aula.

Figura 8 – Integrantes jogando uma partida do jogo de memória em sala de aula.



Fonte: Imagem produzida pelo autor, 2019.

Grupo 2 - Acidente em Goiânia

A segunda equipe trouxe uma apresentação oral sobre o acidente que aconteceu no Brasil, na cidade de Goiânia, em setembro de 1987, com o material radioativo Césio 137. Com auxílio de um cartaz (Figura 9), um grupo constituído por seis estudantes, mas somente dois fizeram a apresentação. Os demais alegaram estar envergonhados. Insistimos para que apresentassem em conjunto, mas não tivemos êxito, mas os estudantes que não apresentaram afirmaram ter ajudado nas pesquisas e confecção do cartaz.

A equipe fez um resumo sobre o que aconteceu no ano de 1987 na cidade de Goiânia, com os trechos tirados do vídeo, que foi gravado no dia 27 de maio de 2019;

O acidente radioativo que aconteceu aqui no Brasil, em Goiânia, em setembro de 1987, teve como principal vilão o material azulado brilhante chamado de Césio 137. Esse material foi encontrado pelos catadores de lixo, numa clínica abandonada, ao encontrar um equipamento velho de radioterapia. [...] dentro desse equipamento encontraram uma cápsula e pensaram ser útil para venda num ferro velho do seu Devair Alves Ferreira. Ao abrir a capsula o dono do ferro velho percebeu que existia um pó azul brilhante. Ficou impressionado e logo levou para a sua casa. E no decorrer do tempo que entrava em contato com o pó, alguns sintomas já começaram a aparecer, porém ele não imaginava que seria em decorrência do pó, mas do alimento que teria comido. Como estava frequente os sintomas de dor de cabeça, diarreia, dores no corpo, e que não só seu Devair, mas seu funcionário, seu irmão que mexeu com as palmas das mãos no qual percebeu que suas mãos estavam inchadas como se tivesse sido queimado e também Leide das Neves que na inocência, brincava com o material e ingeriu sendo contaminada pelo material. (ALUNA K, 24 anos)

Dona Gabriela Ferreira percebeu que o pó estava fazendo isso, e levou para a vigilância Sanitária para averiguação [...] Levou de ônibus até o local de saúde, e como não houve um cuidado, pode ter contaminado através do ar outras pessoas. O Físico percebeu que tratava de uma situação muito grave, pois o pó era radioativo, e logo foi pedir esforços. O local onde funcionava o ferro-velho não existe mais nada. E os materiais que entraram em contato com o pó foram soterrados e cobertos por chumbo. Seu Devair teve câncer e faleceu, assim como a Maria Gabryela Ferreira, e a menina de apenas seis anos de idade devido o alto índice de material no corpo. Ela teve que ser enterrada no caixão de chumbo. Leide das Neves ficou a figura marcante deste acidente em Goiânia e até hoje ela é conhecida com a pessoa que teve o maior índice de material radioativo do mundo. (ALUNO M, 28 anos)

Figura 9 - Apresentação oral sobre acidente em Goiânia



Fonte: Imagem produzida pelo autor, 2019.

Grupo 3 - Hiroshima

O grupo fez uma apresentação oral, sobre os principais acontecimentos do lançamento da bomba, na cidade de Hiroshima, no Japão, em agosto de 1945. A apresentação foi gravada em vídeo e posteriormente transcrevemos trechos da fala dos alunos, que apresentamos a seguir:

O bombardeio atômico na cidade de Hiroshima foi realizado pelos Estados Unidos nos anos finais da Segunda Guerra Mundial em agosto de 1945. Foi o primeiro momento da história que foi utilizado armas nucleares numa guerra. Hiroshima era uma cidade muito bonita na época, devido alguns conflitos com países como os Estados Unidos e seus aliados (Reino Unido, França, União Soviética) o Japão sofreu consequências, duas bombas nucleares em suas cidades de Hiroshima (Little boy) e Nagasaki (Fat Man). Várias mortes, pessoas adquiriram algum tipo de câncer, pessoas amputadas, recém-nascidos com algum tipo de deformações. (ALUNO D, 21 anos)

Até hoje, os historiadores estão divididos entre as causas do lançamento que podem ser a demonstração de força dos americanos ou pelo rendimento do Japão naquele momento, pois acreditavam que os japoneses estavam resistentes e os EUA já estavam querendo finalizar a guerra. Por isso que o bombardeio seria uma justificativa para força o fim da guerra. (ALUNO L, 30 anos)

Logo em seguida, foi lido o poema feito por eles com fatos do lançamento da bomba em Hiroshima, no Japão. As palavras foram sublinhadas pelos autores a fim de dá destaque aos elementos que fazem parte da história de 1945.

A Grande superação de Hiroshima

*Hiroshima quando explode,
Esparrama a radiação pelo chão,
Infelizmente,
Morreu o pai,
A mãe,
E o irmão.
Hiroshima quando explode,
Deixa muita dor no coração,
Além de deixar o câncer,
Na população,
Criança nascendo,
Com deformação,
Depois de muito tempo,
Veio a grande superação.
Na hora da explosão,
O relógio parou às 8h15min em ponto,
Como se o tempo não parasse,
De repente,
Veio tanta destruição,
Mas com a ajuda de Deus,
Veio a grande superação.*

Fonte: Elaboração dos alunos (2019, grifos dos autores).

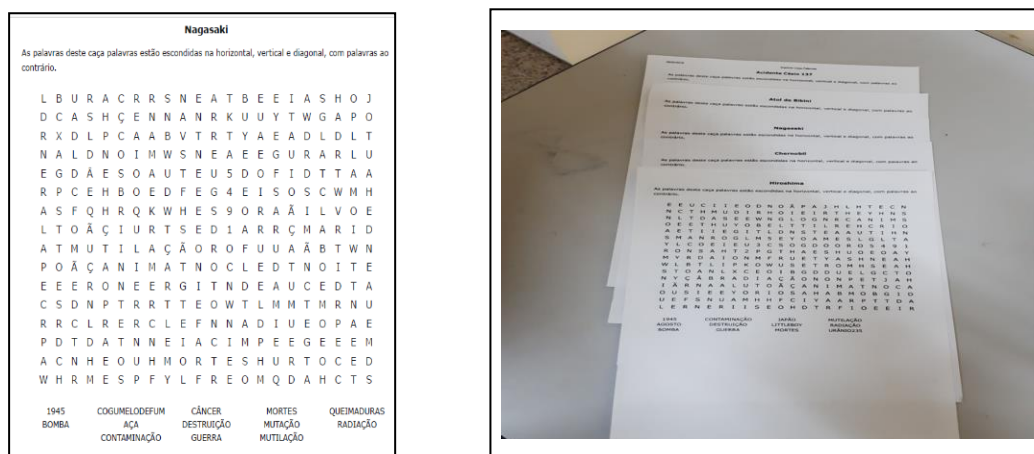
O poema “A grande superação de Hiroshima” trouxe algumas reflexões sobre o lançamento da bomba da cidade de Hiroshima, em 1945. Os alunos utilizaram elementos que fizeram parte da história como radiação, mortes, câncer, deformação nos recém-nascidos, explosão, destruição. A equipe justificou o uso do poema, porque ele transmitir sensações, emoções, e isso os projetou naquele momento as dores dos familiares, parentes que foram mortos.

Grupo 4 - Nagasaki

A equipe Nagasaki produziu um jogo caça-palavras mostrando a possibilitar de a aprendizagem ser expressa de outra forma. A proposta do grupo era encontrar as palavras no painel, estimulando a memória dos alunos para a temática, ao serem as palavras encontradas, deveria ser explicada pelo jogador. Vence o jogo o aluno que encontrar todas as palavras que estão disponíveis no painel. As palavras foram retiradas do mural e utilizadas para elaboração do caça-palavras. No dia da apresentação, os discentes mostraram as cinco fichas dos desastres estudados em sala: Chernóbil, Goiânia, Hiroshima, Nagasaki e Atol de Bikini.

Para a compreensão da atividade, os estudantes envolvidos em sua elaboração, pediram que as demais equipes segurassem suas respectivas fichas de acordo com a temática do grupo. Dado um em certo sinal para início do jogo, as equipes começaram procurar as palavras no painel, vencendo quem encontrasse todas as palavras primeiro. Para a construção do caça palavras utilizaram o site (GENIOL, 2019), em que o preenchimento com os dados do tema e as palavras, o site gerava o painel. As palavras escondidas poderiam ser encontradas na horizontal, na vertical, na diagonal ou/e invertida, como mostrada a Figura 10.

Figura 10 – Painel do caça palavras



Fonte: Imagem produzida pelo autor, 2019.

Grupo 5 – Atol de Bikini

A equipe Atol de Bikini fez uma apresentação oral para explicar alguns pontos sobre o trabalho que realizaram. Os trechos, a seguir, foram apresentados numa gravação em vídeos e transcritos aqui para análise:

Em 1946, os Estados Unidos fizeram testes com bombas atômicas a fim de analisar e verificar o poder deles, para testar as novas armas, precisaria de um local isolado, foi aí que escolheram a ilha Marshall, localizada no Oceano Pacífico. Porém, existiam moradores naquela região, chamados de biquinenses, eles foram instruídos a saírem da região com sua família. Os moradores na época alegaram que os soldados justificaram a retirada deles, pois iriam fazer testes para beneficiá-los e logo poderiam voltar, mas não foi o que aconteceu, os testes feitos emitiram muitas radiações e aquela região ficou contaminada, as pessoas não poderiam viver. (ALUNO O, 23 anos)

A terra foi contaminada e ficou infértil, os animais daquela região morreram, ou sofreram algum tipo de deformação e/ou deformações. (ALUNO F, 43 anos)

A Figura 11 a mostra a equipe segurando um cartaz, com uma ilustração feita por eles, retratando a ilha que foi utilizada como testes nucleares. Nela, podemos perceber a presença do verde, representando que o local possuía uma vegetação muito rica por diversas plantas.

Figura 11 – Equipe Atol de Bikini



Fonte: Imagem produzida pelo autor, 2019.

Com essas atividades concluímos o trabalho realizado na escola, onde esperamos ter dado uma contribuição para a formação dos alunos da EJA com um assunto que, em geral, não é estudado por eles, no máximo escutam sobre o assunto em noticiários, de forma descontextualizado e superficialmente.

A seguir, apresentaremos algumas considerações finais, ressaltando contribuições, limitações e possibilidades do presente estudo.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo proporcionou uma experiência com valorosa riqueza de conhecimento para todos os envolvidos - alunos, professor e professor-pesquisador - com a turma da Educação de Jovens e Adultos, ao longo do processo de elaboração, aplicação e análise da Unidade de Ensino. Verificamos, no início da aplicação, que o conhecimento científico, relativo a algumas situações do cotidiano relacionadas com a energia nuclear era desconhecido pelos alunos e, para muitos deles, parecia ser um assunto distante de sua realidade. Entretanto, durante o desenvolvimento da Unidade de Ensino, os discentes puderam perceber e compreender que a energia nuclear tem elementos de conexão com o cotidiano deles e que o estudo em sala de aula com um professor de Física foi essencial para a compreensão de fenômenos existentes na contemporaneidade, como alguns mostraram durante o desenvolvimento desta proposta de ensino.

Os conhecimentos adquiridos pelos estudantes foram fruto de diálogos e discussões sobre a temática e do uso de materiais escolhidos e utilizados pedagogicamente, como os vídeos e os textos (artigos de periódicos e fragmentos de livros), que impulsionaram a aprendizagem. Entretanto, compreendemos que o maior potencializador do ensino e da aprendizagem se deu pelas discussões, pela maneira como as interações se deram entre quem se propõe a ensinar, mas também aprende, e quem se propõe a aprender que também ensina. O diálogo é um dos principais elementos no processo educativo freireano. Freire (1994) defendia uma liberdade de pensamento, no qual o aluno tem lugar de fala, sem ser oprimido, tendo a possibilidade de dar sua opinião. Nessa situação, o professor não é o detentor do conhecimento, mas um instrumento de educar e ser educado.

As concepções de Freire (1994) se deram nesse estudo, principalmente, com dois elementos no processo de ensino aprendizagem: a concepção dialógica e a concepção problematizadora da educação. Na dialógica, o processo de construção do conhecimento seu-se pelo conhecer das vivências dos alunos e a partir delas desenvolvendo estratégias que puderam relacionar os assuntos estudados em sala com o cotidiano, dando voz aos alunos de expor o que pensam sobre o assunto em pauta. Já a concepção problematizadora surge pelo diálogo sobre temas geradores, enfatizando uma questão que possa ser debatida e explorada em sala.

Durante as produções dos alunos, eles puderam expressar os seus conhecimentos sobre o conteúdo e conseguiram produzir trabalhos significativos sobre a temática. Constatamos que os alunos, mesmo com o tempo de estudo reduzido, muitas vezes sem tempo

para estudar fora do âmbito escolar, desenvolveram trabalhos excelentes. Consideramos que a motivação dos estudantes foi devido ao trabalho diferenciado, elaborado diferente do método tradicional.

A inserção da temática energia nuclear para alunos da EJA do Ensino Médio foi importante para desenvolver competências antes não potencializadas por eles. Conteúdo sobre energia nuclear ainda não é frequente nas aulas da educação básica por diversos motivos. Entretanto, o grau de importância para este assunto abrange não somente a vertente educacional, mas econômica, política e social.

Esta pesquisa mostrou que apesar de os discentes já terem contato com o assunto antes da aplicação da Unidade de Ensino, seja pelas redes sociais, internet, jornais televisivos ou impressos, não o compreendia significativamente; que os alunos da Educação de Jovens e Adultos têm capacidade de aprender qualquer assunto, pois sua capacidade cognitiva, apesar dos anos fora da sala de aula, tem um potencial gigantesco para aprender, desde que o conteúdo seja trabalhado de forma que os instigue para a aprendizagem.

A pesquisa bibliográfica que realizamos mostrou que o tema energia nuclear ainda é pouco discutido em salas de aula e que o desconhecimento dessa temática deixa as pessoas vulneráveis, alienados, e os sujeitos sem criticidade são levados por qualquer ideologia.

Constatamos que os alunos se apropriaram da temática e a relacionaram com suas vivências, discutiram a temática em diferentes esferas sociais, o que lhes permitiu se inserirem na sociedade de forma ativa, percebendo que o discente deve ser crítico, se dando a possibilidade de questionar e se situar em diferentes contextos frente aos acontecimentos. Identificamos que os alunos compreendem a importância do diálogo no processo de ensino, e a importância dele para desenvolverem suas habilidades.

REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, G.S. High-school graduates beliefs about science-technology-society: The characteristics and limitations of scientific knowledge. **Science Education**, v.71, n.2, p.459-87, 1987.
- ALEKSIÉVITCH, S. **Vozes de Tchernóbil**. 1ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2016.
- ALIMENTOS radioativos podem te matar? Produção: (Youtube). Vídeo de duração curta (4 min e 53 s), 2016. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=4z4IRwpboXg>>. Acesso em: 20 jul. 2018.
- ALMEIDA, R. A. D. **Um estudo simplificado sobre a percepção pública na área nuclear: sugestões para campanhas educativas para os diferentes segmentos da sociedade**. 2012. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia Nucleares) - Instituto de Engenharia Nuclear, Rio de Janeiro. Biblioteca depositária: CNEN/IEN.
- ALVES, N. C. **Gestão escolar e evasão na EJA**: identificando as causas e organizando as ações. Projeto de intervenção local. Brasília: UNB, 2015.
- ANDRADE JUNIOR, J. A. **Episódios históricos no contexto do ensino de ciências: a energia nuclear e sua utilização**. 2015. 122 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2015.
- ARAÚJO, M. C. D. **Energia nuclear e radioatividade na escola de nível médio: um olhar a partir dos acidentes nucleares**. 2013. 189f. Dissertação (Mestrado em Ensino) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013. Biblioteca Depositária: Biblioteca Padre Alberto Antoniazzi da PUC Minas.
- BARBOSA, J. A. M. **Contribuição à legislação brasileira no setor de energia nuclear**. 2009. 142f. Tese (Doutorado em Tecnologia Nuclear) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Biblioteca Depositária: IPEN.
- BATALHA, R. V; SILVA, C.C. Evasão Escolar na Educação de Jovens e Adultos: Um olhar a partir do Colégio Estadual Normal Professor César Augusto Ceva em Ipameri – GO. **Revista eletrônica Itinerarium Reflection**, v. 14, n. 1, 2018.
- BIAZINI FILHO, F. L. Responsabilidade social da energia nuclear para geração elétrica no Brasil. Doctoral Dissertation, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN/ USP. São Paulo, Brazil (2014)
- BOGDAN, Roberto C.; BIKLEN, Sari Knopp. Investigação qualitativa em educação. Tradução Maria João Alvarez, Sara Bahia dos Santos e Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora, 1994.
- BORGES, M. A. D. S. **Segurança Energética e Soberania. Aspectos jurídicos e geopolíticos do crescimento da participação da energia nuclear na matriz energética brasileira**. 2011. 150f. Dissertação (Mestrado em Direito) – Universidade Gama Filho, Rio de Janeiro, 2011. Biblioteca Depositária: Biblioteca Central da UGFBRASIL.

BRAGA, D. D. C. **O modelo de regulação do programa nuclear brasileiro e suas implicações com os princípios da precaução e prevenção Manaus – AM.** 2014. 379f. Dissertação (Mestrado em Direito Ambiental) - Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2014. Biblioteca Depositária: PMDA-UEA.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular:** Ensino Médio. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio.** Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Brasília: Ministério da Educação, 2002.

BRASIL. **Trabalhando com a Educação de Jovens e Adultos:** alunos e alunas da EJA: Caderno 1. Ministério da Educação, Brasília, 2006.

CAMPOS, L. B. D. **Proposta de abordagem temática com enfoque CTS no Ensino de Física.** 2017. 130f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2017. Biblioteca Depositária: UFRRJ.

CARDOSO, E M. **Aplicações da Energia Nuclear – Apostila Educativa.** 3ª ed. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Rio de Janeiro. 2012, p. 4. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/aplica.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2018.

CARDOSO, E M.; LIMA, J. M de.; ALVES, I. P.; SILVA, P. P. L. S.; BRAS, C; PESTANA, S. **Apostila Educativa.** 3ª ed. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Rio de Janeiro. 2016, p. 4. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/aplica.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2018.

CARVALHO, R. P. de.; OLIVEIRA, S. M. V. de. **Aplicações da energia nuclear na saúde.** Livro Eletrônico – São Paulo: SBPC; Viena: IAEA, 2017. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/ensino/apostilas/aplica.pdf>>. Acesso em: 14 mai. 2018.

CAVALCANTE, A. B. S. **Energia Nuclear no Ensino Médio: uma análise dos livros didáticos de Física dos programas PNLEM 2007 e PNLD 2012.** 2013. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte. Biblioteca Depositária: Biblioteca Padre Alberto Antoniazzi da PUC Minas.

CESARETTI, M. de A. **“Energia nuclear, resíduos radioativos e sustentabilidade”.** 2010. 138f. Dissertação (Mestrado em Energia) – Fundação Universidade Federal do ABC, Santo André, 2010. Biblioteca Depositária: UFABC

CÉSIO 137. Produção: Fantástico, 2019. O Vídeo tem duração de média (14 minutos e 42 s), 2017. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=VUHLS1WL6FM&t=7s>>. Acesso em: 17 jul. 2019.

CHAVES, E. Goiânia é azul: o acidente com o cézio 137. **Revista UFG**, v. 9, n. 1, 2017. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/revistaufg/article/view/48158>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

COLEHO, K. R. **Utilização de um Software de Hipermissão para o ensino do conceito de equivalência massa e energia em uma turma de 2a série do Ensino Médio**. 2012. 45f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) – Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, 2012. Biblioteca Depositária. Disponível em: <http://www.ppec.dfi.ufms.br/Index_dissertacoes.htm>. Acesso em 23 de mar. 2018.

DUPUY, J. P. A catástrofe de Chernobyl vinte anos depois. **Estudos avançados**, v. 21, n. 59, p. 243-252. São Paulo, 2007. ISSN: 0103-4014. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v21n59/a18v2159.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

ELETRONUCLEAR TV. **Energia nuclear**. Produção: Youtube. O vídeo curto (2 minutos), 2015. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=OzxiQdmTD58>>. Acesso em: 12 jul. 2018.

ESGALHA, T. I. M. R. **Desenvolvimento Sustentável no Brasil: Energia Nuclear**. 2014. 102f. Dissertação (Mestrado em Direito) – Fundação de Ensino Eurípides Soares da Rocha. Biblioteca Depositária: Biblioteca "Dr. Christiano Altenfelder Silva" – UNIVEM.

FANTÁSTICO. **Chernobil**. Produção: Fantástico. O vídeo tem duração média (28 min e 07 s), 2016. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=jaL5Oo98wSo&t=573s>>. Acesso em: 12 jul. 2018.

FANTÁSTICO, documentário revela novas histórias de tragédias em Hiroshima e Nagasaki. Produção: Fantástico. O vídeo tem duração curta (9 minutos e 06 segundos), 2015. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ru6MIN-dAsY&t=314s&pbjreload=10>>. Acesso em: 16 jul. 2018.

FARIA, R. S. de. **Evasão e permanência na EJA: por um trabalho de qualidade na gestão de uma escola da rede municipal de Belo Horizonte**. 2013. 117 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Gestão e Avaliação da Educação Pública) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Faculdade de Educação/CAEd. Programa de Pós-Graduação em Gestão e Avaliação da Educação Pública, 2013.

FERREIRA, M. D. C. D. R. **Energia nuclear socialmente aceitável: respeito ao ambiente e à segurança da população**. 2012. 123f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Sistemas de Gestão) – Universidade Federal Fluminense, Niterói. Biblioteca Depositária: Biblioteca da Escola de Engenharia e Informática da UFF.

FRATTEZI, P. M. B. **Percepção de estudantes do ensino médio sobre o tema "radiação" e tecnologias relacionadas: idéias informais e categorias conceituais**. 2010. 138f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia das Radiações Minerais e Materiais) – Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear, Belo Horizonte, 2010. Biblioteca Depositária: CDTN.

FREIRE, P. **A importância do ato de ler**. São Paulo: Moderna, 2003.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 24º ed. São Paulo: Paz e Terra, 1997.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17ed, Paz e Terra, Rio de Janeiro, 1994.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 36e. São Paulo: Paz e Terra, 2007

FREIRE; FAUNDEZ, A. **Por uma Pedagogia da Pergunta**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1985.

GIORDAN, M., GUIMARÃES, Y. A. F. **Estudo Dirigido de Iniciação à Sequência Didática. Especialização em Ensino de Ciências, Rede São Paulo de Formação Docente (REDEFOR)**. Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 2013.

FREITAS, M. G. D. **Revisão Sistemática De Estudos Perceptivos Sobre Risco Nuclear**. 2014. 54f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Nucleares) – Instituto de Engenharia Nuclear, Rio de Janeiro, 2014. Depositária: Instituto de Engenharia Nuclear – IEN.

GALETTI, D.; LIMA, C. L. **Energia Nuclear: com fissões e com fusões**. São Paulo: Editora UNESP, 2010.

GENIOL. **Criador de caça palavras**. Disponível em: <<https://www.geniol.com.br/palavras/caca-palavras/criador/>>. Acesso em: 20 maio 2019.

GOMES, A. T. **Abordagem Interdisciplinar A Partir Da Temática Energia: Contribuições Para Uma Aprendizagem Significativa Na EJA**. 2014. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal de Santa Maria.

GRUBER, L. D. A. **Mediação Do Professor No Uso Do Software Educativo Cidade Do Átomo: abordagem Dos Temas Energia Nuclear E Radioatividade No Ensino Médio**. 2014. 135f. Tese (Doutorado em Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

GUEDES, R. C. **Ensino de ciências para a educação de jovens e adultos: uma análise qualitativa no curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro – Campus Duque de Caxias**. 2016. 127f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Nilópolis. Biblioteca Depositária: IFRJ - Campus Nilópolis.

HISTÓRIA DAS usinas de angra 1, 2 e 3 vinda desde o regime militar. Produção: Fantástico, 2019. Vídeo de curta duração (7 min 04 s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=x7tavmmTTdg>>. Acesso em: 18 jul. 2019.

IRELAND, T. **Revista Nova Escola**, ed. 223, jun. 2009.

LAWRENCE. 20 Anos - De volta a Bikini. Produção: (Youtube). Vídeo de curta duração (2 min e 56 s), 2008. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=avnkWuGPSn4>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

LELAPALMA. **Energia Nuclear: vantagens e desvantagens**. Produção: (Youtube). Vídeo de curta duração (2min 25 s), 2012. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=PRBXijlxqUg>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

LUNA, E. M. **A construção do significado de energia nuclear pelas revistas de divulgação científica: uma análise de matérias on-line**. 2017. 197f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.

RADIOATIVIDADE na medicina. Produção: (Youtube). **O vídeo tem curta duração** (3 min 31 s), 2014. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=CBA60KUjOAA>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

MELLO, A. D. **A história e a filosofia da ciência como um caminho para problematizar o tema energia nuclear no ensino médio: as imagens como uma estratégia didática**. 2014. 71f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro Federal de Educação TECN CELSO SUCKOW DA FONSECA, Rio de Janeiro. Biblioteca Depositária: Biblioteca Central do CEFET/RJ.

MIRANDA, M. **A notificação e a responsabilidade civil (limitada) nos acidentes nucleares no brasil: a problemática de um sistema**. 2011. 187f. Dissertação (Mestrado em Direito) – Pontifícia universidade Católica de Goiás, Goiânia. Biblioteca Depositária: Biblioteca Central da PUC Goiás.

MODANEZ, L. Aceitação de alimentos irradiados: uma questão de educação. 2012. 104 p. Tese. (Doutorado em Ciências na área de tecnologia nuclear). IEPN/USP, São Paulo. Disponível em: . Acesso em 04 mai. 2019.

MONTEIRO, N. D. A. **Percepção pública da Energia nuclear e estratégias para uma melhor comunicação**. 2013. 123f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Nuclear) – Universidade federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2013. Biblioteca Depositária: Central do Centro de Tecnologia.

MOURA, D. D. A. **A abordagem da temática energética no ensino médio**. 2009. 162f. Dissertação (Mestrado em Energia) – Fundação Universidade Federal do ABC, Santo André. Biblioteca Depositária: UFABC.n. 2, p. 459-487, 1987.

OLIVEIRA, I. A. de. Ensino de filosofia: interligando saberes e temas filosóficos em prática de educação popular com crianças e adolescentes. Belém: NEP/UEPA, 2017.

NATIONAL GEOGRAPHIC CHANNEL. **Atol de Bikini**. Produção: (Youtube). Vídeo de curta duração (1 min 58 s), 2010. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=VME4F3wC2VA>>. Acesso em: 16 jul. 2018.

PAIVA, Vanilda Pereira. Educação popular e educação de jovens e adultos. Rio de Janeiro: Edições Loyola, 1973.

PERON, J. **O ensino de física nuclear e suas aplicações no contexto da sociedade contemporânea**. 2016. 139f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física -

PROFIS) – Universidade Estadual de Ponta Grossa. Biblioteca Depositária: Biblioteca da UEPG.

PESSOA, A. E. F; et.al. Acidente Radioativo de Goiânia Césio-137. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, ano 2, v. 13. p. 434-440, 2017. ISSN: 2448-0959.

PIRES, S. M. **Física nuclear no ensino médio com ênfase CTS**. 2015. 147f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física – PROFIS) – Universidade Federal do Fluminense, 2015.

RAMOS, S. J. M. **Alfabetização Científica no ensino de fissão e fusão nuclear no ensino médio**. 2015. 190f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física – PROFIS) – Universidade Federal do Fluminense. Disponível em: <http://www.sistcc.uff.br/sistcc/_tcc/tcc_1472506125.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2018.

RIBEIRO, J. Os “Filhos da Bomba”: memória e história entre os relatos de sobreviventes de Hiroshima e Nagasaki e a “Campanha pela proibição das bombas atômicas” no Brasil (1950). **Revista outros tempos**, v, 6, n. 7, p.147-167. Dossiê História e Memória, julho, 2009.

RUBBA, P. A.; WIESENMYER, R. L. Goals and competencies for precollege STS education: recommendations based upon recent literature in environmental education. **Journal of Environmental Education**, n.19, v.4, p.38-44, 1988.

SAMPAIO, J.; SANTOS, G. C.; AGOSTINI, M.; SALVADOR, A. S. Limites e potencialidades das rodas de conversa no cuidado em saúde: uma experiência com jovens no sertão pernambucano. **Interface**, São Paulo, v. 18, supl.2, 2014.

SANTOS, R. L. P. D. **A energia nuclear no sistema elétrico brasileiro**. 2014. 154f. Tese (Doutorado em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. Biblioteca Depositária: CT/UFRJ.

SANTOS, T. L. D. **Nos bastidores da criação da Comissão Nacional de Energia Nuclear: disputas políticas, divergências científicas e interesses econômicos**. 2009. 189f. Dissertação (Mestrado em História) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Biblioteca Depositária: CCS.

SCHMIEDECKE, W. G. **A história da ciência nacional na formação e na prática de professores de física**. 2016. 248f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo. Biblioteca Depositária: Biblioteca do Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

SILVA, D. P. G. D. **O ensino de energia e o livro didático de física: um olhar Através do construtivismo humano**. 2012. 224f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Ceará, 2012, Fortaleza.

SOUSA, S. M. G. de. **Aprendizagem significativa crítica de tópicos de física nuclear por meio de aula de campo**. 2012. 80f. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de

Ciências Naturais) – Universidade Federal de Mato grosso, Cuiabá. Biblioteca Depositária: Biblioteca Setorial do PPGECON.

SOUZA CRUZ, F. F. Radioatividade e o acidente de Goiânia. **Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis- SC**, v. 4, n. 3, p. 164-169, dez. 1987.

SUGUIMOTO, D. Y. L.; CASTILHO, M. A de. **CHERNOBYL - A catástrofe**. Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações, v. 12, n. 2, p. 316-322, ago./dez. 2014.

TIMM, N. R. **Física Moderna e Contemporânea e a Saúde: uma proposta envolvendo energia nuclear e radioatividade na formação inicial de professores de física**. 2012. 167f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

TV SÃO LUIS. Para onde vai o lixo das Usinas Nucleares do Brasil?. Vídeo de curta duração (1min e 06 s), 2013. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=IRigkABfAs8>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

VÍDEO EDUCATIVO sobre Energia Nuclear limpa e segura. Produção: (Youtube). Vídeo de curta duração (3 min 25 s), 2011. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=gDVohZ_HTE0>. Acesso em: 14 jul. 2018.

VIEIRA, R. P. T. **Produção de energia nuclear em relação à matriz energética: um enfoque CTS**. 2017. 53f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio de Janeiro. Depositária: Biblioteca Plínio Sussekind da Rocha do Instituto de Física da UFRJ.

VIEIRA, S. A. **Césio-137, um drama recontado**. Estudos avançados, v. 27. n. 77. São Paulo, 2013. ISSN 0103-4014.

VILELA, K. S. do R. **Metodologias para o Ensino de Física das radiações**. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Ouro Preto-UFOP. Ouro Preto- MG, 2015a.

VILELA, K. S. F. R. **A utilização do forno de micro-ondas no ensino de física na Educação de Jovens e Adultos (EJA)**. 2015b. 85f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto. Biblioteca Depositária: Repositório/UFOP.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu, _____ portador (a) do RG: _____, e minha profissão atual é: _____, estou sendo convidado (a) a participar de um estudo denominado NOÇÕES DE ENERGIA NUCLEAR PARA A EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS: CONTRIBUIÇÕES PARA A CIDADANIA, cujos objetivos são: construir uma sequência didática com a temática Energia Nuclear voltado para a Educação de Jovens e Adultos, promover ao aluno uma aproximação do conhecimento científico Energia Nuclear para a sua realidade, fomentar o conhecimento científico e consequentemente favorecer criticidade.

A minha participação no referido estudo será no sentido de contribuir para a construção de um aprendizado de conteúdos sobre Energia Nuclear voltado para a Educação de Jovens e Adultos numa escola de educação básica, bem como verificar como a utilização desta temática poderá atuar no processo de ensino/aprendizagem.

Fui alertado de que, da pesquisa a se realizar, posso esperar alguns benefícios, tais como: despertar nos estudantes a indiscrição sobre a importância de conhecer sobre a temática Energia Nuclear, permitir uma nova percepção sobre o funcionamento e aplicações desta energia no mundo, além de proporcionar ao aluno uma visão diferente da disciplina de Física.

Recebi os esclarecimentos necessários sobre os possíveis desconfortos decorrentes da atividade, levando-se em conta a entrevista e a pesquisa-ação, em que muitos poderão mostrar indisposição e/ou não permanecer até finalização da pesquisa. Assim, surgindo alguma pergunta que me leve a sentir desconforto e constrangimento, sou livre para, a qualquer momento, recusar-me a responder às perguntas que considero que possam ocasionar constrangimento de qualquer natureza.

Estou ciente de que minha privacidade será respeitada, ou seja, meu nome ou qualquer outro dado ou elemento que possa, de qualquer forma, me identificar, será mantido em sigilo. Também fui informado de que posso me recusar a participar do estudo, ou retirar meu consentimento a qualquer momento, sem precisar justificar, e, se desejar sair da pesquisa, não sofrerei qualquer prejuízo à assistência que venho recebendo.

É assegurada a assistência durante toda pesquisa, bem como me é garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante e depois da minha participação.

Enfim, tendo sido orientado (a) quanto ao teor aqui mencionado e compreendido a natureza e objetivo do já referido estudo, manifesto meu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente de que não há nenhum valor econômico, a receber ou a pagar, por minha participação. De igual maneira, caso ocorra algum dano decorrente da minha participação no estudo, serei devidamente indenizado, conforme determina a lei.

Título da Pesquisa: Noções de Energia Nuclear para a Educação de Jovens e Adultos: contribuições para a cidadania.

Responsável pela Pesquisa: A pesquisa será desenvolvida por José Marreiros de Souza Neto sob a orientação de Maria Consuelo Alves Lima. A apresentação do termo de consentimento será realizada por José Marreiros de Souza Neto.

Justificativa e Objetivos da Pesquisa: Embasado nos pressupostos CTS, discutiremos com os alunos da Educação de Jovens e Adultos sobre noções de Energia Nuclear propondo uma (re)construção de uma visão de mundo menos fragmentada e mais articulada com diferentes saberes para compreensão de situações do cotidiano dos alunos, abordando sobre funcionalidade, vantagens e desvantagens de seu uso e suas consequências para o ser humano de modo a proporcionar uma formação inicial básica para construção de um pensamento crítico sobre o tema. Analisar a

apropriação do conhecimento sobre a temática Energia Nuclear por alunos da EJA, a partir da aplicação de uma sequência didática sobre a temática.

Procedimentos e Métodos: Os sujeitos participantes da pesquisa serão os alunos do Centro Educacional São José Operário. Os estudantes responderão questionários e poderão ser entrevistados. Os questionários e as entrevistas, se houver, poderão ser utilizados/as somente pelo pesquisador responsável (José Marreiros de Souza Neto) e a pela sua orientadora (Maria Consuelo Alves Lima). Os dados de pesquisa poderão ser divulgados em eventos de divulgação científica e artigos de pesquisa, porém, os nomes dos sujeitos participantes não serão divulgados.

Resultados e Benefícios Esperados: Espera-se que os participantes envolvidos despertem interesse para a aprendizagem sobre conhecimentos relacionados à Energia Nuclear, suas aplicações e funcionamentos, assim como discutir sobre seus benefícios e malefícios para a sociedade e em termos da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), o uso desta sequência como metodologia de ensino, e que os estudantes possam adquirir novos conhecimentos aliadas à disciplina de Física.

Participação na Pesquisa: A participação é voluntária, sendo que os sujeitos de pesquisa podem desistir da participação a qualquer momento e, ao confirmarem a participação, eles receberão uma via deste Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.

Dados e Contatos do Pesquisador Responsável:

José Marreiros de Souza Neto (jose_marreiros65@hotmail.com) pós-graduando do Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPECEM) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), graduado em Física pela Universidade Estadual do Maranhão (2013) e tem experiência docente na Educação Básica no ensino privado.

Endereço para correspondência: Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia, Universidade Federal do Maranhão, Av. dos Portugueses s/n, Campus Bacanga, São Luís – Maranhão. CEP 65085-580. Fone: (98) 3272- 9294; (98) 98708-5467.

Dados e Contatos do Comitê de Ética em Pesquisa:

Avenida dos Portugueses Nº 1966, Campus Universitário do Bacanga, Prédio do CEB Velho, PPPG, Bloco C Sala 07 – São Luís/MA; Telefone: 3272-8708; e-mail: cepufma@ufma.br.

Pesquisador Responsável

Voluntário (a) Participante da Pesquisa

José Marreiros de Souza Neto

Nome

Assinatura

Nome

Assinatura

São Luís, ____/____/ 20__

São Luís, ____/____/ 20__

() Permito a divulgação da minha imagem nos resultados publicados da pesquisa;

() Não permito a publicação da minha imagem nos resultados publicados da pesquisa.

APÊNDICE B - Questionário I aplicado aos alunos no 1º Encontro

(1º) Qual sua idade?

(2º) Você por algum momento teve que interromper os estudos? Quais foram às dificuldades que você enfrentou nesta época?

(3º) O que te motivou a voltar a estudar? Justifique.

(4º) você já havia escutado sobre a temática Energia Nuclear? Justifique sua resposta.

() Sim () Não

(5º) Você já teve acesso a alguma informação sobre Energia Nuclear através dos meios de comunicação, como: televisão, internet, revistas entre outros?

() Sim () Não Caso a resposta anterior seja sim, qual o meio de comunicação?

(6º) Sobre os acidentes nucleares já teve conhecimento sobre o assunto? Se sim, justifique sua resposta, citando exemplo.

(7º) Já ouviu falar sobre o lixo atômico, para que serve e o que pode trazer para a saúde humana?

(8º) Conhece ou já ouviu falar em algum material radioativo? Se sim, cite e justifique sua resposta.

APÊNDICE C - Questionário II

QUESTÕES REFERENTES À CHERNOBIL (GRUPO 1)

- (1º) Que tipo de material radioativo foi liberado pelo acidente?
- (2º) Que perigo representa estes materiais radioativos?
- (3º) Como estes materiais foram liberados?
- (4º) Quanto tempo dura a contaminação no ambiente?
- (5º) Quais foram às consequências desta tragédia para as pessoas e o meio ambiente?
- (6º) O que ocorre com o ser humano atingido pela radiação num vazamento de uma Usina Nuclear?

QUESTÕES REFERENTES À ACIDENTE EM GOIÂNIA (GRUPO 2)

- (1º) Que tipo de material radioativo foi liberado pelo acidente em Goiânia?
- (2º) Que perigo representa este material radioativo?
- (3º) Como estes materiais foram liberados?
- (4º) Quanto tempo dura a contaminação no ambiente?
- (5º) Quais foram às consequências desta tragédia para as pessoas e o meio ambiente?
- (6º) O que ocorre com o ser humano atingido pela radiação, seja de uma explosão de bomba nuclear ou de um vazamento de uma Usina Nuclear?
- (7º) Quais os aparelhos médicos que você conhece que utilizam radiação para exames?
- (8º) É necessário tomar algumas precauções quando vamos fazer exames médicos utilizando estes tais aparelhos? Quais?

QUESTÕES REFERENTES À HIROSHIMA (GRUPO 3)

- (1º) Quais os motivos que levaram à construção deste artefato?
- (2º) Por que esse confronto aconteceu? Qual momento histórico ela foi desenvolvida?
- (3º) Quais países foram responsáveis pela construção da Bomba atômica?
- (4º) Que tipo de material radioativo foi utilizado?
- (5º) Que perigo representa estes materiais radioativos?
- (6º) Como estes materiais foram liberados?

(7º) Quanto tempo dura a contaminação no ambiente?

(8º) Quais foram às consequências desta tragédia para as pessoas e o meio ambiente na região atingida?

(9º) O que ocorre com o ser humano atingido pela radiação de uma explosão de bomba nuclear?

QUESTÕES REFERENTES À NAGASAKI (GRUPO 4)

(1º) Quais os motivos que levaram à construção deste artefato?

(2º) Por que esse confronto aconteceu? Qual momento histórico ela foi desenvolvida?

(3º) Quais países foram responsáveis pela construção da Bomba atômica?

(4º) Que tipo de material radioativo foi utilizado?

(5º) Que perigo representa estes materiais radioativos?

(6º) Como estes materiais foram liberados?

(7º) Quanto tempo dura a contaminação no ambiente?

(8º) Quais foram às consequências desta tragédia para as pessoas e o meio ambiente na região atingida?

(9º) O que ocorre com o ser humano atingido pela radiação de uma explosão de bomba nuclear?

QUESTÕES REFERENTES À ATOL DE BIKINI (GRUPO 5)

(1º) Que tipo de material radioativo foi utilizado?

(2º) Qual o foi objetivo deste lançamento?

(3º) Que perigo representa este material radioativo?

(4º) Como estes materiais foram liberados?

(5º) Quanto tempo dura a contaminação no ambiente?

(6º) Quais foram às consequências desta tragédia para as pessoas e o meio ambiente neste local?

(7º) O que aconteceram com as pessoas que moravam lá antes do lançamento?

(8º) O que ocorre com o ser humano atingido pela radiação numa explosão de bomba nuclear?

APÊNDICE D – Questionário III

Idade:

(1º) Em suas palavras, o que é Energia Nuclear?

(2) Quais as vantagens e desvantagens do uso da Energia Nuclear?

(3º) Sabendo as vantagens e desvantagens do uso da Energia Nuclear, no Brasil, não seria melhor pensarmos numa outra alternativa? Justifique sua resposta, respaldando entre os tipos de energia que você conhece.

(4º) De acordo com os acidentes nucleares que já aconteceram no Brasil e no mundo, quais consequências estas tragédias têm para a vida humana, plantas, animais, rios e lagos?

(5º) Quais os riscos que o lixo atômico pode trazer na saúde humana?

(6º) Além do uso para fins pacíficos, o urânio pode também ser utilizado na produção de outros meios? Cite e justifique sua resposta.

(7º) Se a energia nuclear foi criada pelo conhecimento do homem, podemos dizer que a ciência é boa ou ruim? Justifique sua resposta citando exemplos.

APÊNDICE E – Material utilizado na Unidade de Ensino

Os Artigos da unidade de ensino

Entre o material de apoio que compõe a unidade de ensino estão seis artigos de periódicos que apresentam abordagem clara e de fácil compreensão para os discentes: Goiânia é azul - o acidente com o cézio 137 (CHAVES, 2017); Acidente radioativo de Goiânia Césio 137 (PESSOA, 2017); Césio 137, um drama recontado (VIEIRA, 2013); Chernobyl, a catástrofe (SUGUIMOTO; CASTILHO, 2014); “Filhos da bomba”, memória e história entre os relatos de sobreviventes de Hiroshima e Nagasaki e “Campanha pela Proibição das Bombas Atômicas” no Brasil (1950) (RIBEIRO, 2009); e A Catástrofe de Chernobyl vinte anos depois (DUPUY, 2007). Na secção Vídeos curtos e documentários, discriminada adiante, abordamos também contrapontos, na perspectiva dos benefícios da energia nuclear e sua utilização na sociedade, discutindo no viés político, econômico e social, como sobre as usinas nucleares de Angra dos Reis.

Livro e Apostila

Utilizamos fragmentos do livro “Vozes de Tchernobil: a história oral do desastre nuclear”¹ (ALEKSIEVITCH, 2016). O livro é constituído por narrativas de testemunhas da tragédia de Chernobil como moradores, liquidadores², soldados, bombeiros, médicos, cientistas e a própria autora do livro, que tentam expressar o que viram e viveram.

A usina nuclear de Chernobil, construída pela antiga União Soviética na década de 1970, está situada na Ucrânia, próxima à cidade de Pripyat, e próximo a Belarus, um pequeno país com 10 milhões de habitante na época. De acordo com Aleksievitch (2016), quando as explosões dos reatores da usina nuclear de Chernobil lançaram radionuclídeos na atmosfera, 70% deles atingiram o território de Belarus, 4,8% a Ucrânia e apenas 0,5% a Rússia. No acidente, ocorrido

¹ Originalmente publicado em 2013.

² São homens, mulheres, civis, militares e voluntários responsáveis em amenizar as consequências do desastre, seja apagando os incêndios, na construção do sarcófago, exterminando qualquer tipo de animais que se encontravam na cidade, e enterravam objetos que havia maior concentração radioativo. Tragédia ocorrida em 26 de abril de 1986 em Chernobil.

no dia 26 de abril de 1986, à 1h2min58, uma série de explosões destruiu o reator e o prédio do quarto bloco da Central Elétrica Atômica (CEA) de Chernóbil, situada bem próximo à fronteira da Belarús. A catástrofe de Chernóbil se converteu no mais grave desastre tecnológico do século XX. (ALEKSIEVITCH, 2016, p. 9)

Os relatos do livro foram obtidos pela própria escritora - premiada com o prêmio Nobel de literatura em 2015 -, que também é jornalista. A ucraniana Svetlana Aleksievitch, se utilizou de entrevistas para falar sobre o mundo de Chernobil depois de 20 anos da dramática tragédia, que hoje “é um enigma que ainda tentamos decifrar. Um signo que não sabemos ler [...] um desafio para o tempo” (ALEKSIEVITCH, 2016, p. 41).

Para a unidade de ensino foram utilizados fragmentos do livro de Aleksievitch (2016) com os tópicos: Entrevista da autora consigo mesma sobre a história omitida e sobre porque Chernobil desafia a nossa visão de mundo (p. 39-51), um monólogo em que a autora fala sobre suas experiências e reflexões sobre a tragédia; Monólogo sobre toda uma vida escrita nas portas (p. 65-68); Coro de soldado (p. 101-122); Monólogo sobre a paisagem lunar (p. 129-131); Monólogo de uma testemunha que sentiu dor de dente ao ver cristo cair e gritar de dor (p. 131 -138); Monólogo sobre como uma coisa completamente desconhecida vai se introduzindo dentro de você (p. 172-180).

Outros dois textos foram utilizados na unidade de ensino: Apostila Educativa Energia Nuclear (CARDOSO et al., 2016) e Energia Nuclear e suas aplicações (CARDOSO et al, 2012), ambas produzidas pela Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), que é a agência do governo brasileiro responsável por orientar, planejar, supervisionar e controlar o programa nuclear do Brasil. A agência foi criada em 10 de outubro de 1956 e está sob a direção do Ministério da Ciência e Tecnologia.

Vídeos de curta duração e documentários

Nas discussões com os discentes sobre a temática Energia Nuclear, relativas a questões de catástrofes nucleares de grandes repercussões aos benefícios que esta energia pode proporcionar, assim como implicações de seu uso no âmbito social, econômico, político e da ciência, 12 vídeos documentários, listados a seguir, foram objetos de estudo na UE

- 1- Vídeo educativo sobre energia Nuclear limpa e segura – nuclear – o vídeo tem duração de 3 minutos e 25 segundos, usa um desenho animado para mostrar como funciona uma Usina Nuclear, dando ênfase a geração de energia elétrica e o benefício que ela oferece para as pessoas. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=gDVohZ_HTE0>. Acesso em 14 de julho de 2018.

- 2- Energia nuclear: vídeo curto de 2 minutos – mostra o funcionamento de uma Usina Nuclear, desde a extração do urânio até a geração de energia que ela proporciona. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=OzxiQdmTD58>>. Acesso em 12 de julho de 2018.
- 3- Documentário Chernobil - postada no *Youtube*, o vídeo foi produzido pelo programa Fantástico da rede Globo tem duração de 28 minutos e 7 segundos, retrata a história do acidente de Chernobil, em 1986, e de seus moradores e consequências da radiação na vida dos moradores. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=I1xuFinBl-k>>. Acesso em 12 de julho de 2018.
- 4- Bomba Atômica Atol de Bequine - é um vídeo tem duração de 1 minuto e 58 segundos. Conta a história da Ilha Marshall, conhecida como Atol de Bequine, e os testes que aconteceram na ilha. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=VME4F3wC2VA>>. Acesso em 16 de julho de 2018.
- 5- Bombas em Hiroshima e Nagasaki revela novas histórias da tragédia nas duas cidades japonesas: Vídeo produzido pelo programa Fantástico da rede Globo tem duração de 9 minutos e 6 segundos, e postada no Youtube, mostra como foi o lançamento das duas bombas na cidade de Hiroshima e Nagasaki, no Japão, em 1945, e as consequências das bombas na vida dos sobreviventes. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=ru6MINdAsY&t=314s&pbjreload=10>>. Acesso em 16 de julho de 2018.
- 6- Césio 137 – 30 anos - é um documentário que mostra histórias e relatos de testemunhas do caso ocorrido em Goiânia. Vídeo exibido em 2017, pelo programa Fantástico da rede Globo, tem duração de 14 minutos e 42 segundos, postada no Youtube. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=VUHLS1WL6FM&t=7s>>. Acesso em 17 de julho de 2018.
- 7- História das usinas de angra 1, 2 e 3 vinda desde o regime militar - exibido pelo programa Fantástico (2019). O vídeo mostra como surgiram as Usinas no município de Angra dos Reis, e quais foram suas implicações no Brasil. O documentário tem duração de 7 minutos e 4 segundos. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=x7tavmmTTdg>> Acesso em 18 de julho de 2018. Acesso em 19 de julho de 2018.
- 8- Para onde vai o lixo das Usinas Nucleares do Brasil? – produzido em 2013, o vídeo trata de como são armazenados os materiais radioativos que não são mais utilizados nas usinas, e

como deve ser o tratamento com este tipo de material. O documentário tem duração de 1 minuto e 6 segundos. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=IRigkABfAs8>>. Acesso em 23 de julho de 2018.

- 9- Energia Nuclear, vantagens e desvantagens - produzido em 2012, o vídeo aborda pontos positivos e negativos do uso da energia nuclear e quais suas implicações na vida dos seres humanos e do meio ambiente. O vídeo tem duração, de 2 minutos e 25 segundos. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=PRBXijlxqUg>>. Acesso em 20 de julho de 2018.
- 10- Alimentos radioativos podem te matar? – produzido em 2016, o vídeo mostra como uma fonte radioativa pode contribuir para a preservação dos alimentos, possibilitando um maior tempo de conservação do alimento. A Produção foi feita pelo Canal Pincelada no *Youtube* (ALIMENTOS, 2016). O vídeo tem duração, de 4 minutos e 53 segundos. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=4z4IRwpboXg>> Acesso em 20 de julho de 2018.
- 11- Radioatividade na Medicina – uma produção de 2014, o vídeo tem duração 3 minutos e 31 segundos, e enumera vários tipos de equipamentos hospitalares que utilizam o material radioativo em diversos tipos de tratamento, como a quimioterapia e a radioterapia. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=CBA60KUjOAA>>. Acesso em 23 de julho de 2018.
- 12- Mergulhando no Atol de Biquíni - De volta a Bikini (2008) - Lawrence 20 Anos - o vídeo tem duração de 2 minutos e 56 segundos, mostra como se encontra a ilha vinte anos após os testes nucleares realizados na ilha. Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=avnkWuGPSn4>> acesso em 20 de julho de 2018.

APÊNDICE E – Descrição dos encontros durante a aplicação da Unidade de Ensino

1º Encontro: 02 aulas

No primeiro momento, o projeto a ser realizado em sala de aula foi apresentado aos alunos, esclarecendo as etapas que seriam trabalhadas em sala e foi dado a cada aluno duas vias do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A) que elaboramos para serem lidos em casa e devolvidos assinados no encontro seguinte. No segundo momento, aplicamos um questionário, Questionário I (Apêndice B), contendo questões socioeconômicas e questões em que os alunos pudessem mostrar, ao respondê-las, seus conhecimentos prévios sobre a temática.

2º Encontro: 01 aula

Neste encontro, o professor-pesquisador discutiu sobre as respostas dadas pelos alunos ao Questionário I (respondidas no Encontro I) e, para conhecer um pouco mais sobre os alunos, deu espaço para que falassem sobre suas experiências, motivações para estudar, se interromperam os estudos, suas profissões, o que pretendiam fazer quando finalizassem os estudos. Depois da roda de conversas (Anexo A – Figura 4), foi pedido que os alunos pesquisassem em casa ou em locais que possibilitassem a pesquisa, a respeito de acidentes e tragédias nucleares ocorridos: (1) em Tchernobil, Ucrânia em 1986 (VILELA, 2015); (2) em Hiroshima e (3) em Nagasaki (VILELA, 2015), lançamento das bombas atômicas sobre o Japão, em 1945 (VILELA, 2015); (4) no Atol de Bikine – uma ilha oceânica, localizada no Oceano Pacífico -, na qual foram realizadas explosões atômicas experimentais em 1946 (VILELA, 2015); (5) Césio-137 em Goiânia (SOUZA CRUZ, 1987). A posteriori, os discentes foram divididos em cinco grupos, pois Hiroshima e Nagasaki, apesar de serem cidades do Japão e por estarem ligadas pela mesma causa, alguns pontos são diferentes, por exemplo, as bombas que atingiram as duas cidades não foram a mesma, *little boy* e *fat man*, respectivamente, foram usados materiais diferentes, além de os lançamentos terem sido em dias diferentes, 6 e 9 de agosto de 1945, respectivamente. Nesta primeira fase, para cada grupo da turma foi designado um assunto de estudo.

3º Encontro: 01 aula

As atividades começaram com uma roda de conversa, diálogos com os alunos sobre as catástrofes pesquisadas por cada grupo (Anexo A – Figura 5). Um grupo explicou, para os demais alunos, sobre a pesquisa que fizeram. A ordem de apresentação teve a sequência:

Chernobil, Goiânia, Hiroshima, Nagasaki e Atol de Bikini. Os discentes expressaram suas concepções sobre cada acidente. A participação era livre e todos os alunos poderiam participar. O papel do professor-pesquisador foi somente de instigar os alunos para o questionamento.

4º Encontro: 01 aula

Na quinta aula, foram feitas atividades com os alunos, referentes aos acidentes. Cada grupo respondeu um questionário proposto na ocasião, Questionário II (Apêndice B), obtendo informações para as respostas na pesquisa que fizeram em casa. A quantidade de questões por equipe, de acordo com a ordem predeterminada no segundo encontro foram sete, nove, dez, oito e dez, respectivamente. Existiam seis questões iguais para todas as equipes e as outras perguntas eram relativas a cada acidente ou tragédia, de modo que todas as equipes discutiram sobre o quê pesquisar e puderam compreender sobre o assunto. Para responder as questões, o pesquisador estimulou que os membros dos diferentes grupos conversassem entre si, para determinarem seus pontos de vistas e apresentassem uma de consenso, se possível. O pesquisador esteve nos grupos para tirar dúvidas sobre a atividade e para analisar a maneira como os alunos estavam se organizando para responder as questões. Um dos intuitos da atividade era possibilitar o debate e a interação dos discentes nos seus respectivos grupos e entre os diferentes grupos (Anexo A – Figura 3).

5º Encontro: 01 aula

Foi disponibilizado um mural na sala de aula onde os estudantes escreveram as novas palavras que conheceram e/ou não compreenderam no material pesquisado. A posteriori, as palavras que compreenderam foram explicadas por cada grupo e as palavras não compreendidas foram explicadas pelo professor-pesquisador com o uso de um *datashow*, mas não sendo concluída nessa aula.

6º Encontro: 01 aula

Nesse encontro, foi dado seguimento a atividade anterior em que foram apresentadas, pelo professor-pesquisador, as explicações sobre a significação das palavras não compreendidas pelos discentes, utilizando o *datashow* como instrumento de apoio. As explicações foram ilustradas com imagens e vídeos para facilitar a compreensão dos discentes. Após as explicações da significação dos termos, foi solicitado que os cinco grupos da sala utilizassem os materiais indicados na lista de referências bibliográfica (Anexo B) na

seguinte ordem: Atol de Bikini e Acidente em Goiânia utilizando vídeos, Hiroshima e Nagasaki jornais e artigos e, por fim, Chernobil utilizando fragmentos do livro “Vozes de Tchernobil, a historia oral do desastre nuclear” da escritora Aleksievitch (2016). Os materiais foram distribuídos em sala de aula, considerando que parte deles não se encontravam na *Internet*, para livre acesso.

7º e 8º Encontro: 02 aulas

Nesses encontros, totalizando 70 minutos, as equipes receberam os materiais correspondentes a sua temática definida na aula anterior. Trabalhando os materiais em sala, os grupos Atol de Bikini e Acidente em Goiânia foram para a sala de multimídia para assistir aos vídeos, sendo destinados dez minutos para cada equipe. As equipes Hiroshima e Nagasaki receberam artigos de jornais com seus respectivos assuntos. E a equipe que estudou o acidente de Chernobil recebeu cópias de fragmentos do livro “Vozes de Tchernobil, a história oral do desastre nuclear” da escritora Aleksievitch (2016). O professor-pesquisador pediu que os grupos fizessem uma roda para começar as leituras, sendo estabelecido quinze minutos para leituras em silêncio, anotando suas concepções, e dez minutos para as equipes fazerem discussões do que compreenderam sobre os textos. Os alunos utilizaram dois encontros para finalizarem a leitura em sala de aula.

9º Encontro: 02 aulas

Neste encontro, foram utilizados 70 minutos, duas aulas. Para a compreensão sobre alguns acidentes nucleares e de uso inadequado da energia nuclear, foram exibidos vídeos de curta duração na sala de multimídias envolvendo as tragédias em: Hiroshima e Nagasaki, com duração de 9 min e de 6 min (FANTÁSTICO, 2015); Atol de Bikini, duração de 1 min e 58 s (NATIONAL GEOGRAPHIC CHANNEL, 2010); Goiânia, com Césio 137, 8 min e 35 s (FANTÁSTICO, 2017); Chernobil (documentário Fantástico), duração de 28 min e 07 s (FANTÁSTICO, 2016). Após cada vídeo, abriu-se discussão com os alunos, para exporem suas concepções sobre os assuntos trazidos pelos vídeos. A discussão teve duração de 8 min, em média, para cada vídeo. As perguntas principais foram: Quais os pontos principais do vídeo? O que causou o acidente? Qual material radioativo foi utilizado? Quais as consequências para o meio ambiente, para a saúde e, em geral, para a sociedade? Os diálogos foram livres e qualquer aluno pôde contribuir com as discussões, se manifestando sobre o que aprendeu sobre o assunto em pauta.

10º Encontro: 02 aulas

No décimo encontro, utilizando dois horários, foram abordados os temas: usina nuclear; rejeitos atômicos; Angras I, II, III; e vantagens e desvantagens do uso da energia nuclear. Os Materiais utilizados foram vídeos de curta duração: Energia Nuclear, em 2 min, funcionamento de um reator (ELETRONUCLEAR TV, 2015); Vídeo educativo sobre energia limpa e segura nuclear, em 3 min e 25 s (VÍDEO EDUCATIVO, 2011); História das usinas de angra 1, 2 e 3 vinda desde o regime militar, em 7 min e 3 s (HISTÓRIA DAS, 2019); Energia Nuclear na medicina, em 3 min e 31 s (MEDICINA, 2014); Energia nuclear na alimentação: alimentos radioativos podem te matar? Em 4 min e 53 s (ALIMENTOS, 2016). Após as exibições se estabeleceu um debate no sentido de discutir as ideias expostas nos vídeos. O diálogo entre o professor-pesquisador e os alunos colocou os meios de produção de energia como possíveis contribuições para a sociedade. Feito um círculo em sala, foram discutidas a temática, trazendo como pontos principais: política, economia, vantagens, desvantagens e contribuições da física nuclear na sociedade. Tendo o professor-pesquisador como um participante ativo nas discussões, as falas dos alunos revelaram suas concepções a respeito da temática e como eles a relacionavam com suas vivências.

11º Encontro: 01 aula

Nesse encontro, as equipes receberam o Questionário III (Apêndice D), com perguntas referentes aos assuntos discutidos e estudados em sala. Todos os integrantes das equipes responderam às perguntas individualmente numa folha de papel e, em seguida, discutiram suas respostas com o seu grupo. O professor-pesquisador esteve presente em cada equipe para mediar às discussões. No final da aula, cada grupo de alunos entregou, por escrito, as respostas do grupo.

12º Encontro: 04 aulas

Nessas quatro aulas, foram propostos aos alunos a elaboração de uma produção em que eles deveriam mostrar o conhecimento que obtiveram sobre energia nuclear, a partir dos trabalhos que foram desenvolvidos em sala de aula. O tipo de produção ficou a critério dos discentes, podendo ser em forma de poesia, poema, vídeos, telejornais, desenhos, jogos, entre outras formas. E cada grupo se envolveu para realizar uma produção (Anexo C, D e E)

13º Encontro: 02 aulas

No penúltimo encontro, com dois horários, 70 minutos, foram apresentadas as produções de cada grupo para todos os alunos da sala. As apresentações das produções foram fotografadas e gravadas em vídeos pelo pesquisador (Anexos A).

Encontro de Encerramento: 02 aulas

No último encontro, utilizamos 70 minutos. Essas duas aulas não foram contabilizados para a unidade de ensino, por terem sido utilizadas para possibilitar um encerramento com participação de todos, como um momento de entretenimento cultural entre os alunos. A ideia, proposta pelo professor de Física da turma, foi aceita pelo professor-pesquisador, que organizou uma programação (Anexo E) para realização de uma gincana, oportunizando aos discentes experimentar suas próprias criações. Aceita a. Concluídas as tarefas da gincana, o professor-pesquisador agradeceu a escola e a todos envolvidos pela oportunidade que teve de aplicar a unidade de ensino.

ANEXOS

ANEXO A – Fotos da escola e de atividades sendo realizadas na escola

Figura 1 - Frente da escola Centro *E*ducacional *S*ão *J*osé *O*perário (*CESJO*)



Foto: Google maps

Figura 2 - Fotos dos alunos da EJA no dia da apresentação do projeto e do Questionário I.



Fonte: Arquivo do Autor.

Figura 3 – Conversa em sala sobre as perguntas do questionário I.



Fonte: Arquivo do Autor

Figura 4 - Fotos dos alunos da EJA nas rodas de conversas.



Fonte: Arquivo do Autor.

Figura 5 – Discussões sobre os vídeos assistidos em sala.



Fonte: Arquivo do Autor.

Figura 6 - Fotos dos alunos nas discussões em grupo.



Fonte: Arquivo do Autor.

Figura 7 – Os grupos respondendo o questionário II.



Fonte: Arquivo do Autor.

Figura 8 - Fotos de painel construído pelos alunos na gincana radioativa.



Fonte: Arquivo do Autor.

Figura 9 - Fotos dos alunos da EJA na gincana radioativa.



Fonte: Arquivo do Autor.

ANEXO B: Bibliografia de apoio usado na Unidade de Ensino (UE)

AIKENHEAD, G.S. High-school graduates beliefs about science-technology-society: The characteristics and limitations of scientific knowledge. **Science Education**, v.71, n.2, p.459- 87, 1987.

ALEKSIÉVITCH, S. Vozes de Tchernóbil. 1º ed. – São Paulo: Companhia das Letras, 2016.

CHAVES, E. G. Goiânia é azul: o acidente com o cézio 137. **Revista UFG**, Goiás, 9 (1). 2017. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/revistaufg/article/view/48158>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

DUPUY, J. P. Catástrofe de Chernobyl vinte anos depois. **Estudos avançados**, São Paulo, v. 21, n. 59, p. 243-252. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v21n59/a18v2159.pdf>>. Acesso em: 18 ago. 2018.

PESSOA, A. E. F. et.al. Acidente Radioativo de Goiânia Césio-137. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano 2, v. 13. p. 434-440, 2017. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/saude/acidente-radioativo-de-goiania-cesio>> Acesso em: 18 jul. 2018.

RIBEIRO, J. Os “filhos da bomba”: memória e história entre os relatos de sobreviventes de Hiroshima e Nagasaki e a “Campanha pela Proibição das Bombas Atômicas” no Brasil (1950). **Revista outros tempos**, v. 6, n. 7, p.147-167. Dossiê História e Memória, julho, 2009. Disponível em: <https://www.outrostempos.uema.br/OJS/index.php/outros_tempos_uema/article/view/192/132>. Acesso em: 17 jul. 2018.

SUGUIMOTO, D. Y. L; CASTILHO, M. A de, Chernobyl – a catástrofe. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Três Corações, v. 12, n. 2, p. 316-322, ago./dez. 2014. Disponível em: <http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/view/1506/pdf_209>. Acesso em: 17 jul. 2018.

VIEIRA, S. A. Césio-137, um drama recontado. **Estudos avançados**. São Paulo, v. 27, n. 77, 2013. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142013000100017. Acesso em: 19 jul. 2018.

ELETRONUCLEAR TV. Energia nuclear. O vídeo curto (2 min). 2015. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=OzxiQdmTD58>>. Acesso em: 12 jul. 2018.

FANTÁSTICO (2015). Hiroshima e Nagasaki. Produção: (*Fantástico*). O vídeo de curta duração (9 min e 6 s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=ru6MIN-dAsY&t=314s&pbjreload=10>>. Acesso em: 16 jul. 2018.

FANTÁSTICO (2016). Chernobil. Produção: (*Fantástico*). O vídeo de curta duração (28 min 7 s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=I1xuFinBl-k>>. Acesso em: 12 jul. 2018.

FANTÁSTICO (2017). Césio 137 – 30 anos. Produção: (*Fantástico*). Vídeo de curta duração (14 min 42 s), Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=VUHLS1WL6FM&t=7s>>. Acesso em: 17 jul. 2018.

HISTÓRIA DAS usinas de angra 1, 2 e 3 vinda desde o regime militar. Produção: Fantástico, 2019. Vídeo de curta duração (7 min e 4 s). Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=x7tavmmTTdg>>. Acesso em: 18 jul. 2018.

LAWRENCE, 20 Anos - De volta a Bikini (2008). Produção: (*Youtube*). O vídeo de curta duração (2 min e 56 s). Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=avnkWuGPSn4>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

LELAPALMA. Energia Nuclear: vantagens e desvantagens (2012). Produção: (*Youtube*). Vídeo de curta duração (2min e 25 s). Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=PRBXijlxqUg>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

MEDICINA (2014). Energia Nuclear. Vídeo de curta duração (3 min e 31 s). Produção: (*Youtube*). Disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=CBA60KUjOAA>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

NATIONAL GEOGRAPHIC CHANNEL. Bomba atômica Atol de Bikini. 2010. Produção: (*Youtube*). Vídeo de curta duração (1 min e 58 s). Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=VME4F3wC2VA>>. Acesso em: 16 jul. 2018.

VÍDEO EDUCATIVO sobre Energia Nuclear limpa e segura (2011). Produção: (*Youtube*). Vídeo de curta duração (3 min e 25 s). Disponível em:

<https://www.youtube.com/watch?v=gDVohZ_HTE0>. Acesso em: 14 jul. 2018.

ALIMENTOS radioativos podem te matar? (2016). Produção: (*Youtube*). Vídeo de curta duração (4 min e 53 s). Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=4z4IRwpboXg>>. Acesso em: 20 jul. 2018.

TV SÃO LUIS (2013). Para onde vai o lixo das Usinas Nucleares do Brasil? (2013).

Produção: (*Youtube*). Vídeo de curta duração (1min e 06 s). Disponível em:

<<https://www.youtube.com/watch?v=IRigkABfAs8>>. Acesso em: 23 jul. 2018.

CARDOSO, E M. **Aplicações da Energia Nuclear – Apostila Educativa**. 3ª ed. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Rio de Janeiro. 2012, p. 4. Disponível em:

<<http://www.cnem.gov.br/ensino/apostilas/aplica.pdf>>. Acessado em: 10 maio 2018.

CARDOSO, E M; LIMA, J. M de; ALVES, I. P; SILVA, P. P. L. S; BRAS, C; PESTANA, S. **Apostila Educativa**. 3ª ed. Comissão Nacional de Energia Nuclear. Rio de Janeiro. 2016, p. 4. Disponível em: <<http://www.cnem.gov.br/ensino/apostilas/aplica.pdf>>. Acessado em: 10 maio 2018.

ANEXO C – Um poema elaborado pela a equipe Hiroshima

A Grande Superação de Hiroshima

Hiroshima quando explode,
Esparrama a radiação pelo chão,
Infelizmente,
Morreu o pai,
A mãe,
E o irmão.
Hiroshima quando explode,
Deixa muita dor no coração,
Além de deixar o câncer,
Na população,
Criança nascendo,
Com deformação,
Depois de muito tempo,
Veio a grande superação.
Na hora da explosão,
O relógio parou às 8h15min em ponto,
Como se o tempo não parasse,
De repente,
Veio tanta destruição,
Mas com a ajuda de Deus,
Veio a grande superação.

ANEXO D – Atividade elaborada pela equipe Nagasaki.

Figura 10 – Caça-palavras

Nagasaki

As palavras deste caça palavras estão escondidas na horizontal, vertical e diagonal, com palavras ao contrário.

L	B	U	R	A	C	R	R	S	N	E	A	T	B	E	E	I	A	S	H	O	J
D	C	A	S	H	Ç	E	N	N	A	N	R	K	U	U	Y	T	W	G	A	P	O
R	X	D	L	P	C	A	A	B	V	T	R	T	Y	A	E	A	D	L	D	L	T
N	A	L	D	N	O	I	M	W	S	N	E	A	E	E	G	U	R	A	R	L	U
E	G	D	Â	E	S	O	A	U	T	E	U	5	D	O	F	I	D	T	T	A	A
R	P	C	E	H	B	O	E	D	F	E	G	4	E	I	S	O	S	C	W	M	H
A	S	F	Q	H	R	Q	K	W	H	E	S	9	O	R	A	Ã	I	L	V	O	E
L	T	O	Ã	Ç	I	U	R	T	S	E	D	1	A	R	R	Ç	M	A	R	I	D
A	T	M	U	T	I	L	A	Ç	Ã	O	R	O	F	U	U	A	Ã	B	T	W	N
P	O	Ã	Ç	A	N	I	M	A	T	N	O	C	L	E	D	T	N	O	I	T	E
E	E	E	R	O	N	E	E	R	G	I	T	N	D	E	A	U	C	E	D	T	A
C	S	D	N	P	T	R	R	T	T	E	O	W	T	L	M	M	T	M	R	N	U
R	R	C	L	R	E	R	C	L	E	F	N	N	A	D	I	U	E	O	P	A	E
P	D	T	D	A	T	N	N	E	I	A	C	I	M	P	E	E	G	E	E	E	M
A	C	N	H	E	O	U	H	M	O	R	T	E	S	H	U	R	T	O	C	E	D
W	H	R	M	E	S	P	F	Y	L	F	R	E	O	M	Q	D	A	H	C	T	S

1945	COGUMELO	DEFUM	CÂNCER	MORTES	QUEIMADURAS
BOMBA	AÇA	DESTRUIÇÃO	MUTAÇÃO	RADIAÇÃO	
	CONTAMINAÇÃO	GUERRA	MUTILAÇÃO		

Fonte: Elaborado pelos alunos da EJA, 2019.

ANEXO E – Gincana Radioativa

Objetivo: Consiste na fixação da aprendizagem de uma forma mais descontraída e divertida, na qual serão apresentados os assuntos abordados do projeto “**Energia Nuclear**” de forma diferenciada, através de brincadeiras interativas e jogos!

Atividades (tarefas):

1º etapa - Jogo da memória (10 pontos)

2º etapa - Caça palavras (20 pontos)

3º etapa – Quiz (Perguntas e Respostas) (15 pontos)

4º etapa - Desenho que simbolize o referente tema. (20 pontos)

Descrição de cada tarefa:

1º etapa - Jogo da memória: cada equipe escolherá um componente para participar deste jogo. O jogo é simples, quem tiver mais peças no final da partida vence, e receberá a pontuação correspondente de acordo com a sua colocação. Para esta tarefa terá uma pontuação de 10 pontos.

2º etapa – Caça palavras: cada equipe escolherá um componente para participar deste jogo. Cada representante receberá uma folha contendo uma lista de 12 palavras que deverão ser encontradas no quadrado formado por letras, quem encontrar todas as palavras mais rápidas, vence a tarefa. Para esta tarefa terá uma pontuação de 20 pontos.

3º etapa – Quiz (Perguntas e Respostas): cada equipe escolherá um componente para participar deste jogo. O representante terá que percorrer os cinco caminhos (de acordo com a cor de cada equipe que estará no chão da sala), mas para percorrer, é necessário que responda corretamente a pergunta, a cada acerto, ele passa uma casa, até ele conseguir passar por todos e chegar ao final. Ganha a pontuação máxima quem chegar primeiro ao fim. Para esta tarefa terá uma pontuação de 15 pontos.

Obs: a pergunta é sobre o assunto de cada equipe.

4º etapa – Desenho que simbolize o referente tema da equipe: Todos os componentes de cada equipe irão participar desta tarefa. A tarefa consiste em elaborar um desenho que represente o tema de sua equipe e explica o porquê escolheram como simbologia. Vence quem o professor achar que convenceu no desenho quanto na explicação. Para esta tarefa terá uma pontuação de 20 pontos.

Observação: Cada atividade realizada de forma correta pela a equipe receberá a pontuação equivalente e as demais equipes ganharão pontuações equivalentes de forma decrescente de acordo com sua colocação, por exemplo, o primeiro colocado no jogo da memória receberá o

valor completo, 10 pontos. Já o segundo receberá 8, o terceiro 6, o quarto 4, e o quinto 2 pontos. E assim sucessivamente. Estes valores fracionados podem ser observados na tabela do **Quadro I**.

Premiação: O prêmio será uma forma de simbolizar o conhecimento aprendido pelos alunos. Vence a equipe que tiver mais pontos na contagem final.

Caixa de bombom para cada aluno do grupo.

Quadro I

Etapas	Jogos	1º colocado	2º colocado	3º colocado	4º colocado	5º colocado
1º	Jogo da memória	10	8	6	4	2
2º	Caça palavras	20	15	10	5	1
3º	Quiz: perguntas e respostas	30	25	20	15	10
4º	Simbologia	20	15	10	5	1

Tabela- Valores fracionados dos pontos de cada etapa