



PHELIPE JÚNIOR DE GÓIS

**DILEMAS ÉTICOS ENVOLVENDO A PRODUÇÃO DE
ARMAS NUCLEARES EM UM JOGO DIDÁTICO**

**LAVRAS – MG
2022**

PHELIPE JÚNIOR DE GÓIS

**DILEMAS ÉTICOS ENVOLVENDO A PRODUÇÃO DE ARMAS NUCLEARES
EM UM JOGO DIDÁTICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Educação Matemática para a obtenção do título de mestre.

Prof. Dr. Alexandre Bagdonas
Orientador

**LAVRAS – MG
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Góis, Phelipe.

Dilemas éticos envolvendo a produção de armas nucleares em
um jogo didático / Phelipe Júnior de Góis. - 2022.

194 p. : il.

Orientador(a): Alexandre Bagdonas.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de
Lavras, 2022.

Bibliografia.

1. História e Filosofia da Ciência. 2. Jogos Didáticos. 3. Ética
na Ciência. I. Bagdonas, Alexandre. II. Título.

PHELIPE JÚNIOR DE GÓIS

**DILEMAS ÉTICOS ENVOLVENDO A PRODUÇÃO DE ARMAS NUCLEARES
EM UM JOGO DIDÁTICO**

**ETHICAL DILEMMAS INVOLVING THE PRODUCTION OF NUCLEAR
WEAPONS IN A DIDACTIC GAME**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Educação Matemática para a obtenção do título de mestre.

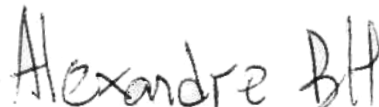
APROVADA em 25 de fevereiro de 2022.

Prof. Dr. Alexandre Bagdonas UFLA

Prof. Dr. Wilson Elmer Nascimento UFRN

Prof. Dr. Nei de Freitas Nunes Neto UFGD

Prof. Dr. Antônio Marcelo Martins Maciel UFLA



Prof. Dr. Alexandre Bagdonas
Orientador

**LAVRAS-MG
2022**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho para todas as pessoas que acreditam no potencial transformador da educação e para aqueles que lutam por uma melhoria da mesma e do ensino de ciência.

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, em especial à minha mãe, Maria do Rosário (in memoriam), por sempre ter me apoiado e não ter me deixado desistir nas horas mais difíceis.

À minha irmã, Lucianara Cristina, que abraçou minhas escolhas e me auxiliou em grande parte dessa trajetória. Agradeço, também, aos meus dois irmãos, que sempre me fizeram seguir em frente.

Aos amigos e professores da graduação do IFMG *campus* Bambuí, que sempre me incentivaram a buscar o conhecimento de maneira ímpar: Adalberto Menezes, Josimar Alves, Rodrigo Vaz, Prof. Fabrício Andrade, Profa. Luciana de Oliveira, entre outros.

Agradeço a todos os professores do DEX (Departamento de Ciências Exatas), dos quais tive a oportunidade de ser discente nesse programa de pós-graduação, em especial, ao amigo professor Dr. Antônio Marcelo Martins Maciel, o qual sempre esteve disposto em me auxiliar na trajetória do mestrado, tanto nas disciplinas quanto no exame de qualificação e na defesa deste trabalho, meu muito obrigado. A esses grandes mestres, nos quais irei, todos os dias que entrar em uma sala para lecionar, me espelhar e lembrar dos ensinamentos proporcionados.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), pela oportunidade de realizar este mestrado, por toda a assistência necessária e pelo embasamento técnico-científico que me proporcionou para ser alicerce na continuação de minha carreira acadêmica.

Aos colegas de estrada, Wanderson Leal e Samuel Antônio, pelo companheirismo e união durante as idas e vindas para a cidade de Lavras-MG. Sem vocês, o deslocamento ficaria muito mais complicado e talvez não seria viável a realização desse curso.

Agradeço, especialmente, a minha companheira de vida, Maria Luiza Bianchetti Furtado, por toda dedicação, ajuda e amor. Te agradeço também, pela companhia acadêmica, pelos conselhos acadêmicos, brigas e discussões envolvendo o método científico e pelas conversas envolvendo a academia. Obrigado por tudo, te amo! #QueVenhaODoutorado.

Ao meu grande amigo, professor e orientador Dr. Alexandre Bagdonas, por toda paciência, dedicação e carinho com a orientação e realização desta pesquisa. Sem você ela não seria possível. Muito obrigado por ceder suas aulas e me auxiliar na formação acadêmica, pelos debates e discussões advindos do processo de orientação e do grupo de estudos,

agradeço também pelo incentivo de sempre continuar a contribuir com o ensino de ciências. Obrigado por acreditar em mim!

Ao Dr. Vitor Fabrício pela parceria, disposição e auxílio na preparação da sequência didática e nos estudos voltados para filosofia moral, seu olhar contribuiu muito para o desenvolvimento dessa pesquisa.

Ao professor Dr. Nei Nunes Neto, da UFGD, pela paciência e por sempre estar disposto para auxiliar e ensinar sobre ética e QSC, além de compor a banca de qualificação e de defesa deste trabalho. Espero realizar novos trabalhos acadêmicos com você!

Por fim, gostaria de agradecer ao grupo de pesquisa "GESTHA" da UFLA pelos debates envolvendo temas do ensino de ciências. Obrigado Alexandre Dantas, Gabriel, Fernando, Samantha, Johnnie, entre outros. Em especial ao Renan e à Tamira Waki, por me ajudar no desenvolvimento e programação da versão Web do A.T.O.M.I.C, sou muito grato a vocês!

Agradeço a todos aqueles que não foram citados, mas que contribuíram, de alguma forma, para que este sonho se tornasse realidade e, como já dito antes, "esse foi apenas o primeiro passo".

Enfim, meu muito obrigado por tudo!

“O destino da humanidade é inteiramente dependente de seu desenvolvimento moral.”

(Albert Einstein)

RESUMO

Esta pesquisa envolveu a produção de um jogo didático que articulou estudos sobre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) e História e Filosofia da Ciência (HFC). Esse jogo abordou a história da Física Nuclear, no período da Segunda Guerra Mundial, com foco em questões éticas vivenciadas pelos cientistas envolvidos nos acontecimentos do processo de criação de armas nucleares. Os dilemas éticos vivenciados pelos cientistas foram propostos para os estudantes, ação que pode contribuir com a educação CTSA, pois tratam de assuntos de grande relevância social. Nesse sentido, a ética e a educação CTSA mostram uma possível potencialidade na formação de um cidadão crítico que visa contribuir com o meio no qual ele faz parte. O jogo está inserido em uma sequência didática composta por sete aulas. O principal objetivo desta pesquisa foi desenvolver e auxiliar a argumentação crítica dos estudantes de Física, sobre os dilemas éticos envolvendo as ações dos físicos na criação de armas nucleares, com base na categorização de seus argumentos e visões de acordo com as teorias da ética utilitarista, ética deontológica e/ou ética das virtudes, presentes no campo de estudo da filosofia moral. Inicialmente, esta proposta foi pensada para o segundo ano do ensino médio, mas pode ser facilmente adaptada para qualquer nível de ensino. Por causa da pandemia de COVID-19, adaptamos a intervenção didática para ser utilizada de forma remota, transformando o jogo que era pra ser jogado em sala de aula em um jogo de computador; tivemos também que alterar o nosso público, passando a ser estudantes do ensino superior de licenciatura em Física. As ferramentas de coleta de dados foram: questionários, caderno de anotações do docente, gravação dos encontros on-line. Como principal resultado dessa pesquisa obtivemos que os estudantes se portaram em uma visão voltada para o pacifismo utilitarista. Outro resultado encontrado foi que as posturas dos estudantes foram pouco alteradas em uma intervenção pontual, mas ela contribuiu para o desenvolvimento na elaboração de argumentos e debates de qualidade, com o uso de exemplos concretos sobre acontecimentos da história da Física Nuclear. Essa pesquisa mudou minha visão sobre a prática docente e sobre os conteúdos a serem trabalhados em sala de aula, pois antes, a maior motivação era repassar conceitos científicos do ensino tradicional. Com a realização desta pesquisa consegui ter uma ampliação das pesquisas atuais em ensino de física/ciências, aprendendo sobre estratégias e metodologias para serem utilizadas dentro de sala de aula e sobre discussões envolvendo ações para a melhoria do ensino, além de conseguir contribuir na formação de meus estudantes, fazendo-os se tornarem mais críticos e conseguirem relacionar os conceitos e conteúdos de sala de aula com o seu cotidiano.

Palavras-chave: História e Filosofia da Ciência. Jogos didáticos. CTSA. Física Nuclear. Ética na Ciência.

ABSTRACT

This research involves the production of a didactic game that articulates studies on Science, Technology, Society and Environment (STSE) and History and Philosophy of Science (HPS). This game addresses the history of Nuclear Physics in the period of World War II, focusing on ethical issues experienced by scientists involved in the events of the process of creating nuclear weapons. The ethical dilemmas experienced by the scientists were proposed for the students, an action that can contribute to STSE education, because they deal with issues of great social relevance. In this sense, ethics and education STSE show a possible potential in the formation of a critical citizen who aims to contribute to the environment in which he is part. The game is inserted in a didactic sequence composed of seven classes. The main objective of this research was to develop and assist the critical argumentation of physics students, on the ethical dilemmas involving the actions of physicists in the creation of nuclear weapons, based on the categorization of their arguments and visions according to the ethical theories of moral philosophy. Initially, this proposal was designed for the second year of high school, but can be easily adapted to any level of education. Because of the COVID-19 pandemic, we adapted the didactic intervention to be used remotely, transforming the game that was to be played in the classroom into a computer game, we also had to change our audience, becoming students of higher education degree in Physics. The data collection tools were: questionnaires, teacher's notebook, recording of on-line meetings. The analyses of the work sought to find evidence of ethical currents, such as utilitarian ethics, deontological ethics and/or ethics of virtues, based on the arguments of the students involving attitudes and moral dilemmas involving scientists involved in the history of Nuclear Physics. As the main result of this research we obtained that the students behaved in a vision focused on utilitarian pacifism. Another result shows that the students' postures didn't change much in this punctual intervention, but it contributed to the development in the elaboration of arguments and quality debates, with the use of concrete examples about events in the history of Nuclear Physics. This research changed my view on teaching practice and the contents to be worked on in the classroom, because before, the main motivation was to pass on scientific concepts of traditional teaching. With the realization of this research I was able to have an expansion of current research in physics/science teaching, learning about strategies and methodologies to be used in the classroom and about discussions involving actions to improve teaching, besides being able to contribute to the training of my students, making them become more critical and manage to relate the concepts and contents of the classroom with their daily lives.

Keywords: History and Philosophy of Science. Educational games. STSE. Nuclear physics. Ethics in Science.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Diagrama de relação entre posicionamentos éticos distintos.....	38
Figura 2 – Diagrama com as regiões de Truman e Oppenheimer.....	39
Figura 3 - Cartão sobre a carta de Einstein para o presidente dos Estados Unidos da América.....	46
Figura 4 - Layout do questionário final sobre o jogo e sobre os REOs da pesquisa.....	109
Figura 5 - Perguntas solicitadas aos estudantes sobre o seu nível de esforço e nível de aprendizado.....	110
Figura 6 - Perguntas solicitadas aos estudantes sobre o jogo A.T.O.M.I.C.....	112
Figura 7 - Perguntas solicitadas aos estudantes sobre os REOs.....	115
Figura 8 - Diagrama ético com a região ocupada por cada estudante.....	120

LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Periódicos, artigos encontrados e artigos para o ensino de física.....	28
Quadro 2 - Relação entre as aulas com o objetivo de pesquisa.....	47
Quadro 3 - Relação entre os REOs, suas durações, mês de intervenção e aulas previstas na sequência didática.....	49
Quadro 4 - Classificação das respostas da pergunta 1 sobre o TNP.....	51
Quadro 5 - Classificação das respostas da pergunta 2 sobre o TNP.....	52
Quadro 6 - Classificação das respostas da pergunta 3 sobre o TNP.....	53
Quadro 7 - Classificação das respostas da pergunta 4 sobre o TNP.....	55
Quadro 8 - Categorização dos argumentos embasados nas teorias éticas.....	57
Quadro 9 - Separação das categorias prévias com base na escolha de enviar ou não a carta para o presidente dos EUA.....	61
Quadro 10 - Categorização esperadas dos argumentos dos estudantes para o envio da carta para o presidente dos EUA.....	62
Quadro 11 - Classificação das respostas da pergunta 2 da segunda fase do jogo A.T.O.M.I.C.....	65
Quadro 12 - Classificação das respostas da pergunta 3 da segunda fase do jogo A.T.O.M.I.C.....	66
Quadro 13 - Classificação dos argumentos dos estudantes de acordo com as teorias éticas na segunda fase do jogo A.T.O.M.I.C.....	67
Quadro 14 - Separação das categorias prévias com base na escolha de colaborar ou não com a produção da bomba nuclear.....	71
Quadro 15 - Exemplificação e mudanças das categorias entre enviar a carta para o presidente dos EUA e colaborar com a produção da bomba.....	72
Quadro 16 - Respostas dos estudantes sobre colaborar ou não com os EUA.....	74
Quadro 17 - Respostas dos estudantes sobre Bohr ser culpado da detonação das bombas no Japão.....	75
Quadro 18 - Classificação das respostas da pergunta 3 da segunda fase do jogo A.T.O.M.I.C.....	75
Quadro 19 - Classificação dos argumentos dos estudantes de acordo com as teorias éticas na terceira fase do jogo A.T.O.M.I.C.....	77

Quadro 20 - Relação entre as aulas do REO 3 com seus objetivos de ensino.....	81
Quadro 21 - Separação das categorias prévias com base na escolha de lançar ou não a bomba atômica no Japão.....	83
Quadro 22 – Exemplificação e mudanças das categorias entre enviar a carta para o presidente dos EUA e lançar a bomba no Japão.....	84
Quadro 23 - Classificação das respostas da pergunta 1 da terceira fase do jogo A.T.O.M.I.C.....	85
Quadro 24 - Classificação das respostas da pergunta 2 da terceira fase do jogo A.T.O.M.I.C.....	87
Quadro 25 - Classificação das respostas da pergunta 3 da terceira fase do jogo A.T.O.M.I.C.....	88
Quadro 26 - Classificação das respostas da pergunta 1 da quarta fase do jogo A.T.O.M.I.C.....	89
Quadro 27 - Classificação das respostas da pergunta 2 da quarta fase do jogo A.T.O.M.I.C.....	91
Quadro 28 - Classificação das respostas da pergunta 3 da quarta fase do jogo A.T.O.M.I.C.....	93
Quadro 29 - Classificação das respostas da pergunta 4 da quarta fase do jogo A.T.O.M.I.C.....	95
Quadro 30 - Classificação das respostas da pergunta 3 da quarta fase do jogo A.T.O.M.I.C.....	97
Quadro 31 - Classificação dos argumentos dos estudantes de acordo com as teorias éticas na quarta fase do jogo A.T.O.M.I.C.....	99
Quadro 32 – Relação dos estudantes antes e depois da intervenção sobre o conhecimento nuclear.....	105
Quadro 33 – Relação dos estudantes antes e depois da intervenção sobre o TNP.....	106
Quadro 34 - Respostas dos estudantes sobre o nível de aprendizado.....	111
Quadro 35 - Respostas dos estudantes sobre o jogo A.T.O.M.I.C.....	113
Quadro 36 - Respostas dos estudantes sobre os REOs da intervenção.....	115
Quadro 37 - Posicionamentos éticos de cada estudante durante a intervenção.....	119

LISTA DE SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CTS	Ciência e Tecnologia da Sociedade
CTSA	Ciência e Tecnologia da Sociedade e Ambiente
FMC	Física Moderna e Contemporânea
FN	Física Nuclear
GESTHA	Grupo de Estudos sobre Sociedade, Tecnologia, História da Ciência e Educação Ambiental
GPS	<i>Global Positioning System</i> (Sistema de Posicionamento Global)
HFC	História e Filosofia da Ciência
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação
NdC	Natureza da Ciência
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PNLD	Plano Nacional do Livro Didático
REO	Roteiro de Estudos Orientados
RPG	<i>Role Playing Game</i> (Jogo de Interpretação de Personagens)
QSC	Questões Sociocientíficas
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFGD	Universidade Federal de Grande Dourados
UFLA	Universidade Federal de Lavras

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS	20
2.1	Jogos no ensino de ciências	20
2.2	Ensino de Física Nuclear	22
2.3	História e Filosofia da Ciência e suas contribuições.....	23
2.4	CTSA no ensino de ciências	25
2.5	Ética no ensino de ciências.....	27
3	METODOLOGIA DE PESQUISA	41
3.1	Metodologia e Estratégias de Ensino	43
3.2	Jogo A.T.O.M.I.C	44
3.3	Sequência didática	45
4	ENSINANDO HISTÓRIA DA FÍSICA NUCLEAR POR MEIO DO JOGO ...	48
4.1	Reo 1 - Aulas 1 e 2 da sequência didática - Tratado de Não Proliferação de Armas	50
4.2	Reo 2 - Aulas 3 e 4 da sequência didática, fases: “Uma carta secreta para o	59
4.2.1	Reo 2 - Aula 3: “Uma carta secreta para o presidente”.....	60
4.2.2	Reo 2 - Aula 4: “Um encontro misterioso em Copenhague”.	70
4.3	Reo 3 - Aulas 5, 6 e 7 da sequência didática: “O uso de uma nova arma desconhecida”, “O futuro da pesquisa nuclear no Brasil” e “Sistematização das aulas e avaliação da sequência”.....	80
4.3.1	Reo 3 - Aula 5: “O uso de uma nova arma desconhecida”.	82
4.3.2	Reo 3 - Aula 6 e 7: “O futuro da pesquisa nuclear no Brasil” e “Sistematização”	102
4.4	Análise e síntese das posturas éticas dos estudantes.....	118
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	121
	REFERÊNCIAS	125
	APÊNDICES	131
	ANEXOS	186

1 INTRODUÇÃO

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) modificou o cenário da gestão e currículo escolar, reorganizando as disciplinas obrigatórias do currículo básico em áreas de conhecimento. A Física, por sua vez, foi encaminhada para área denominada Ciências da Natureza e suas Tecnologias, juntamente com a Química e a Biologia. A Física é uma das ciências responsáveis por tentar aproximar e projetar o mundo em nossa volta, tentando explicar o funcionamento de fenômenos naturais sendo, assim, uma disciplina interessante e desafiadora. A curiosidade é um dos aspectos fundamentais dentro dessa ciência, isso foi um dos motivos que me motivou a ser professor dessa ciência.

Devido a essa tentativa de explicar e entender como o mundo em nossa volta funciona e pela curiosidade de entendimento dos fenômenos, decidi ingressar em um curso de Física. Com o passar do tempo, comecei a despertar o gosto pela docência que teve uma maximização através do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID)¹.

Como professor e estudante do curso de Física observei muita dificuldade por parte dos alunos quanto à compreensão de determinados assuntos dessa ciência, por se tratar de temas abstratos ou de necessitar de um grau maior de complexidade.

Como aluno tive a mesma dificuldade e cheguei a pensar que talvez isso ocorra pelo fato de se tratar de uma disciplina na qual, talvez, precisasse de novas maneiras de ser ensinada. Isso me despertou a vontade de fazer da Física uma disciplina um pouco mais agradável e atraente, tentando despertar a curiosidade e anseio, a cada dia, tanto para o meu aluno quanto para mim, professor.

Dei atenção para algumas metodologias alternativas, tudo para estimular a aprendizagem de Física e para mudança na visão errônea das pessoas em vê-la somente como um aglomerado de equações sem muito contexto e entendimento. Não que as equações e as operações matemáticas não tenham sua importância, pelo contrário, elas têm o seu valor e carecem de ser ensinadas. Porém, precisam ganhar sentido após uma problematização ou uma contextualização, com base em questões do cotidiano, em aspectos históricos ou a partir

¹ “É uma ação da Política Nacional de Formação de Professores do Ministério da Educação (MEC) que visa proporcionar aos discentes uma aproximação prática com o cotidiano das escolas públicas de educação básica e com o contexto em que elas estão inseridas” (CAPES, 2019).

de atividades investigativas, para que seu papel fundamente o fenômeno observado e/ou discutido e não seja apenas números.

Cabe ressaltar que, na área de Física, um movimento de uma didática alternativa, ou seja, uma didática fora do ensino tradicional, pode não ser uma tarefa trivial, pois, para isso, é preciso contextualizar os conceitos físicos, acontecimentos e dilemas com a vida do aluno, o que, por vezes, é extremamente difícil. O processo de aprendizagem lúdica pode ser uma opção, pois insere os alunos em uma situação de participação ativa nas aulas, tornando-as mais atrativas e, conseqüentemente, ampliando as possibilidades de assimilação do conteúdo proposto para os estudantes.

Na tentativa de realizar um ensino de Física mais alternativo, trabalhei com projetos de pesquisa e com meu trabalho de conclusão de curso envolvendo o uso de jogos como ferramenta lúdica. Obtive bons resultados no processo de ensino-aprendizagem utilizando o jogo *Angry Birds*, para ensinar conceitos e conteúdos ligados a lançamento oblíquo.

Os jogos podem ser um artefato lúdico para tentar sanar o problema de contextualização do ensino. Para a utilização dessa abordagem, justificamos o uso de jogos com base nos trabalhos de Sabka (2016) e de Bagdonas (2020), os quais apontam que a perspectiva CTS aliada com um material lúdico, como os jogos no estilo de *Role Playing Game* (RPG), como material didático pedagógico pode ser uma potencialidade bastante eficaz para o aprendizado e para a formação cidadã de um indivíduo. O jogo discutido no trabalho de Sabka (2016) buscou tratar os conteúdos vinculados a termodinâmica, em especial a História do desenvolvimento das máquinas térmicas, vinculando História, Filosofia e Sociologia da Ciência (HFSC) com a educação em Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA). Já o trabalho de Bagdonas (2020) apresenta um jogo intitulado como COSMIC, sobre a evolução da história da cosmologia, no qual os alunos assumem cargos em uma agência de financiamento e têm que decidir uma ideia sobre cosmologia para investirem.

A partir das influências desses jogos dedicamos a criação de um jogo didático denominado A.T.O.M.I.C. Esse jogo foi feito dentro do Grupo de Estudos sobre Sociedade,

Tecnologia, História da Ciência e Educação Ambiental (GESTHA)², sediado na Universidade Federal de Lavras (UFLA), e contou com a temática do desenvolvimento da Física Nuclear (FN) durante a Segunda Guerra Mundial. A partir de estudos dessa temática comecei a refletir sobre como foi o ensino de FN, durante minha formação como indivíduo e como também docente.

Como estudante do ensino médio não tive contato com esses conteúdos, mesmo eles fazendo parte da grade curricular. Enquanto graduando em licenciatura em Física notei que não me foram proporcionadas discussões relacionadas aos conceitos de Física Moderna e Contemporânea (FMC). Essas disciplinas dentro do curso superior pareciam ter carácter somente teórico e de estudos posteriores para serem utilizados dentro da graduação, carecendo assim de debates de inserção no ensino médio. Em contrapartida, na Física Clássica houve grandes debates sobre sua evolução, métodos e de metodologias para serem trabalhadas no processo de ensino-aprendizagem no ensino médio.

Hoje, vejo que a falta dessa formação em FMC dificulta debates relacionados com o tema; noto o quanto ela é importante para a sociedade e para os estudantes, de um modo geral. Ter conhecimento da FMC é importante para o desenvolvimento tecnológico atual como, por exemplo, saber como funciona um GPS, as nanotecnologias, a radiação que os alimentos estão submetidos e até mesmo com uma alternativa de geração de energia através das usinas nucleares. É nessa perspectiva que se tomou a decisão de trabalhar com a inserção da FMC no ensino médio, mais especificamente da Física Nuclear (FN), devido sua grande potencialidade de trabalhar questões sociais, científicas, econômicas, entre outras.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) prevê como um dos objetivos da educação não somente formar cidadãos com uma gama de conhecimentos, mas também a formação de um indivíduo com pensamento crítico, reflexivo e que consiga se posicionar mediante a tomada de decisões em sua vida pessoal e profissional.

Quando falamos em uma pessoa reflexiva e na formação cidadã de um indivíduo não podemos esquecer de contextos vivenciados por ele, como: social, político, histórico e cultural. Nesse sentido, a utilização da História e Filosofia da Ciência (HFC) pode ser forte

² O grupo GESTHA tem dedicado a criação de atividades que envolvem estudos de casos históricos e narrativas envolvendo a Física da idade média e a Física do século XX, com base na educação CTSA e em ética.

aliada para conseguir alcançar esse objetivo de formação, pois ela trata de acontecimentos históricos seguidos de reflexões ligadas a esses contextos. Utilizamos os materiais sobre HFC dentro da FN, elaborados no grupo GESTHA na criação do jogo A.T.O.M.I.C.

Segundo a BNCC, o ensino de qualquer conteúdo tem que fazer parte do meio social do aluno, colocando-o, assim, como parte fundamental do processo, fazendo refletir sobre os acontecimentos. Propostas educacionais baseadas em CTSA buscam essa familiarização com o cotidiano do estudante e situações envolvendo ética podem ajudar nessa reflexão.

A CTSA proporciona uma contextualização de problemas presentes no cenário sociocultural dos estudantes, o que pode fazer com que eles reflitam e criem um posicionamento crítico sobre os acontecimentos, e também que utilizem a ciência para auxiliar na resolução destes problemas (SOUTO, 2010; QUINATO, 2013; SORPRESO, 2013; LEITE, 2015).

O motivo da escolha dessa abordagem neste trabalho é devido ao grande potencial da CTSA em auxiliar na formação cidadã de um indivíduo, além de trabalhar na perspectiva moral e filosófica para o entendimento do uso da Física Nuclear em questões envolvendo visões ingênuas de natureza da ciência (NdC).

Essa pesquisa teve início com estudos de jogos devido à grande influência do COSMIC, após reuniões com o grupo GESTHA vieram estudos sobre Física Nuclear e HFC e, por fim, devido ao contato com o professor Dr. Nei Nunes Neto em 2019 e pelas pesquisas conjuntas do projeto Universal do CNPQ, decidimos aprofundar os estudos sobre ética. Com isso, tivemos a ética como um objetivo central que emergiu na metade do tempo desta pesquisa.

Ética e moral muitas vezes são tratados como sinônimos em nosso cotidiano, mas os termos são diferentes. O termo etimológico de ética vem do grego *ethos* que corresponde ao caráter ou escolha de uma ação, enquanto a moral vem do latim *mores* que significa costumes. A filosofia tenta fazer uma diferenciação entre os termos (PEDRO, 2014; ROZENTALSKI, 2018).

A definição para ética é a apresentada a seguir:

[...] Entendemos a ética como uma reflexão (aprofundada) sobre as ações humanas e os valores que as condicionam, de um ponto de vista normativo,

buscando justificações racionais (NUNES-NETO, CONRADO, 2021, p. 5).

Já a definição de moral diz que são padrões que as pessoas seguem dentro de uma sociedade. A conduta moral fornecida para um indivíduo pode apresentar como resultado diversos padrões morais, pois isso depende da sociedade em que esta pessoa está inserida (ROZENTALSKI, 2018).

Um indivíduo, em uma situação qualquer de escolha, será influenciado por alguma ideia relacionada com uma corrente de pensamento sobre ética. Como podemos observar na seguinte afirmação: “O posicionamento ético de uma pessoa está intimamente relacionado à sua formação pessoal, a qual será sempre influenciada por diferentes correntes éticas, mesmo que inconscientemente” (CONRADO; NUNES-NETO, 2018, p. 199).

Nesse sentido, o trabalho busca encontrar indícios destas correntes éticas, tais como ética utilitarista, ética deontológica e/ou ética das virtudes, com base nos argumentos dos estudantes envolvendo as atitudes e os dilemas morais pertinentes aos cientistas envolvidos na história da Física Nuclear³.

Nesse cenário, o presente trabalho tem como principal pergunta de pesquisa quais os pensamentos dos estudantes sobre o uso de armas nucleares? e objetivo geral: *desenvolver e auxiliar a argumentação crítica dos estudantes de Física, sobre os dilemas éticos envolvendo as ações dos físicos na criação de armas nucleares, com base na categorização de seus argumentos e visões de acordo com as teorias da ética utilitarista, ética deontológica e/ou ética das virtudes, presentes no campo de estudo da filosofia moral. Os objetivos específicos são: introduzir os acontecimentos e as tensões históricos da Física Nuclear com base em um jogo didático, coletar os argumentos e visões dos futuros professores de Física sobre: o envio da carta de Albert Einstein para o presidente dos EUA, o encontro do Bohr e Heisenberg em Copenhague, os lançamentos das bombas atômicas no Japão e a utilização da energia nuclear para fins pacíficos.*

³ Como acontece com grande parte dos conceitos filosóficos há diferentes definições para dilema moral. Neste trabalho, eles são vistos como histórias curtas que envolvem conflitos morais, causados pela oposição entre convenções sociais, deveres, valores, aparentemente incomensuráveis (CHRISTENSEN; GOMILA, 2012; PONTES, 2016).

Esse trabalho empregou um jogo didático que traz dilemas éticos vivenciados pelos cientistas, abordando aspectos da educação CTSA e da HFC, dentro do ensino de Física Nuclear para o auxílio na formação crítica dos estudantes.

Para isso, essa pesquisa foi estruturada em três capítulos, sendo o primeiro capítulo composto de cinco subcapítulos.

No primeiro capítulo, descrevemos os trabalhos que dão sustentação e justificam o desenvolvimento da pesquisa sobre Jogos no ensino de ciências, Ensino de Física Nuclear, História e Filosofia da Ciência, CTSA no ensino de Física e Ética no ensino de ciências.

A justificativa de escolha dos temas de FMC, HFC e jogos desta pesquisa foi por influência no jogo COSMIC. Já a escolha dos temas de CTSA e Ética foi devida ao contato com o pesquisador Nei Nunes Neto, professor da Universidade Federal de Grande Dourados (UFGD), e também pelo contato durante as pesquisas presentes dentro do projeto Universal do CNPQ⁴.

Já no segundo capítulo apresentamos os materiais para coleta de dados, o desenvolvimento do jogo didático A.T.O.M.I.C e a sequência de aulas juntamente com os dados de pesquisa que serão coletados em cada aula.

No terceiro capítulo analisamos os resultados obtidos após o desenvolvimento da sequência didática utilizando o jogo A.T.O.M.I.C através dos roteiros de estudos orientados e analisados com base nas visões éticas da filosofia moral.

Por fim, no quarto capítulo apresentaremos as conclusões desta pesquisa, mostrando as limitações, dificuldades e facilidades encontradas no processo de intervenção pedagógica e nas análises dos resultados obtidos.

⁴ Projeto intitulado como “Educar para transformar: investigações sobre estratégias de ensino para a formação de agentes virtuosos”. Processo: 423767/2018-6, Chamada MCTIC/CNPq No 28/2018 - Universal/Faixa A - Até R\$30.000,00.

2 CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

Neste capítulo serão apresentados os estudos que nos servem no embasamento teórico para o desenvolvimento do projeto e para a condução das aulas que serão ministradas. O capítulo é dividido em cinco seções, são elas: Jogos no ensino de ciências, Ensino de Física Nuclear, História e Filosofia da Ciência e suas contribuições, CTSA no ensino de Ciência e por último Ética no ensino de ciências.

A justificativa para a ordem e escolha dessa divisão foi devido ao interesse e a motivação inicial em trabalhar com jogos dentro do ensino de ciências, em especial no ensino de Física. Após conhecer o jogo COSMIC, notamos uma potencialidade de inserir a FMC no ensino, mas agora com uma perspectiva para a FN, com o uso das metodologias da HFC e CTSA para explorar questões e visões éticas.

2.1 Jogos no ensino de ciências

O lúdico pode apresentar uma alternativa para o ensino tradicional, baseado na tentativa de transmissão de conteúdo do professor para estudantes passivos. Esta abordagem pode oferecer um maior prazer e atratividade nos processos no decorrer de nossa vida. No processo de ensino aprendizagem não é diferente. Quando jogamos, todos ensinam e todos aprendem e as experiências entre os envolvidos são compartilhadas mutuamente e reciprocamente. Com isso, uma atividade lúdica pode proporcionar um melhor resultado nessa interação professor-aluno (SANTOS, 2010; GOMES; CASTILHO, 2012).

A utilização de ferramentas de caráter lúdico no processo de aprendizagem não é recente. Já na Grécia Antiga, Platão enfatizava que as crianças, em seus primeiros anos de vida, poderiam ser ocupadas com jogos educativos, sob os cuidados de uma pessoa de maior idade, a qual poderia ou não fazer uma intervenção (MEDEIROS et al., 2010).

No entanto, as instituições de ensino ainda exploram pouquíssimo as metodologias que fazem uso do lúdico, considerando-se que já faz algum tempo que as investigações relacionadas ao tema vêm evidenciando seu valor como alavanca de aprendizagem. Para que a aula se torne significativa, o lúdico é de extrema importância, pois o professor, além de ensinar, terá melhores condições de avaliar o que o seu aluno construiu de aprendizado até

aquele momento – requisito muitas vezes necessário nas disciplinas de ciências exatas para o avanço no planejamento docente (ROLOFF, 2009).

No cenário lúdico é notório que as tecnologias atuais conseguem atrair a atenção de grande parte dos alunos. Por isso, é importante que se desenvolvam metodologias de ensino-aprendizagem mais interessantes e atrativas para trabalhar, inclusive, com adolescentes, ampliando as possibilidades de interesse pelas aulas e, conseqüentemente, de uma aprendizagem significativa do conteúdo ministrado.

O lúdico não só ajuda no interesse, mas também na interação e na relação do docente e do estudante, fazendo com que se torne algo mais prazeroso, podendo ser aplicado em qualquer nível de escolaridade. O termo “jogos” está associado com o lúdico, mostrando assim que o jogo está presente como uma ferramenta alternativa para ser incorporado no processo de ensino (BANDEIRA; SOUZA, 2015).

O termo “jogos” é muito amplo e demanda muitas concepções, variando de autor para autor, podendo variar de brincadeiras até uma interação na qual o envolvido passe por um processo de reflexão. Nesta pesquisa buscaremos trabalhar no segundo conceito citado para o termo “jogos”.

Os jogos com maiores potenciais são aqueles que colocam os estudantes em uma reflexão crítica da ação que está sendo realizada e a consequência dessa ação, e não simplesmente a uma percepção que consiste em trabalhar somente a memorização de conceitos científicos, sendo conhecidos como jogos didáticos. Embasado nessa ideia, os estudantes inseridos passarão a ser ativos na interação com seus símbolos e poderá ser agente fundamental de sua aprendizagem (SABKA, 2016; BAGDONAS, 2015).

Por fim, em nosso jogo didático sobre a FN criamos dilemas éticos vivenciados pelos cientistas para colocar os estudantes em uma situação de escolha sobre acontecimentos que envolvam a criação de armas nucleares, durante a Segunda Guerra Mundial. Com base nos argumentos apresentados pelos estudantes, iremos categorizá-los com base nas teorias da filosofia moral. A ética no ensino de ciências vem sendo trabalhada em áreas como Biologia e Química, mas no ensino de Física ainda é pouco explorada.

2.2 Ensino de Física Nuclear

A introdução de Física Moderna e Contemporânea (FMC) pode ter um grande potencial para ser trabalhada na escola básica; isso devido aos grandes avanços tecnológicos que essa grande área da Física proporciona e proporcionou. Esses avanços tecnológicos são ainda indicativos de que a Física Nuclear talvez seja um dos temas de FMC com mais possibilidades para promover reflexões de questões de relevância sócio-histórico-cultural, contribuindo para uma boa formação do estudante (SCHMIEDECKE; PORTO, 2014).

A FMC está presente como uma das grandes áreas da Física e uma subárea que a compõe, também previstos em documentos curriculares, é o Ensino de Física Nuclear (MARQUES et al, 2019)⁵.

O ensino de Física Nuclear no Brasil, praticado nas escolas, é muito raro e quando acontece é de forma superficial e efêmera, muitas vezes devido às exigências de cumprimento da ementa curricular prevista em documentos oficiais como a BNCC. Esse conteúdo é previsto para ser trabalhado durante o terceiro período do Ensino Médio. No entanto, os docentes, muitas vezes, preferem focalizar conteúdos como eletricidade e magnetismo em seu planejamento ou, ainda, muitas vezes, exclui a Física Nuclear devido à falta de tempo. (SORPRESO, 2008; PEREIRA; FILHO; NEVES, 2009; SOUZA, 2019).

Essa temática também conta com assuntos que envolvem o cenário científico, econômico e político, sendo considerada, assim, como um tema de grande relevância educacional. Entender a Física Nuclear como política econômica internacional, devido ao enriquecimento de urânio para fins balísticos ou para produção de energia elétrica, faz com que o assunto ganhe uma atenção maior para a formação de um cidadão (SOUZA; DANTAS, 2010).

Outro fator para justificar a escolha do tema é que a Física Nuclear e a Energia Nuclear têm um significado distorcido por muitos estudantes do ensino médio, devido à associação dos termos “radiação” e “nuclear” somente com a fabricação de armas e com acidentes como o de Chernobyl, e ainda que ela traz muitos riscos para o ser humano e para o planeta. Essa percepção foi encontrada ainda em diversas pesquisas envolvendo alunos

⁵ Isso pode ser detalhado na revisão de literatura sobre FMC, realizada por Marques et al (2019).

tanto do ensino médio quanto do ensino superior. Possíveis causas para essa visão é a pequena presença da FMC nas aulas tradicionais. Assim como quando é trabalhado o tema, os assuntos mais presentes reforçam essas visões negativas do uso de termos da Física Nuclear como, por exemplo: a bomba nuclear durante a Segunda Guerra, a explosão da usina de Chernobyl e o acidente radioativo que aconteceu em Goiânia-GO, do Césio-137 (KELECOM; GOUVEA, 2002; JESUS; SILVA; OLIVEIRA, 2016, LEMOS, 2019).

Com isso notamos a importância em introduzir a FMC, em especial a Física Nuclear. Uma forma de contribuir para essa inserção é com utilização da educação de Ciências, Tecnologia Sociedade e Ambiente (CTSA) e da História e Filosofia da Ciência (HFC). A educação CTSA no fornece a utilização de conceitos de ligados a ciência e a tecnologia para a resolução de problemas que envolvem a sociedade e o ambiente ou, então, ela ajuda na formação da argumentação para sugerir uma possível solução para um problema da sociedade e do ambiente. Já a HFC nos permite uma abordagem do meio histórico, econômico, político e social dos acontecimentos, neste caso, ao ramo da FN.

Sendo assim, buscamos abordar os conceitos da FN para contribuir para formação dos estudantes com base nas abordagens da CTSA e da HFC.

2.3 História e Filosofia da Ciência e suas contribuições

Matthews (1995) mostra diversas razões e potencialidades de sua utilização, algumas delas são: Motivação dos estudantes, Oposição a visão de que a ciência é feita por gênios, Compreensão do modo de fazer ciência. Por isso decidiu-se utilizar a HFC como mais uma aliada no processo de análise de uma visão e um pensamento crítico da formação de um estudante do ensino médio. A discussão da utilização de HFC no ensino de Física não é atual, com o passar dos anos ela vem ganhando cada vez mais força. Estão disponíveis diversos subsídios para a sua utilização, além de motivos para que possa ser introduzida dentro do ensino.

A HFC tem a potencialidade de desenvolver várias qualidades quando inserida na sala de aula:

- (1) motiva e atrai os alunos;
- (2) humaniza a matéria;
- (3) promove uma compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar seu

desenvolvimento e aperfeiçoamento; (4) há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais na história da ciência – a Revolução Científica, o darwinismo, etc.; (5) demonstra que a ciência é mutável e instável e que, por isso, o pensamento científico atual está sujeito a transformações que (6) se opõe à ideologia científicista; e, finalmente, (7) a história permite uma compreensão mais profícua do método científico e apresenta os padrões de mudança na metodologia vigente (MATTHEWS, 1995, p. 172).

A HFC pode ter uma contribuição significativa quando se visa o objetivo da educação, o qual é o de formação de um cidadão crítico, reflexivo e que consiga assimilar conteúdos com o seu cotidiano para que possa se posicionar frente a uma futura decisão.

Os estudantes poderiam ter sido mais bem formados para vida se na escola os docentes tivessem ensinado mais *sobre Ciência* e menos conteúdos de ciências. Isso significa que, nas escolas, os estudantes teriam uma melhor formação se fossem ensinados mais sobre o contexto e a evolução de uma ideia científica, problematizando os acontecimentos, do que simplesmente ensinar um conteúdo em específico, preocupando-se somente com a resposta final. Nesse sentido a HFC pode ser peça fundamental (MATTHEWS, 1995).

O uso da HFC é indispensável quando o objetivo é mostrar para o estudante que a ciência é produzida por pessoas comuns que passam por problemas sociais, políticos e culturais, visto que “[...] a figura clássica do cientista que é transmitida é de uma pessoa genial que fica dentro de seu laboratório, fazendo seus experimentos, isolado da sociedade.” (CABRAL, 2011, p.13).

Contudo, também é importante para contextualizar a evolução de conceitos ligados à Física, para que a ciência não passe uma imagem “inadequada”⁶ que somente um cientista descobriu um determinado conceito ou fenômeno e que, sim, houve uma evolução e contribuição para o desenvolvimento científico (GIL-PÉREZ et al, 2001; BAGDONAS, SILVA, 2013; BAGDONAS, ZANETIC, GURGEL, 2014).

⁶ A menção da palavra inadequada entre aspas foi utilizada com cautela, como mostrado nos trabalhos de BAGDONAS, SILVA (2013) e BAGDONAS, ZANETIC, GURGEL (2014), que criticam o uso do termo “inadequada” para visões de ciência seguindo a chamada “visão consensual da natureza da ciência” (GIL-PÉREZ, 2001).

Nos livros didáticos, segundo o Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) 2018, o tema é assegurado nos materiais mostrando habilidades a serem desenvolvidas por meio da sua utilização de aspectos históricos:

Aspectos relacionados à História da Ciência são igualmente utilizados no processo de contextualização do ensino de Física, com o objetivo de associar a aprendizagem do conteúdo a aspectos relacionados ao seu desenvolvimento. Podemos, nesse caso, valorizar uma história mais interna ao âmbito da Ciência, discutindo a evolução de um conceito ou destacando experimentos ou situações exemplares que possam contribuir para uma mudança conceitual; ou uma história que se liga a fatores externos, com o objetivo de relacionar o conhecimento científico ao momento histórico de seu desenvolvimento, incorporando aspectos sociais, culturais, políticos ou econômicos. Em ambos os casos há a preocupação de se transcender a perspectiva empirista, evitando que o conhecimento científico seja identificado como aquele que é absoluto e inquestionável e, ao mesmo tempo, construindo a visão de que a Ciência é um conjunto de conhecimentos sistematizados, produzidos socialmente ao longo da história, na busca da compreensão e transformação da natureza e da sociedade. (BRASIL, 2018, p. 11).

Uma forma de auxiliar nessa inserção da HFC é fundir essa abordagem com outras para buscar um maior benefício dentro do processo de ensino e aprendizagem. Uma abordagem que pode ser muito importante quando unificada com a HFC é a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA); as duas conseguem ter um entrelaçamento de ideias que proporciona uma contextualização do tema abordado.

Como ferramenta de ensino para inserir os conceitos de FN, com base nas abordagens metodológicas da CTSA e da HFC, vamos utilizar os jogos. Eles auxiliam devido ao grande potencial lúdico e pedagógico. Utilizamos o jogo a partir de um acontecimento da realidade tangenciando com fatos do passado, envolvendo os cientistas na produção da primeira arma nuclear.

2.4 CTSA no ensino de ciências

A educação CTSA busca trazer conceitos que tratam de Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente em temas que destacam questões éticas e políticas unidas à educação científica, principalmente aquelas ligadas a valores, as que têm uma característica de

desenvolvimento moral e as que têm um viés sociopolítico, em direção a ações para maior justiça social e sustentabilidade ambiental (CONRADO, 2017).

A educação CTSA conta com seis vertentes de entendimento que evoluíram e que se estabeleceram nas últimas quatro décadas. Essas vertentes podem se entrelaçar em uma ligação direta umas com as outras (PEDRETTI; NAZIR, 2011, BAGDONAS, 2020).

Apresentaremos as vertentes da educação CTSA com base no trabalho das autoras Erminia Pedretti e Joanne Nazir (2011); elas exibiram seis vertentes para a pesquisa em educação CTSA, que foram traduzidas e apresentadas em português por Conrado (2017) e Bagdonas (2020, p.114):

- 1) Aplicação dos conhecimentos científicos e tecnológicos na resolução de problemas sociais do cotidiano;
 - 2) O aspecto histórico e sociocultural da ciência;
 - 3) Raciocínio lógico e argumentação;
 - 4) Valores e debates envolvendo ética na ciência;
 - 5) Aspectos socioculturais e multiculturalismo
 - 6) Justiça socioambiental e ativismo.
- BAGDONAS (2020, p.114):

No grupo GESTHA temos nos dedicado principalmente com a segunda vertente, mas sempre procurando criar um elo com as outras dimensões da educação CTSA. Esta segunda vertente “se refere à história da ciência como uma dimensão essencial da educação CTSA, como forma de discutir o crescimento e mudança da ciência e tecnologia em associação com as sociedades em que estão inseridas, seu papel, influência e demandas cada vez maiores” (ZIMAN, 1994; PEDRETTI e NAZIR 2011; citados em BAGDONAS, 2020, p.114).

Temos estudado, ainda dentro do grupo GESTHA, casos históricos relacionados à física no século XX que permitem a criação e investigação de atividades didáticas na educação básica e/ ou ensino superior, problematizando as condições de produção da ciência, enfocando questões relacionadas à política, economia, cultura, religião e outros fatores “externos” que influenciem a dinâmica interna da ciência e do processo científico (BAGDONAS 2015, 2019, 2020). Com isso:

“Espera-se, como desdobramento, que tais discussões históricas permitam o desenvolvimento de visões mais críticas sobre o funcionamento da ciência, permitindo, assim, apropriações menos ingênuas do conhecimento científico e, portanto, a possibilidade de participação crítica em decisões envolvendo ciência, tecnologia e ambiente em nossa sociedade atual.” (BAGDONAS, 2020, p.114).

Em 2018, após participarmos de um projeto colaborativo do CNPQ⁷, com outros grupos de pesquisas com os mesmos interesses, tivemos contato e passamos a atuar na vertente 4 da educação CTSA, que envolve valores e ética.

Nesse sentido, este trabalho tenta atender todas as vertentes apresentadas, com destaque em especial para a segunda e quarta, as quais tratam de aspectos históricos do período da segunda guerra mundial e questões ligadas a valores e ética na ciência. Nesse período houve muitos avanços científicos, tecnológicos, sociais e ambientais, com isso fica mais acessível a implementação da HFC com a CTSA no ensino de Física Nuclear no ensino médio.

Vale a pena ressaltar que dilemas morais e políticos desse período histórico contribuem para a contextualização da Física Nuclear em sala de aula, por meio da educação CTSA, devido a essa abordagem relacionar aspectos da sociedade, podendo gerar uma formação crítica de um cidadão e uma reflexão sobre fatos e dilemas vivenciados por cientistas no passado com acontecimentos atuais e até mesmo acontecimentos futuros. A utilização da HFC pode auxiliar nas abordagens dos acontecimentos vivenciados no passado pelos cientistas.

Como explorado anteriormente, a ética está presente dentro da quarta vertente da educação CTSA, com isso realizamos um pequeno aprofundamento do assunto dentro do ensino, além de contribuições para o ensino de Física.

2.5 Ética no ensino de ciências

Inicialmente, realizamos uma rápida revisão sobre ética no ensino de física, pois acreditamos que o tema é muito pouco explorado dentro de sala de aula.

No quadro 1 utilizamos como palavra chave no campo de busca de alguns periódicos do ensino de ciências e do ensino de física, a frase “ética no ensino de física”. Nosso critério de seleção dos periódicos foi baseado na pesquisa de Leal (2017), na qual foi realizada uma

⁷ Projeto: “Educar para transformar: modelos de ensino para a formação de agentes virtuosos”, aprovado no Edital Universal do CNPq (Chamada Universal MCTIC/CNPq n.o 28/2018).

entrevista com professores formadores de diversas regiões do país sobre quais seriam os periódicos mais relevantes para o ensino de ciência e do ensino de física.

Os periódicos foram: “Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências”, “Ciência & Educação (CeE)”, “Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia”, “Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)”, “Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências (RBPEC)”, “Educação e Pesquisa”, “Revista Brasileira de História das Ciências”, “Caderno Brasileiro de Ensino de Física” e “Revista Brasileira de Ensino de Física”. Concordamos com a justificativa de inclusão da revista “Física na Escola”, apresentada por Souza et al. (2021), na qual argumenta que o periódico contribui para o ensino de física, devido a sua contínua publicação de artigos.

Quadro 1 - Periódicos, artigos encontrados e artigos para o ensino de física. (Continua)

Periódicos	Ética no ensino de Física	Seleção após leitura	Artigos selecionados
Caderno Brasileiro do Ensino de Física (CBEF)	5	2	SANTOS, D, J, S; FORATO, T. C, de M; SILVA, J. A da. História e Filosofia das Ciências no contexto escolar pós-moderno: uma contribuição ao ensino de ciências a partir da hermenêutica filosófica de gadamer. Caderno Brasileiro de Ensino de Física , [S.L.], v. 38, n. 2, p. 1282-1308, 20 set. 2021. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). DECONTO, D, C, S; OSTERMANN, F. Treinar professores para aplicar a BNCC: as novas diretrizes e seu projeto mercadológico para a formação docente. Caderno Brasileiro de Ensino de Física , [S.L.], v. 38, n. 3, p. 1730-1761, 15 dez. 2021. Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).
Ensaio Pesquisa Em Educação Em Ciências	1	1	SILVA, P, S, A, da; CHAVES, S, N. Epistemologia, ética e política na formação de professores de ciências. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte) , [S.L.], v. 11, n. 2, p. 259-276, dez. 2009. Fap UNIFESP (SciELO).
Ciência & Educação (C&E)	1	0	-

Quadro 1 - Periódicos, artigos encontrados e artigos para o ensino de física. (Conclusão)

Alexandria: Revista De Educação Em Ciência E Tecnologia	2	0	-
Investigação Em Ensino De Ciências (IENCI)	2	1	SANTOS, J da S; GEHLEN, S, T. Os valores na pesquisa em educação em ciências e indicativos para uma prática educacional ético-crítica. Investigações em Ensino de Ciências , v. 25, n. 1, p. 329, 1 maio 2020. <i>Investigações em Ensino de Ciências (IENCI)</i> .

Fonte: Do Autor (2022)

Após a busca por “ética no ensino de física”, foi realizada uma busca diagonal dos 11 artigos encontrados, procurando pela palavra “ética” no corpo do texto. Com isso foram eliminados os artigos que continham palavras que não tinham a ver com ética, tais como: hipotética, magnética, dialética, comitê de ética, genética, união soviética, eletromagnética.

Em nossa busca não foram encontrados artigos nos seguintes periódicos: Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF), Revista Física na Escola (FNE), Revista Brasileira de Histórias das Ciências (RBHC), Educação e Pesquisa (E&P) e Revista Brasileira De Pesquisa Em Ensino De Ciências (RBPEC).

Nos periódicos que foram enquadrados como artigos voltados para o ensino de física, observamos que a maioria relaciona a ética com o currículo de formação de professores de física. No periódico Caderno Brasileiro do Ensino de Física (CBEF), o trabalho de Santos, Forato e Silva (2021), apresenta o ensino de ética como potencialidade para contribuir para formação de valores nos estudantes; já o trabalho sobre a formação docente, de Deconto e Ostermann (2021), apresenta que o papel ético e político deles, como pesquisadores, é lutar contra as competências e habilidades atribuída pela BNCC. Já no periódico Ensaio pesquisa em educação em ciências, o trabalho encontrado de Silva e Chaves (2009) indica a ética como uma potencialidade para a formação de futuros docentes. Por fim, no periódico Investigação em ensino de ciências (IENCI), o único trabalho encontrado de Santos e Gehlen (2020) exhibe um levantamento da utilização e como é utilizada a ética em sala de aula.

No trabalho de Nei Nunes Neto e Dália Conrado (2021), observamos que:

Apesar de conter uma produção abrangente, como exemplificado acima, a literatura que enfoca educação e ética ainda possui limitações ou lacunas relevantes, sobretudo no contexto da educação em ciências. (NUNES-NETO, CONRADO, 2021, p.3)

Assim, depois desta rápida revisão bibliográfica, concluímos que nosso trabalho é um dos poucos que discute ética no ensino de física para tomadas de decisões e que ele vem para tentar preencher essas lacunas citadas anteriormente.

Como vimos na introdução deste trabalho, ética pode ser definida como uma reflexão profunda sobre os atos e atitudes dos humanos e os valores que as guardam, de um ponto de vista normativo, buscando ser justificadas de maneiras racionais. Neste capítulo, vamos apresentar dois eixos de visões sobre ética, criados por Nei Nunes Neto e Dália Conrado (2021). No primeiro eixo, chamada de ética normativa, essas visões determinam a conduta de um indivíduo com base nos valores atribuídos a ele. Já o segundo, chamado de eixo ontológico, leva em consideração o valor dos seres que são agentes morais que se importam com o mundo material que estão inseridos. O posicionamento ético de uma pessoa em situações complexas está relacionado à sua formação como pessoa, ou seja, está ligado aos valores adquiridos no decorrer de sua trajetória como cidadão. Com isso, o ensino de ciências pode ser uma grande oportunidade para abordar questões morais, tanto históricas quanto atuais, desempenhando um papel importante na formação e no letramento científico de um cidadão crítico (CONRADO; NUNES-NETO, 2018; NUNES-NETO; CONRADO, 2021).

As teorias éticas que vamos apresentar do primeiro eixo são: Egoísmo Ético, Ética Utilitarista, Ética Deontológica e Ética das Virtudes. Nosso objetivo geral na construção da sequência didática foi problematizar o egoísmo ético e categorizar, além de investigar nos argumentos apresentados pelos estudantes indícios das categorias restantes. A problematização do egoísmo ético se dá devido a ele não ser altruísta, diferente das outras três.

Salientamos que um argumento apresentado pode ser classificado em mais de uma teoria ética; isso implica que elas não são excludentes. A justificativa da escolha das teorias éticas foi com base nos estudos de (BONJOUR; BAKER, 2007; RACHELS; RACHELS, 2013, NUNES-NETO; CONRADO, 2021).

A Ética das virtudes até o século XIX/XX era vista como rival das demais, mas atualmente há teóricos enfatizando as semelhanças entre elas. Com o passar o tempo, as

rivalidades entre as teorias éticas foram sendo enfraquecidas e dando abertura para novas propostas de fusão entre as teorias como apresentando por Nunes-Neto e Conrado (2021):

Entretanto, para além das diferenças entre as teorias éticas normativas, já longamente exploradas na história da Filosofia, nos parece, agora, mais interessante ressaltar aspectos convergentes e, assim, pensar nelas como diferentes aspectos da ética: as regras, a utilidade das consequências e as virtudes. Neste sentido, por exemplo, Nahra (2013) propõe o manifesto deontoutilitarista, sugerindo uma articulação do imperativo categórico de Kant com os princípios utilitaristas de liberdade e maior felicidade de Mill; Jamieson (2007) propõe que utilitaristas devam assumir também a perspectiva das virtudes, combinando estas duas tradições. Ou, ainda, no mesmo espírito, para Comparato (2016, p. 294), Kant “afirma que só a virtude, isto é, a vontade moralmente boa, nos torna dignos de ser felizes”, o que sugere uma aproximação entre a deontologia e a ética das virtudes. (NUNES-NETO; CONRADO, 2021, p.11)

É comum a existência de dilemas ou trilemas, por conta de recomendações conflitantes entre uma recomendação do utilitarismo e outra deontológica, ou, ainda, entre a recomendação de uma delas e uma outra baseada em virtudes. Por exemplo, o dilema do trem, criado por Foot (1978), evidencia uma oposição, aparentemente insuperável, entre a perspectiva utilitarista e a perspectiva deontológica.

Com base em dilemas como esse, nos dedicamos a criação de outros dilemas que envolvessem os cientistas e situações de escolha presentes em acontecimentos da Segunda Guerra Mundial e introduzi-los dentro do ensino de Física, para investigar qual tendência ética entre utilitarismo, deontológica e/ou virtudes, os futuros docentes de Física estão mais alinhados.

Já em relação ao eixo da ontologia moral, temos como objetivo buscar elementos de alguma perspectiva voltada para uma postura relacionada com considerações morais que envolvem os sistemas e seres presentes nos acontecimentos da segunda guerra mundial. Buscaremos também em trabalhos futuros, um maior aprofundamento teórico e prático da utilização das teorias presentes nesse eixo.

Ética não era o objetivo e interesse inicial desta pesquisa, passando a ser na metade do curso de mestrado, devido a isso, encontramos uma limitação de tempo para aprofundamento nos estudos sobre ética. Optamos por realizar um aprofundamento maior e utilizar somente as categorias do primeiro eixo apresentado, pelo fato de os dilemas éticos

separados para serem debatidos com os estudantes terem uma aproximação com os dilemas clássicos presentes na filosofia moral como, por exemplo, o dilema do trem e o dilema do prisioneiro (RACHELS; RACHELS, 2013; CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Outro exemplo para um dilema parecido com o que utilizamos é a situação proposta a seguir:

Imaginemos um caso típico que poderia provocar reflexão moral. Suponhamos que John está trocando o óleo de seu carro e joga o óleo do motor usado no bueiro da rua. Um consequencialista irá focar na consequência do ato de John, a respeito do dano que essa ação irá causar ao meio ambiente. Um eticista da virtude irá pensar que tipo de caráter tem John para cometer tal ato. Um kantiano tentara entender o ato de John, o que achou que estava fazendo, quais eram seus motivos (JAMIESON, p. 126, 2010).

Com base nesse exemplo, vamos entender os principais indicadores presentes em cada teoria ética que compõe as análises de dados.

Egoísmo Ético

Essa teoria ética se baseia no indivíduo ter ações individualistas, ou seja, ações que só visam o seu próprio bem-estar. Essa moralidade embasa que o nosso dever é sempre ímpar, ou seja, que iremos realizar a ação que for melhor para nós, pensando somente em nós. O mundo ao nosso redor passará a ser importante caso possamos nos beneficiar de alguma maneira, mas sempre tirando vantagem para nossa pessoa (RACHELS; RACHELS, 2013).

Para entendermos o conceito principal do egoísmo ético temos que:

Algumas pessoas acreditam que nós não temos deveres para com os outros. No seu ponto de vista, conhecido como egoísmo ético, cada pessoa deve procurar exclusivamente o seu próprio auto interesse. Essa é a moralidade do egoísmo. Ela sustenta que o nosso único dever é fazer o que é melhor para nós. As outras pessoas importam só na medida em que elas podem nos beneficiar (RACHELS; RACHELS, p. 71, 2013).

O egoísmo ético, não pertencente somente a um determinado indivíduo, pode ser apresentado como interesse de um determinado grupo para conseguir alcançar um objetivo, sem pensar em outros fatores, levando em consideração somente o seu autobenefício.

Realizando uma análise desta visão ética com o ensino, percebemos que ela é uma teoria para ser problematizada para que os estudantes não tenham ações voltadas para o egoísmo. Outra justificativa para a problematização dessa postura na formação cidadã dos jovens, seria que para se viver em comunidade uma ação egoísta poderia dificultar relações sociais com outros indivíduos.

Ética Utilitarista

Alguns dos principais representantes dessa teoria foram os filósofos ingleses Jeremy Bentham e John Stuart Mill, nos séculos XVIII e XIX. Eles dedicaram grande parte dos seus estudos à filosofia moral. Segundo esta teoria, as consequências de uma ação têm que ser levadas em consideração, para beneficiar o maior número de pessoas possíveis. Se a consequência do ato é boa, a ação também será boa. As ações contam como um somatório das consequências boas e das ruins; assim, se resultado final forem consequências boas, logo essa ação será correta, se o resultado for oposto esta ação será incorreta, sendo essas medidas através do prazer de realização visando o bem para o máximo de indivíduos possível (SINGER, 2004; BONJOUR; BAKER, 2010; RACHELS; RACHELS, 2013; CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

O utilitarismo clássico pode ser resumido em três proposições:

- (a) a moralidade de uma ação depende somente das suas consequências, nada mais interessa;
- (b) as consequências de uma ação importam somente na medida em que envolvem uma maior ou menor felicidade dos indivíduos;
- (c) no tratamento das consequências, a felicidade de cada indivíduo recebe “igual consideração”.

Isso significa que quantidades iguais de felicidade sempre contam igualmente; o bem estar de ninguém importa mais somente porque é rico, vamos dizer, ou poderoso ou bonito. De acordo com o utilitarismo clássico, uma ação é correta se ela produz a maior soma possível de felicidade sobre a infelicidade (RACHELS; RACHELS, 2013, p. 114-115).

Para uma melhor compreensão dessa ideia, trazemos que:

Para determinar se uma ação é correta, os utilitaristas acreditam que devemos olhar para o que acontece como resultado da ação. Esta ideia é central para a teoria. Se outras coisas além das consequências são importantes para determinar o que é correto, então o utilitarismo seria incorreto (RACHELS; RACHELS, 2013, p. 116).

Percebemos, então, por meio dos trechos acima que a visão utilitarista, busca beneficiar o maior número de envolvidos em uma ação, refletindo e buscando a melhor consequência para isso acontecer.

A ética utilitarista tem como principais indicadores: consequência, bem-estar, felicidade, máximo número de envolvidos, reduzir sofrimento, entre outros.

Ética Deontológica

Baseada na obra de Immanuel Kant, que nasceu na Prússia, atual Alemanha, no século XVIII, e que dedicou sua vida aos estudos em filosofia. Seus estudos sobre ética se baseiam nas análises que os indivíduos fazem sobre suas próprias ações e não das consequências dessas ações, ou seja, para ele é imprescindível a reflexão, o pensamento das motivações que levam o indivíduo a realizar um ato e não pela reflexão das consequências que sua ação pode causar (BONJOUR; BAKER, 2010; RACHELS; RACHELS, 2013; REGAN, 2013; CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Um conceito importante nesta teoria ética é o imperativo categórico:

O imperativo categórico é, portanto, só um único, que é este: Age apenas segundo uma máxima⁸ tal que possas ao mesmo tempo querer que ela se torne lei universal (KANT, 1786, p.59).

8 Máxima é o princípio subjetivo da ação e tem de se distinguir do princípio objetivo, quer dizer, da lei prática. Aquela contém a regra prática que determina a razão em conformidade com as condições do sujeito (muitas vezes em conformidade com a sua ignorância ou as suas inclinações) e é, portanto, o princípio segundo o qual o sujeito age; a lei, porém, é o princípio objetivo, válido para todo o ser racional, princípio segundo o qual ele deve agir, quer dizer um imperativo. (KANT, 1786, p. 58).

Kant, após postular o imperativo categórico, apresentado anteriormente, consegue extrair e formular uma nova definição com base na ação dos indivíduos, que é a apresentada a seguir:

Age de tal maneira que uses a humanidade, tanto na tua pessoa como na pessoa de qualquer outro, sempre e simultaneamente como fim e nunca simplesmente como meio. (KANT, 1786, p.69).

Desta definição de Kant temos uma contribuição para criação de direitos e dignidade para o ser humano. Este princípio envolve reflexões como “Eu gostaria que uma pessoa agisse do mesmo modo que eu irei agir nessa situação?”. Caso a resposta seja positiva, nossa ação é permitida, se a resposta for negativa, sua ação não é recomendada, pois para Kant, seus valores morais são regras máximas. Explicando as palavras de Kant:

Este princípio fornece um modo de dizer se um ato é moralmente permissível. Quando você está pensando em fazer alguma coisa, pergunte que regra você seguiria se você realmente fizesse aquilo. Essa regra será a “máxima” do seu ato. Então pergunte se você está querendo que a sua máxima se torne uma lei universal. Em outras palavras, você permitiria que a sua regra fosse seguida por todas as pessoas durante todos os tempos? Se sim, então a sua máxima é acertada e a sua ação é aceitável. Mas, se não, então a sua ação é proibida (RACHELS; RACHELS, 2013, p. 131).

A visão deontológica, por sua vez, busca através da lei universal presente no imperativo categórico, fazer com que as ações visem os fins e não os meios, sendo que para chegar nesses fins não é levada em consideração nenhuma consequência da ação, somente o resultado final.

Por fim, a ética deontológica ou ética kantiana, tem como indicadores: dever, ordem, regra, razão, universal, entre outras. Então, se conseguirmos detectar indícios dessas palavras nos argumentos dos estudantes, consideramos como princípios deontológicos.

Ética das Virtudes

Essa teoria se desenvolveu com contribuições dos estudos de Aristóteles, ainda na Grécia antiga. Ela tem como ideia-chave a ação por meio de virtudes que são necessárias para o nosso bem-estar. Em resumo, a ética das virtudes é classificada com uma ética

funcionalista, pois, todo indivíduo tem uma função que cumpre no todo. Nela o sujeito deve se perguntar: “O que eu devo fazer?”, e a justificativa de sua resposta tem que diferir dos pensamentos utilitaristas e deontológicos, além de levar em consideração que sua ação seja uma mediana entre virtudes ou, então, agir da mesma forma que uma pessoa virtuosa agiria (BONJOUR; BAKER, 2010; CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Mas afinal, o que é uma virtude? Para responder essa pergunta, Aristóteles, aponta que:

[...] a virtude é um traço de caráter manifestado em uma ação habitual. A palavra “habitual” aqui é importante. A virtude da honestidade, por exemplo, não é possuída por alguém que diz a verdade somente ocasionalmente ou somente quando o beneficia. A pessoa honesta e confiável de forma rotineira. Suas ações “decorrem de caráter firme e imutável” (RACHELS; RACHELS, 2013, p. 161-162).

As virtudes que estão associadas com as pessoas são denominadas como virtudes morais. O caráter de um indivíduo faz com que consigamos definir uma de suas virtudes morais. Essa virtude se manifesta em suas ações habituais e são classificadas como ações boas para qualquer pessoa. Alguns exemplos de virtudes são: benevolência, equidade, paciência, civilidade, amizade, prudência, compaixão, generosidade, razoabilidade, consciência, honestidade, autodisciplina, cooperação, industriiosidade, autoconfiança, segurança, moderação e tolerância (RACHELS; RACHELS, 2013).

Para um melhor entendimento sobre as virtudes, trazemos sua definição e o exemplo da virtude da coragem.

De acordo com Aristóteles, virtudes são pontos medianos entre extremos: uma virtude é “uma mediania por referência a dois vícios: um de excesso e outro de deficiência”. Coragem é uma mediana entre os dois extremos da covardia e da temeridade – é covardia correr de qualquer perigo, ao passo que é temeridade arriscar demais (RACHELS; RACHELS, 2013, p. 162-163).

Para finalizar, os principais indicadores que remetem a ética das virtudes são: fraternidade, compaixão, coragem, proteção, sabedoria, entre outros. Com isso, argumentos com esses indicadores enquadrados como indícios de ética das virtudes.

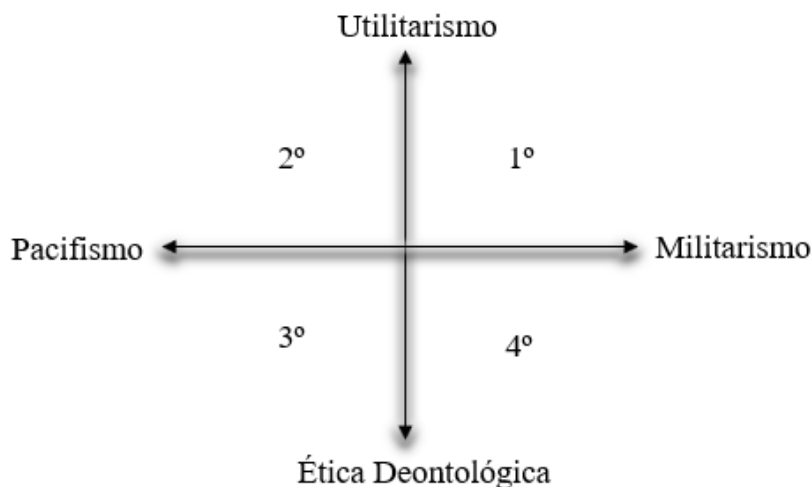
A ética das virtudes, por sua vez, não é somente momentânea, com isso ela vai além da ação do presente e leva em consideração todo o momento da vida do indivíduo, diferente da deontológica e da utilitarista que considera somente a ação do agora (BONJOUR; BAKER, 2010; CONRADO; NUNES-NETO, 2018).

Diagrama de posicionamentos éticos

Apresentadas as categorias da Filosofia moral que serão utilizadas como meio de análise neste trabalho, vamos apresentar também um diagrama com fim de estabelecer relações entre cada uma e com o objetivo de apresentar visualmente uma região que um indivíduo possa ser categorizado. A definição da categoria ética do argumento de uma pessoa muitas vezes não é totalmente coerente, dependendo assim de fatores externos e situacionais para uma decisão. Como apresentado no início desta seção, uma categoria ética não exclui a presença da outra, ou seja, o mesmo argumento pode apresentar vestígios de mais de uma categoria. Situações que envolvem posicionamentos éticos podem ser complexas, para isso vamos utilizar um diagrama criado inicialmente para posturas epistemológicas, adaptando-o para utilização em ética. Esse diagrama de posturas epistemológicas foi apresentado no trabalho de (ROZENTALSKI; NORONHA; HENRIQUE, 2012).

Com o objetivo de ilustrar posições éticas de forma visual e didática criamos um diagrama de dois eixos: na horizontal a oposição entre pacifismo e militarismo; e na vertical a ética utilitarista e ética deontológica, caracterizando assim um diagrama bidimensional (Figura 1).

Figura 1- Diagrama de relação entre posicionamentos éticos distintos.



Fonte: Do Autor (2020)

Este diagrama foi proposto com base em diagramas anteriores, criados para ilustrar categorias sobre relações entre ciência e religião (BAGDONAS, 2011; BAGDONAS; SILVA, 2015) e sobre posturas epistemológicas envolvendo realismo, instrumentalismo, racionalismo e relativismo (ROZENTALSKI; NORONHA; HENRIQUE, 2012). Ambos foram inspirados no *Political Compass*⁹, um questionário on-line sobre posturas políticas que apresenta os resultados em um diagrama bidimensional, cujos eixos são *esquerda* e *direita* na horizontal, e *liberalismo* e *autoritarismo* na vertical.

Como no caso político, as duas dimensões mostram que a complexidade envolvida em questões morais, posturas filosóficas e relações entre ciência e religião são mais ricas do que uma simples linha *esquerda x direita*, de forma que o debate epistemológico é frequentemente deturpado por dicotomias: ciência contra religião, positivismo contra construtivismo, guerra contra paz.

Neste trabalho consideramos importante exemplificar que dentre a oposição militarismo contra pacifismo há diversas posturas éticas possíveis. Como a ética das virtudes não está em oposição às demais categorias, ela não será incluída no diagrama, sendo empregada na análise de posturas de modo separado. Escolhemos incluir neste a oposição entre ética deontológica e utilitarista.

⁹ <http://www.politicalcompass.org/>, acesso em setembro de 2020.

Para exemplificar cada postura nos quadrantes do diagrama, vamos utilizar como exemplo as posturas de Robert Oppenheimer, líder do Projeto Manhattan, e de Harry S. Truman, presidente dos EUA que determinou os ataques nucleares de Hiroshima e Nagasaki.

Oppenheimer inicialmente adotava uma postura militarista, mas depois de ver o poder de destruição da nova arma nuclear, mostrou arrependimento e acabou mudando de ideia, passando a ser mais pacifista. Isso mostra a mudança do posicionamento de um indivíduo em relação às situações e aos acontecimentos. Já o presidente Truman exemplifica posições militaristas. Na figura 2 observamos Truman e Oppenheimer sendo representados no diagrama.

Gostaríamos de remeter mais uma vez que o posicionamento ético de um argumento pode estar contido em mais de uma categoria, por isso a ideia de regiões nas quais esse argumento pode estar.

Figura 2 - Diagrama com as regiões de Truman e Oppenheimer.



Fonte: Do Autor (2022)

No primeiro quadrante teríamos posturas do tipo militarista-utilitarista. Um exemplo seria a do presidente Truman, quando autorizou o lançamento da bomba nuclear no Japão.

Para ele, a consequência de perder milhares de soldados é pior que realizar o lançamento da bomba, por isso, devemos lançá-la.

No segundo, temos uma postura pacifista-utilitarista. Pode ser exemplificada pela postura do físico Oppenheimer, após ter se arrependido de participar do Projeto Manhattan. Após o teste de Trinity, ele mudou suas concepções e suas ações sobre o uso da nova arma nuclear. Sua visão envolveu a noção de que a consequência de lançar a bomba mataria milhares de inocentes. Por isso ele defendeu que não se deveria utilizar armas nucleares, pois as consequências são piores do que os benefícios de se empregar a arma. No caso, os benefícios seriam o que motivou inicialmente seu engajamento no projeto, a necessidade de lutar contra o exército alemão.

Já no terceiro quadrante, temos uma postura pacifista-deontológica. Esta postura pode ser exemplificada por Oppenheimer após o teste de Trinity, mesmo envolvido nesse exercício mental presente no segundo quadrante. Oppenheimer se coloca no lugar dos Japoneses ou até mesmo dos alemães, caso algum líder de pesquisa nuclear tivesse conhecimento da quantidade de energia liberada pelo teste. Adotando uma visão pacifista qualquer líder cientista iria optar por não utilizar, pois mataria milhares de vidas inocentes.

Por fim, no quarto e último quadrante do nosso diagrama, temos uma escolha militarista-deontológica. Nesta posição encontramos dificuldades para conseguir exemplificar, pois Kant apresentou durante sua vida aspectos pacifistas e de acordo com o imperativo categórico: "tratar a todos como um fim em si mesmo, não somente como um mero meio" (Kant, 1786), Truman deveria respeitar a vida dos japoneses. Contudo, a ação de Truman não foi essa, mas sim racional e rígida, o que engloba uma postura que se coloca no lugar dos asiáticos, mostrando vestígios da teoria ética deontológica.

Truman mostra essa visão quando resolve atacar o inimigo, pois, sua atitude vai ao encontro da ameaça de sua nação, com isso é justo retornar ao ataque. Caso a situação fosse contrária, os EUA ameaçando o Japão e se o país asiático tivesse uma arma nuclear, provavelmente iria utilizá-la em resposta às ameaças estadunidenses.

Novamente lembrando que os quadrantes (categorias) não são excludentes uns dos outros. Uma ação e/ou argumento pode se encaixar em mais de um quadrante, sendo explorado por mais de uma teoria ética no mesmo argumento.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Neste capítulo apresentamos instrumentos para coleta de dados, o tipo de pesquisa que foi realizada, o local de desenvolvimento das aulas, o nível escolar, um breve detalhamento da elaboração do jogo que será utilizado e a sequência didática que será desenvolvida.

Adotamos uma abordagem qualitativa de pesquisa, seguindo a tradição das áreas de Educação e de Ensino. Esta abordagem, quando utilizada em pesquisas que focam o ensino e a aprendizagem em contextos educativos, busca acompanhar o ensino e a aprendizagem, dando mais ênfase ao processo do que ao resultado final (FLICK, 2009).

As ferramentas utilizadas para coleta de dados neste estudo foram: formulários da plataforma *Google*, aplicativos de reuniões (*Google meet*) e o caderno de anotações do pesquisador.

O público-alvo era composto por estudantes do 7º período do curso de Física, na modalidade licenciatura, de uma instituição federal de uma cidade do interior, localizada na região Sul de Minas Gerais. Optamos por desenvolver a pesquisa no ensino superior pelo fato do referido curso de Licenciatura em Física ofertar a disciplina de História da Física, que se encaixa com o tema do projeto. Além disso, escolhemos esse contexto de pesquisa também pela disponibilidade de aulas para o desenvolvimento da sequência didática. Cabe ressaltar, que o projeto poderia ser desenvolvido também no ensino básico, em qualquer etapa do ensino médio da disciplina de Física, sendo necessárias pequenas alterações.

Os formulários do *Google* foram compostos por perguntas dissertativas nos quais as respostas permitiram analisar e realizar interferências acerca de aspectos da teoria da filosofia moral. Esses formulários foram introduzidos e utilizados dentro do jogo A.T.O.M.I.C no decorrer de cada fase. Decidiu-se, também, criar e utilizar um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), que serve como um acordo para que pesquisadores e estudantes pudessem ficar resguardados a fins de eventuais ocorrências, além de evitar o mau uso da pesquisa científica e garantir que todo o processo de intervenção seja ético.

Realizamos uma abordagem sócio-histórica do período da Segunda Guerra Mundial, focando nos acontecimentos que possibilitaram o desenvolvimento da Física Nuclear na produção de armas nucleares e na postura dos cientistas. Para isso, nós pesquisadores,

conduzimos uma sequência didática composta de sete aulas envolvendo dilemas nesse período histórico.

As aulas foram realizadas com base em um jogo didático, no estilo *Rolling Playing Game* (RPG), denominado de A.T.O.M.I.C., que foi inspirado no COSMIC. O RPG é um gênero de jogos que dá possibilidade ao jogador/estudante de pensar e agir como se fossem outras pessoas, sendo que estes personagens ocupam cargos importantes na sociedade. Notamos essa possibilidade no decorrer do jogo COSMIC, no qual é voltado para o ensino podendo ter grande potencialidade (LEONOR et al., 2013, BAGDONAS; ZANETIC; GURGEL, 2014; BAGDONAS, 2015; 2020).

O A.T.O.M.I.C é composto por viagens no tempo e dilemas sobre ações de cientistas para a utilização da ciência na produção de armas nucleares; sendo assim, o estudante tem a oportunidade de vivenciar e se posicionar sobre as ações dos cientistas nos acontecimentos. No final de cada fase o jogo conta com um relatório sobre os posicionamentos dos estudantes e foram essas produções que analisamos sob a ótica das teorias da Filosofia moral.

As análises das teorias da filosofia moral foram realizadas pelo autor dessa pesquisa, com supervisão do orientador; depois disso elas foram apresentadas ao Grupo de Estudos sobre Sociedade, Tecnologia, História da Ciência e Educação Ambiental (GESTHA), da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Por fim, a última ferramenta para a realização da coleta de dados foi o caderno de campo do docente. Essa ferramenta foi muito importante, pois ela tenta capturar, no decorrer das atividades, articulações realizadas pelos estudantes que somente a gravação das aulas não conseguiam registrar. Posteriormente, foram transcritas e analisadas as notas realizadas no diário de campo, sob a forma de excertos de aula após aula, prevista na sequência.

Contudo, reconhecemos que dada a complexidade do pensamento envolvido em questões éticas, e como nossos instrumentos de pesquisa foram desenvolvidos, já estando a pesquisa em estado avançado, decidimos repensar as atividades da sequência didática e do jogo A.T.O.M.I.C, mas podendo ainda restar vestígios de aspectos que não contribuem para a categorização de questões éticas.

3.1 Metodologia e Estratégias de Ensino

Para entender a utilização dos termos, “metodologia e estratégias”, além do sentido que será utilizado neste trabalho, vamos utilizar as definições de Alves e Bego (2020). Estes autores fizeram uma revisão bibliográfica sobre a utilização dos termos nos principais periódicos em ensino de ciências no Brasil.

Para os autores, metodologia de ensino pode ser definida como:

Com efeito, a partir da ampla revisão realizada, a acepção de metodologia que se defende neste trabalho como mais adequada é aquela em que seu sentido está próximo ao de sua origem etimológica, ou seja, relacionada com o significado de caminho, no sentido de estudo dos métodos. Entende-se, nessa perspectiva, que um professor não muda suas concepções de fundo em diferentes momentos e atividades no contexto da sala de aula, mas possui uma certa concepção metodológica, explícita ou implícita, que orienta de certo modo o desenvolvimento de suas ações. Logo, um professor não utilizaria diferentes metodologias para ensinar determinado tópico, mas possui uma determinada tendência metodológica que orienta suas ações em sala de aula (ALVES; BEGO, 2020, p. 82).

Os autores ainda trazem exemplos de metodologia a partir da definição supracitada, como é mostrado a seguir:

A partir dessa definição, é possível classificar como *metodologias*, no âmbito particular do Ensino de Ciências: o Ensino por Transmissão (EPT) (Cachapuz, Praia, & Jorge, 2002); o Ensino por Descoberta (EPD) (Cachapuz, Praia, & Jorge, 2002); o Ensino por Investigação (Carvalho, 2013); os Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov, & Angotti, 1992); a Abordagem CTS (Santos, & Mortimer, 2002); a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL, do inglês, *Problem-Based Learning*) (Ribeiro, 2005), entre outras (ALVES; BEGO, 2020, p. 82).

Em relação ao termo estratégias, os autores definem como:

[...] propõe-se que as estratégias sejam compreendidas como um conjunto de ações intencionais e planejadas que visam à consecução dos objetivos de aprendizagem delimitados. São, por isso, intrinsecamente flexíveis igualmente condicionadas pelas concepções de fundo do professor. Ademais, pode-se dizer que, no âmbito formal do planejamento, as estratégias são escolhidas a partir da definição dos objetivos de aprendizagem (ALVES; BEGO, 2020, p. 83).

Utilizando essa definição, os autores exemplificam como estratégias no ensino de ciências os seguintes termos:

A partir da definição e das características apresentadas, pode-se classificar como *estratégias* de Ensino de Ciências: a utilização de experimentação (Giordan, 1999); o uso de mapas conceituais (Moreira, 2006); a aplicação de estudos de casos (Sá, Francisco, & Queiroz, 2007); o uso de jogos didáticos (Cunha, 2012); a utilização de modelos, analogias e metáforas (Monteiro, & Justi, 2000); o uso da História e Filosofia da Ciência (Loguercio, & Del Pino, 2006); a aprendizagem centrada em eventos (ACE) (Cruz, 2001); e muitas outras (ALVES; BEGO, 2020, p. 83-84).

Usamos, então, as definições dos autores para tratar como metodologia de ensino a educação CTSA, além de empregarmos como estratégia, jogos didáticos com foco na história da ciência e no ensino da Física Nuclear. A nosso ver, a HFC pode ser adotada tanto como metodologia, quanto estratégia; no entanto, neste trabalho ela foi utilizada como estratégia de ensino, por ela não focar diretamente no conceito a ser trabalhado, mas sim com uma abrangência maior, tangenciando questões sociais, políticas, geográficas, econômicas, científicas e culturais (MARTINS, 2007).

3.2 Jogo A.T.O.M.I.C

Nesta subseção apresentamos como foi criado o jogo didático que foi utilizado no desenvolvimento da sequência didática deste trabalho. O jogo didático foi concebido para auxiliar no processo de ensino e aprendizagem, além da coleta dos posicionamentos éticos dos estudantes sobre os dilemas apresentados e presentes na história da Física Nuclear.

O A.T.O.M.I.C foi criado entre os anos de 2019 e 2020. Ele foi construído e inspirado com base nos jogos:

- a) cosmic, criado pelo grupo TeHCo, da USP (BAGDONAS, ZANETIC; GURGEL, 2014; BAGDONAS 2015, BAGDONAS 2020);
- b) rpg sobre máquinas térmicas, presente na dissertação de (SABKA, 2016).

A parte histórica da Física Nuclear contida no jogo contou com o auxílio do Grupo de Estudos sobre Sociedade, Tecnologia, História da Ciência e Educação Ambiental (GESTHA), compostos por estudantes de iniciação científica, trabalho de conclusão de curso de licenciatura em Física da Universidade Federal de Lavras (UFLA), além de mestrandos

em Ensino de Ciências e Educação Matemática (PPGCEM) e em Educação Científica e Ambiental (PPGECA) ofertados também pela UFLA e com orientação do professor Alexandre Bagdonas. Esse grupo estudou os acontecimentos históricos envolvidos com os cientistas e suas ações na Segunda Guerra Mundial, além de discutir fatos envolvendo questões como decisões éticas (BAGDONAS, 2019; BAGDONAS, 2020).

O estudante Vanderson Santos, membro do grupo, pesquisou e estudou sobre o cientista Werner Heisenberg - acontecimentos, atitudes e vida desse cientista, como mostrado em (SANTOS, 2021). Aproveitamos seus estudos para criação da carta problema da terceira fase do jogo “Um encontro misterioso em Copenhague”. Utilizamos também os estudos do discente Johnnie Pereira. Ele dedicou seus estudos dentro do grupo para estudar a vida e as ações de Robert Oppenheimer, enquanto líder do Projeto Manhattan. Seus estudos contribuíram e foram utilizados na criação da carta problema, da quarta fase do jogo, discriminada como “O uso de uma nova arma desconhecida”.

No jogo proposto na sequência didática, os estudantes foram agentes governamentais e realizaram uma viagem no tempo indo para a Segunda Guerra Mundial, posteriormente visitando alguns países, como: EUA, Dinamarca e Japão. Nessas visitas os estudantes levaram fatos históricos envolvendo cientistas e a Física Nuclear no avanço dos estudos realizados na Segunda Guerra. Ao final de cada aula os estudantes fizeram atividades escritas nas quais demonstraram suas posições parciais sobre o tema e o posicionamento dos cientistas naquele período histórico, abordado no país escolhido. Foram esses posicionamentos analisados e definidos em alguma corrente ética.

As informações de cada país são apresentadas por meio de cartões que tratam de posicionamentos políticos, científicos ou sociais da Segunda Guerra.

3.3 Sequência didática

Nesta subseção tratamos da sequência didática que foi utilizada na intervenção com o jogo A.T.O.M.I.C. Ela traz uma apresentação detalhada sobre o tempo de duração, conteúdos e todo planejamento executado.

Essa sequência didática é composta por sete aulas, cada aula tem uma duração de cinquenta minutos e contou com atividades do produto educacional desse trabalho¹⁰. Ela foi elaborada com base na teoria educacional dos três momentos pedagógicos de Delizoicov e Angotti (1990). As sequências didáticas têm como finalidade um elo entre atividades no qual vão em busca de um objetivo geral, sendo que cada atividade conta com um objetivo próprio, e esses auxiliam na conclusão do objetivo da sequência.

Nessa sequência buscamos compreender, a partir dos posicionamentos dos estudantes e das decisões dos cientistas que foram tomadas na Segunda Guerra Mundial, relações entre ética e ciência, além de conceitos ligados à Física Nuclear. Essa busca foi feita por meio do jogo didático. A Figura 3, a seguir, mostra um exemplo de um dos cartões utilizados no jogo¹¹.

Figura 3 - Cartão sobre a carta de Einstein para o presidente dos Estados Unidos da América

O JOGO

A.T.O.M.I.C

Uma carta secreta para o presidente

Alguns trabalhos recentes de E. Fermi e L. Szilard, que me foram comunicados em manuscrito, levaram-me a crer que o elemento urânio possa ser transformado em uma nova e importante fonte de energia em um futuro próximo.

No decorrer dos últimos quatro meses, foi provado - através do trabalho de Joliot na França, bem como de Fermi e Szilard na América - que é possível a criação de uma reação nuclear em cadeia em uma grande massa de urânio, através da qual vastas quantidades de energia e grandes quantidades de novos elementos semelhantes ao rádio são gerados.

Esse novo fenômeno levaria também à construção de bombas e é concebível - embora não tão certamente - que bombas extremamente poderosas de um novo tipo possam ser construídas. Uma única bomba deste tipo, carregada por um barco e explodida em um porto, pode muito bem destruir todo o porto, juntamente com parte do território circundante. Contudo, tais bombas podem muito bem revelar-se demasiado pesadas para o transporte por via aérea.

A. Einstein

Relatório EUA

Fonte: Do Autor (2020)

10 Para mais informações sobre o produto acesse:
https://drive.google.com/file/d/1aeOsVY5HvFJb_mY-ASaFgpISOKouRNj2/view?usp=sharing

11 Outros cartões e acesso ao jogo completo, pode ser feito pelo link: <https://project-atomic.bubbleapps.io/>

O quadro 2, apresentado a seguir, mostra a relação entre a quantidade de aulas, o título de cada aula da sequência e o objetivo de pesquisa. Nas aulas de 2 a 5, o objetivo de pesquisa foi investigar as posturas dos estudantes quando confrontados com um dilema ético sobre a utilização de armas nucleares, em diferentes países.

Quadro 2 - Relação entre as aulas e o objetivo de pesquisa

Aula	Título da Aula	Objetivo de pesquisa: dilema ético
1	Conhecendo o jogo A.T.O.M.I.C	-
2	Uma proposta para a política nuclear brasileira	Postura sobre fabricação de armas nucleares no Brasil.
3	Uma carta secreta para o presidente	Postura sobre a fabricação de armas nucleares nos EUA no início da II Guerra.
4	Um encontro misterioso em Copenhague	Postura sobre a utilização da ciência para fabricação de armas nucleares na Alemanha.
5	O uso de uma nova arma desconhecida	Postura sobre a utilização da ciência para fabricação de armas nucleares nos EUA durante a Guerra.
6	O futuro da pesquisa nuclear no Brasil	Postura sobre a utilização da ciência para fabricação de armas nucleares no Brasil.
7	Sistematização das aulas e avaliação da sequência	Sistematizar as investigações e posturas das aulas anteriores.

Fonte: Do Autor (2020)

Na primeira aula da sequência não tivemos nenhuma coleta de dados para a pesquisa. Já na segunda aula, os dados coletados foram as respostas de um questionário sobre uma ciência neutra, uso dela para fabricação de armas nucleares e o dilema de aderir ou não à fabricação dessas armas em seu país.

Na terceira aula apresentada tivemos, como dados, o posicionamento ético dos estudantes sobre o envio da carta do cientista alemão Albert Einstein para o presidente Franklin Roosevelt, dos EUA. Nesse posicionamento os estudantes responderam questões

envolvendo religião, ciência e as situações sociais vivenciadas pelo cientista antes do envio da carta. A partir das respostas buscamos indícios da ética utilitarista, ética deontológica, ética das virtudes e do egoísmo ético.

Na aula seguinte, nossa coleta de dados para pesquisa se deu com base nas respostas dos estudantes sobre as atitudes de Bohr e de Heisenberg no encontro de Copenhague. Essas respostas tratam da utilização da Ciência para fins bélicos. Nesse questionário nosso intuito foi investigar os posicionamentos com base nas teorias éticas.

Na quinta aula trabalhamos sobre o lançamento da bomba atômica. Nessa aula os estudantes lidam com o dilema ético sobre utilizar ou não a bomba e a ciência no contexto de uma guerra. Os dados foram coletados por meio de um formulário presente dentro do jogo A.T.O.M.I.C. Nesta etapa, buscamos vestígios da ética deontológica, ética das virtudes, ética utilitarista e do egoísmo ético.

Na sexta aula da sequência abordamos as vantagens e desvantagens da energia nuclear. Nessa aula, nossos dados foram as respostas dos estudantes sobre o parecer final para o governo brasileiro em relação ao processo de fabricação de armas nucleares e do conhecimento sobre Física Nuclear no país.

Na última aula da sequência obtivemos como dados de pesquisa a argumentação dos estudantes durante o processo de sistematização das aulas e das discussões anteriores. Essas discussões foram registradas por meio de uma gravação desse encontro. Outros dados que foram considerados foram as respostas do questionário de autoavaliação.

4 ENSINANDO HISTÓRIA DA FÍSICA NUCLEAR POR MEIO DO JOGO A.T.O.M.I.C.

Neste capítulo apresentamos uma análise da sequência didática criada para a utilização do jogo A.T.O.M.I.C, além dos resultados obtidos em sua intervenção com uma turma do 7º período, de um curso de ensino superior, mas que pode ser facilmente adaptada e desenvolvida no ensino médio.

A sequência didática foi desenvolvida por meio de Roteiros de Estudo Orientados (REO) e um encontro no “*Google meet*” (opcional), no fim de cada REO, com intuito de sintetizar as atividades presentes em cada roteiro; isso devido a pandemia de COVID-19. Os materiais dos REOs foram disponibilizados em uma sala do *Google classroom*. No total

foram trabalhados três REOs, com nove estudantes do curso de licenciatura em Física. Essa intervenção ocorreu nos meses de dezembro de 2020 e janeiro de 2021, contando com uma pausa entre os dois meses, devido aos recessos de fim de ano previstos no calendário acadêmico da instituição.

No quadro 3, abaixo, contamos com o número de cada REO, a duração da intervenção, seu mês de intervenção e quais aulas da sequência didática foi desenvolvida em cada um dos roteiros:

Quadro 3 - Relação entre os REOs, suas durações, mês de intervenção e aulas previstas na sequência didática.

Número do REO	Duração	Mês de intervenção	Aulas da sequência didática
REO 1	2 aulas	Dezembro	Aulas 1 e 2
REO 2	2 aulas	Dezembro	Aulas 3 e 4
REO 3	3 aulas	Janeiro	Aulas 5, 6 e 7.

Fonte: Do Autor (2021).

Antes do início do primeiro roteiro, os estudantes tiveram acesso ao termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) e um vídeo de apresentação de um dos pesquisadores. Todos os envolvidos na pesquisa assinaram favoravelmente por sua participação e não houve evasão ou desistência no decorrer da intervenção. O vídeo de apresentação teve objetivo da familiarização e conhecimento do universo de pesquisa com um dos pesquisadores envolvidos, até o momento desconhecido.

Os dados apresentados a seguir foram analisados pelos pesquisadores e, posteriormente, contou com contribuições dos membros do GESTHA que também trabalham com ética no ensino de ciências. Pretendemos futuramente aprofundar essa análise, objetivando encontrar mais vestígios do egoísmo ético e da ética das virtudes.

Abaixo, apresentamos os detalhes de cada roteiro, os dados obtidos em cada um e também as discussões desses dados.

4.1 Reo 1 - Aulas 1 e 2 da sequência didática - Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares e conhecendo o jogo didático A.T.O.M.I.C.

Esse roteiro era composto pelas aulas 1 e 2 da sequência didática. A primeira aula é de apresentação e conhecimento dos estudantes com o professor e do professor com os estudantes, já a segunda é para conhecer o *tratado de não proliferação de armas nucleares* (TNP) e passar por um dilema de sua adesão nos dias atuais. Nossas aulas tiveram como objetivo de ensino: “Entender relações entre acontecimentos da história da Física Nuclear com situações atuais, envolvendo o enredo de um jogo didático” e “Compreender aspectos relacionados com a neutralidade da ciência e o uso dela na fabricação de armas nucleares, além de se posicionar em um dilema de fabricar ou não armas nucleares”, os quais foram atendidos no decorrer das aulas.

Nesse REO, os estudantes contavam com 5 atividades no total, 4 obrigatórias e 1 opcional. As obrigatórias foram:

- a) assistir parte do documentário *“The Path to Nuclear Fission: The Story of Lise Meitner and Otto Hahn”*;
- b) realizar a leitura das regras e dos materiais que compõem o jogo “A.T.O.M.I.C.”;
- c) realizar a leitura do texto sobre o TNP, começar a aventura pelo jogo e responder o questionário de adesão sobre o tratado;
- d) criar uma conta no site do jogo “A.T.O.M.I.C.”.

A atividade opcional foi a leitura do capítulo 9 do livro “A era dos extremos” do historiador britânico, Eric Hobsbawm. Mais detalhes das atividades podem ser encontrados nos apêndices deste trabalho.

Com o objetivo de auxiliar os estudantes nas realizações das atividades, os pesquisadores produziram um vídeo de explicação. Nesse vídeo um dos pesquisadores mostrou como acessar todos os arquivos e materiais necessários para realização do REO, dentro do jogo e nas plataformas auxiliares, como “*Google classroom*” e “*Google drive*”.

Na primeira atividade obrigatória, o documentário *“The Path to Nuclear Fission: The Story of Lise Meitner and Otto Hahn”*, de direção de Redd (2009), retrata a história da cientista Lise Meitner e do cientista Otto Hahn, além de percalços enfrentados pela ciência

durante a ascensão de Adolf Hitler e da Segunda Guerra Mundial, mostrando, assim, que a ciência não é neutra e que depende de aspectos políticos, sociais, religiosos, entre outros.

Já a segunda atividade obrigatória traz as regras, enredo e contexto inicial do jogo A.T.O.M.I.C. A terceira atividade desse REO é um texto fictício, inspirado em situações reais sobre o TNP, em que os Estados Unidos da América saem de um tratado de paz sobre a não utilização de armas nucleares e o Brasil, que vinha sempre apoiando as ações e decisões estadunidenses, também se mostra favorável a sair do mesmo tratado. Com isso os estudantes são recrutados para serem agentes governamentais que buscaram acontecimentos históricos sobre o processo de fabricação das armas nucleares para ajudar o governo brasileiro a tomar essa decisão em relação ao futuro do país no tratado.

No final da leitura do texto sobre o TNP, os estudantes tiveram acesso a um quadro acerca das vantagens e desvantagens de aderir ou não aderir ao tratado (apêndice A). Após isso, eles responderam às 4 perguntas sobre a ciência, o tratado e sobre o uso das ciências em períodos de guerra. A seguir apresentamos as perguntas e as respostas de cada uma:

1 – Você acredita que a Física, assim como a Química e a Biologia, depende de aspectos políticos e sociais para se desenvolver? Explique seu ponto de vista.

Como respostas para essa pergunta obtivemos os seguintes resultados, apresentados no quadro 4:

Quadro 4 - Classificação das respostas da pergunta 1 sobre o TNP

Respostas dos alunos	Alunos	Total
Acredita que a ciência não é neutra e depende de aspectos externos para se desenvolver.	Alunos: 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8 e 9	8
Acredita que a ciência depende de fatores sociais, mas não ou não deveria depender de aspectos políticos para se desenvolver.	Aluno 6	1

Fonte: Do Autor (2021).

Acreditamos que por se tratar de estudantes do 7º período, eles já teriam algum contato com questões sobre a Natureza da Ciência (NdC) e, por isso, os resultados mostraram respostas semelhantes.

A segunda pergunta do questionário contou com uma questão envolvendo o conhecimento científico da física nuclear, bem como a criação de armas nucleares, como podemos notar a seguir:

2 - Todos os países devem ter conhecimento de criação de armas nucleares ou esse conhecimento deve ser restrito?

As respostas advindas dessa pergunta estão no quadro 5, a seguir:

Quadro 5 - Classificação das respostas da pergunta 2 sobre o TNP

Respostas dos alunos	Alunos	Total
Nenhum país deveria ter acesso a esse conhecimento.	Alunos: 1, 5 e 4	3
Todos os países devem ter acesso a esse conhecimento, pois o conhecimento científico não deve ser restrito.	Alunos: 2, 6, 8 e 9	4
Acreditam no meio termo entre todos os países terem acesso ao conhecimento sobre armas nucleares, mas que seja feito o desarme, essa ação pode trazer avanços científicos e tecnológicos.	Alunos: 3 e 7	2

Fonte: Do Autor (2021).

Notamos uma pequena diferença nas respostas dos estudantes de graduação. A maioria se posicionou no TNP com uma justificativa: que o conhecimento científico não deve ser restrito. Essa justificativa pode ter vindo de situações vivenciadas em outras disciplinas ou até mesmo em leituras advindas do ramo da história da física, no qual autores defendem a universalização da ciência.

Analisando as respostas apresentadas com base nas teorias éticas podemos observar traços deontológicos e utilitaristas:

a) deontológico:

- Na primeira opção do quadro 4: “*Nenhum país deveria ter acesso a esse conhecimento*”, pode conter traços deontológicos, pois esta ideia remete a uma lei universal, na qual nenhum país deve ter acesso ao conhecimento nuclear,

em nenhuma circunstância ou época. Na segunda opção apresentada, no mesmo quadro, também notamos traços deontológicos; essa justificativa permite se colocar no lugar do outro, pois tem um pensamento universal para todos os países;

b) utilitarista:

- Ainda no quadro 4 conseguimos identificar indícios utilitaristas. Na última opção: “*Acreditam no meio termo entre todos os países terem acesso ao conhecimento sobre armas nucleares, mas que seja feito o desarme, essa ação pode trazer avanços científicos e tecnológicos*” vemos argumentos pensando nas consequências de os países terem acesso ao conhecimento nuclear, além de ir contra sua moral para beneficiar um bem maior, na justificativa de avançar a ciência e a tecnologia.

A penúltima pergunta do questionário, sobre a continuidade no TNP, traz justamente a escolha de cada estudante no papel de um membro do governo. Nessa pergunta tivemos como principal objetivo recolher dados sobre as escolhas e sobre o posicionamento pacífico ou bélico de cada uma das respostas. A seguir temos o enunciado da pergunta:

3 - Imagine que você é membro de uma comissão secreta do governo criada para decidir se o país deve ou não aderir ao Tratado de Não Proliferação, qual a sua escolha? Escreva argumentos que sustentem seu posicionamento.

Os dados sobre essa pergunta estão no quadro 6, abaixo:

Quadro 6 - Classificação das respostas da pergunta 3 sobre o TNP. (Continua)

Respostas dos alunos	Alunos	Total
Entraria no Tratado de Não proliferação de armas nucleares (TNP).	Alunos: 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 8	7
Entraria no tratado, mas produziria armas nucleares clandestinamente.	Aluno 9	1

Quadro 6 - Classificação das respostas da pergunta 3 sobre o TNP. (Conclusão)

Não entraria no Tratado de Não proliferação de armas nucleares (TNP).	Aluno 7	1
---	---------	---

Fonte: Do Autor (2021).

As justificativas de quem aderiu ao TNP (continuar no tratado) foram pensando em questões pacíficas e que englobam a paz mundial como, por exemplo:

“Aderir ao projeto de não proliferação de armas nucleares é, em outras palavras, dar um voto de esperança na construção de um mundo mais pacífico e fraterno, onde as nações não precisam conviver com o medo, ou a ameaça, de uma guerra sem precedentes que pode vir a conduzir a humanidade à extinção”. (Aluno 5)

O estudante, nesse argumento, cita a esperança de um mundo pacífico e fraterno, no qual as nações possam viver em harmonia umas com as outras, sem se preocupar com artefatos bélicos que possam vir a levar a humanidade em um nível de extinção. Nessa frase entendemos que ele remete aos perigos vivenciados na Segunda Guerra Mundial, com os lançamentos das bombas atômicas em Hiroshima e Nagasaki. Fazendo uma análise de sua postura, conseguimos encontrar traços de categorização de uma pessoa pacífica.

A justificativa sobre aderir ao TNP e produzir armas clandestinamente foi:

“A minha escolha se apoia nos dois lados: propostas da ONU em relação ao desenvolvimento de novas pesquisas no país, pensaria na possibilidade de gerar energia, e encontrar novas aplicações para a energia nuclear nas mais diversas áreas, ou seja, tentaria faturar através do conhecimento passado e desenvolvido; e na defesa. É importante deixar claro que toda escolha possui suas consequências boas e ruins, caso optasse por entrar no tratado, em caso de uma futura guerra perderia o direito de escolha entre os oponentes e ao mesmo tempo a proteção do meu povo. Mas, para ser mais exato, optaria por entrar no tratado e fabricava bombas clandestinamente.” (Aluno 9).

Nesta resposta podemos observar que o estudante pensa nas duas opções presentes (aderir e não aderir) e mostra sua visão em cada uma das alternativas, mas ao final de seu argumento notamos que ele opta por entrar no tratado com o intuito de proteção se colocando no lugar de seu povo, além de fabricar bombas clandestinamente.

Com isso, podemos notar traços deontológicos e utilitaristas. Os traços deontológicos podem ser encontrados devido à preocupação da defesa do seu país; assim entendemos que uma lei universal para o aluno é que quando o seu país for atacado é justo revidar o ataque. Os traços utilitaristas podem ser notados no trecho em que cada escolha vem com *consequências* boas e ruins.

Por fim, a justificativa do estudante que optou por não aderir (sair) do TNP, foi:

“Eu escolhi não aderir ao tratado, mas não para produção de armas nucleares. Minha escolha foi baseada em que, o tratado de não proliferação de armas nucleares é muito desigual entre os países que detêm as armas nucleares e os que não tem armas nucleares; pois embora no TNP peça para que eles se desarmem, desfaçam de suas armas nucleares, eles não vem fazendo isso ao longo do tempo, eles vem mantendo essa soberania nuclear, sendo que os países que não tem armas nucleares, o próprio tratado intensifica as fiscalizações sobre essa produção”. (Aluno 7)

Já neste posicionamento vemos que o estudante pensa e coloca como ponto negativo a adesão ao TNP devido a soberania nuclear dos países que não aderiram a esse tratado. Com isso pode ter algum traço de virtude, o da igualdade, que para ser igual - todos ou nenhum país deve ter acesso à tecnologia e armamento nuclear. Esse argumento também pode ser classificado com traços deontológicos, pois para o estudante pode ser uma regra universal todos os países ou nenhum ter acesso a assuntos nucleares para todos os fins.

A última pergunta do questionário traz a opinião dos estudantes sobre o uso da ciência em geral em períodos de guerra. Podemos observar a pergunta, a seguir:

4 - Qual a sua opinião sobre o desenvolvimento e o uso da Ciência em períodos guerras? Como ela pode ser utilizada e para qual finalidade?

No quadro 7 apresentamos a seguinte relação de resposta para a pergunta 4 do questionário:

Quadro 7 - Classificação das respostas da pergunta 4 sobre o TNP. (Continua)

Respostas dos alunos	Alunos	Total
Contra a utilização da ciência para fins bélicos	Alunos: 1, 2, 4, 5, 6 e 7	6

Quadro 7 - Classificação das respostas da pergunta 4 sobre o TNP. (Conclusão)

A favor da utilização da ciência para fins bélicos	Alunos: 3, 8 e 9	3
--	------------------	---

Fonte: Do Autor (2021).

Conseguimos observar que a maioria dos estudantes optaram pela não utilização da ciência para fins bélicos, o que contém indícios de uma postura pacifista, pois com essa escolha minimizaria os estragos ocasionados por guerras e conflitos militares, como, por exemplo, a fabricação de armas e bombas para serem utilizadas. Em contrapartida, tivemos estudantes que optaram pela utilização da ciência para fins bélicos; esses entendemos que contém traços militaristas.

A última atividade obrigatória, prevista neste REO, contou com o cadastro na plataforma do jogo, feita de maneira on-line. Todos os estudantes realizaram essa tarefa.

Em relação a atividade optativa, estava relacionada à leitura do capítulo 9 do livro A “era dos extremos”, sobre a guerra fria, de autoria do historiador Eric Hobsbawm. O intuito dessa atividade é relembra os acontecimentos históricos da Segunda Guerra Mundial e de eventos posteriores, como a guerra fria, no qual originou-se uma corrida armamentista que, posteriormente, resultou na criação do TNP.

Realizando uma análise sobre as respostas dos estudantes durante todo o roteiro notamos a presença de 7 estudantes com ideias voltadas para o pacifismo e 2 estudantes para o militarismo.

Classificamos como ideias pacifistas, argumentos e ações que minimizem o uso de violência e de destruição. Já os argumentos militaristas são o contrário, são aqueles que contribuem para uma ação alcançar um grau maior de destruição e violência.

Por fim, vamos apresentar uma síntese dos posicionamentos dos estudantes nesse REO 1 e alguns traços de categorias éticas presentes nos argumentos apresentados. No quadro 8, a seguir, apresentamos o resultado desta síntese:

Quadro 8 - Categorização dos argumentos embasados nas teorias éticas

	Base do argumento	Militarismo	Pacifismo
Utilitarista	Pensa nas consequências e no bem estar comum de sua ação.	Aluno 9	Alunos: 1, 4, 5, 6 e 8
Deontológico	Introduz uma regra universal que deverá ser seguida em qualquer situação e em qualquer tempo.	Alunos: 3, 9	Alunos: 2, 7 e 8
Virtudes	Antes de tomar qualquer atitude em relação ao envio da carta, pensaria como uma pessoa virtuosa agiria.	-	-

Fonte: Do Autor (2021).

Com base nos dados apresentados, acima, podemos observar que grande parte dos estudantes se posicionou com argumentos classificados como *pacifismo utilitarista*. Tivemos dois estudantes (8 e 9) que foram classificados consequentemente em duas categorias distintas (utilitarista e deontológico), pois nesse mesmo REO eles argumentaram de forma diferente em duas situações distintas, fato que reforça nossa previsão que uma postura ética pode ser baseada em mais de uma postura; mas, esses estudantes permaneceram em suas classificações como pacifista e militarista. O estudante 8 em suas duas categorias foi classificado como pacifista, já o aluno 9 se manteve como militarista. Na tendência ética das virtudes não foi encontrado nenhum argumento nesse REO.

Diante disso, vamos analisar somente os argumentos dos estudantes 8 e 9, na tentativa de mostrar que uma pessoa pode variar seu posicionamento e sua argumentação de acordo com cada problema proposto.

Um argumento somente foi apresentado e classificado como *militarismo utilitarista*. Esse argumento foi o do estudante 9, o qual apresentou duas posturas em suas justificativas do questionário do REO. O trecho que sustenta essa classificação é a seguinte:

“É importante deixar claro que toda escolha possui suas consequências boas e ruins, caso optasse por entrar no tratado, em caso de uma futura guerra perderia o direito de escolha entre os oponentes e ao mesmo tempo a

proteção do meu povo. Mas, para ser mais exato, optaria por entrar no tratado e fabricava bombas clandestinamente.” (Aluno 9).

Observamos que o estudante pensa nas consequências de aderir ou não ao TNP, além das consequências futuras dessa ação, uma postura utilitarista. A postura é militarista, pois visa a criação de armas clandestinamente.

Em oposição ao argumento militarista, mas ainda pensando nas consequências e no maior bem estar dos envolvidos, temos os argumentos apresentados e classificados como *pacifismo utilitarista*. Essa classificação foi a que apresentou mais argumentos, sendo um total de 5. Um posicionamento dessa classificação está na resposta do aluno 8, a seguir:

“Aderiria ao tratado justamente porque não é possível saber de antemão se os outros países aderiram. O que significa que se eu não aderir e todos aderirem, estaria me prejudicando.” (Aluno 8).

No comentário acima, o estudante fala sobre a ação de tomar decisão em aderir ou não ao TNP, considerando que ao não aderir ele estaria saindo prejudicado. Entendemos que ele pensa nas consequências das duas ações e que se ele não aderir estaria prejudicando seu país. Nesse sentido o argumento do estudante foi classificado como utilitarista e tem como característica ser pacifista.

A seguir contamos com a classificação denominada como *Militarismo Deontológico*. Nessa categoria contamos com dois argumentos, no qual um deles é do estudante 9. Na ocasião ele não pensa nas consequências de uma ação.

“A minha escolha se apoia nos dois lados: propostas da ONU em relação ao desenvolvimento de novas pesquisas no país, pensaria na possibilidade de gerar energia, e encontrar novas aplicações para a energia nuclear nas mais diversas áreas, ou seja, tentaria faturar através do conhecimento passado e desenvolvido; e na defesa.” (Aluno 9).

Nesse posicionamento do estudante 9 vemos que ele se coloca no lugar dos dois lados da escolha do tratado, ação que remete a características deontológicas. Outro fator que sustenta essa classificação é uma possível regra universal entre linhas no argumento do estudante: “é permitido eu me armar para defesa e revidar, caso eu sofra um ataque”. Diante disso, o classificamos na categoria militarista.

Esse argumento foi classificado como *Militarismo Deontológico* por ser um argumento racional, além de observar uma tendência a universalizar a norma ética, que é sempre um dever informar quando a questão é relacionada à soberania nacional. O estudante ainda argumenta que quando o seu país está em situação de ataque é justo efetuar o contra-ataque; por fim, o estudante se coloca no lugar de Einstein, no qual os argumentos apresentados são características da ética deontológica de Emanuel Kant.

Ainda na categoria Deontológica contamos com 3 respostas que remetem a um posicionamento voltado para a versão pacífica desta categoria. O aluno 8 apresenta traços dessa teoria no argumento abaixo:

“Acredito que todos os países devem ter conhecimento, especificamente, não na criação de armas nucleares, mas na tecnologia envolvendo a tecnologia de energia. O que é uma via de mão dupla. Se ele for restrito a um grupo de países, acarretará em uma superioridade daqueles países que possuem conhecimento em relação àqueles que não possuem.” (Aluno 8).

Notamos que o estudante se porta como um pacifista, devido à defesa do seu ponto de vista em não criar armas nucleares, considerando a situação dos países terem acesso ao conhecimento nuclear. Classificamos este estudante como deontológico, porque ele menciona que todos os países devem ter acesso ao conhecimento, pois, senão, os que tiverem serão superiores aos outros. Entendemos isso como uma lei universal, se você não tiver conhecimento nuclear você será inferior.

Por fim, como comentado anteriormente, não encontramos nenhum argumento que se enquadre na categoria ética das virtudes.

4.2 Reo 2 - Aulas 3 e 4 da sequência didática, fases: “Uma carta secreta para o presidente e Um encontro misterioso em Copenhague”.

O segundo roteiro de estudos trouxe as duas fases do jogo A.T.O.M.I.C, que retrata dois episódios históricos importantes para o desenvolvimento da Física Nuclear. Esses episódios são: O envio da carta de Einstein para o presidente dos Estados Unidos e o encontro de Weber Heisenberg e Niels Bohr em Copenhague. Essas situações estavam previstas nas aulas 3 e 4 da sequência didática já apresentada e têm como objetivo de ensino: “Entender como as pesquisas envolvendo a produção de armas nucleares na Alemanha e aliados durante

a guerra causou tensões entre cientistas que antes colaboraram" e "Compreender sobre a perseguição aos cientistas na Alemanha e as atitudes de Albert Einstein em enviar uma carta para o inimigo de sua nação, informando sobre as implicações de se fazer pesquisa em Física Nuclear para ser utilizada na guerra".

Nesse REO, os estudantes contavam com 5 atividades no total, 4 obrigatórias e 1 opcional, no qual eles se posicionaram sobre tais episódios. As atividades obrigatórias foram:

- a) acessar o jogo "A.T.O.M.I.C", ser recrutado pelo Governo Brasileiro e viajar no tempo;
- b) viajar para os EUA, abrir a carta cenário e fazer uma síntese das informações contidas, assistir um trecho do documentário "Copenhague" e realizar a leitura do texto "O mistério de um encontro";
- c) abrir a carta problema da segunda fase e enviar o relatório para o Governo Brasileiro, acerca dos acontecimentos sobre o envio da carta secreta ao presidente;
- d) viajar para a segunda fase do jogo, abrir a carta cenário, realizar sua leitura e produzir um breve texto sobre ela;
- e) assistir um pequeno vídeo sobre o processo de Fissão Nuclear, acessar a carta problema da segunda fase e enviar o relatório sobre o encontro misterioso em Copenhague.

4.2.1 Reo 2 - Aula 3: "Uma carta secreta para o presidente".

Como forma de captação de dados, neste REO utilizamos dois questionários dentro do jogo. No primeiro, trabalhamos o acontecimento do envio da carta para o presidente dos EUA. Esse questionário contou com três perguntas. A primeira com objetivo de ensino e as outras duas com objetivo de pesquisa.

Temos sempre duas possibilidades, enviar ou não a carta informando o presidente dos EUA sobre a possibilidade de utilizar a Fissão Nuclear para produção de armas. Mas, para cada opção, vamos pensar no que um pacifista e um militarista poderiam pensar, como demonstrado no quadro 9, a seguir. Nossas perspectivas para categorização dos argumentos

dos estudantes embasados nas teorias éticas para esses acontecimentos foram com base nas categorias e no quadro 10, a seguir:

Quadro 9 - Separação das categorias prévias com base na escolha de enviar ou não a carta para o presidente dos EUA.

<i>Categoria 1</i>	Não enviar a carta	Pacifista
<i>Categoria 2</i>	Não enviar a carta	Militarista
<i>Categoria 3</i>	Enviar a carta	Militarista
<i>Categoria 4</i>	Enviar a carta	Pacifista

Fonte: Do Autor (2021).

Ao se posicionar “Não enviar a carta”:

Categoria 1 - Um pacifista tem como escolha natural não enviar a carta, já que é parte de sua visão de mundo não compactuar com a produção de armas. Uma arma tão poderosa não deve ser produzida.

Categoria 2 - Já um militarista acha que, mesmo sendo favorável à guerra, há limites no tipo de armas e recursos que podem ser utilizados.

Ao se posicionar “Enviar a carta”.

Categoria 3 - Um militarista tem como escolha mais natural optar por enviar a carta, tendo em mente a possibilidade de usar essa arma na guerra antes do inimigo.

Categoria 4 - Já um pacifista pode aceitar o envio da carta, mas gostaria que a arma, se produzida para defesa, não seja utilizada efetivamente. Seja produzida como instrumento diplomático.

Vamos agora pensar nessas 4 possibilidades adotando as categorias éticas Utilitarista, Deontológica e das Virtudes.

Salientamos que um estudante pode apresentar mais de um traço ético por argumento, e com isso o classificamos nas duas ou mais categorias que o seu posicionamento pode conter.

Quadro 10 – Categorização esperada dos argumentos dos estudantes para o envio da carta para o presidente dos EUA. (Continua)

	Base do argumento	Militarismo	Pacifismo
Utilitarista	Pensa nas consequências e no bem-estar comum de sua ação.	<p>Categoria 2 - As consequências de uma guerra nuclear seriam terríveis para ambos lados. É melhor não arriscar a produção da arma.</p> <p>Categoria 3 - É melhor enviar a carta, pois as consequências de um ataque nuclear do inimigo são terríveis.</p>	<p>Categoria 1 - Uma arma tão poderosa não pode ser produzida, pois ameaça a vida de todos.</p> <p>Categoria 4 - A arma como instrumento diplomático pode ser usada para defesa, evitando um ataque inimigo.</p>
Deontológico	Ênfase em normas, regras universais. Possibilita se colocar no lugar do outro antes de realizar uma escolha.	<p>Categoria 2 - Mesmo na guerra, há limites para o tipo de arma que pode ser usada. Armas tão destruidoras, jamais deveriam ser produzidas. Espera-se que o inimigo pense o mesmo e não produza esse tipo de arma.</p> <p>Categoria 3 - Espera-se que o inimigo pense o mesmo, e também produza a arma, se for capaz, para usá-la na guerra.</p>	<p>Categoria 1 - Uma arma tão poderosa não pode ser produzida. Espera-se que o inimigo pense o mesmo e não produza esse tipo de arma.</p> <p>Categoria 4 - Espera-se que o inimigo pense o mesmo, e também produza como instrumento diplomático.</p>

Quadro 10 – Categorização esperada dos argumentos dos estudantes para o envio da carta para o presidente dos EUA. (Conclusão)

<p>Virtudes</p>	<p>Antes de tomar qualquer atitude em relação ao envio da carta, pensaria como uma pessoa virtuosa agiria.</p> <p>Coragem como virtude intermediária entre covardia e temeridade.</p>	<p><i>Categorias 1 e 2</i> - É preciso ter coragem de evitar a produção de armas tão devastadoras, apesar do risco de o inimigo produzi-la. Enviar a carta seria uma covardia.</p> <p><i>Categorias 3 e 4</i> - Enviaria a carta, na intenção de proteger e honrar sua lealdade para com seu povo, caso não tomasse nenhuma atitude seu povo poderia correr o risco de ser exterminado. Não enviar a carta seria temerário.</p>	<p><i>Categoria 1</i> - É preciso ter coragem de evitar a produção de armas tão devastadoras, apesar do risco de o inimigo produzi-la. Enviar a carta seria uma covardia e poderia acelerar o processo de produção.</p> <p><i>Categoria 4</i> - Enviaria a carta, na intenção de proteger e honrar sua lealdade para com seu povo, mas não desejaria que fosse produzida uma arma nuclear para ser utilizada em outros povos.</p>
------------------------	---	---	---

Fonte: Do Autor (2021)

A apresentação e criação do quadro, apresentado acima, foi feita com base nos estudos sobre ética já apresentados na seção 2.5 deste trabalho. A partir dessas informações categorizamos as posturas e os argumentos fornecidos pelos estudantes em sala de aula no decorrer dessa primeira fase do jogo A.T.O.M.I.C. Para coleta dessas posturas e argumentos utilizamos um questionário dentro do jogo.

A primeira pergunta do questionário solicitava aos estudantes para que fizessem uma breve dissertação sobre os acontecimentos da Segunda Guerra Mundial em um texto, com

objetivo de os estudantes lembrarem e pesquisarem sobre os acontecimentos históricos, além de mencionar como os cientistas foram afetados nesse período.

1 - Produza um breve texto sobre a carta cenário da fase "Uma carta secreta para o presidente", utilizando as perguntas do roteiro para auxiliar nesta produção. As perguntas a seguir podem auxiliar na produção desse texto. "Quem liderou a Alemanha na Segunda Guerra Mundial? Quem eles perseguiam? Por que eles perseguiam essas pessoas? Se essas pessoas fossem capturadas, para onde elas seriam levadas? Os cientistas foram afetados por essa ação do governo?"

Como resposta, tivemos anotações e resumos das cartas cenário e problema, apresentadas na fase desse acontecimento dentro do jogo. Obtivemos, também, respostas voltadas para os contextos da Segunda Guerra Mundial presentes naquele momento. Esses contextos remetem ao exército nazista, avanços e ataques da Alemanha na Segunda Guerra, entre outros. Nossa intenção, nessa questão, está relacionada com o objetivo de ensino da aula e não como uma fonte de dados ou um instrumento de pesquisa; com isso decidimos não realizar a análise dessa pergunta.

A segunda pergunta aborda a religião de Einstein, além de sua ação de enviar a carta para o presidente dos EUA, informando sobre a possibilidade de utilizar a fissão nuclear em equipamentos bélicos. A questão perguntava ainda qual seria a ação do estudante, caso ele tivesse no lugar do cientista alemão. Abaixo temos o enunciado da pergunta:

2 - "Albert Einstein era judeu e Hitler perseguiu seu povo. Você acha que isso tem alguma ligação com a atitude de Einstein em enviar a carta para os EUA? Você também teria enviado, mesmo sabendo que sua ação poderia começar uma corrida na fabricação de uma bomba, além de correr o risco de o exército alemão descobrir e você sofrer consequências graves?"

No Quadro 11 obtivemos as seguintes respostas para a pergunta anterior:

Quadro 11 - Classificação das respostas da pergunta 2 da segunda fase do jogo A.T.O.M.I.C.

Respostas dos alunos “Enviaria a carta”	Alunos	Total
Pensando nas consequências futuras de não enviar, caso a Alemanha fizesse o uso da Fissão Nuclear.	Alunos: 1, 2, 4 e 5	4
Porque a Alemanha atacou o seu povo.	Alunos: 6 e 7	2
Como uma medida de proteção de sua família e também do seu povo.	Aluno 8	1
Pois, a Alemanha dominava grande parte da Europa e poderia criar a bomba e dominar o restante do mundo.	Aluno 3	1
Como um pedido de socorro, pois Hitler já tinha começado a cometer suas atrocidades e elas poderiam ser maiores, já que a bomba seria produzida mais cedo ou mais tarde.	Aluno 9	1

Fonte: Do Autor (2021).

No quadro acima é possível observar que todos os estudantes optaram por enviar a carta para o presidente dos EUA. Com isso, as categorias 1 e 2 não foram utilizadas nesta investigação. A justificativa mais comum foi pensar nas consequências futuras, caso a Alemanha de Hitler tivesse feito o uso da tecnologia nuclear. Outra postura diferente foi a escolha de enviar a carta após a Alemanha atacar o seu povo, com isso é justo fazer o envio da carta o que remete a uma postura deontológica.

A próxima pergunta do questionário embarca o posicionamento do estudante em relação a atitude de Einstein em relação ao envio da carta e também à reclusão da ação do cientista alemão.

3 - Muitos cientistas repudiaram a atitude de Einstein por ter enviado a carta, pois criaria uma arma para destruição em massa, matando várias pessoas inocentes; por outro lado, Szilárd e outros cientistas argumentaram que se não tivesse enviado a carta, os alemães

poderiam ter fabricado a bomba. Qual dos posicionamentos você se identifica mais?

As respostas destinadas à essa pergunta podem ser observadas no quadro 12, a seguir:

Quadro 12 - Classificação das respostas da pergunta 3 da segunda fase do jogo A.T.O.M.I.C.

Respostas dos alunos Acredita que...	Alunos	Total
O fato de Hitler perseguir o povo de Einstein fez com que ele enviasse a carta.	Alunos: 2 e 7	2
É melhor enviar a carta e tentar construir a bomba, pois sem ela poderia gerar mais mortes.	Aluno 3	1
O instinto protetivo para sua família é predominante e a decisão do envio deveria ser conversada e ponderada entre eles.	Aluno 8	1
O conhecimento não pode ser restrito, mesmo em tempos de guerra.	Aluno 6	1
Se não tivesse enviado a carta, os alemães poderiam ter conseguido fabricar a bomba e com isso o império nazista seria vitorioso.	Alunos: 1, 5 e 9	3
Não saberia o que fazer nessa situação.	Aluno 4	1

Fonte: Do Autor (2021).

As respostas, posicionamentos e justificativas dos estudantes ficaram bem divididas nessa pergunta. A que teve maior índice de respostas coincidentes foi o fato de que Einstein enviou a carta, devido a Hitler perseguir seu povo, com isso acreditamos que essa também seja a opinião dos estudantes em decorrência do acontecimento histórico apresentado.

Fazendo uma análise dos argumentos fornecidos pelos estudantes desse primeiro questionário, com base no quadro 10 apresentado anteriormente, chegamos aos seguintes resultados apresentados no quadro 13, a seguir. Vale ressaltar que nenhum estudante optou por não enviar a carta para o presidente dos EUA.

Quadro 13 - Classificação dos argumentos dos estudantes de acordo com as teorias éticas na segunda fase do jogo A.T.O.M.I.C.

	Base do argumento	Militarismo	Pacifismo
Utilitarista	Pensa nas consequências e no bem-estar comum de sua ação.	<i>Categoria 3</i> Alunos 7 e 9	<i>Categoria 4</i> Alunos 1, 2, 4, 5 e 6
Deontológico	Ênfase em normas, regras universais. Possibilita se colocar no lugar do outro antes de realizar uma escolha.	<i>Categoria 3</i> Aluno 3	-
Virtudes	Antes de tomar qualquer atitude em relação ao envio da carta pensaria como uma pessoa virtuosa agiria. Coragem como virtude intermediária entre covardia e temeridade.	-	<i>Categoria 4</i> Aluno 8

Fonte: Do Autor (2021).

No quadro acima notamos que a maioria dos estudantes se enquadra na categoria 4 que se relacionam com características de enviar a carta e de traços pacifistas, como apresentado no quadro 9, desta seção.

A teoria ética que mais foi enquadrada na classificação das respostas dos estudantes foi a Utilitarista. Nela tivemos sete argumentos de um total de nove; com isso, ela corresponde a 7/9 do total das classificações. As duas classificações restantes foram: uma Deontológico e uma Virtudes.

Os argumentos apresentados e classificados como *militarismo utilitarista* foram parecidos com o argumento a seguir, no total tivemos 2 argumentos nessa classificação:

“Eu também teria enviado a carta; ao perceber que tanto o meu povo quanto o mundo inteiro corriam grande perigo, informar sobre a potencialidade de destruição do futuro me parece ser a melhor alternativa a se tomar, ao invés de oferecer o benefício da dúvida para um governo intolerante e racista.”
(Aluno 7).

“O pior problema que poderia acontecer seria os dois lados conseguirem construí-la ao mesmo tempo. Talvez eu nem estaria aqui para inferir o que teria acontecido. Eu teria tido a mesma atitude, pois Hitler já havia começado muito errado.” (Aluno 9).

Na colocação do estudante 7, ele pensa nas possibilidades e toma sua decisão pensando na maioria das pessoas e justifica que é melhor informar sobre a potencialidade de destruição do futuro do que deixar os inimigos fabricarem a bomba. Diante disso, classificamos esse estudante como utilitarista; e devido a sua opção de contribuir para uma possível destruição e argumentar que parece ser a melhor alternativa, o classificamos como militarista.

Já no argumento do estudante 9 podemos perceber que ele pensa nas consequências de sua ação e, com isso, até simula uma situação dos dois lados da guerra em conseguir construir uma bomba ao mesmo tempo, e devido a essa justificativa classificamos como utilitarista. No fim de sua resposta o estudante cita que teria a mesma atitude de Einstein, pois Hitler já havia começado de forma errada e com isso continuaríamos a guerra provocando mais mortes, assim classificamos como militarista.

Em oposição ao argumento militarista, mas ainda pensando nas consequências, temos os argumentos apresentados e classificados como *pacifismo utilitarista*. Essa classificação foi a que apresentou mais argumentos, sendo um total de cinco. Exemplo dessa classificação está na resposta a seguir:

“Claro que eu não gostaria que esse ato gerasse uma corrida armamentista pelo domínio dessa tecnologia, mas o ato de informar aos outros países sobre a atual situação na esperança de que eles pudessem intervir no holocausto que a Alemanha estava realizando faria com que eu enviasse a carta.” (Aluno 1).

O estudante pensa nas consequências para um bem comum, e uma dessas consequências se trata da geração de uma corrida armamentista e a possibilidade de a Alemanha ter desenvolvido a bomba. A classificação de pacífico ocorre devido ao estudante não pensar em gerar uma corrida para criação de armas nucleares e também de que não gostaria de incitar uma arma para destruição em massa.

A seguir contamos com o argumento que foi classificado como *Militarismo Deontológico*. Nessa categoria contamos somente com um argumento, no qual, não se pensa nas consequências de uma ação.

“É fácil opinar quando se tem um conhecimento histórico das consequências dos atos de Einstein. Da mesma forma que é fácil criticar quando não se está na posição da pessoa. Einstein cumpriu o seu dever de cidadão acolhido e informou o presidente. Nas mesmas circunstâncias em que Einstein se encontrava, eu também mandaria a carta ao presidente Roosevelt.” (Aluno 3).

Esse argumento foi classificado como Militarismo Deontológico, como apresentado na seção 2.5. Essa classificação se baseia por ser um argumento racional, além de observar uma tendência a universalizar a norma ética, que é sempre um dever informar quando a questão é relacionada à soberania nacional. O estudante ainda argumenta que, quando o seu país está em situação de ataque, é justo efetuar o contra-ataque; por fim, o estudante se coloca no lugar de Einstein, no qual os argumentos apresentados são características da ética deontológica de Emanuel Kant.

Por último, para finalizar a análise desse primeiro questionário e da primeira fase do jogo, temos o último argumento classificado como *Pacifista das Virtudes*. Nele contamos com a preocupação com a família, classificando assim com a virtude da proteção, como destacado no trecho abaixo:

“Acredito que, em um primeiro momento, ele tenha relutado em considerar a hipótese de escrever a carta, mas também creio que ele tenha refletido sobre as graves consequências que o regime Nazista poderia desencadear, chegando em uma conclusão: **a de proteção**. Acho que isto também está intimamente relacionado com um instinto de proteção. Pense na hipótese de que sua família (embora a ligação de Einstein com os judeus e população mundial seja somente étnica) esteja correndo algum perigo (o que passar pela sua cabeça). Uma das primeiras iniciativas seria tomar alguma medida protetiva, mesmo sem saber das consequências. Esta é uma pergunta bastante complicada de se responder. Primeiro eu tentaria chegar em algum acordo com as pessoas que estão à minha volta, por exemplo, minha própria família. Colocaria o problema diante deles, expondo os perigos e as possíveis consequências diretas que a carta poderia resultar. Segundo, tentaria ouvir cada um deles e depois, tentaria formular uma conclusão, refletindo bastante sobre ela. Somente depois destes passos chegaria em uma conclusão decisiva, a de que se eu enviaria ou não enviaria a carta.” (Aluno 8).

No argumento do estudante acima podemos observar que ele conta com uma preocupação com sua família e que não quer arriscar demais com uma atitude que possa colocá-los em risco, mas também não quer se omitir em relação aos acontecimentos da Segunda Guerra. A saída encontrada pelo estudante foi tentar conversar e ouvir seus familiares, expondo os possíveis efeitos de enviar e não enviar a carta. Por essa razão, classificamos esse argumento como pacifista virtuoso, pois notamos afirmações voltadas para o pacifismo e virtuoso devido sua ação ser a média entre extremos.

Diante disso realizamos uma comparação com as atitudes dos pais com seus filhos. Num extremo temos os pais super protetores, controladores, que não deixam os filhos se arriscarem. No outro, pessoas que deixam seus filhos soltos demais, que acreditam que tudo é válido e acabam não protegendo seus filhos, amigos e familiares. Um equilíbrio no instinto de proteção seria uma virtude na linha da ética aristotélica, como apresentada no argumento acima.

As classificações dos argumentos nas categorias éticas, *Pacifista Deontológico* e *Militarismo das Virtudes*, não apareceram na análise da primeira fase do jogo. Exemplos de argumentos com essas características já foram discutidos e podem ser observados no quadro 13, que se encontra no início desta seção.

4.2.2 Reo 2 - Aula 4: “Um encontro misterioso em Copenhague”.

Esta aula aborda a visita de Werner Heisenberg ao seu amigo dinamarquês, Niels Bohr. Os estudantes se posicionaram em três perguntas após visualizarem e lerem os acontecimentos na Dinamarca. O principal objetivo de ensino da aula foi: Entender como as pesquisas envolvendo a produção de armas nucleares na Alemanha e aliados durante a guerra causou tensões entre cientistas que antes colaboraram.

Como no caso da escolha envolvendo o envio da carta (seção 4.2.1), criamos quatro categorias prévias presentes no quadro 14, pensando quais seriam as possíveis posturas sobre colaborar ou não com a produção da bomba. Essas categorias serão utilizadas na análise e categorização dos argumentos dos estudantes.

Quadro 14 - Separação das categorias prévias com base na escolha de colaborar ou não com

a produção da bomba nuclear.

<i>Categoria 1</i>	Não colaborar	Pacifista
<i>Categoria 2</i>	Não colaborar	Militarista
<i>Categoria 3</i>	Colaborar	Militarista
<i>Categoria 4</i>	Colaborar	Pacifista

Fonte: Do Autor (2021).

Ao se posicionar “Não colaborar com a produção da bomba”:

Categoria 1 - Um pacifista tem como escolha natural não colaborar com o desenvolvimento da bomba, já que é parte de sua visão de mundo não compactuar com a produção de armas. Uma arma tão poderosa não deve ser produzida.

Categoria 2 - Já um militarista acha que mesmo sendo favorável à guerra e a criação de armas nucleares, há limites no tipo de armas e recursos que podem ser utilizados, com isso não colaboraria.

Ao se posicionar “Colaborar com a produção da bomba”:

Categoria 3 - Um militarista tem como escolha mais natural optar por colaborar com a produção da bomba, tendo em mente a possibilidade de usar essa arma na guerra antes do inimigo.

Categoria 4 - Já um pacifista pode aceitar colaborar com a produção da bomba, mas gostaria que a arma, se produzida para defesa, não seja utilizada efetivamente ou seja utilizada em um local sem riscos para ninguém. Seja produzida e utilizada como instrumento diplomático.

Aproveitamos a estrutura do quadro 10, modificando somente as quatro categorias que foram adequadas para cada acontecimento histórico trabalhado no jogo. A coluna “base do argumento”, presente no quadro 10, sempre se manterá em todas as tabelas de análise de categoria com o objetivo de auxiliar na leitura dos dados e relembrar a ideia-chave de cada teoria ética.

Realizamos um quadro semelhante ao quadro 10, para este dilema ético de colaborar ou não com a produção da bomba. Esse quadro contém categorias prévias e esperadas para os argumentos que foram apresentados pelos estudantes para este dilema. Ele pode ser encontrado no Apêndice E.

Esse aproveitamento foi realizado devido a ação ser pontual e muito semelhante ao dilema apresentado no quadro 10, sendo: “colaborar ou não colaborar” com a criação da bomba e “enviar ou não enviar” a carta para o presidente dos EUA. Com isso, podemos imaginar as categorias prévias utilizadas no REO anterior para realizar a análises do presente dilema.

Um comparativo das mudanças nas categorias pode ser observado no quadro 15:

Quadro 15 – Exemplificação e mudanças das categorias entre enviar a carta para o presidente dos EUA e colaborar com a produção da bomba.

	Quadro 9	Quadro 14
Dilema	Enviar a carta para o presidente dos EUA	Colaborar ou não com a criação da bomba
Exemplos de Mudanças	<p>Militarista Utilitarista:</p> <p><i>Categoria 3</i> - É melhor <i>enviar a carta</i>, pois as consequências de um ataque nuclear do inimigo são terríveis.</p>	<p>Militarista Utilitarista:</p> <p><i>Categoria 3</i> – É melhor colaborar com os EUA na produção da bomba, pois as consequências de um ataque nuclear do inimigo são terríveis.</p>
	<p>Pacifista das Virtudes:</p> <p><i>Categoria 4</i> - <i>Enviaria a carta</i>, na intenção de proteger e honrar sua lealdade para com seu povo, mas não desejaria que fosse produzida uma arma nuclear para ser utilizada em outros povos.</p>	<p>Pacifista das Virtudes:</p> <p><i>Categoria 4</i> - Colaboraria com a produção da bomba, na intenção de proteger e honrar sua lealdade para com seu povo, mas não desejaria que fosse produzida uma arma nuclear para ser utilizada em outros povos.</p>

Fonte: Do Autor (2022).

A primeira pergunta deste segundo questionário solicitava aos estudantes para que fizessem uma breve dissertação sobre os acontecimentos encontrados na carta cenário e do documentário da peça Copenhague. Como auxílio para os estudantes foram apresentadas algumas perguntas com o objetivo de direcionar os estudantes para os acontecimentos entre

os dois cientistas e também para verificar ligações com os acontecimentos da Segunda Guerra Mundial.

1. Faça um breve texto sobre a carta cenário de Copenhague e do documentário do item B. Para auxiliar no desenvolvimento do texto, considere algumas perguntas, como: "Porque o exército Alemão invadiu a Dinamarca, cidade de Niels Bohr?" "Heisenberg era considerado como um membro da Família de Bohr, qual foi o motivo deles terem ficado tão próximos?" "Para você, qual foi o intuito da visita de Heisenberg?".

O objetivo de ensino que tínhamos para os estudantes com esta pergunta era que eles conhecessem e entendessem como estava o desenvolvimento e as estratégias dos países participantes da guerra, além de pesquisas relacionadas com a utilização da Fissão Nuclear para criação de bombas na Alemanha e nos países aliados. Algumas respostas encontradas foram: anotações e resumos das cartas cenário e da carta problema no qual foram apresentadas nessa fase desse acontecimento no jogo e respostas voltadas para os contextos e avanços da Segunda Guerra Mundial naquele momento, tais como: exército nazista e suas ações, avanços científicos, ataques e movimentos da Alemanha na Segunda Guerra, entrada dos EUA na guerra, entre outros.

Já a segunda pergunta deste segundo questionário trás Bohr como informante secreto dos EUA:

2. Bohr, estando em um país invadido pelos alemães, colaborava secretamente com os EUA. Você no lugar dele, continuaria colaborando sabendo que o resultado poderia ser uma arma para destruição em massa? Informando os EUA ele foi um dos responsáveis pelo fato de a bomba ter sido detonada no Japão?

Algumas respostas estão no quadro 16, a seguir.

Quadro 16 - Respostas dos estudantes sobre colaborar ou não com os EUA.

Respostas dos alunos	Alunos	Total
Continuaria colaborando com os EUA não para criação da bomba, mas sim para derrotar a Alemanha.	Alunos: 1, 5 e 9	3
Pensa que a ciência deve ser compartilhada, com isso nessa situação tentaria fazer debates e conversas para tentar perceber as reais intenções sobre os governos.	Aluno 2	1
Colaboraria com os EUA para criação da bomba atômica.	Aluno 3	1
Colaboraria com os EUA, mas dosando as informações.	Aluno 6	1
Não colaboraria com os EUA.	Aluno 7	1
Não saberia se posicionar.	Alunos: 4 e 8	2

Fonte: Do Autor (2021).

No quadro acima vemos que a justificativa mais presente por parte dos estudantes foi que se estivessem no lugar de Niels Bohr eles continuariam colaborando com os EUA, não para uma futura bomba atômica, mas sim para derrotar a Alemanha nazista. Essa opção pensa nas consequências de sua escolha para poder beneficiar um maior número de envolvidos, o que é uma característica da ética utilitarista.

Já o Aluno 2 tem uma postura que classificamos como deontológica, por envolver a ideia de uma lei universal de que a ciência deve ser compartilhada em qualquer situação em qualquer tempo. Por fim, os alunos 4 e 8 não souberam se posicionar em relação a pergunta. Os alunos 4 e 8 argumentaram que um posicionamento diante dessa pergunta não é algo trivial, por isso teria dois lados em seu pensamento. O primeiro seria aceitável colaborar com o projeto Manhattan, devido a ameaças nazistas aos seus familiares e entes queridos; e o segundo ponto menciona que a criação de uma arma nuclear teria consequências irreparáveis, sendo assim ele preferiu não se posicionar.

O quadro 17 mostra as respostas dos estudantes em relação ao cientistas Niels Bohr em relação aos ataques no Japão.

Quadro 17 - Respostas dos estudantes sobre Bohr ser culpado da detonação das bombas no Japão.

Respostas dos alunos	Alunos	Total
Acredita que Bohr não tem culpa no lançamento das bombas no Japão.	Alunos: 1, 2, 3 e 6	4
Acredita que Bohr tem culpa no lançamento das bombas no Japão.	Alunos: 5, 7, 8 e 9	4
Não sabe responder, mas acredita que Bohr estava pensando em sua defesa em contribuir.	Aluno 4	1

Fonte: Do Autor (2021).

Já no quadro 17, a opinião dos estudantes ficou dividida sobre Bohr ter culpa no lançamento das bombas no Japão. Nessa pergunta não conseguimos aprofundar e classificar os dados obtidos dessa questão; uma justificativa para essa questão pode ser a forma que a pergunta foi formulada e solicitada durante a intervenção da sequência didática.

A próxima e última pergunta do questionário indaga ao estudante sobre trabalhar ou não no projeto alemão de criação de uma bomba nuclear.

3. Heisenberg aceitou trabalhar no projeto alemão para criação de uma bomba nuclear, e um dos fatores foi sua afinidade pela Alemanha. Isso é comum em guerras. Se fosse você, concordaria em trabalhar nesse projeto?

No quadro 18, abaixo contamos com a classificação das respostas dos estudantes em relação à pergunta apresentada anteriormente.

Quadro 18 - Classificação das respostas da pergunta 3 da segunda fase do jogo A.T.O.M.I.C. (Continua)

Respostas dos alunos	Alunos	Total
Acredita que não tinha escolha, trabalhava no projeto alemão ou era assassinado.	Aluno: 1	1

Quadro 18 - Classificação das respostas da pergunta 3 da segunda fase do jogo A.T.O.M.I.C. (Conclusão)

Trabalharia caso se sentisse ameaçado, mas com o intuito de tentar mudar a ideia do governo em construir a bomba.	Aluno 2	1
Aceitaria trabalhar no projeto alemão com o intuito de sabotá-lo.	Alunos: 3 e 7	2
Pensaria sobre as condições do convite, se afetasse sua família, aceitaria, caso não afetasse, não trabalharia.	Aluno 5	1
Participaria com o intuito de fugir para outro país.	Aluno 8	1
Não trabalharia.	Alunos: 4, 6 e 9	3

Fonte: Do Autor (2021)

Podemos notar no quadro acima que a opção que teve o maior número de estudantes foi a de que estivessem na posição de Heisenberg, não trabalhariam no projeto alemão de desenvolvimento nuclear. Essa escolha conta com aspectos que são das categorias 1 e 2, pois não trabalhar no projeto implica em não colaborar com a produção de uma futura bomba nuclear.

Os estudantes 3 e 7 pensaram em colaborar com o projeto alemão, mas sabotando-o. Podemos inferir que eles pensam nas consequências de não trabalhar no projeto e veem como uma saída trabalhar e ir sabotando-o aos poucos para não resultar em uma bomba nuclear. Para eles não aceitar trabalhar seria pior, pois assim não poderiam evitar a construção da bomba. Essa justificativa tem traços da ética utilitarista. Esses estudantes, pela escolha de colaborar com o projeto, se enquadram nas categorias 3 e 4.

Por fim, chamamos atenção para a justificativa dos estudantes 5 e 8. Na justificativa do estudante 5 temos que “Pensaria sobre as condições do convite, se afetasse sua família, aceitaria, caso não afetasse, não trabalharia”. Vemos que o estudante 5 tem uma preocupação com sua família e seus entes queridos para conseguir responder se trabalharia ou não. Analisando sua justificativa concluímos que pode conter traços da ética das virtudes, destinado a virtude da coragem e também traços da utilitarista. Essa conclusão se dá na

justificativa do estudante pensar em sua família e realizar uma escolha mediana em não querer colocá-los em risco e também não deseja ficar sem fazer nada em meio a uma guerra; com isso, ele pensa nas consequências de sua escolha visando um bem maior de todos.

O estudante 8 argumentou que “Participaria com o intuito de fugir para outro país”. Ele pensa em tentar buscar um futuro refúgio em outro país, assim como outros cientistas fizeram. Isso remete à oportunidade de sair do país, se ele trabalhar no projeto. Essa justificativa se encaixa com traços utilitaristas, pois o estudante pensa em uma futura consequência de trabalhar no projeto, a qual seria fugir do país, tentando levar sua família futuramente.

Realizando uma análise geral dos argumentos dos estudantes nessa segunda fase do jogo, com base no quadro 15 apresentado anteriormente nessa seção e nas categorias éticas, chegamos nos resultados que estão no quadro 19:

Quadro 19 - Classificação dos argumentos dos estudantes de acordo com as teorias éticas na terceira fase do jogo A.T.O.M.I.C. (Continua)

	Base do argumento	Militarismo	Pacifismo
Utilitarista	Pensa nas consequências e no bem-estar comum de sua ação.	<i>Categoria 3</i> Aluno 3	<i>Categoria 1</i> Aluno 7 <i>Categoria 4</i> Alunos: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9
Deontológico	Ênfase em normas, regras universais. Possibilita se colocar no lugar do outro antes de realizar uma escolha.	<i>Categoria 3</i> Aluno 3	<i>Categoria 4</i> Aluno 2

Quadro 19 - Classificação dos argumentos dos estudantes de acordo com as teorias éticas na terceira fase do jogo A.T.O.M.I.C. (Conclusão)

Virtudes	Antes de tomar qualquer atitude em relação ao envio da carta, pensaria como uma pessoa virtuosa agiria. Coragem como virtude intermediária entre covardia e temeridade.	-	<i>Categoria 4</i> Alunos: 5 e 8
-----------------	---	---	--

Fonte: Do Autor (2021)

A categoria mais frequente foi a *Pacifismo Utilitarista*. Notamos que os estudantes 2, 3, 5 e 8 transitaram entre duas ou mais categorias éticas no decorrer desta fase do jogo e os demais estudantes permaneceram com argumentos que contêm traços de somente uma categoria ética. Obtivemos também, nessa análise, um argumento *Militarismo Deontológico*, um argumento *Militarismo Utilitarista* e dois argumentos *Pacifista das Virtudes*.

Exemplo de argumento *Pacifismo Utilitarista* está descrito a seguir:

“Eu continuaria colaborando não pela criação de uma arma nuclear, mas pelo enfrentamento à Alemanha, que era a maior ameaça. Numa situação dessas, é importante não cometermos o anacronismo de dizer que o Bohr estava fazendo isso apenas pela criação da bomba, sem se importar com o impacto que ela poderia ter, o seu povo estava sendo perseguido e ele estava fazendo frente a essa situação ajudando os aliados. Depois da guerra ter acabado, a decisão de jogar as bombas nucleares no Japão é de autoria do governo dos Estados Unidos, não dos cientistas que ajudaram a fazer frente contra a Alemanha.” (Aluno 1).

Notamos no argumento apresentado acima pelo estudante 1, que ele pensa nas consequências de colaborar com os EUA para a destruição da Alemanha nazista, pois para ele se os alemães conseguirem fabricar uma arma nuclear primeiro, uma quantidade maior de pessoas sofreria com essa ação. Concluímos, então, que para esse estudante é preferível contribuir com os EUA do que deixar a Alemanha produzir sozinha uma arma nuclear.

Um dado interessante foi que conseguimos enquadrar o argumento da estudante 3 em duas categorias, classificamos como *Militarismo Utilitarista e Militarismo Deontológico*, conforme abaixo:

“Eu, com os dados históricos que tenho hoje, não só colaboraria, como colaboraria mais, para que a bomba fosse soltada antes e evitasse milhões de mortes. Nada aconteceria se o presidente Truman não autorizasse. A bomba poderia ter sido feita e o presidente não permitisse sua detonação.” (Aluno 3).

No excerto apresentado acima, podemos perceber um argumento militarista devido ao estudante colaborar com a construção da bomba para combater a guerra com mais destruição e mortes. Em relação a categorização ética temos, na primeira parte do argumento, “*Eu, com os dados históricos que tenho hoje, não só colaboraria, como colaboraria mais [...]*” uma ideia de lei universal de que o melhor para se fazer no momento é a produção da bomba para ser lançada sem se pensar nas consequências dessa ação, justificativa que é característica da ética deontológica. Já na segunda parte do argumento do estudante: “[...] *para que a bomba fosse soltada antes e evitasse milhões de mortes.*” notamos uma preocupação com as consequências de sua ação pensando em um número maior de envolvidos, com isso é preferível realizar o lançamento do que perder mais homens em uma guerra, definição de aspectos da ética utilitarista. Percebemos, então, que o mesmo estudante em um mesmo argumento pode apresentar mais de uma categoria ética.

Por fim, os dois últimos argumentos classificados como *Pacifismo das Virtudes*, podem ser verificados a seguir:

“A escolha de trabalhar, ou não, acaba sendo influenciada por vários fatores. Na ocasião, a escolha de não trabalhar afetaria muito a minha condição de vida? Digo isso porque se a pessoa tem família, filhos(as) e não tem um status social que permita à ela viver sem preocupações pode vir a ingressar no projeto por causa desse tipo de pressão. Em condições ideais a escolha seria de não participar, pois acredito que o papel do cientista deva ter como princípio a construção de um mundo melhor.” (Aluno 5).

“Depende de vários fatores. Por exemplo, se eu, na posição de Heisenberg, recuasse é muito provável que eu tivesse sido de alguma forma perseguido, pois o regime Nazista era assim, quem era contra seus princípios ideológicos eram perseguidos, sequestrados, até mesmo mortos. Embora tenha o fator patriotismo, na decisão dele ter escolhido ficar na Alemanha,

se dedicando a construção de uma bomba nuclear, o fato de que ele poderia ser perseguido deve ter pesado mais. Até mesmo porque, pensado por um lado mais fictício, ele poderia de alguma forma boicotar ou interferir na construção das fatídicas bombas. Pensando por este lado, talvez, eu teria participado mais por um **senso de proteção**. Por outro lado, tentaria fugir como os outros cientistas.” (Aluno 8).

Podemos observar nos argumentos apresentados pelos estudantes 5 e 8 uma preocupação com a proteção de sua família e com sua fuga para outro país. O estudante 5 mostra que em condições ideais não participaria do projeto, mas caso se sentisse ameaçado ou alguém de sua família fosse ameaçado, ele cederia para as pressões nazistas e trabalharia no projeto. Essa justificativa remete à ética das virtudes, devido a esse senso de proteção familiar, e também classificamos esse estudante como pacifista devido ao argumento de que não participaria, pois o papel do cientista é a construção de um mundo melhor.

Por sua vez, o estudante 8 mostra preocupação com a proteção, mas não especifica se é uma proteção familiar ou individual, além de também não justificar sua migração para outro país. Esse argumento do estudante 8 pode ser classificado em duas vertentes éticas: a primeira como ética das virtudes, sendo a virtude de proteção como uma mediana entre o desleixo e o esmero, e a segunda tendência como um egoísta ético, pois ele estaria utilizando o projeto como um meio e não como um fim, além de não pensar nas consequências para um maior número de envolvidos.

4.3 Reo 3 - Aulas 5, 6 e 7 da sequência didática: “O uso de uma nova arma desconhecida”, “O futuro da pesquisa nuclear no Brasil” e “Sistematização das aulas e avaliação da sequência”.

Esse REO, denominado REO 3, foi o último presente nas aulas da sequência didática. Ele aconteceu nas aulas 5, 6 e 7 em que foram abordadas as fases quatro e cinco do jogo A.T.O.M.I.C. Na aula 5 foi tratado sobre o lançamento da bomba atômica no Japão, seus dilemas éticos e suas questões sociais. Já na aula 6 os estudantes retornaram da viagem no tempo e deram os pareceres sobre a continuidade do Brasil no TNP. Por último, na aula 7, foi realizada uma sistematização das aulas anteriores, além de um parecer sobre o desenvolvimento da pesquisa durante os REOs e sobre o jogo utilizado.

No quadro 20 observamos o objetivo de ensino de cada aula presente no REO 3.

Quadro 20 - Relação entre as aulas do REO 3 com seus objetivos de ensino.

Aula	Objetivo de ensino
5	Compreender como foi criado o Projeto Manhattan, o processo de reação em cadeia, como calculá-lo, o teste de Trinity, a postura do novo presidente em lançá-la, além do arrependimento do líder do projeto em ter construído a Bomba Atômica.
6	Elaborar e emitir o parecer com base nas informações colhidas nas aulas anteriores sobre se é desejável que todos os países do mundo devem possuir armas nucleares e dominar o seu processo de fabricação, além de seu conhecimento e também entender as vantagens e desvantagens da utilização da energia nuclear.
7	Sistematizar e discutir as aulas anteriores fazendo uma autoavaliação e uma avaliação da pesquisa desenvolvida.

Fonte: Do Autor (2021).

Nesse último REO os estudantes tiveram 7 atividades no total, sendo 6 obrigatórias e 1 complementar, além de uma avaliação final de toda a intervenção, organização dos REOs, do jogo e dos encontros anteriores, além de um encontro síncrono realizado pela plataforma *Google Meet* com objetivo de discutir o REO e coletar dados de pesquisa. As atividades obrigatórias foram:

- a) reler e lembrar os acontecimentos e os posicionamentos tomados no REO 2;
- b) acessar o jogo “A.T.O.M.I.C”, abrir a quarta fase, retirar e ler as informações contidas na carta cenário, após responder o primeiro questionário dessa fase;
- c) assistir e anotar informações sobre o vídeo enviado para os tripulantes através da empresa “Transportadora do Tempo” informando sobre processo de Fissão Nuclear;
- d) realizar a leitura e anotar as informações fornecidas no texto “O presidente Truman e a decisão de lançar a bomba”, além de retornar ao jogo e abrir a carta problema da fase em estudo e, por fim, responder a segunda parte do questionário sobre o lançamento da bomba;
- e) acessar a última fase do jogo: “O futuro da pesquisa nuclear no Brasil”, ler as pesquisas que estão acontecendo no Brasil sobre Física Nuclear, realizar uma pesquisa sobre as vantagens e desvantagens da utilização da energia nuclear; por

- fim, entregar o seu relatório sobre a viagem e responder o questionário final sobre o seu posicionamento sobre o Brasil continuar ou não no TNP;
- f) responder à autoavaliação durante a intervenção da sequência, a avaliação do jogo, dos REOs e da aplicação em geral.

4.3.1 Reo 3 - Aula 5: “O uso de uma nova arma desconhecida”.

Nessa aula, que corresponde à quarta fase do jogo e a quinta aula prevista na sequência, temos como principal ferramenta de captação de dados os questionários presentes dentro do jogo. Essa fase conta com dois questionários dependentes. O primeiro questionário remete às questões de antes e até o teste da bomba atômica feito em Los Alamos, localizado no estado do Novo México. Esse teste ficou mundialmente conhecido como teste de Trinity (STRATHERN, 1998).

Esse primeiro questionário era formado por três perguntas nas quais os estudantes são colocados no lugar de Oppenheimer, fazem os cálculos de energia liberada no teste e respondem uma pergunta sobre a ação dos estudantes sabendo-se do valor de energia liberada. Nessa pergunta os estudantes precisavam de um entendimento da situação e da energia liberada.

Já no segundo questionário temos acontecimentos depois do lançamento da bomba no Japão. Esse questionário era formado por com cinco perguntas, no qual os estudantes são questionados sobre suas opiniões em relação ao texto de Anscombe (anexo C) e são colocados no lugar de Oppenheimer e do presidente Truman, além de uma questão sobre o tema abordado no vestibular de 2017, da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP).

Em resumo, contamos com duas possibilidades de escolha nos posicionamentos adotados pelos estudantes: lançar ou não a bomba, no Japão. Para cada opção, realizaremos uma analogia da ideia de um pacifista e de um militarista, como apresentado no quadro 21.

Para os posicionamentos sobre as teorias éticas utilizaremos o quadro de expectativas de categorização dos argumentos que estão sintetizados no quadro 22.

Quadro 21 - Separação das categorias prévias com base na escolha de lançar ou não a bomba atômica no Japão.

<i>Categoria 1</i>	Não lançaria a bomba	Pacifista
<i>Categoria 2</i>	Não lançaria a bomba	Militarista
<i>Categoria 3</i>	Lançaria a bomba	Militarista
<i>Categoria 4</i>	Lançaria a bomba	Pacifista

Fonte: Do Autor (2021)

Ao se posicionar “Não lançar a bomba”:

Categoria 1 - Um pacifista tem como escolha natural não permitir e não apoiar o lançamento da bomba, já que é parte de sua visão de mundo não compactuar com a utilização de armas. O uso de uma arma tão poderosa não deve ser permitido.

Categoria 2 - Já um militarista acha que o lançamento da bomba vai ocasionar muitas mortes e que seria melhor não permitir o lançamento, fazendo com que a guerra continue.

Ao se posicionar “Lançar a bomba”:

Categoria 3 - Um militarista tem como escolha mais natural optar por lançar a bomba, pois estando sob ataque do inimigo é aceitável realizar o lançamento para acabar com a guerra.

Categoria 4 - Já um pacifista acha que é melhor aceitar o lançamento da bomba para evitar a morte de seus homens ou realizar o lançamento da bomba em um local despovoado para mostrar seu poder bélico.

Salientamos que um estudante pode apresentar mais de um traço ético por argumento; com isso o classificamos nas duas ou mais categorias que o seu posicionamento pode conter.

Produzimos um quadro semelhante aos apresentados anteriormente (Quadro 10 e 15) sobre as categorias prévias e esperadas. Ele pode ser encontrado no Apêndice G. Nesse anexo temos o dilema de lançar ou não a bomba no Japão, além das justificativas e enquadramento em cada categoria.

Aproveitamos a estrutura do quadro 15, apenas modificando as categorias e as justificativas apresentadas por se tratar de acontecimentos diferentes. Esse aproveitamento foi realizado devido a ação pontual e semelhante aos dilemas apresentados anteriormente. Relacionando o dilema e aproveitando a estrutura do quadro 10 temos agora: “lançar ou não

a bomba no Japão” e antes “enviar ou não a carta para o presidente dos EUA”. Com isso, podemos imaginar as categorias prévias utilizadas no REO anterior para realizar as análises do presente dilema.

Um comparativo das mudanças nas categorias pode ser observado no quadro 22:

Quadro 22 – Exemplificação e mudanças das categorias entre enviar a carta para o presidente dos EUA e lançar a bomba no Japão.

	Quadro 9	Quadro 21
Dilema	Enviar a carta para o presidente dos EUA	Lançar ou não a bomba no Japão
Exemplos de Mudanças	<p>Militarista Utilitarista:</p> <p><i>Categoria 3</i> - É melhor <i>enviar a carta</i>, pois as consequências de um ataque nuclear do inimigo são terríveis.</p>	<p>Militarista Utilitarista:</p> <p><i>Categoria 3</i> - É melhor realizar o lançamento da bomba e ganhar a guerra, do que gastarmos mais tempo e perdemos mais soldados em combate.</p>
	<p>Pacifista das Virtudes:</p> <p><i>Categoria 4</i> - <i>Enviaria a carta</i>, na intenção de proteger e honrar sua lealdade para com seu povo, mas não desejaria que fosse produzida uma arma nuclear para ser utilizada em outros povos.</p>	<p>Pacifista das Virtudes:</p> <p><i>Categoria 4</i> - Lançaria a bomba, na intenção de proteger e honrar sua lealdade para com seu povo, mas o lançamento seria em um local desabitado para evitar a morte de milhares de inocentes e indefesos.</p>

Fonte: Do Autor (2022).

A pergunta de número 1, desta primeira parte do questionário, instiga sobre Oppenheimer ter aceitado o convite para liderar o projeto Manhattan. Nela o estudante é convidado para responder caso estivesse na figura de Oppenheimer se teria aceitado ou não, além de opinar sobre a escolha do cientista estadunidense.

1. Oppenheimer quando convidado para liderar o projeto Manhattan, deveria ter aceito o convite ou não? Você teria aceitado? Justifique.

Os posicionamentos dos estudantes em relação à pergunta podem ser vistos no quadro 23.

Quadro 23 - Classificação das respostas da pergunta 1 da terceira fase do jogo A.T.O.M.I.C.

Respostas dos alunos	Alunos	Total
Não aceitaria participar do projeto Manhattan e não saberia se posicionar sobre a escolha de Oppenheimer.	Aluno 1	1
Aceitaria participar do projeto Manhattan, pois seria uma das poucas oportunidades de fazer algo para evitar o pior na guerra.	Alunos: 2, 4, 5, 6	4
Aceitaria trabalhar no projeto Manhattan e acredita que Oppenheimer também deveria ter aceito, pois se não aceitasse outro iria aceitar com a justificativa de que ninguém é insubstituível.	Aluno 3	1
Não aceitaria liderar o projeto Manhattan, já que se sabe ou tinha noção do poder de destruição do produto final. Sobre Oppenheimer, também não deveria ter aceito, por ele ter conhecimento dos cálculos e do poder de destruição da bomba.	Alunos: 7 e 8	2
Aceitaria liderar o projeto Manhattan, devido a questões políticas e ao alto investimento em ciência em períodos de guerra. Acredita que Oppenheimer fez o certo em aceitar.	Aluno 9	1

Fonte: Do Autor (2021)

Notamos nos dados apresentados acima que os estudantes justificaram de maneira diversificada sobre aceitar ou não liderar o projeto Manhattan. A justificativa que teve maior número de semelhantes foi a de aceitar trabalhar no projeto, pois seria uma das poucas oportunidades de evitar um mal maior/pior na guerra. Essa justificativa remete à teoria ética utilitarista, pois a justificativa leva em consideração as consequências da escolha em liderar o projeto e também para realização de um possível bem maior, o qual entendemos que poderia ser uma tentativa de sabotagem do projeto na criação da bomba.

O estudante 3 considerou que Oppenheimer fez o certo em ter aceitado e que no lugar dele faria o mesmo, pois ninguém é insubstituível. Notamos nessa justificativa um traço da teoria deontológica, pois o aluno fornece uma posição racional, na qual não pensa nas consequências de sua escolha e que uma pessoa será insubstituível sempre e em qualquer situação. Este conceito se assemelha ao imperativo categórico, pois o estudante não visa utilizar sua ação de aceitar trabalhar no projeto como um meio e sim como um fim.

Por fim, notamos na justificativa dos estudantes 7 e 8 um posicionamento pacifista, devido a não aceitarem liderar um projeto para criação de uma arma nuclear, pautado em seus conhecimentos e cálculos sobre a liberação de energia.

A segunda pergunta da primeira parte do questionário contou com a energia liberada pela bomba no teste de Trinity, na qual os estudantes poderiam fazer um comparativo dessa energia com uma situação do seu cotidiano e também com outro tipo de explosivo, o TNT. Essa pergunta traz pré-requisitos de conteúdos relacionados com energia e suas transformações, os quais os estudantes já estudaram nos semestres iniciais do curso de licenciatura em Física.

2. Nas primeiras horas do dia 6 de julho de 1945 foi realizado o teste da bomba nuclear, conhecida como "Trinity". Nesse teste foram liberados 20 kton na forma de calor. Outro combustível muito comum é o TNT, ele é normalmente utilizado em explosões de rochas, liberando uma energia menor comparado às bombas nucleares. Fazendo uma analogia simples de ordens de grandezas envolvendo a liberação de energia, considere que uma pessoa está se exercitando e sobe uma escada de 10m altura e que essa pessoa tem massa de 70 kg. Diante dessas informações responda as questões a seguir: (Sabe-se que 1 kton (quiloton) equivale a $4,184 \times 10^9$ J e que 1 kg de TNT equivale a $4,184 \times 10^6$ J e $g = 9,8$ m/s²).

- a) Qual é a quantidade de energia que uma pessoa libera para subir essa escada?
- b) Se essa mesma pessoa fosse atingida por 1 kg de TNT. Qual a altura que ela seria jogada?

c) Agora, se ela fosse atingida por toda energia liberada pela bomba atômica, qual a distância que ela seria arremessada?

As respostas dos itens descritos acima estão no quadro 24.

Quadro 24 - Classificação das respostas da pergunta 2 da terceira fase do jogo A.T.O.M.I.C.

Itens	Respostas dos alunos	Alunos	Total
A	6860 J	Todos os alunos	9
B	5977 m	Aluno 1	1
	6099 m	Alunos: 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8	8
C	119.542.857 m \simeq 120.000 km	Todos os alunos	9

Fonte: Do Autor (2021).

Na apresentação dos dados do quadro acima notamos que todos os estudantes forneceram a mesma resposta nos itens A e C, somente no item B da questão que teve uma pequena variação numérica. Já a justificativa do item B, talvez, tenha sido em relação ao arredondamento de grandezas, na qual o estudante 1 acabou destoando do restante da turma.

A questão 3 tinha como objetivo verificar se os estudantes conseguem fazer uma ligação da energia liberada pela bomba no teste de Trinity, com as vítimas que estavam presentes no Japão.

3. Sabendo o valor da quantidade de energia liberada pela bomba no teste de Trinity, “O que você faria: ferveria um bebê? ou mataria milhares de pessoas?”

Como respostas para a questão apresentada acima obtivemos quatro categorias que são apresentadas no quadro 25 que confeccionamos:

Quadro 25 - Classificação das respostas da pergunta 3 da terceira fase do jogo A.T.O.M.I.C.

Respostas dos alunos	Alunos	Total
Não entendeu a pergunta.	Alunos: 1, 2, 4	3
Não entendeu a pergunta e não faria nada.	Aluno 3	1
Acredita que nenhuma das duas opções seria a certa, pois elas geram consequências incalculáveis.	Aluno 5, 6 e 7	3
Optaria por “ferver um bebê” seria a melhor opção.	Alunos: 8 e 9	2

Fonte: Do Autor (2021).

Os estudantes 1, 2, 3 e 4 não conseguiram relacionar a quantidade de energia calculada e liberada pelo teste de Trinity na questão anterior com as consequências desse lançamento. Já os estudantes 5, 6 e 7 parecem ter pensado nas consequências de admitir o lançamento da bomba, pois eles conseguiram observar que a energia liberada mataria pessoas inocentes carbonizadas (ferver um bebê) e, também, que se deixassem a guerra continuar milhares de soldados poderiam ser mortos. Nessa justificativa conseguimos observar traços de ética utilitarista, já que os estudantes pensam nas consequências de permitir o lançamento já que poderia matar um alto número de pessoas e uma possível opção seria a apresentada pela Elizabeth Anscombe no texto presente no (anexo C).

Nesse texto, os autores relatam atitudes questionadoras da ativista Elizabeth Anscombe contra o presidente dos EUA, Harry S. Truman, que sancionou o lançamento das bombas nos Japão e estava prestes a receber um prêmio de doutor honorário pela Oxford University. Um dos questionamentos de Anscombe é sobre a morte de milhares de inocentes como, por exemplo: bebês, mulheres, idosos, civis, entre outros. Em um dos seus questionamentos ela faz a pergunta sobre a escolha em “ferver um bebê ou matar milhares de pessoas”, já apresentada no questionário anterior e repetida, a seguir, a fim de coletar a opinião dos estudantes.

Agora, apresentando a segunda parte de captação de dados desta aula, temos o segundo questionário dessa fase. Esse questionário conta com cinco perguntas, duas a mais

que no primeiro questionário. Essa segunda parte conta questões sobre os acontecimentos após o teste de Trinity até o lançamento da bomba nas cidades japonesas.

A primeira questão dessa parte traz a mesma pergunta do final do questionário anterior, mas agora os estudantes já leram o texto presente no capítulo 9, “*Há regras morais absolutas?*” do livro “*Elementos da Filosofia Moral*” (RACHELS; RACHELS, 2013).

1. Você concorda com a ideia presente no texto "O presidente Truman e a decisão de lançar a bomba"? Pergunto novamente após a leitura do texto: “O que você faria: ferveria um bebê? ou mataria milhares de pessoas?” Justifique e mostre a relação entre a bomba e essa pergunta.

Os resultados da pergunta acima, referente ao texto, podem ser encontrados no quadro 26:

Quadro 26 - Classificação das respostas da pergunta 1 da quarta fase do jogo A.T.O.M.I.C.

Respostas dos alunos	Alunos	Total
Concorda com o posicionamento e a comparação de Anscombe.	Alunos: 1, 2, 5, 7 e 9	5
Não concorda com o posicionamento e com a comparação de Anscombe.	Alunos: 3 e 8	2
Acredita que um mal não justifica outro mal.	Aluno 4	1
Não concorda com a ideia de Anscombe; é preferível deixar a bomba armazenada para mostrar sua força bélica.	Aluno 6	1

Fonte: Do Autor (2021).

Podemos notar que a maioria dos estudantes, cerca de seis, concordam com o posicionamento da ativista Elisabeth Anscombe, três alunos não concordam com o posicionamento. Nas justificativas chamamos atenção para os estudantes 4 e 6.

O estudante 4 justifica que um mal não justifica outro mal, com isso percebemos duas tendências éticas. A primeira a deontológica e a segunda a ética das virtudes. A primeira

entendemos como deontológica, pois a argumentação do estudante remete a que todo mal deve ser julgado da mesma forma, não tendo um maior ou menor que o outro, o que podemos colocar com uma lei universal que será cumprida sempre, em qualquer situação, em qualquer tempo e para qualquer pessoa. Conseguimos observar também como ética das virtudes, pelo princípio da equidade como uma mediana entre dois extremos, apresentada pelo discente. Essa equidade seria na escolha entre os civis que não participavam da guerra e para os soldados que estavam diretamente na guerra, com isso não seria certo considerar um sem considerar o outro.

Já o estudante 6 argumenta que é preferível deixar a bomba armazenada para mostrar sua força bélica em um momento oportuno; contudo entendemos que essa justificativa tem traços deontológicos, na qual é justificável e permitida a utilização da bomba em um momento que meu país estiver sendo atacado pelo inimigo, pois esse ataque serve para revidar e mostrar minha soberania e meu poder bélico.

Já a segunda pergunta desta parte aborda sobre as ações do 33º presidente dos EUA, Harry S. Truman. Ele assumiu o cargo em 1945, após a morte do seu antecessor Franklin D. Roosevelt. Truman ficou conhecido por ter assinado e permitido o lançamento das bombas nucleares advindas do projeto Manhattan, testadas em Trinity. Com isso, os alunos são colocados no lugar do presidente e são perguntados sobre se eles teriam coragem de admitir o lançamento da bomba, após terem visto o teste de Trinity.

2. No texto "O presidente Truman e a decisão de lançar a bomba" vimos que Truman, depois de assumir o comando dos EUA, decreta o lançamento da nova arma nuclear. Imagine agora que você está na posição dele e viu o teste de Trinity. Você teria coragem de admitir o lançamento da bomba? Disserte sobre.

As respostas para a pergunta estão no quadro 27:

Quadro 27 - Classificação das respostas da pergunta 2 da quarta fase do jogo A.T.O.M.I.C.

Respostas dos alunos	Alunos	Total
Não admitiria o lançamento da bomba, mas caso tivesse que fazer lançaria em um local despovoado.	Alunos: 1, 2, 5 e 7	4
Não sabe responder, pois teria que passar pela situação e sua decisão seria com base em seu racional e em seu emocional, mas admitiria o lançamento com base nas informações conhecidas hoje em dia.	Aluno 3	1
Não admitiria o lançamento da bomba, nenhuma vida tem mais valor que outra.	Alunos: 4 e 6	2
Acredita que a admissão do lançamento da bomba é complexa, necessitando assim de uma análise de vários fatores: políticos, sociais, científicos, entre outros.	Aluno 8	1
Tentaria primeiro um acordo, caso não funcionasse lançaria pequenas bombas no intuito de tentar uma rendição japonesa. Caso isso não acontecesse, lançaria as bombas nas cidades japonesas.	Aluno 9	1

Fonte: Do Autor (2021)

Os dados do quadro apresentado acima mostram que quatro dos nove estudantes não admitiriam o lançamento da bomba no Japão ou que lançariam a bomba em um local despovoado; essa justificativa é muito parecida com a argumentação de Anscombe, o que para nós é caracterizado como uma atitude pacifista. Conseguimos observar também que dois estudantes justificaram que não admitiriam o lançamento, devido a uma vida não ter mais valor que outra, aspecto também entendido como pacifista.

Ainda foram apresentadas mais três justificativas para a pergunta. Um dos estudantes não saberia responder à pergunta, pois necessitaria passar pela situação e que sua atitude seria com base na razão e na emoção do momento, mas que admitiria o lançamento com base nas informações já conhecidas. Essa justificativa classificamos como militarista pelo fato de admitir o lançamento de uma arma de destruição em massa. Outro estudante fundamentou

sua escolha dizendo que essa ação é complexa e que dependeria de uma análise mais profunda de vários aspectos como: políticos, sociais, científicos, entre outros. Esta justificativa, como não respondeu à pergunta solicitada, não conseguimos classificá-la. Por fim, a última escolha foi a de tentar um acordo pacífico, e caso não funcionasse partiria para lançamentos de pequenas bombas até chegar aos lançamentos das bombas efetuados no Japão; essa ação teria o objetivo de fazer com que os inimigos se rendessem.

Analisando as duas justificativas que tiveram o maior número de estudantes, com base nas teorias éticas, temos que na primeira justificativa notamos aspectos da ética utilitarista, pela justificativa de não lançar a bomba ou lançar em um local despovoado; notamos que existe uma preocupação com as consequências de se fazer um mal menor, para o maior número de envolvidos em sua escolha, isso justifica escolher não realizar o lançamento. Na terceira justificativa: *“Não admitiria o lançamento da bomba, nenhuma vida tem mais valor que outra”* identificamos traços da ética deontológica, sendo uma lei universal válida para qualquer situação e em qualquer tempo. Essa lei seria que uma vida não vale mais do que outra, então não justifica realizar o lançamento de uma bomba para matar várias pessoas inocentes, só porque estão em meio a uma guerra.

A terceira questão trata sobre uma declaração feita por Oppenheimer, após a detonação no teste de Trinity. Nessa declaração o cientista se arrepende em ter participado do projeto e ter contribuído na criação de uma arma para detonação em massa, ele explana que se tornou a morte, a destruidora de mundos, depois do teste¹².

3. Após o primeiro teste da bomba, conhecido como “Trinity”, Oppenheimer observou que a quantidade de energia liberada na explosão era muito grande. Com isso, ele ficou em dúvida sobre o lançamento da bomba. Se você estivesse no lugar de Oppenheimer, você ficaria em dúvida em utilizar a bomba? Por quê?

O quadro 28, apresenta as respostas para a pergunta em análise:

¹² Essa declaração de Oppenheimer pode ser encontrada no vídeo a seguir, que também está presente dentro do jogo A.T.O.M.I.C. [Robert Oppenheimer - "Tornei-me a Morte, a Destruidora dos Mundos"](#)

Quadro 28 - Classificação das respostas da pergunta 3 da quarta fase do jogo A.T.O.M.I.C.

Respostas dos alunos	Alunos	Total
Ficaria em dúvida em lançar a bomba e optaria por tentar não permitir o lançamento, já que tinha visto a quantidade de energia liberada em Trinity.	Alunos: 1, 5, 6, 7, 8, 9	6
Ficaria em dúvida no lançamento da bomba, mas mostraria para os inimigos seu novo poder bélico, em casos de ataques.	Aluno 2	1
Ficaria em dúvida, pois o poder de destruição local poderia ser irreparável em todos os aspectos.	Alunos: 3 e 4	2

Fonte: Do Autor (2021).

Com base no quadro acima podemos observar que todos os estudantes ficariam em dúvida em realizar o lançamento da bomba, mas suas justificativas foram diferentes. A justificativa que teve o número maior de estudantes, seis do total de nove, cerca de $\frac{2}{3}$ dos estudantes, foi que ficariam em dúvida em lançar a bomba e optariam por não permitir o lançamento, pois já sabiam do poder de detonação da arma com base no teste de Trinity.

Já $\frac{1}{3}$ dos estudantes restantes ficaram divididos entre as justificativas: Ficaria em dúvida, mas mostraria seu poder bélico para o inimigo, característica que remete a um militarista e a outra justificativa aponta que ficaria em dúvida, pois o poder de destruição da bomba poderia trazer consequências irreparáveis em todos os aspectos.

Entendemos, com base nessa segunda justificativa, que os estudantes se preocupam também com os animais, flora, clima e o meio ambiente em geral, características éticas que transcendem o nosso eixo de análise definido como “*Teorias Éticas Normativas*”¹³. A justificativa se enquadra no eixo da “*Ontologia Moral*”, que leva em consideração valores além do pessoal, do indivíduo, mas também valores externos que têm e que possam ter importância para si, pensando em outros seres e não apenas os humanos e/ou qualquer forma de vida existente. Dentro do eixo da Ontologia Moral notamos que a resposta dos estudantes

¹³ Os eixos e a categoria “biocentrismo”, foram escritas com base no trabalho de (Nunes-Neto, Conrado, 2021).

consegue chegar em uma consideração moral conhecida como Biocentrismo. Nessa consideração o indivíduo pensa e considera todos os tipos de sistemas com vida conhecidos. (NUNES-NETO; CONRADO, 2021).

Na opção: “Ficaria em dúvida em lançar a bomba e optaria por tentar não permitir o lançamento, já que tinha visto a quantidade de energia liberada em Trinity.” notamos traços da ética utilitarista, pois os estudantes pensam nas consequências do lançamento da bomba devido à alta quantidade de energia. Esta escolha visa o bem-estar de muitos envolvidos na guerra, pois permitir o lançamento poderia acarretar em milhares de mortes.

Já a segunda justificativa do aluno 2: “Ficaria em dúvida no lançamento da bomba, mas mostraria para os inimigos seu novo poder bélico em casos de ataques” entendemos que ele coloca como uma lei universal máxima “se me atacarem é justo revidar”, com isso ele optou em mostrar seu novo poder bélico em casos de ataques. Esta justificativa é alinhada a pensamentos voltados e pautados pela ética deontológica.

Por fim, na última justificativa apresentada pelos estudantes 3 e 4: “Ficaria em dúvida, pois o poder de destruição do local poderia ser irreparável em todos os aspectos” notamos dois traços éticos, já apresentados anteriormente. Esses traços são: ética utilitarista e ética das virtudes. No primeiro traço, os estudantes pensam nas consequências para vários envolvidos, com isso seria melhor não realizar o lançamento, pois seria prejudicial não somente aos seres humanos, mas sim para animais, flora, clima, entre outros. Para virtudes entendemos que o estudante pode se posicionar com uma virtude próxima à da coletividade ou traços já apresentados do eixo da ontologia moral.

A quarta e penúltima pergunta do questionário aborda sobre as consequências morais que Oppenheimer vivenciou após o lançamento da bomba; nela os estudantes são indagados a pensar se no lugar de Oppenheimer, eles também se arrependeriam de ter contribuído para criação de uma arma de destruição em massa. A pergunta realizada encontra-se abaixo:

4. Oppenheimer foi contra o lançamento da bomba, devido ao seu alto poder de destruição. Você também se arrependeria de ter contribuído para a criação de uma arma inédita para ser utilizada em uma guerra?

As respostas para essa pergunta podem ser encontradas no quadro 29, a seguir:

Quadro 29 - Classificação das respostas da pergunta 4 da quarta fase do jogo A.T.O.M.I.C.

Respostas dos alunos	Alunos	Total
Se arrependeria depois do lançamento e carregaria um sentimento de culpa o resto da vida.	Alunos: 1, 5, 7, 8	4
Se arrependeria depois do lançamento, mas viveria sem culpa por ter conseguido acabar com a guerra.	Aluno 2	1
Se arrependeria depois do lançamento. * ¹⁴	Aluno 4	1
Se arrependeria depois do lançamento, mas olharia para todo o desenvolvimento científico proporcionado pela detonação.	Aluno 6	1
Não se arrependeria do lançamento, pois ele já tinha construído a bomba.	Aluno 9	1
Não sabe responder, pois teria que passar pela situação e sua decisão seria com base em seu racional e em seu emocional.	Aluno 3	1

Fonte: Do Autor (2021).

Notamos, na tabela apresentada acima, que grande parte dos estudantes na situação proposta se arrependeria e carregaria o sentimento de culpa durante o restante de suas vidas, fato que também aconteceu com o cientista Oppenheimer. Chamamos atenção que somente um estudante não se arrependeria do lançamento e um estudante não saberia responder, pois essa decisão seria com base no seu instinto racional e no seu emocional.

Na primeira justificativa apresentada pela maioria dos estudantes podemos notar uma tendência da ética deontológica, pois sentem que uma lei universal foi quebrada e, com isso, carregaria o sentimento de culpa por permitir o lançamento da bomba, para o restante da vida.

O aluno 2 se posiciona dizendo que se arrependeria do lançamento da bomba, mas que não carregaria um sentimento de culpa para o restante de sua vida. Essa alegação do estudante apresenta traços utilitaristas e deontológicos. Os traços utilitaristas que conseguimos observar são de que as consequências de ter lançado a bomba foram melhores

¹⁴ O estudante não justificou sua resposta.

do que as de não ter lançado, pois com o lançamento conseguimos acabar com a guerra, o que evitou uma quantidade significativa de mortes. Já os traços deontológicos são que sua lei universal foi quebrada devido ao arrependimento por ter permitido o lançamento.

Já na quarta justificativa presenciemos traços utilitaristas. Para o estudante 6 o arrependimento do lançamento poderia ser justificado pelas consequências do lançamento que contribuiu com o crescimento do conhecimento científico, que no futuro beneficiará muitas pessoas.

Por fim, a última pergunta é uma questão de múltipla escolha, de autoria da UNICAMP e que pertence à prova de vestibular, dentro da disciplina de História aplicada em 2017. Aachamos pertinente inseri-la na pesquisa devido à alta relevância e importância pedagógica e que, inicialmente, seria destinada ao público que cursa o ensino médio.

5. (UNICAMP - 2017) Era o dia 6 de agosto de 1945. O avião B-29, Enola Gay, comandado pelo coronel Paul Tibbets, sobrevoou Hiroshima a 9.448 metros de altitude e, quando os ponteiros do relógio indicaram 8h16, bombardeou-a com uma bomba de fissão nuclear de urânio, com 3 m de comprimento e 71,1 centímetros de diâmetro e 4,4 toneladas de peso. A bomba foi detonada a 576 metros do solo. Um colossal cogumelo de fumaça envolveu a região. Corpos carbonizados jaziam por toda parte. Atônitos, sobreviventes vagavam pelos escombros à procura de comida, água e abrigo. Seus corpos estavam dilacerados, queimados, mutilados. Cerca de 40 minutos após a explosão, caiu uma chuva radioativa. Muitos se banharam e beberam dessa água. Seus destinos foram selados. (Adaptado de Sidnei J. Munhoz, “O pior dos fins”. Revista de História da Biblioteca Nacional, maio 2015. Disponível em <http://www.revistadehistoria.com.br/secao/capa/o-pior-dos-fins>. Acessado em 23/08/2016.) A explosão da bomba mencionada no texto:

- a) Ocorre a partir da desintegração espontânea do núcleo de urânio enriquecido em núcleos mais leves, liberando uma

- enorme quantidade de energia. Esse bombardeio significou o início da corrida armamentista entre EUA e União Soviética;
- b) Ocorre devido à desintegração do núcleo de urânio em núcleos mais leves, a partir do bombardeamento com nêutrons, liberando uma enorme quantidade de energia. Esse ataque causou perplexidade por ser desferido contra um país que havia permanecido neutro na II Guerra Mundial;
- c) Ocorre a partir da combinação de núcleos de urânio enriquecido com nêutrons, formando núcleos mais pesados e liberando uma enorme quantidade de energia. Esse bombardeio foi uma resposta aos ataques do Japão a Pearl Harbor;
- d) Ocorre devido à desintegração do núcleo de urânio em núcleos mais leves, a partir do bombardeamento com nêutrons, liberando uma enorme quantidade de energia. Esse ataque é considerado um símbolo do final da II Guerra Mundial.

Quadro 30 - Classificação das respostas da pergunta 3 da quarta fase do jogo A.T.O.M.I.C.
(Continua)

Respostas dos alunos	Alunos	Total
Letra A - “Ocorre a partir da desintegração espontânea do núcleo de urânio enriquecido em núcleos mais leves, liberando uma enorme quantidade de energia. Esse bombardeio significou o início da corrida armamentista entre EUA e União Soviética.”	-	0
Letra B - “Ocorre devido à desintegração do núcleo de urânio em núcleos mais leves, a partir do bombardeamento com nêutrons, liberando uma enorme quantidade de energia. Esse ataque causou perplexidade por ser desferido contra um país que havia permanecido neutro na II Guerra Mundial.”	Aluno 8	1

Quadro 30 - Classificação das respostas da pergunta 3 da quarta fase do jogo A.T.O.M.I.C. (Conclusão)

<p>Letra C - “Ocorre a partir da combinação de núcleos de urânio enriquecido com nêutrons, formando núcleos mais pesados e liberando uma enorme quantidade de energia. Esse bombardeio foi uma resposta aos ataques do Japão a Pearl Harbor.”</p>	<p>Aluno 9.</p>	<p>1</p>
<p>Letra D - “Ocorre devido à desintegração do núcleo de urânio em núcleos mais leves, a partir do bombardeamento com nêutrons, liberando uma enorme quantidade de energia. Esse ataque é considerado um símbolo do final da II Guerra Mundial.”</p>	<p>Alunos: 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7</p>	<p>7</p>

Fonte: Do Autor (2021).

Pelas informações acima podemos notar que grande parte dos estudantes acertou a questão pertencente ao vestibular do ano de 2017, da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), a qual tinha como alternativa correta a letra D. A questão contou com um percentual de cerca de 78% de acertos. Justificamos o alto percentual de acertos por se tratar de uma questão de nível do ensino médio e porque os estudantes realizaram com atenção todas as atividades propostas dentro da sequência didática e do jogo A.T.O.M.I.C, os quais forneciam informações relacionadas ao tema abordado.

Para finalizar esta seção realizamos uma análise das respostas fornecidas pelos estudantes nos dois questionários relativos ao lançamento da bomba no Japão. Como em nossas categorias previstas no quadro 22 contava com lançar ou não a bomba, temos nos resultados do quadro 31, que: seis estudantes não lançariam, um estudante não saberia responder, pois dependeria de seu emocional e de seu racional na situação, um estudante acha que a escolha é complexa e um estudante tentaria um acordo e se não resolvesse lançaria. Os seis estudantes que responderam que não lançariam os classificamos entre as *categorias 1 e 2*, já os outros estudantes realizamos uma análise nas outras respostas para poder classificá-los nas categorias já apresentadas.

Quadro 31 - Classificação dos argumentos dos estudantes de acordo com as teorias éticas na quarta fase do jogo A.T.O.M.I.C.

	Base do argumento	Militarismo	Pacifismo
Utilitarista	Pensa nas consequências e no bem-estar comum de sua ação.	<i>Categoria 4</i> Aluno 3 <i>Categoria 3</i> Aluno 9	<i>Categoria 1</i> Alunos: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 e 9
Deontológico	Ênfase em normas, regras universais. Possibilita se colocar no lugar do outro antes de realizar uma escolha.	<i>Categoria 3</i> Alunos: 3 e 9 <i>Categoria 2</i> Alunos: 2 e 6	<i>Categoria 1</i> Alunos: 1, 4, 5, 7, e 8
Virtudes	Antes de tomar qualquer atitude em relação ao envio da carta, pensaria como uma pessoa virtuosa agiria. Coragem como virtude intermediária entre covardia e temeridade.	-	<i>Categoria 1 e 2</i> Alunos: 3, 4 e 8

Fonte: Do Autor (2021).

Observando os dados fornecidos pelo quadro 31, acima, notamos que todos os estudantes variaram sua postura ética nas diferentes situações abordadas dentro desta fase. Esse fato já era esperado devido a que grande parte das escolhas e ações pessoais, governamentais, coletivas levarmos em consideração as consequências e o bem-estar do maior número de envolvidos, além de dito anteriormente, um estudante pode apresentar em suas argumentações traços envolvendo diferentes categorias éticas como, por exemplo, o estudante 8. Esse estudante transitou nas três categorias de análise ética.

Em relação ao estudante apresentar um argumento pacifista ou militarista, encontramos uma heterogeneidade nos dados coletados. Nesse sentido obtivemos quatro estudantes, cerca de 45% dos envolvidos na pesquisa, que não mudaram seu posicionamento durante as perguntas dessa fase do jogo. Estes estudantes apresentaram argumentos com características pacíficas, foram eles: 1, 4, 5 e 7.

Encontramos também mais quatro estudantes que variaram somente uma vez seu posicionamento durante a fase, ou seja, quatro estudantes que mudaram seus argumentos para a categoria oposta até então apresentada durante os acontecimentos da fase do jogo. Esses estudantes foram: 2, 3, 6 e 8. Vale ressaltar que somente o estudante 3 mudou sua argumentação de militarista para pacifista, o restante mudou de pacifista para militarista. Por fim, tivemos somente um estudante que mudou seu posicionamento mais de uma vez no decorrer da intervenção, esse estudante foi o de número 9. Ele alternou de pacifista para militarista duas vezes durante a fase do game.

Obtivemos, nessa análise, dois argumentos classificados como *Militarismo Utilitarista*, nove argumentos *Pacifismo Utilitarista*, quatro argumentos *Militarismo Deontológico*, cinco argumentos *Pacifismo Deontológico* e três argumentos *Pacifista das Virtudes*.

Exemplo de um argumento *Pacifismo Utilitarista* está descrito a seguir:

“Acredito que deveria ter aceitado. Criar uma bomba, desde que o outro lado também esteja construindo uma, poderia fazer com que todos pensassem na possibilidade de todos serem prejudicados, e se preocuparem com as consequências.” (Aluno 6).

Notamos que o aluno 6 cita que Heisenberg deveria ter aceito participar do projeto alemão de criação da bomba, mas com intuito de sabotar o projeto, bem como os inimigos. Concluímos que o estudante pensa nas consequências de aceitar trabalhar em um projeto nazista com o intuito de evitar a morte de milhares de pessoas com a sabotagem da criação da bomba atômica. Com isso percebemos traços utilitaristas por pensar nas consequências de sua ação, visando um maior número de envolvidos e também por tentar sabotar o projeto para evitar um número maior de mortes na guerra, característica entendida por nós como pacífica.

Já nos argumentos de *Militarismo Deontológico* temos o seguinte exemplo:

“Se ele não tivesse aceitado, outro teria. Ninguém é insubstituível. Sim, eu teria aceitado. A única coisa que se sabe é o que aconteceu. O resto é especulação. Com as informações que se tinha na época, com a realidade da guerra, se eu não aceitasse outro aceitaria. Eu poderia me arrepender se aceitasse ou se não aceitasse. Não há como saber.” (Aluno 3).

Na descrição sobre o argumento Militarismo Deontológico, apresentado pelo estudante 3, temos que ele acredita que ninguém é insubstituível e que se ele não tivesse aceitado outra pessoa teria. Notamos que ele não pensa nas consequências de sua escolha, tomando uma decisão racional. Podemos utilizar o argumento fornecido pelo estudante para fazer um comparativo com a ideia de não existir um mal maior que o outro, pois ambos são mal e não existe justificativa para um ser maior do que o outro. No argumento do estudante podemos associar a ideia de que ninguém é melhor que ninguém, pois sempre existirá alguém para substituir Oppenheimer e assumir o projeto. Essas características se enquadram na teoria deontológica. A classificação de militarista é devido à escolha contribuir com a criação de uma arma de destruição em massa.

Exemplificação de argumentos dedicados à categoria *Pacifismo Deontológico*:

“Sim, com toda certeza me arrependeria. Novamente, construir a bomba - no momento da criação do Projeto Manhattan - envolvia combater um inimigo poderoso que eram os nazistas. Nesse sentido, uma vez que a Alemanha havia se rendido e a guerra com o Japão já estava em seu desfecho final, a motivação inicial do Projeto Manhattan não existia mais. Talvez, frente ao resultado do teste de Trinity, o novo propósito deste projeto fosse impedir que novas armas de destruição em massa fossem construídas, sendo que muitos cientistas, após os ataques feitos às cidades japonesas, dedicaram suas vidas a esta causa. Portanto, o que aconteceu é que Oppenheimer vislumbrou um futuro onde uma guerra nuclear poderia acontecer, levando a destruição de todo o mundo. Segundo consta em algumas fontes, Oppie (Oppenheimer) disse ao presidente Truman que “sentia que havia sangue em suas mãos”. Talvez este sentimento seja comum para todos os cientistas que trabalharam naquele projeto.” (Aluno 5).

O estudante 5 apresenta em seu argumento o arrependimento de uma ação, dando a transparecer a visão de que uma lei moral foi quebrada. Essa visão é entendida como a quebra de uma lei universal, características da ética deontológica. Classificamos o argumento como pacífico, devido ao seu arrependimento apresentar traços de posicionamento em combate à destruição e a milhares de mortes, devido à bomba no Japão.

Por fim, classificados como *Pacifismo das Virtude*, argumentos semelhantes ao apresentado abaixo:

“Com toda certeza ficaria em dúvida. Sim ficaria e acredito que não teria coragem. Com a explosão, o choque de realidade é muito maior do que na interpretação da estimativa do poder de detonação. O choque ao ver o potencial destrutivo da bomba, matando milhares de inocentes. Era a de construir a bomba. De não ter construído.” (Aluno 8).

No argumento do estudante 8, demonstrado acima, podemos notar que o mesmo cita que não teria coragem de realizar o lançamento da bomba no Japão, devido ao seu poder de destruição. A coragem é uma virtude mediana entre a covardia e a temeridade, como já mostrado anteriormente na seção 2.5. Diante disso, classificamos o estudante como um pacifista das virtudes, devido a ele pensar e citar sua coragem de agir, se tratando assim de uma virtude, e por retaliar atos que ocasionam em mortes como, por exemplo o lançamento da bomba no Japão, fato que leva para um posicionamento pacífico.

4.3.2 Reo 3 - Aula 6 e 7: “O futuro da pesquisa nuclear no Brasil” e “Sistematização das aulas e avaliação da sequência”.

Nesta seção iremos discutir e discriminar o desenvolvimento previsto nas intervenções da sequência didática. Essas intervenções correspondem ao final do REO 3 e também do jogo A.T.O.M.I.C, constituído pelas aulas de número 6 e 7, além de um questionário final de avaliação das aulas, do jogo e dos temas abordados. Justificamos a junção das aulas nesta seção por serem aulas com poucos dados de pesquisa e com um enfoque maior aos objetivos de ensino.

Outra justificativa da aplicação do questionário final de avaliação é devido a intervenção ter sido feita com estudantes de um curso superior de Licenciatura e que breve estarão atuando em salas de aulas; a opinião deste universo de pesquisa é extremamente relevante para melhorias nas futuras aplicações do que foi proposto nesta pesquisa.

A aula de número 6 contou com o fechamento do jogo e retorno dos participantes para o Brasil, emissão do parecer do país em relação ao tratado nuclear, além de conhecer

benefícios e malefícios do uso da energia nuclear, bem como os processos e conceitos de fissão, fusão e reação em cadeia.

Já na aula de número 7 temos um momento de sistematização das aulas anteriores, momento de dúvidas e conversa entre discentes e docentes, autoavaliação, avaliação do desenvolvimento da sequência e agradecimento aos discentes em contribuir com esta pesquisa.

Como já previsto dentro do jogo A.T.O.M.I.C e da aula 6 da sequência didática, retornando para o Brasil os estudantes se depararam, no Ministério de Ciência e Tecnologia, com alguns materiais e pesquisas científicas voltadas para a utilização da energia nuclear. O governo brasileiro precisa se posicionar sobre o TNP, com isso ele pede para os estudantes realizarem um levantamento técnico sobre essa decisão, levando em consideração a viagem que eles realizaram, além desses materiais/pesquisas fornecidos.

Os estudantes foram solicitados a realizar uma pesquisa sobre a utilização da energia nuclear, listando suas vantagens e suas desvantagens. Para isso, os docentes forneceram um texto e alguns trechos de pesquisas acadêmicas¹⁵, além de dar autonomia ao estudante para que ele possa pesquisar e apresentar novas informações.

Para auxiliar também na compreensão dos estudantes durante a execução deste último REO, criamos e disponibilizamos, em um canal do *Youtube*¹⁶, uma videoaula sobre os conceitos e processos de fissão, fusão e reação em cadeia, ligados a história da ciência. Essa videoaula foi projetada com base nos trabalhos e livros desses autores (GAMOW, 1940, 1965; HEWITT, 2015; BAGDONAS, 2020; BAGDONAS; KOJEVNIKOV, 2021).

Por fim, nessa aula de número 6, tivemos um questionário, no qual os estudantes entregaram as informações coletadas e seu posicionamento em relação ao futuro do país dentro do TNP. As perguntas solicitadas neste questionário podem ser observadas a seguir:

¹⁵ Os trechos das pesquisas se encontram no produto educacional, disponível em: https://drive.google.com/file/d/1aeOsVY5HvFJb_mY-ASaFgpISOKouRNj2/view?usp=sharing

¹⁶ Para mais informações sobre a vídeo aula e seu conteúdo acesse: <https://www.youtube.com/watch?v=hvzJdlohME&t=3s>

1- Apresente aqui os argumentos das "Vantagens e desvantagens da utilização da energia nuclear". Qual sua opinião na utilização desse tipo de energia? Você recomendaria a sua utilização?

Essa pergunta 1 tem como objetivo de ensino fazer com que o estudante relacione os acontecimentos vivenciados dentro do jogo com a pesquisa realizada por ele, juntamente com o material de apoio disponibilizado pelo docente.

Obtivemos que todos os estudantes concluíram o objetivo da pergunta e como resultado eles apresentaram vários argumentos mostrando as vantagens e as desvantagens da utilização da energia nuclear. Esses argumentos foram retirados dos textos fornecidos pelo docente e os estudantes 7 e 8 foram além dos materiais disponibilizados, extraindo informações da literatura científica.

No que diz respeito a recomendação desse tipo de energia tivemos algumas contradições, como apresentado nos argumentos abaixo:

“Eu sou extremamente a favor do investimento no uso desse tipo de energia para fins pacíficos, como a geração de energia elétrica e fins tecnológicos não-bélicos.” (Aluno 1).

“É importante destacar que, apesar de ser um tipo de energia que já gerou muitas catástrofes, a energia nuclear ainda assim é uma fonte na geração de energia. Além de causar nenhum efeito estufa e nem chuvas acidas, é fácil de transportar como combustível. No entanto, a formação de resíduos nucleares perigosos e a emissão causal de radiações causam a poluição radioativa, e podem causar efeitos negativos a longo prazo. E já que temos ainda várias formas sustentáveis de se obter energia, porque não optar por elas? Com isso, não recomendaria a sua utilização.” (Aluno 2).

2- Você, como membro do governo Brasileiro, acha justo que todos os países devem possuir armas nucleares, além de dominar o seu processo de fabricação? Ou seja, se os países do mundo, incluindo o Brasil, devem dominar o conhecimento e a produção de armas nucleares ou se esse conhecimento deve ficar somente nas mãos de alguns países ou ainda, se nenhum país deveria ter esse conhecimento. Explique.

Comparando as respostas fornecidas antes e depois da intervenção para essa aplicação, obtivemos o seguinte quadro 32.

Quadro 32 – Relação dos estudantes antes e depois da intervenção sobre o conhecimento nuclear.

Respostas dos alunos	Antes da intervenção	Após a intervenção
Nenhum país deveria ter acesso a esse conhecimento.	Alunos: 1, 5 e 4	Alunos: 1, 4 e 8
Todos os países devem ter acesso a esse conhecimento, pois o conhecimento científico não deve ser restrito.	Alunos: 2, 6, 8 e 9	Alunos: 2, 3, 6 e 9
Acreditam no meio termo entre todos os países terem acesso ao conhecimento sobre armas nucleares, mas que seja feito o desarme, essa ação pode trazer avanços científicos e tecnológicos.	Alunos: 3 e 7	-
Acreditam que nenhum país deve ter acesso a esse conhecimento e os que já têm armas nucleares solicitam o desarmamento.	-	Alunos: 5 e 7

Fonte: Do Autor (2021).

Podemos observar que cinco dos nove estudantes mantiveram seu posicionamento em relação ao conhecimento da energia nuclear, foram eles: 1, 2, 4, 6 e 9. Consequentemente, o restante dos estudantes modificou sua opinião após a intervenção. Chamamos atenção para os estudantes 7 e 8 que inicialmente tinham uma postura e depois apresentaram outra diferente.

Inicialmente, o estudante 7 acreditava que todos os países deveriam ter o conhecimento nuclear, mas que fosse feito o desarme, mas depois ele argumentou que nenhum país deve ter esse conhecimento e os que têm algum tipo de armamento deve ser desarmado. Já o estudante 8 inicialmente acreditava que todos deveriam ter ciência sobre a energia nuclear, mas agora acredita que nenhum país deve possuir esse tipo de conhecimento.

No argumento apresentado pelo estudante 8 notamos uma forma crítica de pensamento em relação ao uso da energia nuclear, levando em consideração população, economia e sustentabilidade.

“Acredito que possuir os conhecimentos para fabricação de bombas não é correto para nenhum país. O correto seria possuir os conhecimentos na produção de energia para fins pacíficos. Na minha opinião todos os países precisariam de uma transparência em relação a utilização da energia nuclear. Em vista da sociedade capitalista em que estamos inseridos, onde os interesses políticos, lucros e dividendos falam mais alto, isto tem poucas chances de acontecer em um futuro próximo. Talvez em um futuro longínquo, em que não mais exista a distinção de norte-americano, alemão, brasileiro, etc., exista somente a noção de raça humana e nada mais, sem distinção classe, cor ou credo. Precisamos de um novo modelo de economia global e sustentável onde não exista pobreza, desigualdade, injustiças, etc.”

(Aluno 8).

Em nossa última pergunta do questionário do Brasil solicitamos aos estudantes sobre o veredito final sobre o TNP.

3- Por fim, qual a sua recomendação para o governo Brasileiro depois dessa aventura no processo da primeira bomba nuclear? Devem investir na produção de armas nucleares, na energia nuclear ou em nenhuma das duas opções? O governo deve continuar no Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares (TNP) ou não?

Como resultado dessa pergunta realizamos um comparativo entre a resposta dos estudantes antes da intervenção e depois da intervenção. O quadro 33 mostra essa relação:

Quadro 33 – Relação dos estudantes antes e depois da intervenção sobre o TNP. (Continua)

Respostas dos alunos	Antes da Intervenção	Após a Intervenção
Entraria/Permaneceria no Tratado de Não proliferação de armas nucleares (TNP).	Alunos: 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 8	Alunos: 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 8

Quadro 33 – Relação dos estudantes antes e depois da intervenção sobre o TNP. (Conclusão)

Entraria/Permaneceria no tratado, mas produziria armas nucleares clandestinamente.	Aluno 9	Aluno 9
Não entraria/Não Permaneceria no Tratado de Não proliferação de armas nucleares (TNP).	Aluno 7	Alunos: 7

Fonte: Do Autor (2021).

Percebemos que todos os estudantes mantiveram sua opinião sobre a participação do Brasil no TNP. Esse dado pode ser justificado por pesquisas relacionadas com as visões de NdC, que tem mostrado dificuldades em alterar as concepções iniciais dos estudantes, como vemos nas pesquisas de (GIL-PÉREZ *et al*, 2001; BAGDONAS; SILVA, 2013). Contudo, notamos uma diferença na complexidade dentro dos argumentos dos estudantes, como vemos nos trechos a seguir:

“Não vivemos num mundo pacífico. Assim, sou a favor que o Brasil tenha armas de guerras para defender seu povo, sua nação. Para que não aconteça aqui o que acontece em países em guerra: homens mortos, mulheres estupradas e crianças escravizadas. Porém, hoje em dia existem armas muito mais modernas que as bombas nucleares e com menor poder de destruição global. Sendo assim, não creio que a bomba atômica seja uma opção.

O tratado de não proliferação de armas é um grande engodo. Uma hipocrisia política.

1º - A China domina a tecnologia nuclear e estimativas dão conta de que possui perto de 300 ogivas em operação e os mísseis intercontinentais para carregá-las. No entanto está no TNP, mas Xi Jinping não permite a inspeção da AIEA em seu território e não sofre punição.

2º Os EUA dominam a tecnologia nuclear, saíram do tratado e não sofreram punição.

3º Só a punição aos países de menor força política. Por exemplo, em 1997 o Brasil não assinou o Protocolo Adicional do Tratado de Não Proliferação Nuclear (TNP), que permitiria inspeções não programadas em suas unidades de enriquecimento de urânio. A adesão é voluntária, mas o Brasil foi pressionado pelas cinco potências atômicas: EUA, Rússia, França e Reino Unido, a aderir. As potências não têm a obrigação de submeter todas as suas instalações a inspeções.

Apesar de acreditar que esse tratado é uma hipocrisia, não vejo motivo para o Brasil não continuar no tratado uma vez que não tenha a intenção de fabricação de bombas nucleares, o que é proibido pela nossa constituição. CBF/88 – art. 21- XXIII –

a) Toda atividade nuclear em território nacional somente será admitida para fins pacíficos”.” (Aluno 3).

“Recomendo que, antes de iniciar qualquer tipo de discussão pública sobre isso, o governo brasileiro invista em uma reestrutura da educação que tenha como uma de suas áreas a alfabetização científica. Primeiro, é necessário educar a população. Uma vez que se tenha uma formação que fundamente as bases para a essa discussão, aí sim este tema deve ser difundido para um debate mais amplo na sociedade. Acredito que, sim, o Brasil deve seguir fazendo parte do TNP, assumindo uma postura mais ativa para que outras nações abdicuem da proliferação de armas. O uso da tecnologia nuclear na produção de energia talvez seja uma boa alternativa, mas é necessário maiores estudos para entender como fazer um bom uso das usinas de Angra 1 e 2.” (Aluno 5).

“De fato, não deve investir na produção de armas nucleares. Um pensamento que me ocorreu agora: uma parcela da população mundial não sabe sequer jogar o lixo que produzem no devido lugar, seus governantes, alguns, por mais sejam bem intencionados, de certa forma, sofrem dos mesmos defeitos. Acredito que quando a educação, saúde, bem estar, etc., se tornarem os objetivos principais de todas as pessoas do mundo, sem exceção, as coisas poderiam chegar a mudar de figura, não deixando que se repita as desastrosas consequências das guerras. Agora, em virtude da viabilidade da utilização de energia para fins pacíficos, devem ocorrer investimentos. Na minha opinião a energia nuclear é a energia do futuro, não para daqui a 50 ou 400 anos, mais para daqui a séculos, quem sabe para nos aventurarmos para além do Sistema Solar. Sim, deve continuar no tratado, pois ele é, até agora, a única alternativa, embora esteja repleta de controvérsias, para que não ocorra a produção desenfreada de armas nucleares, repercutindo repercutir em novas guerras, e quem sabe até a destruição de toda à raça humana.” (Aluno 8).

Notamos, nos três argumentos apresentados pelos estudantes 3, 5 e 8, um aprofundamento em relação ao uso da energia nuclear para fins bélicos e pacíficos. O estudante 3 expõe sua opinião sobre o tratado e apresenta um trecho da constituição brasileira sobre o tema. Já os estudantes 5 e 8 mostram preocupações com aspectos ligados à sociedade como educação, saúde e bem-estar.

Finalizando as aulas previstas na sequência didática, apresentaremos a última aula discriminada como aula 7. Essa aula teve como principal objetivo de ensino: Sistematizar e discutir as aulas anteriores, fazendo uma autoavaliação e uma avaliação da pesquisa desenvolvida. Ela foi realizada e gravada através do aplicativo de reuniões *Google meet* e

contou com um momento em que os estudantes conversavam entre si e com o professor da intervenção, tirando dúvidas sobre os acontecimentos históricos e sobre as ações dos cientistas durante cada dilema enfrentado.

Para finalizar a nossa intervenção pedagógica, gostaríamos de saber a opinião dos envolvidos durante a realização da sequência didática. Com isso, utilizamos um questionário final de autoavaliação e de sugestão para melhorias no jogo, nos REOs, nas aulas e na comunicação entre discente e docente.

Esse questionário foi disponibilizado ao final do REO 3 e foi feito na plataforma *Google forms*. Essa avaliação foi dividida em quatro seções de múltipla escolha e mais duas perguntas dissertativas. As questões de múltipla escolha são compostas por quatro alternativas: Fraco, Moderado, Satisfatório, Muito Bom e Excelente ou Discordo Totalmente, Discordo, Não Sei, Concordo e Concordo Totalmente. Nessas opções o nível de intensidade se altera de acordo com a opção, na qual fraco ou discordo totalmente representa o mínimo e excelente ou concordo representa o máximo.

Na Figura 4, a seguir, é mostrada a parte inicial deste questionário.

Figura 4: Layout do questionário final sobre o jogo e sobre os REOs da pesquisa.



Avaliação do Jogo e dos REOS

Envie seu feedback sobre as aulas que você acabou de concluir, incluindo comentários sobre a estrutura, o conteúdo e os roteiros.

Nome *

Texto de resposta curta

Fonte: Do Autor (2021).

Na continuação da avaliação final vemos a Figura 5, nela estão presentes duas das quatro seções do questionário. As seções são: *Nível de esforço* e *Nível de aprendizado*. Essas duas seções de múltipla escolha são representadas pela escala de fraco até excelente.

Nível de esforço: O quanto o estudante se dedicou no decorrer do curso.

Figura 5: Perguntas solicitadas aos estudantes sobre o seu nível de esforço e nível de aprendizado.

Nível de esforço					
	Fraco	Moderado	Satisfatório	Muito bom	Excelente
Seu nível de dedicação ao curso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Nível de aprendizado					
	Fraco	Moderado	Satisfatório	Muito bom	Excelente
Nível de habilidade/conhecimento no início do curso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Nível de habilidade/conhecimento no fim do curso	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Aprendizado em relação aos acontecimentos históricos no desenvolvimento da Física Nuclear/Bomba Atômica	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fonte: Do Autor (2021).

Essa seção foi criada com o objetivo de os estudantes refletirem sobre suas posturas durante a realização da intervenção pedagógica, sobre seu comportamento de estudo durante a pandemia de COVID-19 e também para pensarem sobre a prática docente em tempos anormais como, por exemplo, do ensino não presencial.

Obtivemos como resultados uma pequena diferença nas respostas dos estudantes. A maioria respondeu que o nível de esforço durante o curso foi muito bom, foram eles: 1,2,3,4,7 e 9. A outra alternativa que apareceu como dado entre as respostas foi a opção satisfatório, nessa opção tivemos os estudantes 5,6 e 8.

A próxima seção, denominada como “Nível de aprendizagem”, teve o objetivo de questionar o estudante sobre o seu aprendizado antes e depois da realização da intervenção, sendo feita de maneira que os estudantes fossem o mais transparentes possível em suas respostas.

Nível de aprendizagem: O quanto o estudante considera que aprendeu no curso.

No quadro 34 podemos observar como cada estudante respondeu a seção de aprendizagem; para facilitar seu entendimento criamos uma legenda que simboliza as abreviações utilizadas nas opções escolhidas pelos estudantes.

Legendas:

F = Fraco

MB = Muito Bom

M = Moderado

E = Excelente

S = Satisfatório

Quadro 34 - Respostas dos estudantes sobre o nível de aprendizado.

	Aluno 1	Aluno 2	Aluno 3	Aluno 4	Aluno 5	Aluno 6	Aluno 7	Aluno 8	Aluno 9
Nível de habilidade/ conhecimento no início do curso	MB	S	MB	S	M	S	M	M	E
Nível de habilidade/ conhecimento no fim do curso	MB	MB	MB	MB	MB	E	MB	S	E
Aprendizado em relação aos acontecimentos históricos no desenvolvimento da Física Nuclear/ Bomba Atômica	MB	E	E	MB	MB	E	MB	S	E

Fonte: Do Autor (2021).

Como resultado principal para essa seção temos que os estudantes ficaram divididos nas escolhas relacionadas com o nível de conhecimento antes de começar a intervenção, na qual discriminamos como “curso”. Nessa pergunta obtivemos que três estudantes escolheram a opção S (Satisfatório), três estudantes escolheram M (Moderado), dois estudantes optaram por MB (Muito bom) e somente um estudante escolheu E (excelente).

Justificamos a escolha dos estudantes em MB e E devido a alguns já terem contato com a iniciação científica e, por isso, podem ter realizado algum trabalho voltado para a

história da física nuclear. Outro fato curioso é que os estudantes 1 e 9 escolheram a opção E em todas as perguntas o que nos leva a acreditar que talvez eles não tenham levado a sério a resposta dessa parte da seção.

Em relação às respostas da segunda pergunta desta seção, que levava em conta o aprendizado no final do “curso”, temos que: seis estudantes escolheram a opção MB, dois estudantes a opção E e um estudante escolheram S. Fazendo um comparativo com a pergunta anterior percebemos, com base na tabela de respostas, que três estudantes mantiveram sua resposta, foram os estudantes 1, 3 e 9. Cinco estudantes responderam que tiveram uma evolução em sua aprendizagem, foram os estudantes 2, 4, 5, 6 e 7. Por fim, um estudante respondeu que seu nível de aprendizagem teria caído, estudante 8.

Por fim, a última pergunta é restrita somente aos conhecimentos voltados à história da física nuclear. Tivemos quatro estudantes com a resposta E (estudantes 2, 3, 6, 9), quatro estudantes com a resposta MB (estudantes 1, 4, 5 e 7) e somente um estudante com a opção S (estudante 8).

A próxima seção tem como objetivo os estudantes avaliarem os elementos envolvidos no jogo didático A.T.O.M.I.C, como recurso para ser utilizado dentro de sala de aula. As perguntas dessa seção estão presentes na figura 6.

Jogo A.T.O.M.I.C: Avaliação do jogo A.T.O.M.I.C por futuros docentes.

Figura 6 - Perguntas solicitadas aos estudantes sobre o jogo A.T.O.M.I.C.

	Discordo totalmente	Discordo	Não sei	Concordo	Concordo plenamente
A problematização inicial está adequada	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Os conteúdos de cada fase foram claros e organizados	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Usaria o jogo em sala de aula	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
A problematização inicial foi boa	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Utilizando o jogo com o REO, o professor foi acessível e prestativo	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O jogo traz aspectos CTSA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fonte: Do Autor (2021).

Os resultados das perguntas fornecidas por cada estudante em relação ao A.T.O.M.I.C estão dispostas no quadro 35. Assim como no quadro 34, criamos uma legenda de acordo com as opções escolhidas, a qual simboliza as abreviações utilizadas nas opções escolhidas pelos estudantes. Essas legendas serão utilizadas também na próxima seção presente no questionário.

Legendas:

DT = Discordo Totalmente

D = Discordo

NS = Não Sei

C = Concordo

CP = Concordo Plenamente

Quadro 35 - Respostas dos estudantes sobre o jogo A.T.O.M.I.C.

	Alun o 1	Alun o 2	Alun o 3	Alun o 4	Alun o 5	Alun o 6	Alun o 7	Alun o 8	Aluno 9
A problematizaçã o inicial está adequada?	C	C	CP	C	C	C	CP	C	C
Os conteúdos de cada fase foram claros e organizados?	D	C	NS	C	C	CP	CP	C	CP
Usaria o jogo em sala de aula?	C	NS	D	NS	NS	C	CP	C	CP
A problematizaçã o inicial foi boa?	C	C	CP	C	C	C	CP	C	CP
Utilizando o jogo com o REO, o professor foi acessível e prestativo?	C	CP	CP	C	CP	C	CP	C	CP
O jogo traz aspectos CTSA?	C	CP	CP	CP	CP	CP	CP	C	CP

Fonte: Do Autor (2021).

Observamos que todos os estudantes estão de acordo com a problematização inicial do jogo A.T.O.M.I.C, pois sete estudantes concordaram que o enredo do jogo está adequado e dois estudantes concordaram plenamente com o enredo. Esses dados mostram que o jogo pode possuir uma forte problematização para trabalhar outros temas dentro da física nuclear.

Na segunda pergunta, somente dois estudantes não concordaram com os objetivos de cada fase do jogo. Um desses estudantes discordou da clareza dos objetivos e o outro expressou que não sabia avaliar essa pergunta sobre o game. Notamos que a maioria concordou com a clareza dos objetivos.

Em relação em utilizar o jogo dentro de sala de aula, grande parte dos estudantes optaram que usaria, mas três estudantes responderam que não sabe se usaria e somente um estudante disse que discorda em utilizar o jogo dentro de suas aulas. Esse dado nos chama atenção por uma dificuldade que o jogo didático pode carregar, sua característica de diversão, por se tratar de um jogo que não consta um vencedor, os estudantes tendem a ter uma possível aversão em sua utilização.

Por fim, vemos que os estudantes responderam novamente que a problematização inicial está adequada, além de mostrar e concordar que o docente estava presente e disponível para auxiliar com qualquer dúvida e dificuldade de acesso e também que o jogo traz consigo aspectos relacionados à educação CTSA.

A próxima seção de perguntas foi relacionada com os REOs utilizados durante a intervenção pedagógica. As perguntas levaram em consideração os elementos que compõem os REOs: Objetivos, Conteúdo, Tempo e Participação dos estudantes. Na Figura 7 podemos observar as perguntas realizadas para os estudantes participantes da intervenção.

Roteiros de estudos orientados (REOs): Avaliação e organização dos roteiros de estudos por parte dos discentes durante a intervenção.

Figura 7 - Perguntas solicitadas aos estudantes sobre os REOs.

Roteiros de Estudos Orientados (REO)

	Discordo totalmente	Discordo	Não sei	Concordo	Concordo plenamente
Os objetivos foram claros	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O conteúdo do curso foi organizado e bem planejado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
O tempo de execução de cada REO foi apropriado	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
As aulas foram organizadas para permitir a participação de todos os alunos	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Fonte: Do Autor (2021).

Como resultados dessa seção realizamos o quadro 36, o qual traz na íntegra as opções marcadas por cada estudante nas perguntas dispostas da seção.

Quadro 36 - Respostas dos estudantes sobre os REOs da intervenção.

	Aluno 1	Aluno 2	Aluno 3	Aluno 4	Aluno 5	Aluno 6	Aluno 7	Aluno 8	Aluno 9
Os objetivos foram claros?	C	C	C	C	C	C	CP	C	CP
O conteúdo do curso foi organizado e bem planejado?	C	C	NS	C	C	CP	CP	C	CP
O tempo de execução de cada REO foi apropriado?	C	C	CP	C	C	CP	CP	C	CP
As aulas foram organizadas para permitir a participação de todos os alunos?	C	C	CP	C	C	CP	CP	C	CP

Fonte: Do Autor (2021).

Notamos no quadro 36, apresentado acima, que todos os estudantes concordaram ou concordaram plenamente com as perguntas realizadas em relação aos roteiros de estudos orientados. Somente a estudante 3 não soube responder em relação ao conteúdo e organização dos REOs.

Para finalizar o questionário de avaliação final contamos com mais duas perguntas sobre a percepção dos estudantes sobre a intervenção e sugestões de melhorias do trabalho.

1 - Quais aspectos das aulas foram mais úteis ou valiosos para você?

Como principal dado apontado por grande parte dos estudantes nessa pergunta tivemos as discussões realizadas via *Google meet*, as quais puderam proporcionar momentos de reflexões sobre as posturas éticas dos cientistas durante os acontecimentos da Segunda Guerra Mundial. Podemos observar algumas respostas a seguir:

“O roteiro. No começo do curso estava muito perdida com um tanto de arquivo, e com tanta plataforma. Depois que foi disponibilizado o roteiro, tudo ficou mais claro e mais atrativo. Também gostei muito das discussões em live, achei que muita gente trouxe questionamentos interessantes, que nos possibilitou refletir bastante questões éticas e morais.” (Aluno 2).

“As instruções do professor no roteiro, possibilitando uma facilidade na compreensão do jogo e a riqueza de argumentos em várias discussões que tivemos pelo meet sobre o tema.” (Aluno 4).

“As questões iniciais sobre o TNP foram bem úteis e valiosas, pois ali eu já pude me situar bem na situação atual acerca dos fins dados à energia nuclear. As discussões nas lives foram bem construtivas. Elas possibilitaram nos deparar com pontos de vistas e argumentos distintos. E o livro de referência sobre filosofia moral deu um bom suporte para a discussão acerca do lançamento da bomba.” (Aluno 7).

Outro dado que consideramos importante nessa pergunta foi a argumentação dos estudantes 1 e 9, quando eles citam que se colocar e posicionar no lugar do cientista para tomar uma decisão foi de extrema importância.

“As questões que me colocaram pra pensar no lugar dos personagens e as discussões com a turma sobre nossas opiniões.” (Aluno 1).

“Não comparei às aulas ao vivo. Mas as discussões e problematizações sobre os temas foram bem valiosos, nos faz pensar e nos colocam em

situações que precisamos pensar bem e ver como algumas decisões refletiram em tantas consequências.” (Aluno 6).

“Conhecer o papel de cada cientista no período da guerra foi muito interessante, mas a parte na qual ele faz com que o aluno se coloque no lugar desses cientistas talvez seja o mais importante didaticamente porque nos obriga a pensar em vários fatores internos e externos, inclusive aqueles envolvendo CTSA e HFC.” (Aluno 9).

A segunda pergunta contou com o seguinte enunciado:

2 - Se esse trabalho fosse seu, como você o melhoraria?

As principais críticas apontadas pelos estudantes foram em relação ao sistema de embarque dentro do jogo de uma fase para outra. Como podemos observar a seguir:

“No site do jogo, caso já tenhamos avançado alguma fase, após deslogar e logar., para chegar ao ponto em que paramos, todo o processo de embarque e leitura das cartas cenário e problema, a despeito dos relatórios que já ficam salvos, deve ser refeito. Após algum tempo, essa repetição se torna pedante. Minha sugestão é que seja dada a opção de navegar entre os acontecimentos históricos já concluídos pelo jogador, pois, assim, a consulta às cartas cenário e problema e aos relatórios anteriores não é prejudicada e, ao mesmo tempo, não permite o jogador avançar indevidamente para o final do jogo sem concluir as etapas anteriores.” (Aluno 7).

“Tentaria modificar a estrutura de embarque para os países, no sentido de que uma vez respondidos todos os relatórios, não precisasse ir de país em país até chegar no relatório final. Depois de respondido, o jogador poderia ir para qualquer fase. Para o futuro, tentaria levantar fundos para desenvolver um aplicativo livre para que professores de física do ensino médio e de ensino de física pudesse trabalhar o tema com os estudantes. Tentaria também trabalhar alguns tópicos de termodinâmica, conservação de energia, etc.” (Aluno 8).

Um dado importante apresentado pelo estudante 7 foram as sugestões de um livro e de acrescentar acontecimentos históricos envolvendo cientistas brasileiros, além desse mesmo estudante apresentar preocupação e elogios sobre novos materiais para serem utilizados dentro da educação básica.

“Uma curiosidade: o livro "O fim da eternidade", de Isaac Asimov, trata um dilema sobre o uso de energia nuclear muito interessante. Recomendo a leitura. Talvez possa ser introduzido em algum material futuro que você elaborará. E, como dito por mim em um dos encontros, sugiro que sejam

adicionados eventos históricos envolvendo personagens brasileiros. Por fim, acrescento que o jogo está muito bom e espero que sua pesquisa renda um excelente material para nós, professores, utilizarmos em sala de aula.” (Aluno 7).

Como previsto na análise da seção do jogo A.T.O.M.I.C dentro do questionário, o estudante 5 relata a dificuldade do jogo em apresentar aspectos de diversão e de ludicidade, mas entende a dificuldade de encontrar um ponto de convergência entre divertimento e pedagogia.

“Ainda acho que falta um melhor equilíbrio entre o rigor acadêmico das reflexões que o jogo propõe e algo mais lúdico. A essência dos jogos está na imaginação, na liberdade para se criar enredos e permitir que o jogador(a) explore diferentes aspectos do tema que o jogo se propõe a narrar. Nesse sentido, ainda acho que falta isso ao jogo, essa liberdade lúdica que torne a temática divertida e instigante. Contudo, como já participei ativamente do projeto, sei que encontrar esse equilíbrio não é simples. Portanto, acho que o jogo consegue atingir seu objetivo de ensino, sendo que conciliar o rigor com a liberdade lúdica fica como um objetivo em aberto para o futuro” (Aluno 5).

Por fim, dois estudantes sugeriram o acoplamento dos REOs para dentro do jogo, com objetivo de ficar totalmente submerso dentro do período histórico e um estudante apontou como sugestão a reformulação da parte envolvendo Robert Oppenheimer.

“Eu reformularia a parte a respeito do Oppenheimer, dando mais enfoque no seu personagem, acredito que é um cientista como uma base muito rica para ser analisada, tanto quanto os outros.” (Aluno 1).

“Juntaria o roteiro com o jogo. Não sei se sem ele, conseguiria jogar o jogo.” (Aluno 2).

“Tentaria de alguma forma inserir as instruções do roteiro no site do jogo, para dar a sensação de que está totalmente submerso.” (Aluno 4).

4.4 Análise e síntese das posturas éticas dos estudantes

Nesta seção apresentaremos uma síntese dos posicionamentos éticos de cada estudante no decorrer dos acontecimentos históricos apresentados durante a intervenção, além de utilizar o diagrama de posicionamentos éticos para ilustrar uma região ética que o

estudante pode estar inserido. Observamos, no quadro 37, uma sistematização do posicionamento de cada estudante durante cada fase do jogo.

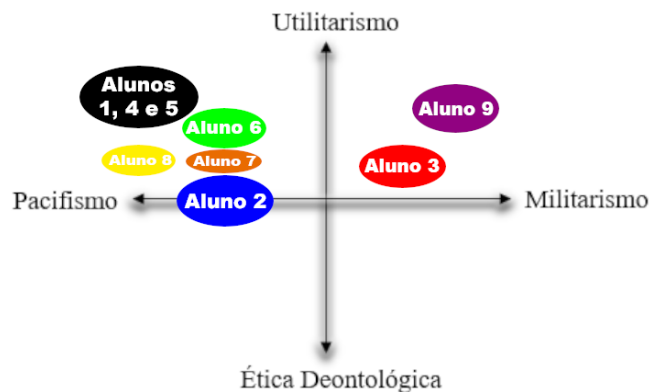
Quadro 37 - Posicionamentos éticos de cada estudante durante a intervenção.

Aluno	TNP	EUA	Dinamarca	Japão
1	Pacifista Utilitarista	Pacifista Utilitarista	Pacifista Utilitarista	Pacifista Utilitarista e Pacifista Deontológico
2	Pacifista Deontológico	Pacifista Utilitarista	Pacifista Utilitarista e Pacifista Deontológico	Pacifista Utilitarista e Militarista Deontológico
3	Militarista Deontológico	Militarista Deontológico	Pacifista Utilitarista, Militarista Utilitarista e Militarista Deontológico	Militarista Utilitarista, Pacifista Utilitarista e Pacifista das Virtudes
4	Pacifista Utilitarista	Pacifista Utilitarista	Pacifista Utilitarista	Pacifista Utilitarista, Pacifista Deontológico e Pacifista das Virtudes
5	Pacifista Utilitarista	Pacifista Utilitarista	Pacifista Utilitarista e Pacifista das Virtudes	Pacifista Utilitarista e Pacifista Deontológico
6	Pacifista Utilitarista	Pacifista Utilitarista	Pacifista Utilitarista	Pacifista Utilitarista e Militarista Deontológico
7	Pacifista Deontológico	Militarista Utilitarista	Pacifista Utilitarista	Pacifista Utilitarista e Pacifista Deontológico
8	Pacifista Utilitarista e Pacifista Deontológico	Pacifista das Virtudes	Pacifista Utilitarista e Pacifista das Virtudes	Pacifista Utilitarista, Pacifista Deontológico e Pacifista das Virtudes
9	Militarista Utilitarista e Militarista Deontológico	Militarista Utilitarista	Pacifista Utilitarista	Militarista Utilitarista, Pacifista Utilitarista e Militarista Deontológico

Fonte: Do Autor (2021).

Com base na análise realizada no quadro 37 utilizamos o diagrama de análise, apresentado no subtítulo 1.5, para tentar mostrar a região ética que cada estudante estaria inserido. Na figura 8 mostramos a região do gráfico dos estudantes.

Figura 8 - Diagrama ético com a região ocupada por cada estudante.



Fonte: Do Autor (2022).

Como previsto e mostrado nos resultados acima, a categorização ética de uma pessoa é complexa e não se restringe a somente uma categoria, flutuando assim em uma região dentro do diagrama. Notamos essa incerteza ética também nos quadros de resultados apresentados ao longo desta pesquisa em que em cada situação/acontecimento uma pessoa agiria de forma diferente.

Notamos que os estudantes 3 e 9 se posicionaram do lado militarista do diagrama, representado pelo 1º quadrante, significado por tendências do Militarismo Utilitarismo. Observamos que o estudante 3 apresentou um grau menor de militarismo quando comparado com o estudante 9; em contrapartida, o estudante 9 apresentou ter mais traços utilitaristas que o estudante 3.

Percebemos também que grande parte dos estudantes se posicionou dentro do 2º quadrante, na região voltada para posturas Pacifistas Utilitaristas. Os estudantes 1, 4 e 5 mostraram características mais pacifistas e utilitaristas. Já o estudante 8 mostrou o mesmo grau de pacifismo que os estudantes 1, 4 e 5, mas um grau menor relacionado com a ética utilitarista. Por sua vez, os estudantes 2, 6 e 7 mostraram o mesmo grau de pacifismo, difundindo somente no grau relacionado com a ética utilitarista, tendo o estudante 2 se dividido entre utilitarista e deontológico.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Consideramos que o objetivo principal de pesquisa foi alcançado, ao conseguirmos apresentar e analisar uma evolução na argumentação dos estudantes, além de mostrar a região de uma visão ética que cada estudante forneceu durante a intervenção pedagógica. Notamos uma evolução de postura crítica dos estudantes no decorrer das aulas; isso pode ser fundamentado pela qualidade nas respostas fornecidas e pelas discussões presentes de maneira síncrona nos encontros on-line.

Em relação aos objetivos de ensino, presentes nas aulas da sequência, foi observado que os mesmos foram alçados devido a argumentação concreta por parte dos discentes nas reuniões e nas atividades de cálculos e de argumentação sobre Física Nuclear que foram propostas dentro dos relatórios do jogo.

Essa pesquisa possibilitou mostrar o perfil de escolha em relação a ser pacifista ou militarista, além das tendências éticas de cada um dos estudantes com base em suas escolhas. Confirmamos a posição apresentada por Nunes-Neto e Conrado (2021), em que um posicionamento ético de um indivíduo é complexo, podendo assim, uma categoria ética não ser excludente a outra e sendo passível de mais de uma interpretação possível.

Contudo, ela contou com algumas possibilidades e limitações, que percebemos no decorrer de sua construção. O primeiro limite que percebemos durante a intervenção e nas análises e discussões dos dados foi que como essa pesquisa parte de acontecimentos históricos e o jogador já conhece o desfecho desse acontecimento, dificulta para o pesquisador desvincular a vivência do indivíduo como estudante de um mundo real com aquele que ele assumirá dentro do mundo que o jogo propõe.

Outra limitação que encontramos foi na utilização do diagrama proposto na secção 2.5, pois dentro da história temos a dificuldade de encontrar personagens que se portam com características e aspectos militaristas deontológicos, mas encontramos como saída e como possível solução para substituir o diagrama a utilização de quadros com criação de categorias prévias de posicionamento. Com base nessas categorias, mostradas ao longo dos resultados desta pesquisa, conseguimos realizar a análise dos argumentos dos estudantes.

Nos deparamos também com a dificuldade de criar um jogo didático com aspectos divertidos e lúdicos que proporcionem debates e reflexões dentro de sala de aula. Isso se dá muitas vezes pela característica de um jogo didático não trazer a competitividade para sala

de aula e não apresentar um vencedor ao final do jogo. Acreditamos que um jogo ideal seria aquele que apresentasse aspectos didáticos, mas também aspectos de diversão.

Como qualquer intervenção pedagógica, uma limitação de ensino e de pesquisa é o tempo, nesta pesquisa não poderia ter sido diferente. Começamos os estudos sobre ética com o produto educacional e o jogo A.T.O.M.I.C em fase final e, com isso, tivemos que realizar uma reformulação do jogo adicionando aspectos da ética, o que atrasou a intervenção. Outro fator tempo que dificultou a pesquisa foi devido ao início da pandemia de COVID-19, que dificultou o planejamento e a comunicação sobre a pesquisa. No desenvolvimento educacional da sequência didática sentimos falta de não termos conseguido realizar uma aula com o objetivo de mostrar as teorias éticas e conversar sobre ética, mas que essa limitação ficará para a continuidade desta pesquisa e de futuras pesquisas que serão realizadas neste tema.

Uma possibilidade que percebemos, para melhorar essa pesquisa como futura continuidade e também para novas pesquisas, é relacionar-se com o eixo da ontologia moral apresentado no trabalho de Nunes-Neto e Conrado (2021), que está ligado aos estudos sobre ética com o diagrama apresentado na seção 2.5. Essa junção pode conter um grande potencial de pesquisa e de discussão do tema não somente dentro do ensino de física, mas do ensino de ciências com foco na educação superior e básica.

Outra possibilidade para futuras pesquisas é repensar algumas das perguntas que estão presentes nos questionários de coleta de dados desta pesquisa, pois, como mostrado nos resultados da aula 4 presente na subseção 4.2.2, a segunda parte da questão de número dois não foi possível argumentar e categorizar as falas apresentadas pelos estudantes. Acreditamos que possam existir outras perguntas para serem melhores formuladas e pensadas, com base nas categorias éticas e fazendo os envolvidos se colocarem como protagonistas de uma situação história, para assim conseguir extrair vestígios das teorias éticas normativas.

O contexto atual do país, devido a pandemia de COVID 19, acabou restringindo a intervenção a ser desenvolvida com alunos do ensino médio da rede pública e particular. Isso porque as escolas suspenderam o ensino presencial, passando a oferecer o ensino remoto e fazendo com que este trabalho sofresse alterações.

Em continuidade dessa pesquisa e na contribuição acadêmica para o tema, pretendemos aprofundar as análises aqui apresentadas, dando enfoque no egoísmo ético

apresentado nos argumentos dos estudantes. Esse aprofundamento não aconteceu devido ao tempo de pesquisa de um mestrado profissional, que além da pesquisa tem requisito de apresentação de um produto e também por estar em atuação docente.

Atualmente como professor de educação básica na rede particular de ensino, estou inserido em um sistema apostilado que, muitas vezes, não consegue dar abertura para trabalhar com um maior aprofundamento de temas voltados para a formação cidadã, além de uma cobrança de cumprimento de todo conteúdo previsto na apostila. Isso fez com que o público-alvo deste trabalho fosse voltado para estudantes do ensino superior. Durante a intervenção realizamos a gravação dos encontros síncronos no *Google meet* que, mais uma vez devido ao tempo de conclusão do mestrado, não conseguimos realizar a transição e uma análise profunda sobre as falas nesses momentos, mas também está previsto em um cronograma futuro de continuidade.

Concluimos, também com base nas respostas dos futuros docentes sobre a autoavaliação e a avaliação do desenvolvimento da pesquisa, que as atividades propostas estão de acordo para serem desenvolvidas tanto no nível superior quanto na educação básica.

Essa pesquisa ainda me fez refletir sobre a prática docente e sobre os conteúdos a serem trabalhados em sala de aula, pois antes dela a maior motivação era repassar conceitos científicos do ensino tradicional. Com essa pesquisa consegui ampliar minha visão para a pesquisa em ensino de Física/Ciências, aprendendo sobre ferramentas, estratégias e metodologias para serem utilizadas dentro de sala de aula e sobre discussões envolvendo ações para a melhoria do ensino, além de conseguir contribuir na formação de meus estudantes, fazendo-os se tornarem mais críticos e, assim, conseguir relacionar os conceitos e conteúdos de sala de aula com o seu entorno.

Um fato interessante nesta pesquisa foi a evolução das produções e argumento dos estudantes. Notamos que a intervenção conseguiu desenvolver habilidades e competências voltados para um pensamento coletivo, problematizando posturas egoístas em situações que envolvam dilemas com um grande número de envolvidos, além de conseguir pensar em questões sociais voltadas para a ação e trabalho de um cientista. Esse fato ganha relevância à medida que, em um futuro próximo, os envolvidos nesta pesquisa estarão ocupando salas de aula como docentes e na produção acadêmico-científica.

Outro resultado interessante foi o engajamento dos estudantes de licenciatura no decorrer dos REOs e nas discussões criadas em encontros on-line; muitos realizaram as atividades refletindo sobre sua futura postura docente e sobre novas técnicas e ferramentas para auxiliar o desenvolvimento do ensino de Física.

O tema desta pesquisa tem aspectos interessantes e promissores de pesquisa e carece de trabalhos à luz de referenciais teóricos e de aplicações para o ensino, por ter vasta relevância social para formação de um cidadão atuante dentro da sociedade, indo de encontro com o objetivo da educação básica.

Por fim, esta pesquisa teve uma grande contribuição do professor Dr. Nei Nunes Neto, que sempre esteve à disposição para auxiliar em reuniões do grupo GESTHA e também com seus valiosos comentários, tanto na qualificação quanto na defesa desta dissertação.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M.; BEGO, A. M. A Celeuma em Torno da Temática do Planejamento Didático-Pedagógico: Definição e Caracterização de seus Elementos Constituintes. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 20, n. u, p. 71-96, 21 fev. 2020.
- BAGDONAS, A. **Discutindo a natureza da ciência a partir de episódios da história da cosmologia**. Dissertação (Mestrado Interunidades em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2011.
- BAGDONAS, A.; SILVA, C, C. **Controvérsias sobre a natureza da ciência na educação científica**. In: Aprendendo ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas. São Carlos – SP.: Tipografia, 2013, 562 p.
- BAGDONAS, A.; ZANETIC, J.; GURGEL, I. **Controvérsias sobre a natureza da ciência como enfoque curricular para o ensino da física: o ensino de história da cosmologia por meio de um jogo didático**. *Revista Brasileira de História da Ciência*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 242-260, 2014.
- BAGDONAS, A. **Controvérsias Envolvendo a Natureza da Ciência em Sequências Didáticas Sobre Cosmologia**. Tese (Doutorado Interunidades em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2015.
- BAGDONAS, A.; SILVA, C. C. **Enhancing Teachers' Awareness About Relations Between Science and Religion**. *Science & Education*, 24(9-10), 1173-1199, 2015.
- BAGDONAS, A. **Propostas para a educação científica com base em estudos de história da física na primeira metade do século XX em uma abordagem transnacional**. Rio de Janeiro -RJ. *Revista Em Construção: arquivos de epistemologia histórica e estudos de ciência*. v. 4, n.7, p. 113 - 123, 2020.
- BAGDONAS, A; KOJEVNIKOV, A. **Funny Origins of the Big Bang Theory**. *Historical Studies in the Natural Sciences* 1 February 2021; 51 (1): 87–137. doi: <https://doi.org/10.1525/hsns.2021.51.1.87>
- BANDEIRA, P. O; SOUZA, P. K. T. **O lúdico e suas contribuições na educação infantil**. Monografia (Curso de educação) – Curso Superior de Licenciatura em Pedagogia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.
- BARBOSA, F; AIRES, J. A. **A abordagem HFC por meio de estudos de casos históricos: propostas didáticas para o Ensino de Química**. *Rede Latino-Americana de Pesquisa em Educação Química – ReLAPEQ*. v.1, n.2, p. 97 – 120, 2017.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

BRASIL. **Plano Nacional do Livro Didático**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2018.

BONJOUR, L.; BAKER, A. (Ed.). **Philosophical problems: an annotated anthology**. New York: Pearson Longman, 2007. (Specifically, chapter 5: Morality and moral problems).

CAUM, C.; GALIETA, T. **O “Conteúdo Básico Comum”: uma análise linguística da Proposta Curricular de Minas Gerais**. Ponta Grossa- PR: Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia. v. 5, n.3, pág. 11-35, 2012.

CABRAL, G; PEREIRA, R. G. **Ciência, Tecnologia e Sociedade I: Introdução aos estudos CTS**. Livro: ED. UFRN, Natal – RN, 2011.

CHRISTENSEN, J. F.; GOMILA, A. **Moral dilemmas in cognitive neuroscience of moral decision-making: a principled review**. Neuroscience & Biobehavioral Reviews, v. 36, n. 4, p. 1249–1264, 2012.

COMPARATO, F. K. **Ética: direito, moral e religião no mundo moderno**. 3.ed.rev. São Paulo: Companhia das Letras, 2016. 726p.

CONRADO, D. M; **Questões Sociocientíficas na Educação CTSA: contribuições de um modelo teórico para o letramento científico crítico**. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS), 2017.

CONRADO, D. M; NUNES-NETO, N. **Questões Sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas**. Salvador: EDUFBA, 2018.

DAVIS, M. **Do the professional ethics of chemists and engineers differ?** HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry, 8(1), 21-34. 2002.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1990a.

_____. **Metodologia do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 1990b.

FARDO, M. L. **A gamificação como estratégia pedagógica: estudo de elementos dos games aplicados em processos de ensino e aprendizagem**. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2013b.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. **Física no Computador: o Computador como uma Ferramenta no Ensino e na Aprendizagem das Ciências Físicas**. São Paulo – SP: Revista Brasileira de Ensino de Física. v. 25 n.3, pág. 259-272, 2003.

FLICK, U. **Qualidade na Pesquisa Qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009.

- FOOT, P. **Virtues and Vices: and other essays in moral philosophy**. Oxford: Basil Blackwell. 1978.
- GAMOW, G. **Nascimento e Morte do Sol**. 2.ed. Rio de Janeiro – RJ. Porto Alegre - SC. São Paulo – SP.: Editora Globo, 1940, 243 p.
- GAMOW, G. **O incrível mundo da Física Moderna**. 3.ed. São Paulo – SP.: IBRASA Instituição Brasileira de Difusão Cultural, 1965, 280 p.
- GIL-PÉREZ, D *et al.* **Por uma imagem não deformada do trabalho científico**. Ciência & Educação, Bauru, v.7, n.2, p.125-153, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n2/01.pdf>> Acesso em: 06 jan. 2022.
- GOMES, J. C.; CASTILHO, W. S.; **Uma visão de como a física é ensinada na escola brasileira e a experimentação como estratégia para mudar essa realidade**. Jornada de Iniciação Científica e Extensão do Instituto Federal do Tocantins (IFTO). n 1, 2012. Palmas. Anais eletrônicos- 1º Jornada de Iniciação Científica e Extensão do Instituto Federal do Tocantins. Palmas: IFTO, 2013. 4 p.
- GONÇALVES, A. V.; FERRAZ, M. R. R. **Sequências Didáticas como instrumento potencial da formação docente reflexiva**. Revista Delta. V. 32.1, pág. 119-141, 2016.
- HEWITT, P. G. **Física Conceitual**. Porto Alegre – RS: Editora Brookman, 2011. 685p.
- HOBBSAWN, Eric. Guerra Fria. In: HOBBSAWN, Eric. **A era dos extremos**. 2º Edição, Editora Schwarcz, São Paulo: Companhia das Letras, 1995. Cap. 8. p. 178-201. Disponível em: <<https://drive.google.com/file/d/1MPU70bYUsKvMH3FeMmpufIuDNzxfUa/view?usp=sharing> > acesso em: 10 de agosto de 2020.
- JAMIESON, D. **Ética e meio ambiente**: uma introdução. São Paulo: SENAC, 2010.
- JESUS, G. S; SILVA, E. A; OLIVEIRA, I. B; **Energia Nuclear: Benefícios ou Malefícios Percepção de Alunos do Ensino Médio**. XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ), Florianópolis – SC, 2016.
- KELECOM, A.; GOUVEA, R. C. S. **A Percepção da Radioatividade por Estudantes de Nível Superior**. Revista Mundo & Vida, v.3, n.2, pág. 78-89, 2002.
- LEAL, K. P. **História da ciência, religião e interculturalidade no ensino de física. Por que não?** 2017. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.
- LEONOR, P. et. al. **Uma Proposta de Sequência Didática para Contextualizar o Tema Bioética no Ensino Fundamental Dentro de uma Perspectiva CTSA**. IV Encontro Íbero-Americano sobre Investigação em Ensino de Ciências, Porto Alegre, 2013.

MARQUES, T. C. F. *et. al.* **Ensino de Física Moderna e Contemporânea na última década: Revisão Sistemática de Literatura.** Revista Scientia Plena, v.15, n.7, pág. 1-8, 2019.

MARTINS, A. F. P. **História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho...** Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v.24, n.1, p.112-131, 2007.

MATTHEWS, M. R. **História, Filosofia e ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 12, n. 3, p.164-214, 1995.

MEDEIROS, M. G. N. *et. al.* **O Lúdico como ferramenta auxiliar no ensino da química.** 1º Congresso Químico do Brasil, IFPB. 2010.

NAHRA, C. The deontoutilitarianist manifesto. **ethic@** - Florianópolis, v.12, n.2, p.169-192, dez. 2013.

NUNES-NETO, N; CONRADO, D, M. **ENSINANDO ÉTICA.** Educação em Revista [online]. 2021, v. 37, e24578. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0102-469824578>>. Epub. 17 maio, 2021. ISSN 1982-6621. <https://doi.org/10.1590/0102-469824578>.

PAGANINI, E. R; BOLZAN, M, S. **Ensinando Física através da gamificação.** VII Encontro Científico de Física Aplicada, Blucher Proceedings. Faculdade UCL (Campus Manguinhos) Serra – ES. 2016.

PEDRETTI, E.; NAZIR, J. **Currents in STSE Education: Mapping a Complex Field,** 40 Years On, Science Education. v.95, n.4, p.601-626, 2011.

PEDRO, A. P. **Ética, moral, axiologia e valores: confusões e ambiguidades em torno de um conceito comum.** Kriterion, Belo Horizonte, v. 55, n. 130, p. 483-498, Dec. 2014. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-512X2014000200002&lng=en&nrm=iso>. acesso em 02 setembro de 2020.

PEREIRA, G.R.; FILHO, M.V.B; NEVES, M.A. **Um estudo sobre a inserção do tema “energia nuclear” no ensino médio de municípios da Baixada Fluminense-RJ.** Em: VII Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências, 2009. Em: <<http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viiienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/482.pdf>> acesso em: 09 de Dezembro de 2019.

QUINATO, G. A. C. **Educação Científica, Casa e Ensino de Física: Contribuições ao Aperfeiçoamento de Situações de Aprendizagem sobre Entropia e Degradação de Energia.** Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência) – Programa de Pós-Graduação em Educação para Ciência, Universidade Estadual Paulista – Unesp, Bauru - SP, 2013.

RACHELS, James. RACHELS, Stuart. **Os elementos da filosofia moral,** 7ª de AMGH Editora Ltda, Porto Alegre, 2013.

REGAN, T. **Animal Rights and Environmental Ethics**. In: BERGANDI, D. (Ed.). *The structural links between ecology, evolution and ethics: the virtuous epistemic circle*. Dordrecht: Springer, 2013. p. 117-126.

ROLOFF, E. M. **A importância do lúdico em sala de aula**. X Semana de Letras, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS, 2009.

ROZENTALSKI, E. F. **Indo Além da Natureza da Ciência: o filosofar sobre a Química por meio da ética química**. Tese (Doutorado entre Interunidades em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2018.

ROZENTALSKI, E. F.; NORONHA, A. B.; HENRIQUE, A. B. **Realismo e Antirrealismo Científicos: pela pluralidade filosófica no Ensino de Ciências**. In: II Conferência Latinoamericana do International History, Philosophy, and Science Teaching Group, 2012, Mendoza. 2ª Conferência Latinoamericana do International History, Philosophy, and Science Teaching Group, 2012.

SABKA, D. R. **Uma abordagem CTS das máquinas térmicas na revolução industrial utilizando o RPG como recurso didático**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (MNPEF), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre - RS, 2016.

SANTOS, S. C. **A importância do lúdico no processo de ensino aprendizagem**. 2010. Monografia (Especialização em Gestão Educacional) – Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/393/Santos_Simone_Cardoso_dos.pdf> acesso em: 07 de janeiro de 2019.

SANTOS, V. de S. **A A.G.E.N.C.I.A do Tempo: Narrativa para trabalhar a história da física nuclear na sala de aula**. 2021. 38p. Trabalho de Conclusão de curso (Licenciatura em Física). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/handle/1/47583>

SCHMIEDECKE, W. G; PORTO. P. A. **Uma abordagem da história da energia nuclear para a formação de professores de física**. Revista Brasileira de História da Ciência, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 232-241, Jul, dez 2014.

SILVA, A. T. B.; METTRAU, M. B.; BARRETO, M. S. L. **O lúdico no processo de ensino-aprendizagem das ciências**. Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos. Brasília – DF. v. 88 n. 220, 2007.

SILVA, J. B; SALES. G. L. **Gamificação aplicada no ensino de Física: um estudo de caso no ensino de óptica geométrica**. Revista: Acta Scientiae, v.19, n.5, set. /Out. 2017.

SINGER, P. (Ed.). **Compêndio de ética**. Madrid: Alianza Editorial, 2004.

SOUTO, T. V. S. **Ensinando física a partir de temática CTSA na construção de um pensar complexo sobre o fenômeno do aquecimento global.** Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino das Ciências) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife - PE, 2010.

SOUZA, M. A. M; DANTAS, J. D. **Fenomenologia nuclear: uma proposta conceitual para o ensino médio.** Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 27, n. 1, p. 136-158, 2010.

SOUZA, S. L. **Contribuições de uma Peça Teatral Histórica para o Estudo da Física Nuclear no Ensino Médio.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (MNPEF), Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, 2019.

SOUZA, S. L; GÓIS, P. SANTOS, V. BAGDONAS, A. **Ensino de física nuclear: uma revisão bibliográfica sobre o seu uso em periódicos de ensino de ciências.** Em: XXIV Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), 2021. Em: <<https://sec.sbfisica.org.br/eventos/snef/xxiv/sys/resumos/T0802-1.pdf>> acesso em: 30 de dezembro de 2021.

SORPRESO. T. P. **Organização de episódios de ensino sobre a questão nuclear para o ensino médio foco no imaginário de licenciandos.** Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas - SP, 2008.

STIEFEL, B. M. **La naturaleza de la Ciencia en los enfoques CTS.** ALAMBIQUE Didáctica de las Ciencias Experimentales, n.3, p.19-29, janeiro de 1995.

TEIXEIRA. T. F. M. **Gamificação: uma estratégia para estimular o ensino de gravitação.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (MNPEF), Universidade Federal do ABC, Santo André - SP, 2017.

THE PATH TO NUCLEAR FISSION: THE STORY OF LISE MEITNER AND OTTO HAHN. Dirigido por Rosemarie Reed. 2006. 1 DVD (60 min).

APÊNDICES

APÊNDICE A – TRATADO DE NÃO-PROLIFERAÇÃO DE ARMAS NUCLEARES

Tratado de Não-Proliferação de Armas Nucleares¹⁷

Atualmente, o Tratado de Não-Proliferação de Armas Nucleares (TNP) conta em média com 190 países. Entrou em vigor em 1970, durante a Guerra Fria e após a Segunda Guerra Mundial. Segundo este tratado, nenhum signatário pode adquirir armas nucleares, com exceção dos reconhecidos como “Estados com armamento nuclear” — China, França, Rússia, Reino Unido e Estados Unidos (VEJA, 2020).

Todos os países que não têm armas nucleares podem, entretanto, prosseguir com programas nucleares com fins pacíficos, fiscalizados pela Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA), um órgão das Nações Unidas. Em 2003, a AIEA denunciou o Irã por não declarar a importação de urânio e seu uso, e nem informar sobre onde o material radioativo estava armazenado.

O único país a se retirar do TNP foi a Coreia do Norte, em 2003. No mesmo ano, Índia e Paquistão anunciaram suas armas nucleares e Israel, por sua vez, é suspeito de tê-las também, mas eles nunca assinaram o tratado.

O tratado foi firmado com a intenção de “evitar o perigo de uma guerra nuclear” e conforme “resoluções da Organização das Nações Unidas pedindo pela conclusão de um acordo para prevenir a maior disseminação de armas nucleares” (VEJA, 2020).

Imagine agora que conhecendo os objetivos e um pouco da história deste tratado, você é um membro de uma comissão secreta governamental que vai investigar se seu país deve ou não aderir a ele. Essa comissão sabe que os outros países, seus principais rivais comerciais, também estão estudando se devem ou não aderir. Os países farão suas escolhas sem saber o posicionamento do outro, lembrando que existe a possibilidade de uma ameaça de uma terceira guerra mundial.

Se os dois países aderirem ao tratado pode haver a opção de compartilhar pesquisas e tecnologias envolvendo a Física Nuclear, além de ambos receberem uma ajuda da ONU para

¹⁷ O dilema presente nessa atividade, é fictício e foi elaborado com base no problema didático “dilema do prisioneiro” e nas ideias de Rachels e Rachels (2013).

financiar suas pesquisas, mas esses novos desenvolvimentos não poderão ser usados para desenvolver armamentos nucleares. Se somente o seu país aderir, o país vizinho não poderá ter acesso a estudos e nem a financiamento da tecnologia nuclear, mas poderá fabricar armamentos a partir da energia nuclear (bombas e outras armas) para serem utilizadas em uma futura guerra, além de mostrar sua soberania e seu poder para outros países. A situação oposta acontece se o seu país não aderir, mas seu vizinho aderir. Por fim, se os dois países não aderirem, eles poderão fabricar armamento nuclear e mostrar seu poder para outros países, além de usar essas armas em uma futura guerra.

Representação esquemática das escolhas:

País Vizinho \ Seu país	Se Aderir	Não Aderir
Se Aderir	Nenhum dos países podem fabricar armas nucleares, mas ele podem utilizar a energia nuclear.	Somente o país vizinho pode fabricar armas nucleares
Não Aderir	Somente o seu país pode fabricar armas nucleares.	Os dois podem fabricar armas nucleares

Se os dois aderirem – Ambos receberam investimento da ONU para utilização em pesquisa sobre energia nuclear para fins pacíficos, mas com restrições de uso da energia nuclear para fins militares.

Somente um aderir – O que não aderiu continua podendo fazer uso da tecnologia nuclear para qualquer fim, inclusive ameaçando atacar o que aderiu.

Se nenhum dos dois aderirem – Ambos podem fazer uso de armas nucleares e vivem com o risco de uma guerra nuclear.

Qual seria o seu posicionamento sobre aderir/não aderir a esse tratado?

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

RACHELS, James. RACHELS, Stuart. **Os elementos da filosofia moral**, 7ª ed, AMGH Editora Ltda, Porto Alegre, 2013.

VEJA. **Irã sai do Tratado de Não-Proliferação Nuclear se for sancionado pela ONU**. Revista Veja on-line, Grupo Abril, São Paulo, 20 de janeiro de 2020. Disponível em : <<https://veja.abril.com.br/mundo/ira-sai-do-tratado-de-nao-proliferao-nuclear-se-for-sancionado-pela-onu/#:~:text=O%20TNP%20entrou%20em%20vigor,Reino%20Unido%20e%20Estados%20Unidos.>> acesso em: 11 de agosto de 2020.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO SOBRE O TNP

- 1) Você acredita que a Física, assim como a Química e a Biologia dependem de aspectos políticos e sociais para se desenvolver? Explique seu ponto de vista.
- 2) Todos os países devem ter conhecimento sobre criação de armas nucleares ou esse conhecimento deve ser restrito?
- 3) Imagine que você é membro de uma comissão secreta do governo criada para decidir se o país deve ou não aderir ao Tratado de Não Proliferação, qual a sua escolha? Escreva argumentos que sustentem seu posicionamento.
- 4) Qual a sua opinião sobre o desenvolvimento e o uso da ciência em períodos de guerras? Como ela pode ser utilizada e para qual finalidade?

APÊNDICE C – RELATÓRIO UMA CARTA SECRETA PARA O PRESIDENTE

- 1) Produza um breve texto sobre a carta cenário da fase "Uma carta secreta para o presidente"; utilize as perguntas do roteiro para auxiliar nesta produção. As perguntas a seguir podem auxiliar na produção desse texto. “Quem liderava a Alemanha na Segunda Guerra Mundial? Quem eles perseguiam? Por que eles perseguiam essas pessoas? Se essas pessoas fossem capturadas, para onde elas eram levadas? Os cientistas foram afetados por essa ação do governo?”.
- 2) Albert Einstein era judeu e Hitler perseguia seu povo. Você acha que isso tem alguma ligação com atitude de Einstein em enviar a carta para os EUA? Você também teria enviado, mesmo sabendo que sua ação poderia começar uma corrida na fabricação de uma bomba, além de correr o risco de o exército alemão descobrir e você sofrer consequências graves?
- 3) Muitos cientistas repugnaram a atitude de Einstein por ter enviado a carta, pois criaria uma arma para destruição em massa, matando várias pessoas inocentes; por outro lado, Szilárd e outros cientistas argumentaram que se não tivesse enviado a carta, os alemães poderiam ter fabricado a bomba. Qual dos posicionamentos você mais se identifica?

APÊNDICE D - RELATÓRIO UM ENCONTRO MISTERIOSO EM COPENHAGUE

1) Faça um breve texto sobre a carta cenário de Copenhague e do documentário do item B. Para auxiliar no desenvolvimento do texto considere algumas perguntas, como: "Porque o exército Alemão invadiu a Dinamarca, cidade de Niels Bohr?", "Heisenberg era considerado como um membro da Família de Bohr, qual foi o motivo deles terem ficado tão próximos?", "Para você, qual foi o intuito da visita de Heisenberg?".

2) Bohr, estando em um país invadido pelos alemães, colaborava secretamente com os EUA. Você, no lugar dele, continuaria colaborando sabendo que o resultado poderia ser uma arma para destruição em massa? Informando os EUA ele foi um dos responsáveis pelo fato de a bomba ter sido detonada no Japão?

3) Heisenberg aceitou trabalhar no projeto Alemão para criação de uma bomba nuclear, um dos fatores foi sua afinidade pela Alemanha. Isso é comum em guerras. Se fosse você, concordaria em trabalhar nesse projeto?

**APÊNDICE E – CATEGORIAS PRÉVIAS SOBRE CONTRIBUIR COM A
PRODUÇÃO DA BOMBA NUCLEAR**

	Base do argumento	Militarismo	Pacifismo
Utilitarista	Pensa nas consequências e no bem-estar comum de sua ação.	<p><i>Categoria 2</i> - As consequências de uma guerra nuclear seriam terríveis para ambos lados. É melhor não arriscar na contribuição da produção da arma.</p> <p><i>Categoria 3</i> - É melhor colaborar com os EUA na produção da bomba e realizar o lançamento no inimigo, antes que eles façam o mesmo e passemos por consequências piores nas mãos dos nazistas.</p>	<p><i>Categoria 1</i> - Uma arma tão poderosa não pode ser produzida, pois ameaça a vida de todos. As consequências de seu uso são bem piores do que não utilizá-la.</p> <p><i>Categoria 4</i> - Colaborar com os EUA na criação da arma para tentar conter a Alemanha nazista e seus aliados na guerra, lançando-a como um instrumento diplomático, pois se a Alemanha conseguir produzir a bomba primeiro as consequências serão piores.</p>
Deontológico	<p>Ênfase em normas, regras universais.</p> <p>Possibilita se colocar no lugar do outro antes de realizar uma escolha.</p>	<p><i>Categoria 2</i> - Mesmo na guerra há limites para o tipo de arma que pode ser usada. Fazer uma bomba para matar milhares de pessoas não é justificável, pois a guerra também mataria pessoas, logo não existe uma morte menor do que outra, todas são mortes. Espera-se que o inimigo pense o mesmo e não produza esse tipo de arma.</p> <p><i>Categoria 3</i> - A bomba deve ser fabricada e utilizada, pois se não produzimos o inimigo pode produzir e vamos perder a guerra.</p>	<p><i>Categoria 1</i> - Uma arma tão poderosa não pode ser produzida. Armas tão destruidoras jamais deveriam ser produzidas. Espera-se que o inimigo pense o mesmo e não produza esse tipo de arma.</p> <p><i>Categoria 4</i> - A produção e utilização da bomba deveria ser feita, mas como instrumento diplomático ou defesa em caso de ataque, sem que tenha nenhuma vítima.</p>
	Antes de tomar qualquer	<i>Categorias 1 e 2</i> - É preciso ter coragem para colaborar com a produção de armas tão devastadoras, apesar do risco	<i>Categoria 1</i> - É preciso ter coragem de evitar a produção de armas tão devastadoras, apesar do risco de o inimigo

Virtudes	<p>atitude em relação ao envio da carta, pensaria como uma pessoa virtuosa agiria.</p> <p>Coragem como virtude intermediária entre covardia e temeridade.</p>	<p>de o inimigo produzi-la. Ajudar a produzir a arma e o seu uso seria uma covardia.</p> <p><i>Categorias 3 e 4</i> - Auxiliaria na produção da bomba, na intenção de proteger e honrar sua lealdade para com seu povo, caso não tomasse nenhuma atitude seu povo poderia correr o risco de ser exterminado pelo inimigo. Não ajudar na produção seria temerário.</p>	<p>produzi-la. Colaborar com a criação seria uma covardia e aceleraria o processo de produção e uso da bomba.</p> <p><i>Categoria 4</i> - Colaboraria com a produção da bomba, na intenção de proteger e honrar sua lealdade para com seu povo, mas não desejaria que fosse utilizada em outros povos e/ou na fauna e/ou na flora.</p>
----------	---	--	---

Fonte: Do Autor (2021)

APÊNDICE F - RELATÓRIO O USO DE UMA NOVA ARMA DESCONHECIDA

Parte 1:

- 1) Oppenheimer, quando convidado para liderar o projeto Manhattan, deveria ter aceito o convite ou não? Justifique.
- 2) Nas primeiras horas do dia 6 de julho de 1945 foi realizado o teste da bomba nuclear, conhecida como "Trinity". Nesse teste foram liberados 20 kton na forma de calor. Outro combustível muito comum é o TNT; ele é normalmente utilizado em explosões de rochas, liberando uma energia menor comparado às bombas nucleares. Fazendo uma analogia simples de ordens de grandezas envolvendo a liberação de energia, considere que uma pessoa está se exercitando e sobe uma escada de 10m de altura e que essa pessoa tem massa de 70 kg. Diante dessas informações responda as questões a seguir: (Sabe-se que 1 kton (quiloton) equivale a $4,184 \times 10^9$ J e que 1 kg de TNT equivale a $4,184 \times 10^6$ J e $g = 9,8 \text{ m/s}^2$).
 - a) Qual é a quantidade de energia que uma pessoa libera para subir essa escada?
 - b) Se essa mesma pessoa fosse atingida por 1 kg de TNT, qual a altura que ela seria jogada?
 - c) Agora, se ela fosse atingida por toda energia liberada pela bomba atômica, qual a distância que ela seria arremessada?
- 3) "O que você faria: ferveria um bebê? ou mataria milhares de pessoas?"

Parte 2:

- 1) Você concorda com a ideia do texto "O presidente Truman e a decisão de lançar a bomba"? Pergunto novamente: "O que você faria: ferveria um bebê? ou mataria milhares de pessoas?"
- 2) Após o primeiro teste da bomba, conhecido como "Trinity", Oppenheimer observou que a quantidade de energia liberada na explosão era muito grande. Com isso, ele ficou em dúvida sobre o lançamento da bomba. Se você estivesse no lugar de Oppenheimer, você ficaria em dúvida em utilizar a bomba?
- 3) O que levou Oppenheimer a mudar sua postura sobre o uso da bomba? Qual era a postura antes? E depois desse evento?
- 4) Havia necessidade do lançamento da bomba no Japão? Mostre sua visão sobre esse lançamento.
- 5) Oppenheimer foi contra o lançamento da bomba, devido ao seu alto poder de destruição. Você também se arrependeria de ter feito uma arma inédita para ser utilizada em uma guerra?

APÊNDICE G –CATEGORIAS PRÉVIAS SOBRE LANÇAR OU NÃO A BOMBA

	Base do argumento	Militarismo	Pacifismo
Utilitarista	Pensa nas consequências e no bem-estar comum de sua ação.	<p>Categoria 2 - O lançamento da bomba vai matar muitos inocentes, com isso é melhor não realizar o lançamento.</p> <p>Categoria 3 - É melhor realizar o lançamento da bomba e ganhar a guerra, do que gastarmos mais tempo e perdemos mais soldados em combate.</p>	<p>Categoria 1 - Como sabemos do poder de destruição da bomba é preferível não realizar o lançamento e tentar, de uma maneira pacífica, a rendição do inimigo.</p> <p>Categoria 4 - O lançamento é permitido como instrumento diplomático, para mostrar que as consequências de continuar uma guerra trará mais mortes para todos os envolvidos.</p>
Deontológico	<p>Ênfase em normas, regras universais.</p> <p>Possibilita se colocar no lugar do outro antes de realizar uma escolha.</p>	<p>Categoria 2 - Escolheria por não permitir o lançamento da bomba, devido seu alto poder destruição, pois resultaria em milhares de mortes de todos os envolvidos na guerra, com isso é preferível que a guerra continue.</p> <p>Categoria 3 - Como fomos atacados, vamos revidar com todas as forças e com todos os armamentos possíveis para ganhar a guerra.</p>	<p>Categoria 1 - Permitir o lançamento iria ocasionar muitas mortes, o que não justifica o lançamento, pois matar em qualquer circunstância é errado. Uma morte não vale mais que outra morte.</p> <p>Categoria 4 - Como fomos atacados, vamos revidar com o lançamento, mas o lançamento será feito em um local despovoado para mostrar nosso poder bélico e ganharmos a guerra.</p>
	Antes de tomar qualquer atitude em relação ao	Categorias 1 e 2 - É preciso ter coragem de realizar o lançamento de uma arma tão devastadora, sendo que o principal inimigo já tinha se	Categoria 1 - É preciso ter coragem de realizar o lançamento de uma arma tão devastadora, sendo que o principal inimigo já tinha se

Virtudes	<p>envio da carta, pensaria como uma pessoa virtuosa agiria.</p> <p>Coragem como virtude intermediária entre covardia e temeridade.</p>	<p>rendido. Realizar o lançamento seria uma covardia.</p> <p><i>Categorias 3 e 4</i> - Lançaria a bomba na intenção de proteger e honrar sua lealdade para com seu povo; caso não tomasse nenhuma atitude seu povo poderia ter morrido no decorrer da guerra. Não realizar o lançamento seria temerário em perder conterrâneos.</p>	<p>rendido. Realizar o lançamento seria uma covardia, pois mataria milhares de civis e suas famílias (crianças, idosos, entre outros).</p> <p><i>Categoria 4</i> - Lançaria a bomba na intenção de proteger e honrar sua lealdade para com seu povo, mas o lançamento seria em um local desabitado para evitar a morte de milhares de inocentes e indefesos.</p>
----------	---	--	---

Fonte: Do Autor (2021)

APÊNDICE H - RELATÓRIO DESTINO DA FÍSICA NUCLEAR NO BRASIL

1) Após ter lido o texto "Vantagens e desvantagens da utilização da energia nuclear", qual sua opinião na utilização desse tipo de energia? Você utilizaria?

2) Você, como membro do governo Brasileiro, acha justo que todos os países devem possuir armas nucleares, além de dominar o seu processo de fabricação? Explique.

3) **(UNICAMP - 2017)** Era o dia 6 de agosto de 1945. O avião B-29, Enola Gay, comandado pelo coronel Paul Tibbets, sobrevoou Hiroshima a 9.448 metros de altitude e, quando os ponteiros do relógio indicaram 8h16, bombardeou-a com uma bomba de fissão nuclear de urânio, com 3 m de comprimento e 71,1 centímetros de diâmetro e 4,4 toneladas de peso. A bomba foi detonada a 576 metros do solo. Um colossal cogumelo de fumaça envolveu a região. Corpos carbonizados jaziam por toda parte. Atônitos, sobreviventes vagavam pelos escombros à procura de comida, água e abrigo. Seus corpos estavam dilacerados, queimados, mutilados. Cerca de 40 minutos após a explosão, caiu uma chuva radioativa. Muitos se banharam e beberam dessa água. Seus destinos foram selados.

(Adaptado de Sidnei J. Munhoz, "O pior dos fins". Revista de História da Biblioteca Nacional, maio 2015. Disponível em <http://www.revistadehistoria.com.br/secao/capa/o-pior-dos-fins>. Acessado em 23/08/2016.)

A explosão da bomba mencionada no texto:

- a) Ocorre a partir da desintegração espontânea do núcleo de urânio enriquecido em núcleos mais leves, liberando uma enorme quantidade de energia. Esse bombardeio significou o início da corrida armamentista entre EUA e União Soviética.
- b) Ocorre devido à desintegração do núcleo de urânio em núcleos mais leves, a partir do bombardeamento com nêutrons, liberando uma enorme quantidade de energia. Esse ataque é considerado um símbolo do final da II Guerra Mundial.
- c) Ocorre a partir da combinação de núcleos de urânio enriquecido com nêutrons, formando núcleos mais pesados e liberando uma enorme quantidade de energia. Esse bombardeio foi uma resposta aos ataques do Japão a Pearl Harbor.
- d) Ocorre devido à desintegração do núcleo de urânio em núcleos mais leves, a partir do bombardeamento com nêutrons, liberando uma enorme quantidade de energia. Esse ataque causou perplexidade por ser desferido contra um país que havia permanecido neutro na II Guerra Mundial.

APÊNDICE I – JOGO A.T.O.M.I.C

O jogo A.T.O.M.I.C pode ser acessado por meio do site abaixo:

<https://project-atomic.bubbleapps.io/>

**APÊNDICE J - RESPOSTAS DOS ESTUDANTES EM CADA FASE DO JOGO
A.T.O.M.I.C**

TNP

Aluno	Argumento
Aluno 1	<p>Pergunta 1: “Sim. Toda a Ciência de forma geral é uma construção social. Mesmo que os cientista que trabalham dentro de um instituto/universidade não tiverem interesse nos aspectos político-sociais que os cercam, eles continuam sendo diretamente influenciados por eles. Dessa forma, na minha opinião, os cientistas devem ter noção de como o trabalho que fazem afeta/é afetado pela meio social que o cerca.”</p> <p>Pergunta 2: “Eu acredito que os países não deveriam ter live acesso a esse conhecimento, entretanto a restrição do conhecimento (de qualquer natureza) é algo dificilmente realizado, sempre irá existir formas de se transpor uma lei de proibição. Dessa forma, acredito que o mais importante é manter um órgão fiscalizador sobre pesquisas com energia nuclear, mas não para fins armamentícios (Assim como é o TNP).”</p> <p>Pergunta 3: “Eu defenderia que o país deveria aderir ao Tratado de Não Proliferação. Tanto porque nosso país é tem pouco poder bélico em relação a outros países e realizar pesquisas com armas nucleares faria o desserviço de aumentar um "ego de guerra" nos comandantes do país (Como é o caso do nosso ilustríssimo bossal presidente), quanto pelo fato de que o subsídio e apoio para pesquisas do uso da energia nuclear de forma pacífica pode proporcionar um grande avanço científico-tecnológico para a nossa realidade.”</p> <p>Pergunta 4: “Primeiro gostaria de ressaltar que não sou favorável a guerras de nenhuma forma. Dito isso, acredito que, em um período de guerras, os cientistas deveriam se posicionar contra o uso do desenvolvimento de armamentos que se utilizam de energia nuclear (e armas biológicas). Devido ao impacto massivo e destrutivo que esse tipo de armamento possui.”</p>
Aluno 2	<p>Pergunta 1: “Sim, uma vez que assim como a química e a biologia, a física também é desenvolvida por pessoas, e temos que levar em consideração que somos influenciados constantemente por aspectos políticos e sociais.”</p> <p>Pergunta 2: “Na minha visão, todos deveriam. Conhecimento, seja qual ele for, não deveria ser restrito a nenhum subgrupo. O problema não estar em conhecer um assunto, mas sim a forma como iremos utilizar esse conhecimento.”</p> <p>Pergunta 3: “Eu aderiria, uma vez que com esse tratado ainda poderíamos compartilhar pesquisas e tecnologias envolvendo a física nuclear, além de que</p>

	<p>conseguiríamos receber ajuda da ONU para financiar nossas pesquisas. De fato, é um risco, uma vez que outro país pode não aderir, e com isso ficaríamos em desvantagem caso acontecesse alguma guerra. Porém ao meu ver, uma guerra na qual existe arma nuclear, independente se for só um, ou ambos os lados, já é uma guerra perdida, uma vez que as consequências seriam catastróficas. Então, independente do outro país aderir ou não, a melhor opção seria aderir, pois se um país quiser fazer uso desse armamento contra você, ainda que você escolha ter armas nucleares, esse ataque pode acontecer. Dependendo ate em maiores escalas caso escolhessem ficar revidando um ao outro. E na melhor das hipóteses, do outro país também aderir, não ficaríamos a mercê de armas nucleares, e de uma possível terceira guerra mundial.”</p> <p>Pergunta 4: “Considero essa a pergunta mais difícil do questionário, uma vez que acredito que por existirem oposições políticas, religiosas, etc sempre vão ter conflitos de interesses, trazendo uma ciência tendenciosa seja pra qual lado for. Talvez o primeiro passo, é tirar essa ideia de que a ciência é neutra e isolada de questões pessoais, e políticas. Para que a partir disso, em seu desenvolvimento, levem em consideração essas influencias e as consequências em torno de suas aplicações.”</p>
Aluno 3	<p>Pergunta 1: “Sim. A ciência está atrelada ao desenrolar da história, como por exemplo durante a segunda guerra mundial, durante o regime nazista foi desenvolvido um automóvel que ficou mundialmente conhecido: o fusca. Também o conhecimento de propulsão a jato se desenvolveu com o objetivo de montar uma bomba a famosa v2. Já no lado dos aliados, nos Estados Unidos, encontramos o projeto Manhattan. Esse super secreto que levou a criação e o desenvolvimento da bomba atômica.”</p> <p>Pergunta 2: “Para que não ocorra uma aceleração na produção de armas e uma corrida armamentista, penso que se faz necessário uma vigilância internacional no intuito de coibir a criação de novas armas nucleares e ações internacionais sobre as nações que possuem armamentos dessa espécie, para que ocorra o desmonte gradual das mesmas. A ciência e a tecnologia utilizadas e aprendidas nessas pesquisas podem ocorrer tendo como objetivo outra finalidade . Enfim, nenhuma das alternativas.”</p> <p>Pergunta 3: “Posicionaria pela não proliferação de armas nucleares. Com os avanços da ciência é possível uma nação possuir armamentos que cumpram o papel de defesa e salvaguarda da soberania sem a necessidade que recorrer à medidas tão extremas. E contra àquelas nações que já possuem seu arsenal nuclear, a ciência militar dispõem de armamentos que impossibilitam os mísseis balísticos de alcançarem seus alvos. Armamentos como rede de escudos de mísseis com radares via satélites de antecipação programada capazes de monitorarem mais de 600 alvos em simultâneos. Isso sem contar com os mísseis ultrassônicos (sem explosivos) que atingem a velocidade de</p>

	<p>40 mil km/h e transformam a energia cinética acumulada em energia de destruição. Mísseis esses que estão equipando os satélites de defesa orbital.”</p> <p>Pergunta 4: “Infelizmente não deveria ser assim, mas durante as guerras acontecem desenvolvimentos científicos sob a égide de recursos financeiros para armas militares. Desde Arquimedes que desenvolveu o primeiro raio 'laser' do mundo, usando a energia solar direcionada por um grande espelho para impedir a conquista de Siracusa pelos romanos, até a criação dos motores de foguetes por Wernher von Braun. Os recursos financeiros deveriam ser mais disponíveis e melhor empregados no desenvolvimento da ciência em tempo de paz, para o melhor proveito e bem estar da humanidade e assim a própria ciência se tornaria um entrave para novas guerras.”</p>
Aluno 4	<p>Pergunta 1: “Com certeza, uma vez que nossos estudos envolvem a natureza e o desenvolvimento de tecnologias que influenciam e modificam uma sociedade tanto fisicamente quanto socialmente.”</p> <p>Pergunta 2: “Na minha opinião, restrito.”</p> <p>Pergunta 3: “Iria aderir ao tratado. Além do financiamento para estudos que iriam promover pesquisas e desenvolvimento tecnológico de maneira pacífica que só vem a somar na população nacional e mundial, evitaria de ocorrer uma terceira guerra que poderia ser uma catastrophe.”</p> <p>Pergunta 4: “Todos tem uma intenção quando estão "criando" alguma coisa. Em um período de guerra, muitas dessas criações vem como forma de afetar o outro lado que esta contra. Talvez, nem mesmos os cientistas sabem a magnitude do que estão desenvolvendo. É fato que muita tecnologia desenvolvida durante a guerra, posteriormente, pode ser aproveitada de forma pacífica e positiva. A questão é: não imagino ninguém que queira fazer uso da ciência durante uma guerra com intenções boas.”</p>
Aluno 5	<p>Pergunta 1: “Sim, a física, assim como a Química e a Biologia, depende de aspectos políticos e sociais para se desenvolver. Ora, todo tipo de ciência, em seus diferentes aspectos, está inserida em um contexto social, cultural e histórico. Nesse sentido, parece ser plausível considerar que a ciência é suscetível a diferentes tipos de influências ao longo do tempo, que corresponde à sua construção. Podemos considerar como exemplo, no caso da física, o período da guerra fria, pois, naquele contexto, houve um alto investimento em pesquisas científicas, mas todo esse investimento tinha como objetivo conquistar o controle político e econômico das relações entre as nações.”</p> <p>Pergunta 2: “Difícil saber qual a escolha certa (se é que existe uma). Se todas as nações tivessem armas nucleares, o que impediria que uma guerra nuclear (de todos contra todos) viesse a acontecer? Por outro lado, o que também</p>

	<p>impede que os países que atualmente possuem armas nucleares iniciem uma nova guerra? Talvez o fato de ter a tecnologia nuclear, e utiliza-la para fabricar armas, sirva como um argumento psicológico para pressionar outras nações em acordos comerciais, só que isso é apenas uma suposição. No fim, se trata de um assunto controverso. O ideal seria que nenhum país tivesse armas nucleares, só que esse mundo ideal não existe.”</p> <p>Pergunta 3: “A escolha seria por aderir o tratado de não proliferação. Ora, após o envolvimento de inúmeros cientistas no Projeto Manhattan, onde seus esforços culminaram na explosão das bombas em Hiroshima e Nagasaki, houve um movimento de união, entre alguns grupos, para que a ciência não mais se envolvesse em episódios como aqueles. Em um livro publicado anos após o fim da segunda guerra, lançado no Brasil com o título de Um mundo ou nenhum, Einstein, Bohr, Oppenheimer e outros cientistas apresentam suas angústias e preocupações sobre o futuro da humanidade após o projeto Manhattan. Aderir ao projeto de não proliferação de armas nucleares é, em outras palavras, dar um voto de esperança na construção de um mundo mais pacífico e fraterno, onde as nações não precisam conviver com o medo, ou a ameaça, de uma guerra sem precedentes que pode vir a conduzir a humanidade à extinção.”</p> <p>Pergunta 4: “Sou contra o uso da pesquisa científica em períodos de Guerra, pois, salvo as devidas proporções, o intuito do envolvimento científico nesses contextos tem por objetivo construir armas (ou desenvolver tecnologias) que permita o triunfo de uma nação sobre a outra. Isto é, a ciência passa a contribuir para, de certo modo, destruir o planeta, sendo que, na visão romântica da divulgação científica, a ciência deveria ser as lentes que nos permite compreender o universo. Nesse sentido, o uso da ciência no período entre guerras não faz sentido. Algumas áreas e campos de pesquisas acabam por concentrar seus esforços em situações práticas, procurando gerar algum tipo de vantagem no ataque (ou defesa) do período de guerra. A ciência, nesse aspecto, parece se tornar um grande jogo de xadrez. Contudo, parece ser errado afirmar que só existem pontos negativos, pois, retomando o exemplo da guerra fria, muitas descobertas feitas naquele período contribuíram significativamente em situações práticas do dia-a-dia das pessoas, como o desenvolvimento dos computadores, internet, satélites e etc. Então, apesar de não ser o modelo ideal de desenvolvimento (é bem melhor quando a ciência, e os cientistas, podem desenvolver suas pesquisas sem as tensões de uma guerra ou conflito entre nações) existem alguns pontos positivos, mas, apesar disso, não acho que a ciência deva servir como uma peça fundamental para se ganhar uma guerra.”</p>
	<p>Pergunta 1: “Não exatamente. Acredito que não deveriam depender de aspectos políticos, mas aspectos sociais seria interessante. Desenvolver essas áreas com esse entrelaçamento social, é importante, principalmente quando</p>

Aluno 6	<p>olhamos para o desenvolvimento da ciência para tornar a sociedade melhor e mais "avançada".”</p> <p>Pergunta 2: “Seria interessante todos os países terem conhecimento sobre, para criação de tecnologias e afins, com intuito de avançar em conhecimentos científicos. Porém proibidos de usarem para conflitos bélicos, porque iriam acabar brigando com alguns países por terem armas mais violentas e destruidoras que outros.”</p> <p>Pergunta 3: “Deveria aderir. Utilizar o conhecimento nuclear para fins pacíficos é mais útil pra sociedade do que para fins de guerra. E evita conflitos.”</p> <p>Pergunta 4: “Acredito que deva continuar, mesmo em meio a esses períodos. Deve ser utilizada para o bem humanidade, e não auxiliar na destruições de outras nações.”</p>
Aluno 7	<p>Pergunta 1: “Sim. A saber que a ciência, a qual compõe a Física, Química e Biologia, é construída e desenvolvida por seres humanos, sendo estes guiados por decisões políticas atuantes numa sociedade em vigor, decorre que ela depende direta e indiretamente dos aspectos políticos e sociais. O documentário torna explícita esta relação. Por exemplo, a Sociedade Kaiser Wilhelm possibilitou aos cientistas alemães uma chance de se organizarem e, assim, se posicionarem acerca de aspectos científicos e políticos, tendo uma única voz na qual estava representada o mais alto nível da ciência alemã; nota-se, portanto, que a ciência tanto depende do contexto sociopolítico quanto o influencia, pois, caso contrário, a sociedade não teria motivações para posicionar-se frente à questões de tal magnitude. E dela, a Sociedade Kaiser Wilhelm, foi fundado o Instituto Kaiser Wilhelm de Química, onde Hahn Otto, um químico, e Lise Meitner, uma física, trabalharam juntos e tornaram-se grandes amigos. Embora ambos se equiparassem como pesquisadores, ela nunca chegou a receber o mesmo salário que ele, o que releva a desvalorização do trabalho feminino na área científica; este último representa como um problema social se instaura diretamente na organização científica. Durante a Primeira Guerra Mundial, Hahn Otto foi aliciado ao exército alemão como um soldado de infantaria, a primeira instância, e, após isso, foi direcionado ao trabalho cujo objetivo era usar gás venenoso como arma de guerra, algo que era proibido internacionalmente. Percebe-se, então, que o suscitar de armas baseadas em conhecimento científico deve-se inteiramente ao o contexto sociopolítico da época – Guerra Mundial. Com a ascensão de Hitler, Lise Meitner, que era judia de nascimento, e os demais cientistas alemães que eram judeus corriam grandes riscos devido à perseguição propagada pelo nazismo a este grupo cultural: os judeus. Além disso, a Sociedade Kaiser Wilhelm aderiu a muitas políticas nazistas e mediava outras demais; frente ao grande financiamento orçamentário e à ideologia nacionalista dos diretores da Sociedade, estes e aqueles que ainda permaneceram na Sociedade</p>

concordaram em desenvolver pesquisas para fins militares. Portanto, pode-se dizer que os cientistas da Sociedade Kaiser Wilhelm, para protegerem a si mesmo e a Sociedade, serviram ao governo nazista. A seguir, com a anexação da Áustria à Alemanha, Lise se viu na necessidade e com dificuldade para mudar-se deste último país, necessidade essa devido à perseguição aos judeus e dificuldade devido à recusa de passaporte pelo fato dela ser vinculada à cultura judaica. Embora tenha conseguido se mudar, ela não pôde mais trabalhar pessoalmente com Hahn na pesquisa experimental que tornaria conhecido a fissão nuclear e, mesmo que Hahn ainda a considerasse parte do grupo de pesquisa, seu nome não foi colocado no artigo que veio a ser publicado. Coube a ela, então, publicar a explicação teórica da fissão nuclear e do alto nível de energia que é liberado nesse processo. A separação da publicação em duas áreas – Química e Física – não reflete como a pesquisa foi construída. E, novamente, a separação é causa do contexto sociopolítico: por um lado, pelo fato de Lise se ver forçada a abandonar a Alemanha devido ao nazismo; por outro lado, foi a chance de Hahn apagar a colaboração dada por Lise, abstendo-se de críticas por ter trabalhado com uma judia, e, também, de estabelecer-se perenemente no Instituto, pois foi uma grande conquista. Outro ponto é a finalidade armamentista dada à descoberta da fissão nuclear que, evidentemente, é um produto do contexto sociopolítico. Dela resultou a busca, tanto por parte dos Aliados quanto do Eixo, de uma bomba nuclear capaz de ser usada como arma de guerra. Por fim, a premiação do Nobel para Hahn e a exclusão de Lise, tanto na área da Química quanto da Física, também reflete aspectos sociopolíticos, pois o Nobel dado a Hahn auxiliou a Sociedade Kaiser Wilhelm a recuperar seu antigo status e mascarar a contribuição que deram ao governo nazista. Concluindo, os exemplos históricos acima demonstram que a Ciência depende direta e indiretamente do contexto sociopolítico em que é desenvolvida e trilha caminhos por ele regido.”

Pergunta 2: “Nenhum dos dois. O ideal seria nenhum país se preocupar com o desenvolvimento de armas nucleares; em contrapartida, deveriam utilizar os produtos do conhecimento adquirido acerca da energia nuclear somente para fins pacíficos e sustentáveis. Então, eu defendo que nenhum país possua armamento nuclear; aqueles que não possuem armas nucleares assim devem permanecer, ou seja, seus interesses não podem ser o desenvolvimento de um poderio de fogo nuclear, e aqueles que as possuem, delas devem se desfazer. Ou em outras palavras, os países que possuem armamentos nuclear devem, agilmente, desapropriarem-se deles e os que não possuem armamento nuclear não devem iniciar uma busca a esse tipo de armamento.”

Pergunta 3: “Baseando-me na minha resposta anterior, minha escolha seria não aderir ao Tratado de Não Proliferação. O Tratado de Não Proliferação Nuclear tem como objetivo limitar a proliferação de armas nucleares, promover o desarmamento e incentivar o uso pacífico da energia nuclear, sendo estes os seus três pilares: não proliferação, desarmamento e direito ao uso pacífico. O primeiro pilar impede, por um lado, os Estados Nuclearmente

Armados (ENAs) de transferirem armas ou material nuclear para os Estados Nuclearmente Não Armados (ENNAS) e, por outro lado, impede os últimos de recebê-los. O segundo pilar exige que os ENAs se desfaçam de suas armas nucleares. O terceiro pilar permite e regula a transferência de tecnologia nuclear para os ENNAS, tecnologia esta que deve ser utilizada para fins pacíficos, e ainda os obriga a assinar um acordo salvaguardas sobre as instalações e materiais nucleares que são utilizados por ele, onde cabe à Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) verificar se as condições estão sendo seguidas. Embora o primeiro pilar seja de difícil instauração, seu estabelecido não é passível de críticas, ao menos não para o propósito que aqui será apresentado. Já o segundo pilar não atua de forma branda, permitindo, assim, que os ENAs se desarmem a passos lentos; aqui percebe-se uma clara segregação entre os países detentores de armamentos nucleares e aqueles que não as possuem. No terceiro, e último, pilar vale destacar a adição do protocolo adicional (PA) ao Tratado de Não Proliferação Nuclear (TNP). Nele, são ampliados os instrumentos de salvaguarda aumentando os poderes de verificação sobre os ENNAS. Com isso, surge uma cobrança dos Países com arsenal nuclear para que os ENNAS assinem o PA, embora os primeiros apresentem uma resistência em se desfazer de suas armas nucleares. Assim, ao restringir-se somente às obrigações dos ENNAS, o PA acentuou a divisão entre os países que têm poder de fogo nuclear e os que não têm. Baseando-se me nesta clara supremacia diplomática a favor dos ENAs que existe no TNP, acho justificável a não adesão ao tratado. Todavia, isso não significa que sou a favor da produção de armas. Pelo contrário, como fica evidente na resposta da pergunta anterior, sou a favor de que não haja nenhuma arma nuclear no Planeta. Evidentemente, em especial, acho que o Brasil não deva produzir ou adquirir armas nucleares, o que é algo seguido por ele ao se aderir ao Tratado de Tlatelolco. Então, a não adesão ao TNP, ao menos a explicitada aqui, não significa uma posição a favor do armamento nuclear. Significa, além do desarmamento nuclear, a não proliferação de armas e o direito de uso pacífico de energia nuclear, uma crítica ao TNP e sua segregação entre países com armas nucleares e países desarmados corroborando para uma hegemonia nuclear mundial, onde deveria ser feita uma cobrança ferrenha aos ENAs para um desarmamento eficaz e ágil.”

Pergunta 4: “Acredito que tanto o desenvolvimento e uso da Ciência quanto os produtos gerados pelas pesquisas científicas em períodos de guerra não deva parar, até porque seria impossível pausar toda e qualquer atividade científica em desenvolvimento devido ao início de uma guerra. Por outro lado, acredito que o uso e desenvolvimento da Ciência na e para a guerra não pode ocorrer, pois os resultados históricos dessa união não refletem bons resultados. Além disso, devido ao potencial destrutivo assolador de uma eventual Terceira Guerra Mundial, os benefícios que investimentos em tecnologia militar retornariam à sociedade seriam ínfimos quando comparados com os danos da guerra. Vejo, então, que não é possível equilibrar os benefícios científicos e tecnológicos providenciados pela guerra com as

	<p>perdas irreparáveis por ela gerada. Acredito haver outra maneira de alcançar não os mesmos resultados tecnológicos e científicos fornecidos pela guerra, mas sim algo similar sem causar o prejuízo de grande escala de uma guerra. Ou seja, acredito haver uma maneira melhor de alavancar a Ciência do que a realização de guerras. E, ao notar que o rápido desenvolvimento da Ciência e Tecnologia em período de Guerra deve-se, em grande parte, ao grande financiamento financeiro e o engajamento pela praticidade científica, a maneira melhor seria justamente fornecer um grande investimento à Ciência e à Tecnologia equiparado àquele quando é dado em períodos de guerra. Penso que o papel da Ciência, no que diz respeito à Guerra e Segurança, seja oferecer alternativas àquelas estabelecidas atualmente, já que estas não têm provido resultados satisfatórios. Ou seja, o papel da Ciência seria repensar o paradigma atual de Conflitos e Segurança e oferecer alternativas mais humanizadas e diplomáticas, para as quais eu não tenho sugestão, ainda.”</p>
Aluno 8	<p>Pergunta 1: “Sim. Porque, do ponto de vista político, os investimentos em ciência, principalmente aqui no Brasil, é custeado por verbas governamentais. O que significa que seu avanço fica parcialmente condicionado às políticas públicas, embora temos claros exemplos de que é possível avançar cientificamente em uma determinada área do conhecimento mesmo com pouco incentivos fiscais.”</p> <p>Pergunta 2: “Acredito que todos os países devem ter conhecimento, especificamente, não na criação de armas nucleares, mas na tecnologia envolvendo a tecnologia de energia. O que é uma via de mão dupla. Se ele for restrito a um grupo de países, é possível que isto acarrete em uma superioridade daqueles países que possuem conhecimento em relação àqueles que não possuem. Na minha opinião, o tratado de não proliferação deve ser modificado, tornando-o mais factível em relação suas restrições.”</p> <p>Pergunta 3: “Aderiria ao tratado justamente porque não é possível saber de antemão se os outros países aderiram. O que significa que se eu não aderir e todos aderirem, estaria me prejudicando.”</p> <p>Pergunta 4: “Sobre o desenvolvimento, acredito que em períodos de Guerra, os investimentos em ciência são maiores em relação a qualquer período da história. Em relação a seu uso, creio que este se torna completamente condicionado às decisões políticas, o que significa que estas decisões, em sua grande maioria, não levam em conta o caráter democrático da ciência, levando a decisões equivocadas.”</p>
	<p>Pergunta 1: “Com certeza, principalmente quando falamos em investimento. A maioria das pesquisas necessitam de equipamentos sofisticados para que se possa fazer experimentos(testes) e também desenvolver novas tecnologias a partir do conhecimento adquirido. Esse fundo de financiamento deve vir de algum lugar, geralmente, como no Brasil, até tempos passados, esse</p>

Aluno 9	<p>investimento viria por meio do apoio político. Já em outros países, como EUA, empresas e investidores que veem possibilidades de lucro ou benefício social acabam financiando esses projetos. Os aspectos sociais tem mostrado grande influência também, minha interpretação está relacionada ao ditado "é o aperto que faz o sapo pular", percebemos que toda a pressão de quem construiria a bomba primeiro, partia da seguinte pergunta "para que viés ela será utilizada", e analisando as atitudes do governo alemão até momentos antes de sua construção, não era de se esperar que viesse algo bom dessa proeza. Assim, por mais que fosse uma decisão política, os problemas gerados abalaria culturas, religiões, lugares etc. Ou seja, por menor que fosse o desastre, haveria danos irreparáveis à comunidade que habitasse tal lugar. Então, alguns problemas que têm a capacidade de afetar uma grande massa de pessoas, geralmente traz consigo muito esforço do ponto de vista científico para que o mesmo seja solucionado."</p> <p>Pergunta 2: "Acredito que não há formas de manter um conhecimento restrito por muito tempo, onde há pessoas envolvidas há também corrupção. E, por outro lado, o conhecimento deve ser aberto ao público dando assim profundidade ao mesmo. Isso poderia até mesmo gerar mais guerras caso apenas um país descobrisse a caminho certo para a construção da bomba."</p> <p>Pergunta 3: "A minha escolha se apoia nos dois lados: propostas da ONU em relação ao desenvolvimento de novas pesquisas no país, pensaria na possibilidade de gerar energia, e encontrar novas aplicações para a energia nuclear nas mais diversas áreas, ou seja, tentaria faturar através do conhecimento passado e desenvolvido; e na defesa. É importante deixar claro que toda escolha possui suas consequências boas e ruins, caso optasse por entrar no tratado, em caso de uma futura guerra perderia o direito de escolha entre os oponentes e ao mesmo tempo a proteção do meu povo. Mas, para ser mais exato, optaria por entrar no tratado e fabricava bombas clandestinamente."</p> <p>Pergunta 4: "A guerra é um problema social, e em meio a esse problema acaba surgindo as mais diversas soluções. Dentre essas soluções temos as pacíficas e as exaltadas(uso de armas), e dentro da exaltada temos diversas áreas do conhecimento envolvidas e que por efeito de competição ou oportunidade de passar na frente do oponente, acaba surgindo novas ideias e consequentemente novos conhecimentos. Então a guerra acaba sendo um caminho que possibilita o desenvolvimento da ciência e tecnologia. Perdendo um pouco de vista a física, temos também o computador que é uma das ferramentas mais monstruosa criada pelo ser humano durante a guerra. A ciência pode ser utilizada para criar armas, descobrir estratégias etc. Mas ela também pode ser usada para educar a população em períodos como esse, por exemplo, com base nos desastres ocorridos na segunda guerra podemos fazer campanhas visando um acordo pacifista. De certa forma, podemos recorrer a história da ciência em períodos de turbulências políticas."</p>
---------	---

UMA CARTA SECRETA PARA O PRESIDENTE

Aluno	Argumento
Aluno 1	<p>Pergunta 2: “Eu acredito que a ascendência judia de Einstein teve total influência no ato de enviar a carta, com seu povo sofrendo grande perseguição do Governo Alemão ao enviar a carta ele avisa aos Estados Unidos do perigo que a Alemanha se mostrava para o mundo como um todo.”</p> <p>A questão sobre enviar a carta ou não, é algo bem delicado. Claro que eu não gostaria que esse ato gerasse uma corrida armamentista pela domínio dessa tecnologia, mas o ato de informar aos outros países sobre a atual situação na esperança de que eles pudessem intervir no holocausto que a Alemanha estava realizando faria com que eu enviasse a carta.”</p> <p>Pergunta 3: “Eu me vejo na posição que o Szilárd e outros cientistas defendiam. Claro que a criação dessa arma para destruição em massa não é algo que eu gostaria de ter incitado, mas o perigo da Alemanha ser detentora desse conhecimento seria bem mais destrutivo. Imagina se a Alemanha tivesse desenvolvido uma bomba nuclear e a tivesse usado na sua luta contra a União Soviética? Não conseguiria nem imaginar qual teria sido o rumo que a Segunda Guerra Mundial teria tomado.”</p>
Aluno 2	<p>Pergunta 2: “Se estamos em guerra, e eu como um grande cientista do meu país descubro a possibilidade de criarem uma bomba atômica, e que um país nazista quer utilizar dessa arma contra meu país e minha religião, alguma providencia eu tomaria. Ao contar para o presidente essa possibilidade, de fato grande risco ele ocorre, porém, de toda forma como judeu, ele ja estaria sujeito a essa perseguição”.</p> <p>Pergunta 3: “Entendo a revolta dos cientistas em não concordar com a atitude do Einstein de enviar a carta para o presidente. De fato, se o presidente quisesse também utilizar desse recurso como arma, uma destruição em massa poderia ocorrer. Mas não temos como mudar o que acontece na natureza, e de toda forma é possível a construção dessa grande bomba, e esconder esse conhecimento, que naquele momento estava nas mãos de pessoas que torturavam, perseguiam, não me parece a melhor das opções. Além de que, trazer esse conhecimento ao presidente, não necessariamente quer dizer que ele é condizente em utilizar bombas nucleares como arma. Ele pode estar dizendo que é possível, e que alguma coisa deveria ser feito para que isso não acontecesse”.</p>
	<p>Pergunta 2: “O Einstein não enviou a carta para os EUA, pois quando escreveu a carta ao presidente Roosevelt já morava nos EUA havia 6 anos. Era professor em Princeton e já era uma celebridade internacional. Motivo pelo qual foi procurado para assinar a carta. Nesse sentido, a Alemanha pouco podia fazer contra ele. Einstein era pacifista, tanto que não participou do projeto Manhattan. Resistiu bastante antes de enviar a carta e se arrependeu depois de tê-lo feito. Os motivos dele ter enviado não são claros, mas acredito que tenha a ver com o</p>

Aluno 3	<p>medo da Alemanha conseguir construir a bomba e dominar o restante do mundo, como fez com os judeus na Alemanha e nos países dominados por ela. Nas mesmas circunstâncias em que Einstein se encontrava, eu também mandaria a carta ao presidente Roosevelt.”</p> <p>Pergunta 3: “É fácil opinar quando se tem um conhecimento histórico das consequências dos atos de Einstein. Da mesma forma que é fácil criticar quando não se está na posição da pessoa. O Einstein cumpriu o seu dever de cidadão acolhido e informou o presidente. Não participou do projeto. Muito menos ordenou que o projeto fosse realizado. A responsabilidade é de muitas pessoas. Podemos mudar o ângulo e pensar que se não houvesse a bomba, milhões de pessoas poderiam ter morrido numa guerra que poderia se estender por anos ou pela bomba alemã.”</p>
Aluno 4	<p>Pergunta 2: “Pergunta difícil! O fato de Einstein ser judeu pode sim ter influenciado no envio da carta, mas acho que não foi uma influência tão relevante. Acho (achismo mesmo) que a intenção dele não foi na maldade, ele quis alertar o governo dos EUA sobre uma arma muito letal em escalas inimagináveis mas, realmente, sua atitude poderia ter acarretado uma corrida armamentista. No lugar dele, eu não saberia o que fazer, pois ficar calado levaria a continuação da construção da bomba e ter em mente milhões de mortos; falar poderia frear o processo, no sentido de tentarem impedir o país de construir a bomba, mas também provocar uma corrida armamentista que destruiria o mundo.”</p> <p>Pergunta 3: “Os dois pontos estão corretos. E qualquer atitude do Einstein, acarretaria em consequências estrondosas. Como definir qual é pior?”</p>
Aluno 5	<p>Pergunta 2: “Sim, acredito que o fato de Einstein ser judeu contribuiu significativamente na sua decisão em escrever uma carta ao presidente, afinal havia uma ligação entre o pedido de asilo de Einstein aos EUA e a perseguição de Hitler ao povo judeu. Acredito que agiria de modo semelhante a Einstein, por que, por mais que a escolha tenha como consequência iniciar uma corrida para a fabricação de uma bomba, escolher se omitir, frente a isso, seria flertar com a ideia de êxito do exército alemão na construção da bomba nuclear. Logo, enviar a carta acaba por se tornar algo inevitável, sendo que a atitude pacifista de Einstein, ao término da segunda guerra, respalda sua decisão de enviar ao presidente dos EUA pois indica que foi uma escolha crítica. Enviar a carta foi uma jogada estratégica de esperança frente a consequências inimagináveis caso os alemães conseguissem dominar a fissão nuclear.”</p> <p>Pergunta 3: “Como dito anteriormente, Einstein agiu corretamente. Julgar o posicionamento de Einstein, frente ao trágico episódio dos ataques a Hiroshima e Nagasaki, é ignorar a iminência do exército alemão dominar a fissão nuclear. Em um cenário que não houvesse a pressão do nazismo, e do clube do urânio liderado por Heisenberg, provavelmente Einstein não escreveria a carta para o</p>

	<p>presidente americano, pois ele se considerava um pacifista. Einstein não queria iniciar uma era de armas, e ataques nucleares, mas isto, ainda que de forma embrionário, já se tornava uma realidade durante a segunda guerra. Logo, Einstein agiu de modo a impedir que o nazismo vencesse, por meio de armas nucleares, e, em seguida, dedicou um longo esforço para que as armas nucleares não destruíssem o mundo, em uma nova guerra."</p>
Aluno 6	<p>Pergunta 2: "Acho que Einstein enviou a carta por saber que alguns membros da guerra poderiam fabricar bombas e outros poderiam ser muito afetados, sem ao menos poder ter a oportunidade de se defender. Eu teria enviado, acredito que todos devem ter conhecimento, mas não utilizá-los para tal fim, entretanto, mesmo com as consequências, uma vez que, se descoberto, Einstein já estaria muito ameaçado pelo fato de ser judeu."</p> <p>Pergunta 3: "Me identifico mais com Szilárd. Se somente um dos lados soubesse desse poderoso artifício, as consequências seriam muito piores."</p>
Aluno 7	<p>Pergunta 2: "Acredito que sim. Por um lado, Einstein via o exército se proliferando, gerando assim uma ameaça global; por outro lado, como seu povo era um dos alvos declarados de Hitler, Einstein se viu atacada pessoalmente e racialmente. Então, buscando evitar uma eventual catástrofe global, no pior caso, ou uma exterminação total de seu povo, algo semelhante ao que, de fato, acontece, ele percebeu que era necessário informar sobre o perigo eminente. Eu também teria enviado a carta; ao perceber que tanto o meu povo quanto o mundo inteiro corriam grande perigo, informar sobre a potencialidade de destruição do futuro me parece ser a melhor alternativa a se tomar, ao invés de oferecer o benefício da dúvida para um governo intolerante e racista."</p> <p>Pergunta 3: "Embora o envio da carta tenha levado ao projeto Manhattan, que foi o primeiro capaz de produzir bombas nucleares, acredito que, se os nazistas tivessem alcançado essa tecnologia nuclear, o que seria questão de tempo, os danos gerados seriam muito maiores. Infelizmente, nesse caso, a alternativa é escolher a opção menos pior e, pelo que me parece, esta seria escrever a carta para o presidente Roosevelt, alertando-o sobre o perigo das armas nucleares."</p>
	<p>Pergunta 2: "Tenho fortes convicções de que sim. Em algum momento ele deve ter refletido sobre o assunto. Acredito que, em um primeiro momento, ele tenha relutado em considerar a hipótese de escrever a carta, mas também creio que ele tenha refletido sobre as graves consequências que o regime Nazista poderia desencadear, chegando em uma conclusão: a de proteção. Acho que isto também está intimamente relacionado com um instinto de proteção. Pense na hipótese de que sua família (embora a ligação de Einstein com os judeus e população mundial seja somente étnica) esteja correndo algum perigo (o que passar pela sua cabeça). Uma das primeiras iniciativas seria tomar alguma medida protetiva, mesmo sem saber das consequências. Esta é uma pergunta bastante complicada de se responder. Primeiro eu tentaria chegar em algum acordo com as pessoas</p>

Aluno 8	<p>que estão à minha volta, por exemplo, minha própria família. Colocaria o problema diante deles, expondo os perigos e as possíveis consequências diretas que a carta poderia resultar. Segundo, tentaria ouvir cada um deles e depois, tentaria formular uma conclusão, refletindo bastante sobre ela. Somente depois destes passos chegaria em uma conclusão decisiva, a de que se eu enviaria ou não enviaria a carta.”</p> <p>Pergunta 3: “Depois que alguma coisa ruim acontece, todos têm a liberdade de tirar suas próprias conclusões e fazer suas críticas. O que geralmente não se tem antes do ocorrido é uma visão completa do que pode ocorrer. Podemos ter, talvez, uma ínfima intuição do que pode ocorrer, mas nunca uma visão completa da realidade ligeiramente futura. Isto seria previsão. Pois se a tivéssemos, talvez, alguém teria impedido Hitler de chegar ao poder, e assim impedindo vários dos acontecimentos que ocorreriam logo em seguida. Eu ainda penso pelo lado instintivo, com as devidas ressalvas, e protetivo. Portanto, compartilho da ideia daqueles cientistas, tais como Szilárd.”</p>
Aluno 9	<p>Pergunta 2: “De acordo com a carta enviada por Einstein, parece que sua escrita representa um pedido de socorro, já que as atrocidades cometidas por Hitler poderiam ter alcançado um nível ainda maior se eles tivessem conseguido construir a primeira bomba. Sim, pelas medidas que já haviam sido tomadas pelo governo alemão essa era a única forma de evitar que tudo pudesse piorar. A bomba seria construída de qualquer maneira, talvez isso não pudesse ser controlado, mas o lado que deveria possuir primeiro foi muito bem observado por Einstein. O pior problema que poderia acontecer seria os dois lados conseguirem construí-la ao mesmo tempo. Talvez eu nem estaria aqui para inferir o que teria acontecido. Eu teria tido a mesma atitude, pois Hitler já havia começado muito errado.”</p> <p>Pergunta 3: “A resposta detalhada encontra-se na questão anterior. Me identifico mais com a postura tomada por Einstein.”</p>

UM ENCONTRO MISTERIOSO EM COPENHAGUE

Aluno	Argumento
Aluno 1	<p>Pergunta 2: “Eu continuaria colaborando não pela criação de uma arma nuclear, mas pelo enfrentamento à Alemanha, que era a maior ameaça. Numa situação dessas, é importante não cometermos o anacronismo de dizer que o Bohr estava fazendo isso apenas pela criação da bomba, sem se importar com o impacto que ela poderia ter, o seu povo estava sendo perseguido e ele estava fazendo frente a essa situação ajudando os aliados. Depois da guerra ter acabado, a decisão de jogar as bombas nucleares no Japão é de autoria do governo dos Estados Unidos, não dos cientistas que ajudaram a fazer frente contra a Alemanha.”</p> <p>Pergunta 3: “Eu acredito que um dos fatores, se não o mais importante, seja a pressão que o Heisenberg sofreu do Governo Alemão para participar desse projeto. Não é como se ele só pudesse recusar, como se a Alemanha não fosse ameaçá-lo. Dessa forma eu nem acho que exista a opção de trabalhar ou não. Provavelmente as únicas opções seriam trabalhar no projeto ou ser assassinado.”</p>
Aluno 2	<p>Pergunta 2: “Como disse no relatório anterior, o conhecimento científico deveria ser estimulado e compartilhado. Dessa forma, cientistas ao compartilharem não têm como saber a forma como esse conhecimento será utilizado. O que daria pra fazer, ao meu ver, seriam acordos, e possíveis debates sobre seus propósitos e interesses. Porém, mesmo assim fica muito difícil ter algum controle do que vai acontecer uma vez que foi compartilhado.”</p> <p>Pergunta 3: “Se eu me sentisse perseguida e me fizessem alguma chantagem para entrar, talvez minha resposta poderia ser sim. Porém, tentaria impedir o desenvolvimento dessas bombas, seja dificultando essa construção, ou tentando convencer os governantes que dificuldades técnicas e econômicas que tornaram essa tarefa impossível em um futuro próximo.”</p>
Aluno 3	<p>Pergunta 2: “Estima-se que 140 mil japoneses morreram com efeito da bomba atômica em Hiroshima e 74 mil em Nagasaki. Em contra partida, os alemães exterminaram 6 milhões de judeus. Eu, com os dados históricos que tenho hoje, não só colaboraria, como colaboraria mais, para que a bomba fosse soltada antes e evitasse milhões de mortes.</p> <p>Nada aconteceria se o presidente Truman não autorizasse. A bomba poderia ter sido feita e o presidente não permitisse sua detonação.”</p> <p>Pergunta 3: “Heisenberg era alemão e diferentemente de Einstein, não era judeu. A Alemanha era sua pátria. Não seria de se estranhar que ele quisesse trabalhar por sua pátria.</p> <p>Supondo que eu fosse alemã, não judia, contra o regime nazista (assim como Heisenberg), eu aceitaria trabalhar para sabotar o projeto. Pequenos erros, imperceptíveis que atrasassem o trabalho.”</p>

Aluno 4	<p>Pergunta 2: “Ele contribuindo ou não, impediria a destruição em massa? São perguntas muito difíceis, imagino que o contexto influencia muito na tomada de decisões desses cientistas, acredito que a primeira vista, Bohr estava pensando na defesa/proteção e não no tão destrutivo poderia ser.”</p> <p>Pergunta 3: “Não”</p>
Aluno 5	<p>Pergunta 2: “Note que, novamente, optar por participar (ou não) da pesquisa que permitiu aos EUA construir a bomba atômica não é algo trivial. Ora, Bohr, assim como Einstein, não estava em um posição simples, pois ou ajudavam os EUA na construção da bomba ou flertavam com as consequências do triunfo nazista. Então, optar por colaborar com as pesquisas do projeto Manhattan acaba por ser algo aceitável. É evidente que todos os cientistas que participaram desse projeto dividem a culpa pelas posteriores consequências da construção de uma arma nuclear, como os ataques feitos ao Japão e a guerra fria. De certo modo, o engajamento de parte desses cientistas em projetos de não proliferação de armas nucleares, e se negando a continuar participando de pesquisas com o intuito de desenvolvimento armamentício, demonstra como Bohr e Einstein estavam cientes da escolha crítica que fizeram. O preço dessas escolhas foi elevado, mas o que teria acontecido se eles não tivessem se posicionado? Talvez nós nem estaríamos aqui para refletir sobre esse possível cenário.”</p> <p>Pergunta 3: “A escolha de trabalhar, ou não, acaba sendo influenciada por vários fatores. Na ocasião, a escolha de não trabalhar afetaria muito a minha condição de vida? Digo isso porque se a pessoa tem família, filhos(as) e não tem um status social que permita à ela viver sem preocupações pode vir a ingressar no projeto por causa desse tipo de pressão. Em condições ideais a escolha seria de não participar, pois acredito que o papel do cientista deva ter como princípio a construção de um mundo melhor.”</p>
Aluno 6	<p>Pergunta 2: “Se eu acreditasse que essa colaboração seria algo de útil para a ciência, eu colaboraria. Mas sabendo que poderia destruir vidas, pensaria muitas vezes e dosaria as informações seriam entregues aos EUA. Acredito que não tenha sido um dos responsáveis pelo detonação no Japão, a responsabilidade de uma ação é daquele que a faz. Por exemplo, se eu criar um carro, e alguém usar para atropelar uma pessoa, a culpa não é do criador, mas de quem executou a ação.”</p> <p>Pergunta 3: “Não. Trabalhar sabendo que suas ações são exclusivamente para este fim, não concordaria. Se fosse para desenvolvimento da ciência sem afetar a humanidade negativamente, aceitaria.”</p>
	<p>Pergunta 2: “No lugar de Bohr, eu não colaboraria com os EUA, já que tal aliança poderia resultar na construção de uma bomba nuclear. Como Bohr optou pela colaboração, podemos dizer que, indiretamente, ele foi responsável pelo ataque nuclear ao Japão feito pelos EUA. Talvez, a solução seria os EUA agir</p>

Aluno 7	<p>antecipadamente, evitando que o exército nazista se espalhasse pela Europa, onde a criação de uma bomba nuclear poderia ser deixada de lado.</p> <p>Talvez eu aceitasse a colaboração desde que, sendo combinado com o Heisenberg para fazer o mesmo, as informações transmitidas, sobre a bomba nuclear fossem erradas.”</p> <p>Pergunta 3: “No lugar de Heisenberg, eu não trabalharia no projeto alemão para desenvolver uma bomba nuclear, ainda mais sob o conhecimento dos ideais nazistas. Talvez aceitasse de modo a atrapalhar o projeto ao fornecer informações enganosas, esperando que Bohr fizesse o mesmo.”</p>
Aluno 8	<p>Pergunta 2: “Novamente esta é uma questão complicada de se responder. Do ponto de vista protetivo, talvez, quem sabe. Não havia como saber que duas bombas iriam ser detonadas. Historicamente, a Alemanha se rendeu em Maio de 1945, mas o Japão por algum senso de patriotismo, não se sabe, não enxergando a claridade das consequências, permaneceram lutando, naquele fatídico ano, até Agosto. A guerra já havia acabado com a derrocada dos Alemães. Isto também não justifica o lançamento das bombas atômicas. Talvez, o senso de patriotismo dos norte-americanos também tenha se afluído, provocando a decisão positiva do lançamento das bombas, uma vez que eles sofreram baixas pelos Japoneses com muitos mortos em Pearl Harbor em dezembro de 1941. Assim deve ter ocorrido: um senso de justiça disfarçado de vingança.”</p> <p>Pergunta 3: “Depende de vários fatores. Por exemplo, se eu na posição de Heisenberg recuasse, é muito provável que eu tivesse sido de alguma forma perseguido, pois o regime Nazista era assim, quem era contra seus princípios ideológicos eram perseguidos, sequestrados, até mesmo mortos. Embora tenha o fator patriotismo, na decisão dele ter escolhido ficar na Alemanha, se dedicando a construção de uma bomba nuclear, o fato de que ele poderia ser perseguido deve ter pesado mais. Até mesmo porque, pensado por um lado mais fictício, ele poderia de alguma forma boicotar ou interferir na construção das fatídicas bombas. Pensando por este lado, talvez, eu teria participado mais por um senso de proteção. Por outro lado, tentaria fugir como os outros cientistas.”</p>
Aluno 9	<p>Pergunta 2: “Caso não houvesse outra escolha, obviamente optaria pelo país que pudesse apresentar menor número de mortes devido ao uso da bomba. E isso poderia ser analisado com base no plano de governo de cada país, e como os de Hitler eram péssimos, então o meio mais cabível seria dar força à oposição. Sim, ele teve uma parcela de responsabilidade pois querendo ou não esta foi a contribuição que faltava para que a quinta conferência de Washington sobre Física Teórica pudesse acontecer.”</p> <p>Pergunta 3: “Não. Porque não concordo com as proposta genocidas do partido nazista.”</p>

O USO DE UMA NOVA ARMA DESCONHECIDA

Aluno	Argumento
Aluno 1	<p>Parte 1:</p> <p>Pergunta 1: “Eu acredito que não tenho como responder essa pergunta pelo nome do Oppenheimer, visto que, pela falta de informação que tenho a respeito dele, não faria diferença entre responder por ele ou por qualquer outra pessoa. A respeito sobre eu aceitar o convite ou não, de forma geral eu diria que não, entretanto também não sei das condições que levaram o Oppenheimer a aceitar o convite, logo não posso fazer esse julgamento por mim mesmo sem informações.”</p> <p>Pergunta 2:</p> <p>a) Utilizando a fórmula para a Energia Potencial Gravitacional, usando os dados do texto acima:</p> <p style="padding-left: 40px;">6860J</p> <p>b) 5.977m</p> <p>c) 119.542.857m, aproximadamente 120.000km isso é um pouco mais de 1/3 da distância entre a Terra e a Lua.</p> <p>Pergunta 3: “Eu, sinceramente, não entendi essa pergunta.”</p> <p>Parte 2:</p> <p>Pergunta 1: “Concordo. Eu acredito que a reformulação da pergunta da Anscombe muda um pouco o que ela queria dizer. Na pergunta original: “Convenhamos: se você tivesse que escolher entre ferver um bebê e deixar algum desastre terrível acontecer a mil pessoas – ou a um milhão de pessoas, se um mil não é suficiente – o que você faria?” nesse formato, é implícito que não é você que irá matar milhares de pessoas, você irá deixar que um desastre aconteça, ou seja, você tem a opção de parar o desastre ou não, mas o desastre em si não é culpa sua. Já a questão sobre "ferver um bebê" já é culpa sua, já que o bebê não será fervido se você não agir. Dessa forma nos encontramos em um caso "deturpado" de Dilema de Trolley (ou Dilema do Bonde), com a diferença fundamental de que a sua ação acarreta a morte de mais pessoas.”</p> <p>A aplicação do Dilema de Trolley nessa questão se deve ao fato de que, o recém presidente Truman poderia apenas ter esperado o término da guerra (que já estava tecnicamente ganha), ou fazer uma ação e acarretar a morte de mais pessoas. Entretanto se olharmos do ponto de vista onde, matar mais japoneses acarreta em menos mortes americanas, então caímos no dilema original de Trolley.</p>

	<p>Pergunta 2: “Se essa decisão coubesse apenas a mim, eu não lançaria a bomba. Se, por algum motivo, fosse pressionado a ter que lançar a bomba, eu escolheria fazer em um local despovoado do Japão, apenas para exibição de poderio militar. Nas condições da época, em nenhuma circunstância, eu jogaria a bomba em uma área povoada com civis.”</p> <p>Pergunta 3: “Sim, já que provavelmente a ideia original fosse que a bomba nuclear seria um bomba potente, mas nem tanto, ela poderia ser utilizada apenas em um área de guerra direta, sem que afetasse a natureza ou os civis próximos a região. Mas, vendo a quantidade de energia liberada, os perigos à natureza e aos civis ficam evidentes e provavelmente eu tentaria dissuadir seu uso, ou pelo menos diminuir a sua potência.”</p> <p>Pergunta 4: “Mesmo que esse arrependimento não fosse instantâneo, eu acredito que seria impossível não carregar essa culpa até o fim da minha vida.”</p> <p>Pergunta 5: Ocorre devido à desintegração do núcleo de urânio em núcleos mais leves, a partir do bombardeamento com nêutrons, liberando uma enorme quantidade de energia. Esse ataque é considerado um símbolo do final da II Guerra Mundial.</p>
Aluno 2	<p>Parte 1:</p> <p>Pergunta 1: Sim. Eu teria aceitado, uma vez que é somente dentro do projeto que eu iria ter alguma chance de fazer alguma coisa. Se durante a organização do mesmo, se eu não concordasse com algo, ficaria muito mais fácil fazer algo que pudesse convencê-los a agir conforme o necessário. Caso eu não aceitasse, pouco eu iria poder fazer para evitar o pior de acontecer.</p> <p>Pergunta 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 6860J b) $6,099 \times 10^3$ c) $1,219 \times 10^8$ <p>Pergunta 3: Não entendi a pergunta</p> <p>Parte 2:</p> <p>Pergunta 1: “Para combater o argumento de que a bomba salvou mais vida do que matou, foi feita essa comparação por Anscombe. Pode parecer um absurdo pra gente quando estamos lendo a possibilidade de ferver um bebe. Porém, foi exatamente isso que aconteceu com diversos deles, ao terem contato com a explosão. Dessa forma, se você ameniza a morte dessas pessoas,</p>

	<p>automaticamente estamos amenizando o que parece um absurdo pra gente, como a possibilidade de ferver um bebe.”</p> <p>Pergunta 2: “Não teria. Como foi dito no texto, sempre há como buscar uma alternativa que não seja tão destrutiva. Eu acredito que poderia admitir o lançamento da bomba, se somente se, a bomba fosse jogada em lugares que não tinha civis. Para de certa forma ameaçar, e mostrar meu poder”.</p> <p>Pergunta 3: “Ficaria, mas acredito que para evitar que aconteça o mesmo comigo, iria de alguma forma mostrar para os meus inimigos que eu tinha aquele poder. Porque também acho que ignorar não é a melhor opção, uma vez que poderia ser usado contra mim.”</p> <p>Pergunta 4: “Com certeza. Mas se de alguma forma aquilo tenha ajudado a encerrar a guerra, iria talvez conseguir viver com isso.”</p> <p>Pergunta 5: Ocorre devido à desintegração do núcleo de urânio em núcleos mais leves, a partir do bombardeamento com nêutrons, liberando uma enorme quantidade de energia. Esse ataque é considerado um símbolo do final da II Guerra Mundial.</p>
Aluno 3	<p>Parte 1:</p> <p>Pergunta 1: “Se ele não tivesse aceitado, outro teria. Ninguém é insubstituível.</p> <p>Sim, eu teria aceitado. A única coisa que se sabe é o que aconteceu. O resto é especulação. Com as informações que se tinha na época, com a realidade da guerra, se eu não aceitasse outro aceitaria.</p> <p>Eu poderia me arrepender se aceitasse ou se não aceitasse. Não há como saber.</p> <p>Acho meio estranho ficar julgando atitudes de pessoas e fatos passados. Principalmente quando se leva em conta somente as consequências. As causas em sua completude são ignoradas. Se ele não tivesse aceitado, outro teria. Ninguém é insubstituível.</p> <p>Sim, eu teria aceitado. A única coisa que se sabe, é o que aconteceu. O resto é especulação. Com as informações que se tinha na época, com a realidade da guerra, se eu não aceitasse outro aceitaria. Eu poderia me arrepender se aceitasse ou se não aceitasse. Não há como saber.</p> <p>Acho meio estranho ficar julgando atitudes de pessoas e fatos passados. Principalmente quando se leva em conta somente as consequências. As causas em sua completude são ignoradas. Também se ignora a Teoria do Caos (como exemplo nos filmes de volta pata futuro e Efeito Borboleta).”</p> <p>Pergunta 2:</p> <p>a) 6860 J</p> <p>b) 6099 m</p>

c) $121,982 \times 10^6$ Km

Pergunta 3: Não entendi muito bem a essa pergunta, eu não faria nada.

Parte 2:

Pergunta 1: “A relação é entre jogar a bomba matando inocentes (como bebês) para se evitar mais mortes ou não jogar a bomba e matar milhares de pessoas.

Os soldados que foram obrigados a lutar na guerra sob pena de ser preso ou morto, eles estavam ali obrigados. Sua vontade não era livre, portanto ERAM INOCENTES TAMBÉM, bem como suas famílias. Eram vítimas da guerra, pois se convocados eram obrigados a se apresentarem sob pena de prisão ou pena de morte.

Portanto, essa comparação para mim é descabida. Ou se ferve um inocente ou se mata milhares de inocentes. A guerra é muito complexa para se resumir nessa frase.

Vítimas são todos as pessoas que estão no meio da guerra, seja civil ou militar, com exceção das pessoas que iniciaram a guerra ou tenham o poder de pará-la. , A moral não é universal, é diferente para cada povo, pois é baseada nos costumes e tradições. Por exemplo: a poligamia é imoral na maioria do ocidente e muito natural em vários países do oriente.

Em tempos de paz, é perfeitamente moral e legal o que a pessoa faça de tudo, até cometa homicídio, para defender a si e terceiros, por exemplo sua família. Quando se fala em sobrevivência não há que se falar em moral e ética.

Em tempos de guerra a moralidade cai por terra. Na guerra não há moralidade. Como existem vários lados e cada um controverso ao outro. Quando um país ataca o outro não há que se falar em moral. A moral que permanece é a que está dentro indivíduo. O que é moral para um não é para outro.

Na segunda guerra, os EUA atacaram o Japão que atacou a Coreia e a China e mantinha a população chinesa e coreana como trabalhadores escravos.

Os Soviéticos mataram e enterram em valas comuns 20 mil soldados poloneses. Alemanha usou mão de obra escrava de ucranianos e poloneses. Os Soviéticos estupraram e as mulheres alemãs, deportaram povos inteiros para Sibéria.

Na Guerra existe o caos, ao diálogo, a diplomacia já fracassaram. Cada país tem sua justificativa para fazer o que faz em nome dos seus objetivos.

Quando a guerra acaba, e começa a reconstrução do mundo, a “ética e a moralidade voltam a reinar” e aí começam os tribunais de guerra. Como o tribunal de Nuremberg. Hoje nosso tribunal Internacional Penal , mais conhecido como Tribunal Internacional de Crimes de Guerra fica em Haia, Países baixos.

A frase a “ética e a moralidade voltam a reinar” coloquei entre aspas, porque foi de forma muito relativa. Só foram julgados os líderes da Alemanha e Japão.

O EUA nunca foi julgado oficialmente pela bomba atômica.

	<p>George Orwell, brilhante escritor inglês, afirmou “A história é escrita pelos vencedores”</p> <p>A relação é entre jogar a bomba matando inocentes (como bebês) para se evitar mais mortes ou não jogar a bomba e matar milhares de pessoas.</p> <p>Os soldados que foram obrigados a lutar na guerra sob pena de ser preso ou morto, eles estavam ali obrigados. Sua vontade não era livre, portanto, ERAM INOCENTES TAMBÉM, bem como suas famílias. Eram vítimas da guerra, pois se convocados eram obrigados a se apresentarem sob pena de prisão ou pena de morte.</p> <p>Portanto, essa comparação para mim é descabida. Ou se ferve um inocente ou se mata milhares de inocentes. A guerra é muito complexa para se resumir nessa frase.</p> <p>Vítimas são todos as pessoas que estão no meio da guerra, seja civil ou militar, com exceção das pessoas que iniciaram a guerra ou tenham o poder de pará-la.”</p> <p>Pergunta 2: “Não tem como saber. As decisões que tomamos não são apenas racionais, o emocional conta muito. Eu não vivi essa experiência e por isso não tenho como responder. Baseado no que sei hoje eu faria o mesmo.</p> <p>A teoria do caos tem que ser levada em conta quando se fala em mudar algumas coisas na história.”</p> <p>Pergunta 3: “Eu ficaria em dúvida porque ele viu um pouco do que a bomba poderia fazer, mas não teve a certeza se seria somente aquilo ou o estrago poderia ser muito além do que ele viu. Tipo a destruição de um continente inteiro.”</p> <p>Pergunta 4: “Exatamente a mesma resposta da segunda questão.”</p> <p>Pergunta 5: Ocorre devido à desintegração do núcleo de urânio em núcleos mais leves, a partir do bombardeamento com nêutrons, liberando uma enorme quantidade de energia. Esse ataque é considerado um símbolo do final da II Guerra Mundial.</p>
Aluno 4	<p>Parte 1:</p> <p>Pergunta 1: “Olhando de uma perspectiva de que dentro do projeto Oppenheimer poderia interferir na criação das bombas, no sentido de atrasar, convencer do contrário, ter voz, acho que ele deveria ter aceitado. Eu aceitaria pelo mesmo motivo.”</p> <p>Pergunta 2:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) 6860 j b) $\sim 6,099 \times 10^3$ m c) $1,219 \times 10^8$ m <p>Pergunta 3: “Que tipo de pergunta é essa?”</p> <p>Parte 2:</p>

	<p>Pergunta 1: "Independente de tudo, fazer o mal para evitar outro mal, é errado". Essa é a ideia! Nenhum dos meios é minimamente justificável, a vida de um não é a vale mais que a do outro.</p> <p>Pergunta 2: “Não teria coragem de mandar a bomba, a vida de ninguém é mais valiosa do que outra para achar que tenho o poder sobre elas.”</p> <p>Pergunta 3: “Sim, pois além das vidas que seriam tiradas, os danos aos territórios podem ser irreparáveis, perdendo o sentido da conquista de território. “</p> <p>Pergunta 4: “Sim.”</p> <p>Pergunta 5: Ocorre devido à desintegração do núcleo de urânio em núcleos mais leves, a partir do bombardeamento com nêutrons, liberando uma enorme quantidade de energia. Esse ataque é considerado um símbolo do final da II Guerra Mundial.</p>
Aluno 5	<p>Parte 1:</p> <p>Pergunta 1: “Até onde se sabe Oppenheimer era um dos grandes nomes da física teórica de sua geração e recebeu o convite para liderar o projeto Manhattan com certa surpresa. De certa forma, pouco se sabia sobre a dimensão do projeto e quais seriam seus impactos, mas a ameaça nazista talvez tenha sido utilizada como um pano de fundo ideal para motivar os cientistas escolhidos a participar do projeto. A decisão de Oppie em participar do projeto Manhattan talvez tenha o mesmo peso que as demais decisões de outros cientistas, pois ele até poderia optar por não participar só isso implicaria em assistir de braços cruzados uma possível vitória nazista. Logo, frente a carga emocional que pairava sobre os ombros de Oppie, acredito que ele ter aceitado o convite seja uma escolha correta, por que isso condiz com a defesa de construção de um mundo mais pacífico ao qual ele se dedica após os eventos de 1945. Portanto, assim como Oppie, teria aceitado o convite e me dedicado, posteriormente, à defesa de um mundo melhor.”</p> <p>Pergunta 2:</p> <p>a) Considere E_{pg} = Energia potencial gravitacional. Feito isso, Sabemos que</p> $E(pg) = mgh,$ <p>Daí como:</p> $m = 70 \text{ kg},$ $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ $h = 10 \text{ m encontramos}$

$E_{pg} = (70)(9,8)(10)$, logo obtemos que

$$E_{pg} = 6.860 \text{ J}$$

- b)** Considere E_p = Energia potencial. Note que temos a informação que 1 kg de TNT equivale a $4,184 \times 10^6 \text{ J}$. Daí, por definição, podemos usar o conceito de sistema conservativo para escrever que:

$$E_p = mgh,$$

Pelo enunciado da questão temos que

$$E_p = 4,184 \times 10^6 \text{ J}.$$

Isolando h temos que:

$$h = (4,184 \times 10^6 \text{ J}) / 70 * (9,8) \text{ kgm/s}^2$$

$$h = (4,184 \times 10^6 \text{ J}) / 686 \text{ kgm/s}^2 .$$

$$\text{Daí, } h = (4,184 \times 10^6 \text{ J}) / 0,000686 \times 10^6 \text{ kgm/s}^2$$

Portanto, temos o resultado aproximado de $h = 6.099 \text{ m}$

- c)** Temos a informação que 1 kton (quiloton) equivale a $4,184 \times 10^9 \text{ J}$. No enunciado é dito que a bomba chamada de “Trinity” produziu cerca de 20 kton, daí temos que a energia produzida por essa bomba equivale a

$$E_p = (20) * (4,184 \times 10^9) = 83,68 \times 10^9 \text{ J} .$$

Procedendo de modo análogo ao item anterior temos que:

$$h = (83,68 \times 10^9 \text{ J}) / 686 \text{ kgm/s}^2. \text{ Daí, } h = (83,68 \times 10^9 \text{ J}) / 0,00000686 \times 10^9 \text{ kgm/s}^2$$

Portanto, temos o resultado aproximado de $h = 121.982.507,2886297 \text{ m}$, Temos a informação que 1 kton (quiloton) equivale a $4,184 \times 10^9 \text{ J}$. No enunciado é dito que a bomba chamada de “Trinity” produziu cerca de 20 kton, daí temos que a energia produzida por essa bomba equivale a

$$E_p = 83,68 \times 10^9 \text{ J} .$$

Procedendo de modo análogo ao item anterior temos que:

$$h = (83,68 \times 10^9 \text{ J}) / 686 \text{ m/s}^2.$$

$$\text{Daí, } h = (83,68 \times 10^9 \text{ J}) / 0,000000686 \times 10^9$$

Portanto, temos o resultado aproximado de

$$h = 121.982.507,2886297 \text{ m}$$

Pergunta 3: “A pergunta feita na questão é controversa, o que, conseqüentemente, gera uma resposta nada simples. É evidente que nenhum dos dois caminhos descreve uma escolha correta, se olharmos com os olhos do presente para o passado. As implicações e conseqüências são devastadoras, mas, no contexto onde essas escolhas foram feitas, o peso da escolha tinha como contrapeso situações inimagináveis. Construir uma bomba atômica não deveria ser visto como a “solução” para se ganhar uma guerra, mas, naquele contexto, acabou se tornando um caminho inevitável. Talvez, o maior legado que tudo isso nos deixa seja não permitir que uma cenário similar a este venha a se repetir no futuro, para que não tenhamos que fazer escolhas tão drásticas quanto a desta pergunta.”

Parte 2:

Pergunta 1: “Concordo com o argumento de Anscombe, presente no texto., quando afirmar que “em hipótese alguma, tirar a vida de inocentes por questões de idolatria ou simplesmente soberania é errado”. A corrida pela construção da bomba atômica foi algo “estratégico” e “necessário” frente a possibilidade dos nazistas estarem desenvolvendo algo similar, mas não havia necessidade alguma do ataque feito ao Japão. Atacar o Japão, nas condições em que o país se encontrava naquela altura, teve apenas o simbolismo de sinalizar a antiga URSS o poder bélico que os EUA detinha. Nesse sentido, naquele momento iniciava-se um novo conflito que tinha como principal alvo o controle político e econômico do mundo. Portanto, Truman erra em sua escolha de atacar o Japão.

Pergunta 2: “Não. Como dito na resposta anterior, acredito que as principais motivações para atacar o Japão sejam políticas e econômicas. Um ataque direto, com essa magnitude, serviu apenas para mostrar o poder bélico dos EUA, indicando que, a partir daquele momento, o mundo tinha um novo “senhor feudal”. Então, se estivesse no lugar de Truman - tendo a oportunidade de ver o teste feito com a bomba “trinity” - não haveria razões para permitir um ataque destrutivo ao Japão. Segundo consta em algumas bibliografias, uma grande maioria dos cientistas se arrependeram dos trabalhos prestados, no Projeto Manhattan, quando viram o resultados de seus esforços emergir em uma tremenda bola de fogo no horizonte. Portanto, ser contra o ataque desnecessário ao Japão nada mais é que ser a favor de um mundo pacífico, onde armas bélicas jamais deveria ser usadas outra vez.”

	<p>Pergunta 3: “Sim, ficaria em dúvida. As razões, novamente, estão vinculadas às respostas anteriores. Talvez, em teoria, os cientistas que trabalhavam no Projeto Manhattan não conseguiam mensurar os impactos daquilo que estavam desenvolvendo. Na hora do teste empírico foi quando, finalmente, eles puderam ver o alcance de seus esforços. Logo, frente ao resultado de “trinity”, a dúvida sobre o uso daquela arma era algo natural, pois, se os impactos da explosão no teste já foram assustadores, o que aconteceria se aquela mesma onda de choque atingisse uma cidade?”</p> <p>Pergunta 4: “Sim, com toda certeza me arrependeria. Novamente, construir a bomba - no momento da criação do Projeto Manhattan - envolvia combater um inimigo poderoso que eram os nazistas. Nesse sentido, uma vez que a Alemanha havia se rendido e a guerra com o Japão já estava em seu desfecho final, a motivação inicial do Projeto Manhattan não existia mais. Talvez, frente ao resultado do teste de Trinity, o novo propósito deste projeto fosse impedir que novas armas de destruição em massa fossem construídas, sendo que muitos cientistas, após os ataques feitos às cidades japonesas, dedicaram suas vidas a esta causa. Portanto, o que aconteceu é que Oppenheimer vislumbrou um futuro onde uma guerra nuclear poderia acontecer, levando a destruição de todo o mundo. Segundo consta em algumas fontes, Oppie disse ao presidente Truman que “sentia que havia sangue em suas mão”. Talvez este sentimento seja comum para todos os cientistas que trabalharam naquele projeto.”</p> <p>Pergunta 5: Ocorre devido à desintegração do núcleo de urânio em núcleos mais leves, a partir do bombardeamento com nêutrons, liberando uma enorme quantidade de energia. Esse ataque é considerado um símbolo do final da II Guerra Mundial.</p>
Aluno 6	<p>Parte 1:</p> <p>Pergunta 1: “Acredito que deveria ter aceitado. Criar uma bomba, desde que o outro lado também esteja construindo uma, poderia fazer com que todos pensassem na possibilidade de todos serem prejudicados, e se preocuparem com as consequências.”</p> <p>Pergunta 2:</p> <p>a) 6860 J</p> <p>b) Aproximadamente 6100m</p> <p>c) Aproximadamente $121,982 \cdot 10^6$</p> <p>Pergunta 3: “São opções nada agradáveis de se escolher. Sabendo da quantidade de energia liberada, o ideal seria não usar a bomba.”</p> <p>Parte 2:</p>

	<p>Pergunta 1: “Concordar com a ideia é um pouco estranho eu diria. Escolher entre essas duas opções é complicado, se tem opções de como usar, deveria ter opções de não utilizar. Entre escolher em quem jogar, é preferível não jogar em ninguém. Uma boa opção seria manter essa bomba guardada no estoque bélico do país por exemplo. Se todos os países envolvidos sabem que o "inimigo" tem o mesmo potencial ou algo parecido, pensariam mais vezes para começarem uma guerra e/ou conflito.”</p> <p>Pergunta 2: “Não teria coragem pra admitir. Diante do poder de destruição que a bomba causa, é impossível atingir somente os militares e ferir vários para prejudicar as forças armadas inimigas, não é uma opção válida. Aliás, nenhuma forma de acabar com a vida de outra pessoa é válida, não que eu seja contra a pena de morte, mas isso é outro caso, em que somente os culpados são atingidos.”</p> <p>Pergunta 3: “Sim. Visto a gravidade do dano da bomba, utilizar ela seria catastrófico, e não teria nenhum fruto científico utilizá-la para este fim.”</p> <p>Pergunta 4: “Se tratando que foi usada para este fim terrível, eu me arrependeria. Se pensarmos pelo lado do desenvolvimento científico, não sei se arrependeria. Portanto, não dá pra saber sobre o desenvolvimento da ciência em tão curto prazo, dessa forma me arrependeria.”</p> <p>Pergunta 5: Ocorre devido à desintegração do núcleo de urânio em núcleos mais leves, a partir do bombardeamento com nêutrons, liberando uma enorme quantidade de energia. Esse ataque é considerado um símbolo do final da II Guerra Mundial.</p>
Aluno 7	<p>Parte 1:</p> <p>Pergunta 1: “Sobre a primeira pergunta: como os nazistas não conseguiram produzir uma arma nuclear, pode-se dizer que ele não deveria ter aceito o convite. Mas no contexto em que ele se situava, essa informação privilegiada não estava ao seu alcance, afinal a história estava acontecendo. Então, talvez por medo de um desastre maior - uma arma nuclear na mão dos nazistas - a sua escolha em participar do projeto possa ser justificada.”</p> <p>Todavia, podemos ainda questionar sua aceitação mediante as condições em que o projeto foi desenvolvido. Explico. Conseguir colocar a teoria da fissão nuclear em prática, claro, era um passo bem complicado que precisava de uma equipe, mas o poder destrutivo que o produto final dessa aplicação teria, tendo em vista que Oppenheimer tinha um bom conhecimento de física teórica, era reconhecido por ele. Logo, Oppenheimer podia ter negociado ou barganhado em cima de sua indicação para dirigir o projeto; ele tinha boas qualidades para tal posição. A título de exemplo, digamos que ele aceitaria dirigir o projeto se a bomba fosse utilizada apenas para demonstrar superioridade bélica, caso contrário, ele recusaria a proposta; ou dirigiria se houvesse um acordo garantindo que, caso o</p>

Eixo se rendesse, o projeto seria encerrado. E a partir desses exemplos podemos pensar em diversas cláusulas.

Podemos ainda nos perguntar se a permanência de Oppenheimer no projeto é justificada. Será que, mesmo após ser informado sobre a rendição da Alemanha, era viável se manter na direção do projeto? Sabemos que a detonação da bomba foi feita após essa notícia ser informada a ele. Bem, mesmo que ele não tivesse autoridade para evitar a detonação da bomba, talvez poderia desligar-se do projeto naquele momento.

Mesmo eu sabendo do contexto social em que Oppenheimer estava inserido, sou inclinado a dizer que não aceitaria o convite. Justifico essa escolha dizendo que ela baseia-se em princípios morais individuais. Por mais que a situação fosse horrível, eu não me sujeitaria a liderar um projeto sabendo, assim como Oppenheimer sabia, que seu produto final seria utilizado para dizimar milhares de pessoas em frações de segundo.

Pergunta 2:

- a) $6,86 \times 10^3$ J.
- b) 6,1 km.
- c) $h_b = 1,22 \times 10^8$ m.

Uma comparação interessante é entre h_b e a altura de uma órbita média terrestre. Esta última possui um valor igual a $h_o = 3,6 \times 10^7$ m. Vemos, então, que $h_b > h_o$.

Pergunta 3: “Ciente das proporções energéticas da bomba atômica e, conseqüentemente, de seu potencial destrutivo, era de se esperar que, independente da justificativa, essa arma jamais recebesse autorização de uso. Infelizmente, não foi o que ocorreu.

Um exercício mental interessante é o seguinte: se colocássemos os atuantes e responsáveis pelo projeto Manhattan, penso eu, para responder a essa pergunta, eles não escolheriam nenhuma das duas opções; todavia, tiveram que ver o produto de seu projeto atuar nas duas opções: matar milhares pessoas e, ao mesmo tempo, ferver bebês, o que é tanto quanto irônico e triste.

Eu burlaria a pergunta e buscaria uma terceira alternativa em que pudesse evitar os danos ao bebê e às milhares de pessoas, ou ao menos minimizá-las.”

Parte 2:

Pergunta 1: “A relação entre a pergunta e a decisão de lançar ou não a bomba reside na ambigüidade de causar algum mal independente da escolha que se faça. Escolha ferver um bebê para salvar milhares de vida, repousando em um argumento quantitativo, afinal a margem líquida de vida após a escolha serão milhares de vida menos uma, ou escolha salvar um bebê a preterir as milhares outras, argumentando que o bebê tem uma vida inteira pela frente ou que possui

algun afeto por ele; em ambos os casos, o mal será feito a alguém. O paralelo com a bomba é direto: lançá-la em cidades iria matar diversos civis, inclusive bebês; não lançá-la, segundo a perspectiva da época, permitiria uma resistência do Eixo e resultaria em mais guerra durante a invasão no território japonês e, conseqüentemente, mais mortes. Portanto, tanto lançar a bomba nas cidades quanto não o fazer levaria a mais mortes. E assim recuperamos a ambigüidade da escolha entre o bebê e as milhares de pessoas.

Todavia, podemos trazer valores morais, baseados no primeiro capítulo do livro "Elementos da filosofia moral" de James e Stuart Rachels, para responder a pergunta. Para os autores, há uma concepção mínima de moralidade: tomar decisões baseando-se na razão e ponderar igualmente as influências dessas decisões na vida daqueles que serão afetados por elas. Além disso, utilizando alguns exemplos, eles concluem que há alguns princípios morais, entre os quais temos: não matar uma pessoa para salvar outra e que toda vida humana é sagrada. Estes dois já são o suficiente para afirmarmos que ambas escolhas, tanto ferver o bebê para salvar as milhares quanto não salvar as milhares e ferver o bebê, ferem os princípios morais. Logo, seguindo a razão e os dois princípios morais, somos levados a crer que nenhuma opção entre as duas deve ser escolhida. A melhor opção seria buscar uma outra opção de modo a evitar os danos ao bebê e às milhares de pessoas.

Concluo, agora, dando minha posição sobre o lançamento da bomba. Seguindo a ideia do próprio texto fornecido para leitura e a conclusão do parágrafo anterior, digo que eu tentaria buscar uma outra alternativa de modo que evitasse mais mortes, tal como lançar a bomba em um território inóspito como aviso, ou apenas declarar vitória de guerra, já que naquele momento - antes mesmo da detonação da bomba - a Alemanha já havia se rendido na Europa.”

Pergunta 2: “Não. E nem é preciso muito esforço para justificar a escolha. Basta ter como princípio a própria ideologia estadunidense: seus alvos eram puramente militares; qualquer ataque a civis era fortemente repudiado. Devido à aniquilação causada pela bomba, era praticamente impossível restringir o ataque a apenas alvos militares; o potencial destrutivo da bomba se estendia à escala de cidades. Assim, ao admitir o lançamento da bomba, o ideal estadunidense seria infringido, o que por si só já é uma contradição.”

Pergunta 3: “Sim. Pois ali, frente a ele, durante a explosão, estava o prenúncio de morte e destruição.

Presenciar o ato destrutivo dessa arma nuclear e, mesmo assim, apoiar que ela fosse utilizada para ferir e matar outros seres humanos beira a irracionalidade.”

Pergunta 4: “Com certeza. E diferentemente do presidente Truman, eu não conseguiria dormir como um bebê na noite em que o acordo do lançamento da bomba foi assinado: afinal, eu teria contribuído para a morte de milhares de pessoas, e faria isso utilizando a ciência, que deveria ser uma forma de buscar conhecimento cujo intuito fosse melhorar e salvar vidas. Se não me arrepender por isso, dificilmente me arrependa por outra coisa.

	<p>E fica claro o arrependimento de Oppenheimer ao ver que ele dedica sua vida após o lançamento da bomba a averiguar as relações entre sociedade e a ciência.”</p> <p>Pergunta 5: Ocorre devido à desintegração do núcleo de urânio em núcleos mais leves, a partir do bombardeamento com nêutrons, liberando uma enorme quantidade de energia. Esse ataque é considerado um símbolo do final da II Guerra Mundial.</p>
Aluno 8	<p>Parte 1:</p> <p>Pergunta 1: “Não até onde se sabe, ele não tinha a ideia do poder de destruição de uma bomba nuclear. Por isso, creio que uma de suas motivações em participar do projeto tenha sido esta. Bom, uma vez que ele estava de posse dos cálculos e provavelmente sabia do impacto que uma bomba nuclear poderia ter, ele deveria ter recusado, pois os cálculos mostram que as consequências seriam muito graves.”</p> <p>Pergunta 2:</p> <p>a) $E = 6860J$</p> <p>b) $h = 6,1km.$</p> <p>c) Se ela fosse atingida por uma bomba atômica e se todo o calor liberado fosse transformado em energia cinética, teríamos $h = 122km.$</p> <p>Pergunta 3: “Em virtude do que os cálculos mostram ferver um bebê seria minha primeira opção.”</p> <p>Parte 2:</p> <p>Pergunta 1: “Não tenho a menor ideia. Não concordo com a decisão de lançar a bomba, embora esta seja uma decisão completamente política e não científica. De posse das implicações quantitativas e negativas da bomba atômica, minha decisão seria ferver um bebê, pois reforçando, os cientistas que participaram do projeto, muito provavelmente, sabiam estimar os estragos da explosão de uma bomba atômica. Acredito também, que à ameaça Nazista tenha pesado em todo o processo, desde os primeiros rumores de que a Alemanha estava construindo uma bomba atômica, até a sua fatídica construção pelos norte-americanos . Porém, a decisão em lançar a bomba nas cidades japonesas, na minha opinião, foi uma represália ao ataque da base naval norte-americana. Truman deve ter pensado o seguinte: se eu não lançar esta bomba, com certeza pode haver alguma revolta das famílias dos soldados que morreram na base e de uma parcela majoritária da população contra o estado. “Eles mataram muita gente lá e você não fez nada? ”, “Estamos perdendo muitos homens e navios com os ataques kamikazes dos japoneses, o que fazemos Sr. Presidente?” Logo, outra coisa que acho que também pesou, foi acompanhar de perto os aviões japoneses indo de encontro os porta-aviões, matando muitos homens. Acho que estas cenas e o fato</p>

	<p>de que o Japão não estava disposto a se render, com alguma certeza, despertou a utilização da bomba, era preciso acabar com a guerra, com fim foi extremamente trágico para a história da humanidade.”</p> <p>Pergunta 2: “Não entendi a pergunta. Não tem sentido para mim. Em uma de nossas reuniões virtuais, uma das colegas chegou a dizer que em tempos de guerra a situação nos países em guerra muda completamente de figura. Vendo por esse lado, concordo com ela, porque existe uma certa tensão no ar entre aqueles que estão em guerra. Por exemplo, se os soldados de ambos os países se encontrarem, eles não irão hesitar em atirar um no outro. Por esse motivo, o lançamento da bomba é uma questão muito complexa a se responder. Você tem que analisar cada detalhe, vários fatores, dos políticos aos sociais.”</p> <p>”</p> <p>Pergunta 3: “Com toda certeza ficaria em dúvida. Sim ficaria e acredito que não teria coragem. Com a explosão, o choque de realidade é muito maior do que na interpretação da estimativa do poder de detonação. O choque ao ver o potencial destrutivo da bomba, matando milhares de inocentes. Era a de construir a bomba. De não ter construído.”</p> <p>Pergunta 4: “Sim, me arrependeria, pois poderia ter evitado a morte de cerca de 250 mil pessoas inocentes. Não. A Alemanha já havia sido derrotada em Março de 1945, mas o Japão ainda estava em guerra até Agosto, o mês das fatídicas explosões.”</p> <p>Pergunta 5: Ocorre devido à desintegração do núcleo de urânio em núcleos mais leves, a partir do bombardeamento com nêutrons, liberando uma enorme quantidade de energia. Esse ataque causou perplexidade por ser desferido contra um país que havia permanecido neutro na II Guerra Mundial.</p>
Aluno 9	<p>Parte 1:</p> <p>Pergunta 1: Estamos novamente no mesmo dilema das questões anteriores, e digo que por questões políticas, como pronunciados antes, eu participaria.</p> <p>Pergunta 2:</p> <p>a) 6860J</p> <p>b) 6099,125 m</p> <p>c) 121982507,289 m</p> <p>Pergunta 3: Ferteria um bebê.</p> <p>Parte 2:</p> <p>Pergunta 1: “Não faria nenhum dos dois, primeiramente tentaria colocar em prática as opções apresentadas no texto. Se elas falharem, e qualquer outro tipo</p>

de acordo pacífico falhasse, tentaria minimizar o máximo possível do impacto usando apenas uma bomba e ainda diminuindo a quantidade de urânio. Talvez um ataque em pequenas porções por vez faria o Japão desistir.”

Pergunta 2: “Teria somente se as opções de acordo tivesse falhado. A resposta anterior sustenta essa pergunta, sendo que na pior das hipóteses a única opção seria usá-la.”

Pergunta 3: “Com certeza ficaria, e por mais frio que fosse qualquer outra pessoa que estivesse no lugar de Oppenheimer, duvido que ela não ficaria também frente a quantidade de energia liberada por algo nunca visto antes.”

Pergunta 4: “Isso é algo que ele deveria ter pensado antes mesmo de ter aceito ser coordenador do projeto. Não adianta se arrepender de algo que já está feito.”

Pergunta 5: Ocorre a partir da combinação de núcleos de urânio enriquecido com nêutrons, formando núcleos mais pesados e liberando uma enorme quantidade de energia. Esse bombardeio foi uma resposta aos ataques do Japão a Pearl Harbor.

DESTINO DA FÍSICA NUCLEAR NO BRASIL

Aluno	Argumento
Aluno 1	<p>Pergunta 1: A principal vantagem a meu ver é a geração de energia - relativamente- limpa, que não polui a atmosfera, outras vantagens importantes são, a eficiência na quantidade de energia liberada por quantidade de material e a grande base de conhecimentos sobre Física Nuclear que disponibilizamos hoje em dia. A principal desvantagem conhecida pela maioria da população é o risco para a natureza e população, caso alguma dessas usinas venha a ter algum problema, apesar que a chance de isso acontecer é baixíssima e existem várias usinas nucleares em funcionamento pelo mundo.</p> <p>Eu sou extremamente a favor do investimento no uso desse tipo de energia para fins pacíficos, como a geração de energia elétrica e fins tecnológicos não-bélicos.</p> <p>Pergunta 2: Eu não sou a favor de que todos os países tenham domínio de armas nucleares. Na minha opinião nenhuma nação no mundo deveria ter acesso, entretando como já existem países com o domínio dessa tecnologia, creio que a disseminação para demais países deva ser desencorajada.</p> <p>Pergunta 3: Acredito que o Governo Brasileiro deveria investir em energia nuclear e demais tecnologias não-bélicas e se manter no Tratado de Não Proliferação de Armas Nucleares.</p>
Aluno 2	<p>Pergunta 1: É importante destacar que, apesar de ser um tipo de energia que já gerou muitas catástrofes, a energia nuclear ainda assim é uma fonte na geração de energia. Além de causar nenhum efeito estufa e nem chuvas ácidas, é fácil de transportar como combustível. No entanto, a formação de resíduos nucleares perigosos e a emissão causal de radiações causam a poluição radioativa, e podem causar efeitos negativos a longo prazo. E já que temos ainda várias formas sustentáveis de se obter energia, porque não optar por elas? Com isso, não recomendaria a sua utilização.</p> <p>Pergunta 2: Todos devem ter esse conhecimento. Não podemos confiar um conhecimento tão importante nas mãos de um país ou cientistas em específico. Quanto mais pessoas estudam sobre um assunto, acredito que menos chances temos de utilizar desse conhecimento de maneira imoral e errada, uma vez que são as discussões que nos fazem refletir e evoluir nossa forma de pensar.</p> <p>Pergunta 3: Acredito que o Brasil deveria entrar no tratado de não proliferação de armas nucleares, de forma que pudessem pesquisar sobre a possibilidade de se obter energia nuclear algum dia, mas sem a possibilidade da fabricação de armas.</p>

Aluno 3	<p>Pergunta 1: VANTAGENS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abundância do urânio, enquanto elemento essencial na produção da energia nuclear. Assim, não há risco de escassez evidente. • Não utilização de combustíveis fósseis, o que significa que não há emissão dos gases poluentes responsáveis pelo efeito estufa, os quais seriam os causadores do aquecimento global. • As usinas não dependem de condições climáticas para seu funcionamento, como ocorre com usinas eólicas e hidrelétricas, por exemplo. • As usinas podem ser instaladas próximas aos centros urbanos, pois funcionam com modernos sistemas de segurança, não oferecendo grandes riscos. Há um sistema de controle da emissão de radiação ao entorno das usinas e, caso ocorra um vazamento, é emitido um alerta. • Baixo custo da produção desse tipo de energia, justamente pela abundância do urânio. É um combustível mais barato que muitos outros como por exemplo o petróleo, o consumo e a procura ao petróleo fez com que o seu preço disparasse, fazendo assim, com que o urânio se tornasse um recurso, comparativamente com o petróleo, um recurso de baixo custo. • É uma fonte mais concentrada na geração de energia, um pequeno pedaço de urânio pode abastecer uma cidade inteira, fazendo assim com que não sejam necessários grandes investimentos no recurso. • Não causa chuvas ácidas; • É fácil de transportar como novo combustível; • Tem uma base científica extensiva para todo o ciclo. • Permite reduzir o déficit comercial. • Permite aumentar a competitividade. <p>DESVANTAGENS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Os acidentes têm sérias consequências. Os sistemas de segurança das usinas nucleares são de alto nível tecnológico. No entanto, o componente humano sempre tem um certo impacto. Diante de um evento imprevisto, as decisões tomadas nem sempre são as melhores. Temos dois bons exemplos em Chernobyl e em Fukushima. • Uma grande desvantagem é a gestão de resíduos nucleares. O lixo nuclear leva muitos e muitos anos para perder sua radioatividade e perigo. Existem soluções de confinamento, mas não podem desaparecer. • O investimento inicial de uma usina nuclear é muito alto. • Ao contrário de outras opções de energia, a energia nuclear não é renovável porque o urânio deve ser extraído e não é regenerado • Ser uma energia não renovável, como referido anteriormente, torna-se uma das desvantagens, visto que o recurso utilizado para produzir este tipo de energia se esgotará futuramente. • As elevadas temperaturas da água utilizada no aquecimento causa a poluição térmica pois esta é lançada nos rios e nas ribeiras, destruindo assim ecossistemas e interferindo com o equilíbrio destas mesmas.
---------	---

- A formação de resíduos nucleares perigosos e a emissão causal de radiações causam a poluição radioativa, os resíduos são um dos principais inconvenientes desta energia, visto que atualmente não existem planos para estes resíduos, quer de baixo ou alto nível de radioatividade, estes podem ter uma vida até 300 anos após serem produzidos podendo assim prejudicar as gerações vindouras.
- Pode ser utilizada para fins bélicos, para a construção de armas nucleares, está foi uma das primeiras utilizações da energia nuclear, os fins bélicos são a grande preocupação nível mundial, porque projetos nucleares como o do Irã, que ameaçam a estabilidade económica e social.
- O plutónio 239 leva 24.000 anos para ter sua radioatividade reduzida à metade, e cerca de 50.000 anos para tornar-se inócuo.
- Os seus efeitos, visto que na existência de acidentes, as consequências deste iram fazer-se sentir durante vários anos, visto que a radioatividade continuará a ser libertada durante vários anos.

Pergunta 2: As armas nucleares são uma ameaça ao planeta e a existência humana. Na segunda guerra mundial, apenas os EUS possuíam tal arma. Hoje, vários países possuem a bomba e outros não tem a bomba, mas possuem tudo para fabricar. No caso de uma guerra nuclear, a destruição seria em nível planetário. Por isso, em relação a primeira pergunta eu sou contra.

O conhecimento não causa guerra nem destruição. O conhecimento nas mãos de alguns países daria a eles um certo poder sobre os demais. Por isso sou a favor do conhecimento de todos, para diminuir o poder de poucos.

Pergunta 3: Não vivemos num mundo pacífico. Assim, sou a favor que o Brasil tenha armas de guerras para defender seu povo, sua nação. Para que não aconteça aqui o que acontece em países em guerra: homens mortos, mulheres estupradas e crianças escravizadas. Porém, hoje em dia existem armas muito mais modernas que as bombas nucleares e com menor poder de destruição global. Sendo assim, não creio que a bomba atômica seja uma opção.

As energias ditas renováveis, não são tão renováveis assim. Um exemplo são as hidrelétricas. Elas causam um impacto ambiental onde são construídas, no ecossistema do rio também um impacto ambiental e socio econômico nos lugares em que o rio passa depois das hidrelétricas. Outro exemplo é a energia eólica que causam impactos sobre a fauna, principalmente morcegos e aves, que controlam pragas. Eles se chocam contra as pás das hélices e morrem.

Na energia solar o problema está na produção das células fotovoltaicas, já que são necessárias atividades de mineração que podem gerar contaminação de águas superficiais, remoção de vegetação, contaminação dos solos, evasão forçada de animais silvestres previamente existentes na área de extração mineral etc. Além desses, para produzir as células solares é necessária uma enorme quantidade de energia .

Sendo assim, percebemos existem problemas em todo o tipo de geração de energia.

	<p>No Brasil, mais da metade da produção da energia é feita em hidrelétricas. E passamos por grandes períodos de secas e baixa de rios. Isto posto e sabendo todo o tipo de geração de energia tem problemas, a energia nuclear é uma forte candidata para resolver os problemas energéticos.</p> <p>O tratado de não proliferação de armas é um grande engodo. Uma hipocrisia política.</p> <p>1º - A China domina a tecnologia nuclear e estimativas dão conta de que possui perto de 300 ogivas em operação e os mísseis intercontinentais para carregá-las. No entanto está no TNP, mas Xi Jinping não permite a inspeção da AIEA em seu território e não sofre punição.</p> <p>2º Os EUA dominam a tecnologia nuclear, saíram do tratado e não sofreram punição.</p> <p>3º Só a punição aos países de menor força política. Por exemplo, em 1997 o Brasil não assinou o Protocolo Adicional do Tratado de Não Proliferação Nuclear (TNP), que permitiria inspeções não programadas em suas unidades de enriquecimento de urânio. A adesão é voluntária, mas o Brasil foi pressionado pelas cinco potências atômicas: EUA, Rússia, França e Reino Unido, a aderir. As potências não têm a obrigação de submeter todas as suas instalações a inspeções.</p> <p>Apesar de acreditar que esse tratado é uma hipocrisia, não vejo motivo para o Brasil não continuar no tratado uma vez que não tenha a intenção de fabricação de bombas nucleares, o que é proibido pela nossa constituição.</p> <p>CBF/88 – art. 21- XXIII – a) Toda atividade nuclear em território nacional somente será admitida para fins pacíficos”.</p>
Aluno 4	<p>Pergunta 1: Vou colocar algumas vantagens e ao mesmo tempo desvantagens que irão justificar minha opinião.</p> <p>Vantagem 1: "É um combustível mais barato que muitos outros como por exemplo o petróleo, o consumo e a procura pelo petróleo fez com que o seu preço disparasse, fazendo assim, com que o urânio se tornasse um recurso, comparativamente com o petróleo, um recurso de baixo custo."</p> <p>Desvantagem 1: "Ser uma energia cara, visto que tanto o investimento inicial, como posteriormente a manutenção das energias nucleares são de elevados custos, até mesmo o recurso minério, visto que existem países que não o possuem, ou não em grande abundância, tendo assim, que comprar a países externos."</p> <p>Temos uma dualidade de ideias, uma hora é barato em relação ao petróleo, outro é caro em relação a manutenção. Levando em conta que já temos o petróleo e a mão de obra, não acho que compensa mexer com uma energia tão cara em termos de instalação e manutenção.</p> <p>Vantagem 2: "Não causa nenhum efeito de estufa ou chuvas ácidas;"</p>

	<p>Desvantagem 2: "As elevadas temperaturas da água utilizada no aquecimento causa a poluição térmica pois esta é lançada nos rios e nas ribeiras, destruindo assim ecossistemas e interferindo com o equilíbrio destas mesmas."</p> <p>Um mal não justifica o outro. Pode evitar algumas coisas mas piorar mais outras.</p> <p>Vantagem 3: "É uma fonte de energia segura, visto que até a data só existiram dois acidentes mortais."</p> <p>Desvantagem 3: "O risco de acidente, visto que qualquer falha humana, ou técnica poderá causar uma catástrofe sem retorno, mas atualmente já existem sistemas de segurança bastante elevados, de modo a tentar minimizar e evitar que estas falhas existam, quer por parte humana, quer por parte técnica."</p> <p>A própria desvantagem 3 diz sobre o sistema de segurança estar bastante elevado, não acho que aja problemas quanto a isso se tudo for bem feito.</p> <p>Pergunta 2: Como eu já disse, ter um vasto conhecimento e usá-lo para o mal é inviável. Acho que nenhum país deveria possuir armas nucleares, mas pesquisas acerca de como a energia nuclear pode ser usada de forma mais segura e eficaz é completamente plausível.</p> <p>Pergunta 3: Devem investir na energia nuclear e continuar na TNP.</p>
Aluno 5	<p>Pergunta 1: Acredito que as vantagens estejam ligadas a produção de energia para países, ou áreas, onde não há recursos hídricos, eólicos ou solar. Usinas termonucleares são capazes de produzir grandes quantidades de energia, o que é um ponto positivo, mas existe o risco da instabilidade dos geradores causarem uma grande explosão. Algo próximo a isso aconteceu na URSS, no trágico episódio de Chernobyl. Isto sem contar que o descarte do lixo radioativo também é um problema que deve ser considerado, afinal, o descarte feito do jeito errado, pode levar a consequências trágicas. Por outro lado, a tecnologia radiativa também tem grande utilidade na área médica, como tratamentos para o câncer e aplicações em outros tipos de tecnologias. No Brasil temos um episódio da contaminação de um grupo de pessoas pelo Césio-137, onde catadores de materiais recicláveis encontraram materiais usados em um hospital - descartados de maneira errada - e levaram pra casa. Sem perceber, e pelo pouco conhecimento, estavam manuseando um componente radioativo sem quaisquer cuidados.</p> <p>Pergunta 2: No que diz respeito a produção, e domínio de armas bélicas, sou a favor de nenhum país tem esse tipo de controle. Ora, deixar com que alguns tenham o controle de armas nucleares - impedindo que outros também o tenham - é o mesmo que consentir que o controle do mundo está nas mãos desses poucos. Por outro lado, defender que todos devam ter o mesmo poder bélico é flertar com a possibilidade de uma Guerra mundial, de todos contra todos, desnecessária. Por que o uso da tecnologia nuclear não pode ficar restrito ao desenvolvimento de tratamentos - na área da saúde - , produção de energia</p>

	<p>ou tecnologias que visem o bem-estar da população? Talvez este seja um caminho melhor do que armar pouco ou todos.</p> <p>Pergunta 3: Recomendo que, antes de iniciar qualquer tipo de discussão pública sobre isso, o governo brasileiro invista em uma reestruturação da educação que tenha como uma de suas áreas a alfabetização científica. Primeiro, é necessário educar a população. Uma vez que se tenha uma formação que fundamente as bases para a essa discussão, aí sim este tema deve ser difundido para um debate mais amplo na sociedade. Acredito que, sim, o Brasil deve seguir fazendo parte do TNP, assumindo uma postura mais ativa para que outras nações abdicuem da proliferação de armas. O uso da tecnologia nuclear na produção de energia talvez seja uma boa alternativa, mas é necessário maiores estudos para entender como fazer um bom uso das usinas de Angra 1 e 2.</p>
Aluno 6	<p>Pergunta 1: Em vantagens, podemos mencionar a utilização da energia nuclear em usinas por exemplo, são usinas que funcionam sempre e não contam com variáveis, como as secas que atingem usinas hidrelétricas. Em desvantagens, podemos elencar os acidentes radioativos que podem ser causados, a criação de lixo nuclear, além da destruição que uma bomba provoca. A utilização desse tipo de energia pode ser benéfica para toda uma sociedade, desde que não seja utilizada para fins de violência e destruição. Recomendaria o seu uso, com todas as medidas preventivas e cuidados.</p> <p>Pergunta 2: Todos deveriam ter conhecimento sobre. Se um ou outro país detêm desse saber, podem haver lutas por poder com nações que não conhecem. Se todos conhecem os processos e fabricação, poderiam criar um ar de "paz", visto que todos têm poderes de destruição, que destruiriam todos, inclusive o próprio país, além de contribuírem com o avanço científico em cima da energia nuclear.</p> <p>Pergunta 3: Devem investir em energia nuclear, para usufruir da mesma e contribuir com estudos e pesquisas na área, avançando para uma nação com poder científico. Não tem porque sair do tratado, usar a energia para o bem é mais vantajoso que para o mal.</p>
	<p>Pergunta 1: Primeiro, devemos destacar que a energia nuclear tem aplicabilidade em diversos ramos. A título de exemplo, temos: na indústria, ela é utilizada para irradiar carnes aumentando, assim, sua vida útil, e em certos produtos processados, de modo a evitar o crescimento de fungos; na agricultura, ela se apresenta como alternativa para rastrear pragas na conservação de alimentos, também é utilizada na alteração do código genético para tornar sementes resistentes à pragas e como marcação de fertilizantes para estudar a absorção de nutrientes pelas plantas; na medicina, radioisótopos são utilizados para rastreamento e radioterapia; na indústria farmacêutica, drogas são produzidas e esterilização de materiais são feitas a partir de elementos</p>

Aluno 7	<p>radioativos; e, como tecnológica nacional, utiliza-se a energia nuclear como propulsora de submarinos.</p> <p>Acima foram citados exemplos identificando onde há a utilização de energia nuclear de modo benéfico à sociedade. Com isso, já sou inclinado a dizer que, para tais fins, eu recomendaria o uso da energia nuclear.</p> <p>Agora, podemos discutir o uso da energia nuclear em usinas: as conhecidas usinas nucleares. Vou restringir a discussão sobre sua aplicabilidade no Brasil. O Brasil possui uma das maiores reservas de urânio no mundo, que é o combustível das usinas nucleares. E, além dele ser um material cujo preço de extração é baixo, ainda possuímos o conhecimento da técnica de seu enriquecimento, o que é um ponto positivo, pois, para ser utilizado nas nucleares, o urânio precisa passar por uma etapa de enriquecimento. Todavia, mesmo diante de uma grande fonte de recurso e do conhecimento de técnicas, nosso país ainda importa o combustível das usinas nucleares. A justificativa vem da falta de demanda, já que apenas 3% da matriz energética brasileira é destinada à geração de energia elétrica, o que está bem abaixo da média global.</p> <p>Até aqui, podemos concluir que a construção de usinas nucleares no Brasil daria uma utilidade ao urânio em demasia que possuímos e, além de fomentar mão de obra especializada, daria um fim à importação desse combustível; poderia ser o caso, tendo em vista as usinas nucleares que vem sendo construídas da China e Índia, de exportar esse recurso. Todavia, todo cuidado deve ser tomado, já que a exportação pode estar colaborando com projetos cuja finalidade para a energia nuclear seja bélica.</p> <p>Outro ponto importante em que a usina nuclear se destaca é na ocupação de fornecedora de energia de base, já que, uma vez ligada, ela continua seu processo durante um longo período. No Brasil, esse papel é ocupado pelas hidrelétricas. Contudo, devido às questões sazonais e às maiores demandas de energia, o potencial hidrelétrico se extinguirá. Surge, então, a usina nuclear como alternativa.</p> <p>Todavia, a usina nuclear é uma fonte inflexível. Isso quer dizer que, uma vez que ela estiver em funcionamento, ela não pode ser reduzida na base energética; assim, a energia proveniente de fontes intermitentes, como solar e eólica, serão desperdiçadas. E o Brasil tem um grande potencial em fontes intermitentes.</p> <p>Talvez uma alternativa seja planejar um bom meio de armazenamento de energia, o que é possível nas nucleares - armazenamento a partir do hidrogênio.</p> <p>Outro ponto a se destacar é que, quando comparada com a termelétrica, a nuclear apresenta menos poluição do ar. Todavia, em alguns processos de enriquecimento de urânio usa-se termelétricas, o que acaba por zerar a margem de vantagem da nuclear, ao menos nesse aspecto. Entretanto, uma alternativa seria alterar a fonte de energia para se enriquecer o urânio.</p> <p>Uma grande desvantagem das usinas nucleares, apesar do combustível barato, é o alto custo de investimento inicial e de manutenção.</p> <p>Agora, podemos dizer sobre a localização das nucleares. Ao contrário das hidrelétricas, que necessitam de uma grande área para ser construída, a</p>
---------	--

estrutura de uma nuclear é pequena. Por isso, é possível localizá-la mais perto dos centros para os quais a energia será destinada, o que reduz o investimento em transmissão de energia. Contudo, podemos citar a questão da segurança. Há o risco de eventuais desastres que, unidos com a localização da usina, podem levar a perdas irreparáveis. Mas os sistemas estão cada vez mais modernos e os profissionais que trabalham nestas usinas recebem um cuidado especial.

Podemos, ainda, falar sobre a questão dos resíduos provenientes das usinas. Os mais agravantes são os resíduos de longo prazo que emitem radiação por séculos. O grande problema é ainda não ter um fim específico para eles: o que se faz é isolá-los em barreiras evitando que a radiação se espalhe.

Há ainda, como alternativa às usinas nucleares convencionais em locais com demandas específicas, os pequenos reatores modulares.

Claro, há a possibilidade de terrorismo nuclear e utilização de energia nuclear para fins bélicos. Mas, para isso, deve-se ter um bom plano de segurança nacional e o reconhecimento de que o uso de energia nuclear é para fins pacíficos.

Sobre as usinas nucleares, acredito que seja uma boa alternativa para o Brasil. Os principais aspectos a se discutir previamente são: um excelente planejamento minimizando gastos e buscando alternativas para a própria energia nuclear como: exportação de urânio e/ou energia, utilização de pequenos reatores modulares para demandas específicas e armazenamento de energia. Paralelamente, um fundo de pesquisa deve ser criado para buscar um método para destinar os resíduos radioativos.

Concluo dizendo que recomendaria a utilização da energia nuclear com as ressalvas feitas.

Fontes: 1- Os textos fornecidos

2- <https://sitesustentavel.com.br/energia-nuclear-o-que-e-e-quais-as-suas-vantagens-e-desvantagens/>

3- <https://maxigroup.com.br/quais-as-vantagens-e-desvantagens-da-energia-nuclear/>

4- OLIVEIRA, Samuel Samir Barbosa et al. Energia nuclear: vantagens e desvantagens. Anais do VIII SIMPROD, 2016.

5- CALIAN, Bruna Roque. ENERGIA NUCLEAR.

6- SOVACOL, Benjamin K. Repensando a energia nuclear. estudos avançados, v. 26, n. 74, p. 287-292, 2012.

7- PIRES, Adriano. Entrevistas com especialistas: as diferentes visões a respeito da energia nuclear no Brasil. Boletim de Conjuntura, n. 2, p. 7-30, 2019.

Pergunta 2: Infelizmente, não é justo. O ideal seria nenhum país possuir bombas nucleares ou sequer dominar sua produção, ou mesmo se interessar por esse tipo de aplicação. Mas como a condição atual do nosso mundo não permite essa opção, uma vez que essa aplicabilidade já foi dada à energia nuclear, acredito que o melhor a se fazer seria o seguinte: a busca pelo desarmamento

	<p>daqueles que possuem tais armas e certificar que elas não sejam mais produzidas; e destinar a pesquisa nuclear a fins pacíficos, evitando, assim, uma nova corrida nuclear e a predição da destruição de grande parte do planeta.</p> <p>Pergunta 3: Após a aventura, recomendo que o governo deve investir na energia nuclear apenas para fins pacíficos. Sobre o TNP, eu mantenho minha posição inicial: acho que o tratado favorece aqueles que possuem armamento nuclear e, ao que tudo indica, parece que a situação permanecerá assim. Por isso, recomendaria que o governo não deva continuar no tratado.</p>
Aluno 8	<p>Pergunta 1: Próximo a usinas nucleares pode ocorrer o aumento da temperatura da água. Os níveis de oxigênio dissolvido na região se reduzem causando a sufocação de plantas e animais, como anfíbios, peixes e copépodos (pequenos crustáceos que compõem fauna dos invertebrados aquáticos), além de contribuir para a origem de condições anaeróbicas, pois a água com a temperatura mais elevada possui relativamente menos oxigênio do que a água fria. Isso permite que algas floresçam na superfície, contribuindo ainda mais para a redução de seus níveis de oxigênio. Esse fenômeno é conhecido como poluição térmica, em decorrência da construção de indústrias próximo ao mar, rio, etc., especialmente a nuclear.</p> <p>A radiação proveniente do processo de fissão nuclear é capaz de expulsar elétrons dos átomos, o que a classifica como uma radiação ionizante. Essa radiação pode afetar os átomos nos seres vivos, representando um alto risco para a saúde. Ela é capaz de danificar o DNA nos genes e outras estruturas biológicas, pois possui energia suficiente para causar alterações químicas. Algumas células podem ser afetadas temporariamente ou permanentemente. Assim, uma modificação no DNA, devido a uma exposição por radiação, pode causar algum tipo câncer.</p> <p>As usinas a base de combustíveis fósseis emitem grandes quantidades de gases de efeito estufa em comparação com a usina nuclear. Os subprodutos mais conhecidos são o dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), entre outros, apontados como os principais responsáveis pelas mudanças climáticas. Isso contribuiu para que a energia nuclear passasse a ser indispensável na produção de energia, pois segundo estimativas da ANM, em 2011, a produção mundial de energia elétrica nesse setor atingiu cerca de 2.518 TWh. Caso esse valor fosse produzido por outras fontes, como lignito, carvão, óleo diesel e gás natural, as emissões chegariam a 2.518, 2.163, 1.773 e 1.183 milhões de toneladas de CO₂ na atmosfera, respectivamente.</p> <p>Por outro lado, fontes renováveis, como solar e eólica, fornecem energia suficiente apenas para atender às necessidades residenciais ou de escritórios, pois ainda não possuem a mesma capacidade que a energia nuclear para lidar com o consumo em larga escala, especialmente no setor industrial. Muito possivelmente, o benefício mais importante da energia nuclear está na não dependência de combustíveis fósseis. Isso significa que ela não é afetada pela imprevisibilidade dos custos de petróleo e gás, dos períodos de secas que as</p>

hidrelétricas estão sujeitas e da intermitência dos ventos nas usinas eólicas. Isso representa também, um não esgotando rápido de recursos naturais disponíveis.

A energia nuclear fornece uma ampla gama de benefícios para a economia. As comunidades locais são atingidas pelo impacto tecnológicos e pelo aumento da quantidade de empregos que são gerados ao longo de seu período de atividade. De acordo com o Instituto Nacional de Energia (NEI), nos EUA, uma nova usina nuclear cria em média 400 a 700 empregos permanentes e milhares de outros durante sua construção. Um comparativo revela que em uma usina de carvão são gerados cerca de 90 empregos e 50 para uma de gás natural. O movimento da economia da região em que há uma usina nuclear pode chegar a US \$ 500 milhões (R\$ 1,8 bilhão) por ano em vendas de bens e serviços.

O urânio não é uma fonte de combustível renovável. Ao contrário da crença popular, o urânio possui oferta limitada (embora atualmente abundante), além disso ainda existe um risco das reservas que estão em atividade se esgotarem, pois fontes de energia renováveis típicas, como a solar e a eólica, possuem uma oferta inesgotável.

Um problema de suma importância que acompanha a construção de uma usina nuclear, diz respeito a escolha de um lugar adequado para depositar os subprodutos radioativos gerados pelos reatores. Cientistas do mundo inteiro enfrentam a muito tempo esse grande desafio, ou seja, o de encontrar uma forma eficiente e definitiva para descartar o lixo atômico. O descarte inadequado pode levar, a primeira vista, a problemas de saúde pública por causa da capacidade que esses rejeitos possuem em emitir radiações letais para os seres vivos durante milhares ou até milhões de anos.

Referências:

VIEIRA, R.P.T; VIANNA, D.M. Produção de Matriz Nuclear em relação à Matriz Energética: um enfoque CTS. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: UFRJ, 63p, 2017, http://www.if.ufrj.br/pef/producao_academica/dissertacoes/2017_Roberta_Vieira/dissertacao_Roberta_Vieira.pdf

SHULTZS, I. Basic Economics of Nuclear Power, SU, 2012. Basic Economics of Nuclear Power, <http://large.stanford.edu/courses/2012/ph241/schultz2/>

RADIATION HEALTH EFFECTS. EPA.gov, <https://www.epa.gov/radiation/radiation-health-effects>.

QUORA, What is thermal pollution? Why is it considered to be bad?, <https://www.quora.com/What-is-thermal-pollution-Why-is-it-considered-to-be-bad>.

OLIVEIRA, L. H, “Um Cemitério para o Lixo Atômico”, <https://super.abril.com.br/ideias/um-cemiterio-para-o-lixo-atomico/>

CURLEY, R. Fossil fuels - Energy: past, present, and future, Britannica Educational Publishing in association with Rosen Educational Services, New York, 2012.

	<p>ENERGIA NUCLEAR: BRASIL E MUNDO, Núcleo de Estudos Estratégicos de Energia - N3E. 4p, 2016, http://www.aben.com.br/noticias/energia-nuclear-no-brasil-e-mundo.</p> <p>NUCLEAR ENERGY INSTITUTE, https://nei.org/home.</p> <p>Pergunta 2: Acredito que possuir os conhecimentos para fabricação de bombas não é correto para nenhum país. O correto seria possuir os conhecimentos na produção de energia para fins pacíficos. Na minha opinião todos os países precisariam de uma transparência em relação a utilização da energia nuclear. Em vista da sociedade capitalista em que estamos inserido, onde os interesses políticos, lucros e dividendos falam mais alto, isto tem poucas chances de acontecer em um futuro próximo. Talvez em um futuro longínquo, em que não mais exista a distinção de norte-americano, alemão, brasileiro, etc., exista somente a noção de raça humana e nada mais, sem distinção classe, cor, ou credo. Precisamos de um novo modelo de economia global e sustentável onde não exista pobreza, desigualdade, injustiças, etc.</p> <p>Pergunta 3: De fato, não deve investir na produção de armas nucleares. Um pensamento que me ocorreu agora: um parcela da população mundial não sabe sequer jogar o lixo que produzem no devido lugar, seus governantes, alguns, por mais sejam bem intencionados, de certa forma, sofrem dos mesmos defeitos. Acredito que quando a educação, saúde, bem estar, etc., se tornarem os objetivos principais de todas as pessoas do mundo, sem exceção, as coisas poderiam chegar a mudar de figura, não deixando que se repita as desastrosas consequências das guerras. Agora, em virtude da viabilidade da utilização de energia para fins pacíficos, devem ocorrer investimentos. Na minha opinião a energia nuclear é a energia do futuro, não para daqui a 50 ou 400 anos, mais para daqui a séculos, quem sabe para nos aventurarmos para além do Sistema Solar. Sim, deve continuar no tratado, pois ele é, até agora, a única alternativa, embora esteja repleta de controvérsias, para que não ocorra a produção desenfreada de armas nucleares, repercutindo repercutir em novas guerras, e quem sabe até a destruição de toda à raça humana.</p>
	<p>Pergunta 1: Recomendaria, pois temos tecnologia disponível para contornar grande parte das desvantagens apresentadas.</p> <p>Vantagens da energia nuclear:</p> <ul style="list-style-type: none"> Não libera gases estufa; Exigência de pequena área para construção da usina; Grande disponibilidade do combustível; Pequeno risco no transporte do combustível; Pequena quantidade de resíduos; Independência de fatores climáticos (ventos; chuvas) <p>Desvantagens da energia nuclear:</p> <ul style="list-style-type: none"> O lixo nuclear radioativo deve ser armazenado em locais seguros e isolados; Mais cara, quando comparada a outras formas;

Aluno 9	<p>Risco de acidentes nucleares; Problemas ambientais, devido ao aquecimento de ecossistemas aquáticos pela água de resfriamento dos reatores.</p> <p>Site: https://www.infoescola.com/fisica/energia-nuclear/</p> <p>Pergunta 2: Se todos tivessem a arma, e uma possível guerra pode acontecer de muitas formas de vida na terra serem extintas. Isso poderia levar todos a um acordo, pois do contrário duvido muito que os países que estão no tratado de Não Proliferação o estão seguindo como deveriam. É muito mais fácil deixar os países cientes que em uma possível guerra teremos muito a perder, do que todo mundo entrar em um acordo com más intenções ou convencer a maioria de que apenas alguns poderão ter a arma e eles não. Dificultar esse conhecimento pode atrapalhar o desenvolvimento da ciência, não sei se essa seria uma boa opção.</p> <p>Pergunta 3: O governo deve continuar no tratado e também a investir nessa área, se um país tem energia sobrando então ele tem tudo para crescer. O Brasil deveria investir de forma clandestina na produção de armas nucleares, para revidar caso receba algum futuro ataque.</p>
---------	--

ANEXOS

ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)



PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE A HISTÓRIA DA FÍSICA NUCLEAR

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – Anuência do aluno

Eu, _____, declaro, para os devidos fins, que estou sendo convidado(a) a participar da pesquisa do Trabalho de Dissertação de Mestrado, da Universidade Federal de Lavras (UFLA), provisoriamente intitulada **“DILEMAS ÉTICOS ENVOLVENDO A PRODUÇÃO DE ARMAS EM UM JOGO DIDÁTICO”**, realizada pelo pós graduando Phelipe Júnior de Góis, sob a orientação do Professor Doutor Alexandre Henrique Bagdonas, da Universidade Federal de Lavras.

Estou sendo informado(a) de que:

01 - O objetivo do projeto é: **“investigar as visões dos jogadores, sobre os dilemas éticos envolvendo os físicos na criação de armas nucleares”**;

02- Minha autorização é voluntária e que poderei retirá-la no momento que me for conveniente, sem que haja qualquer constrangimento neste sentido por parte dos pesquisadores responsáveis;

03 – Estou sendo informado(a) de que não me será devida qualquer compensação material ou financeira decorrente de minha autorização.

04 – Estou sendo informado(a) de que minha participação consiste, inicialmente, em 7 aulas, podendo sofrer alterações devido ser desenvolvido na forma não presencial.

05 – Estou sendo informado(a) de que não serei submetido(a), em qualquer momento ou sob qualquer circunstância, a procedimentos capazes de produzir danos físicos, constrangimentos, ou apuro psicológico ou mental;

06 - Assumo que permito a divulgação dos resultados em Dissertação, na publicação de relatórios e artigos científicos;

07 – Quanto à minha identidade, será mantida no anonimato durante todo o período do estudo e na publicação da Dissertação, relatórios e artigos científicos com os seus resultados;

08 – Os pesquisadores estarão à minha disposição para esclarecer quaisquer dúvidas a respeito da minha participação no estudo para esclarecimento de quaisquer dúvidas.

Após ter tomado conhecimento dos detalhes e consequências do estudo e ter lido e compreendido os termos do presente documento **declaro que:**

01- me encontro no domínio completo de minhas faculdades físicas e mentais e que não me sinto coagido(a), por qualquer motivo ou pessoa, a tomar as decisões acordadas neste convite;

02 – Concordo com os termos do convite e que é de minha livre e espontânea vontade a decisão de participar do estudo acima citado.

Assinatura do(a) Declarante:

Tendo em vista a declaração do(a) participante acima assinado, assumimos a responsabilidade total de cumprir as condições de pesquisa descritas, atendendo aos requisitos demandados pelos participantes.

Assinatura do(a) Orientador(a):

Assinatura do(a) orientando(a):

Alexandre Bagdonas

Phelipe Júnior de Góis

Lavras, _____ de _____ de 2020.

ANEXO B – O MISTÉRIO DE UM ENCONTRO¹⁸

“Agora já estamos todos mortos, é verdade, e o mundo só se lembra de mim por duas coisas: o princípio da incerteza e por uma misteriosa visita a Niels Bohr em Copenhague em 1941. Todos entendem do que se trata a incerteza. Ou acreditam que sim. Ninguém entende por que fui a Copenhague.”

Tudo começa quando, Bohr, ficou sabendo da informação da divisão de um átomo e a liberação de energia, chamado no meio científico de “Fissão Nuclear”. Em janeiro de 1939, em uma conferência de física na Universidade George Washington, foi anunciada publicamente que a possibilidade de dividir o átomo e liberar quantidades incontáveis de energia por meio da fissão nuclear estava agora ao nosso alcance.

Teoricamente, era possível construir uma bomba atômica, com inúmeras Fissões Nucleares, essas Fissões ficaram conhecidas como reação em cadeia.

Em abril de 1939, se estabeleceu o primeiro "Uranverein", ou Clube do Urânio em alemão. Cinco meses depois, na invasão da Polônia, o Escritório de Artilharia do Exército Alemão assumiu o programa de energia nuclear a fim de explorar possíveis usos militares.

O segundo Uranverein era um segredo estatal e militar, cujo principal teórico era Heisenberg. Ele ainda era quando visitou Bohr em 1941 na Dinamarca.

Sabemos a data e o lugar. Era setembro de 1941, quando a Alemanha estava em um ponto alto de sua ofensiva militar, com a maior parte da Europa ocupada, a França derrotada, o Exército britânico expulso da Europa continental e os Estados Unidos tecnicamente neutros.

O lugar era a capital dinamarquesa sob ocupação nazista. Os personagens eram dois físicos que haviam mapeado e explorado o universo quântico dentro do átomo e que, juntos, haviam revolucionado o mundo da física.

18 Texto retirado do site G1 e adaptado pelos autores para melhor compreensão. BBC. **O mistério sobre Werner Heisenberg, o físico que ganhou o Nobel pela descoberta da mecânica quântica.** Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2020/05/11/o-misterio-sobre-werner-heisenberg-o-fisico-que-ganhou-o-nobel-pela-descoberta-da-mecanica-quantica.ghtml>. Acesso em: 15 junho 2020.

O dinamarquês de ascendência judia e o luterano alemão tinham 16 anos de diferença de idade e vidas profundamente entrelaçadas nos âmbitos pessoal, intelectual e profissional, até aquele dia de 1941.

Sabemos que o encontro se encerrou abruptamente, e que Bohr ficou enfurecido.

Heisenberg foi um físico muito misterioso no decorrer de sua vida e com isso fica obscuro suas ações e a real verdade sobre seus princípios.

A principal delas é: ele era um vilão que queria tirar proveito de seu relacionamento próximo com o dinamarquês em prol do projeto de bomba atômica nazista ou um herói que queria impedir que tanto os Aliados quanto os países do Eixo obtivessem uma arma desse porte?

Durante muitos anos, uma carta de Heisenberg para o autor Robert Jungk era tida como uma das melhores fontes. Fragmentos da correspondência aparecem no livro *Mais brilhante do que mil sóis*: uma história pessoal dos cientistas atômicos.

Nela, Heisenberg explica que sua intenção era convencer os cientistas nucleares de ambos os lados da guerra a impedir o desenvolvimento de uma bomba atômica, afirmando aos dirigentes de seus países que dificuldades técnicas e econômicas tornaram essa tarefa impossível no futuro imediato.

O físico alemão afirmou que pretendia informar a Bohr que a Alemanha sabia que a fissão nuclear era possível, mas que ele estava em uma posição de convencê-los do contrário. E que queria que Bohr convencesse os cientistas aliados a fazer o mesmo.

Com um acordo tácito, a comunidade internacional de física poderia cooperar para salvar o mundo dessa arma horrível. Bohr sempre refutou essa versão da reunião.

E em 2002, um novo capítulo dessa discussão veio à tona, a família de Bohr divulgou diversas cartas que ele havia escrito a Heisenberg, mas não chegou a enviar. Nelas, Bohr descreve uma história diferente: durante a visita de Heisenberg, ele sentiu que o jovem se gabava não apenas da próxima vitória da Alemanha, mas também de sua capacidade de construir uma bomba atômica em um futuro próximo.

Segundo Bohr, a intenção de Heisenberg era convencê-lo a ajudar os alemães, enfatizando a probabilidade de vitória alemã. E pior ainda, ele tentaria desonrá-lo, tentando fazê-lo repassar informações sobre o esforço nuclear dos Aliados.

Uma versão descreve Heisenberg como um herói que tentou salvar o mundo do pesadelo atômico; a outro, um vilão que queria tirar vantagem de um amigo para garantir a vitória da Alemanha.

Bohr entendeu errado Heisenberg? Ou Heisenberg cometeu um erro grave e depois mentiu para se redimir?

Será que o exército Alemão não conseguiu fabricar uma bomba atômica porque Heisenberg deliberadamente frustrou o projeto ou simplesmente porque, apesar de seus esforços, não sabia como fabricá-la?

Nunca saberemos.

ANEXO C –O PRESIDENTE TRUMAN E A DECISÃO DE LANÇAR A BOMBA

O presidente Truman, sucessor de Roosevelt, foi o homem que tomou a decisão de realizar o lançamento de duas bombas no Japão, nas cidades de Hiroshima e Nagasaki. Esses lançamentos foram os maiores ataques de destruição em massa em meio a uma guerra. O mundo nunca tinha visto algo tão devastador.

Quando Truman tomou posse como presidente, ele não tinha tanto conhecimento quanto Roosevelt sobre bombas, ao contrário dos membros do governo anterior que detalharam o tão conhecido “Projeto Manhattan”. Os aliados dos EUA estavam vencendo uma guerra no oriente, mas isso poderia durar pouco tempo. Então, quando os aliados souberam da arma secreta dos EUA, tiveram o seguinte pensamento: “se fizermos o lançamento de uma bomba no Japão (seu próximo alvo de invasão), traria uma vitória mais rápida do que ter que continuar com os planos de ocupar o país.”

O discurso público estadunidense se mostrava contra o bombardeio de alvos civis (pessoas idosas, escolas, hospitais, crianças e pessoas não combatentes), o país tinha vários registros de repúdio a esses alvos e somente era permitido atacar alvos militares. O lançamento de uma bomba atômica não iria destruir somente alvos militares, mas também alvos civis. Caso Truman decidisse fazer o lançamento da nova arma iria contradizer a ideologia americana.

Truman quando decidiu aprovar o uso da bomba, partilhou das ideias dos registros citados anteriormente e escreveu: “Eu disse ao secretário de guerra, Senhor Stimson, para usar os bombardeios de tal forma que objetivos militares, soldados e marinheiros sejam o alvo e não mulheres e crianças [...] o alvo é puramente militar”. Por outro lado, o presidente sabia do nível de destruição de sua nova arma e ele também sabia que não acertaria somente alvos militares e sim uma cidade inteira. Truman estava já decidido sobre o que fazer e em um encontro com seus aliados, ele já havia manifestado sua decisão. Após assinar o decreto que acordava o lançamento sobre o destino de Hiroshima, Truman disse: “Dormiu como um bebê”.

Elizabeth Anscombe, foi uma estudante de Oxford no período da Segunda Guerra e viveu os passos e as decisões de Truman. Ela era bem religiosa e levava ao pé da letra os ensinamentos da bíblia e de sua religião. Para ela fazer bem para o próximo e ser a favor da vida como prega seu livro sagrado era para ser seguido independentemente da situação.

Truman e Anscombe se encontraram no ano de 1956. A universidade de Oxford onde Anscombe estudou estava planejando dar para Truman um título honroso em agradecimento pelas ações perante a guerra. Anscombe não aceitava aquela menção honrosa, pois, para ela, Truman ao permitir o lançamento da bomba ele se tornou um assassino matando milhares de pessoas inocentes e animais que não tinham culpa de morar no Japão naquela época.

Anscombe propôs o seguinte: “O fato de homens escolherem matar um inocente como um meio para seus fins, é sempre assassino”. Para combater o argumento de que a bomba salvou mais vida do que matou ela publicou: “Convenhamos: se você tivesse que escolher entre ferver um bebê e deixar algum desastre terrível acontecer a mil pessoas – ou a um milhão de pessoas, se um mil não é suficiente – o que você faria?”.

Anscombe usa desse exemplo, já que a bomba com sua onda de calor (energia liberada pela fissão) queimou várias crianças, idosos, pássaros, pessoas que tentaram se salvar em rios e poços sem sucesso. O ponto era que independente de tudo, fazer o mal para evitar outro mal, é errado. Anscombe coloca ainda que sob qualquer hipótese, tirar a vida de inocentes por questões de idolatria ou simplesmente soberania é errado. Ela levanta uma hipótese interessante com o exemplo sobre ferver um bebê ou deixar algum desastre acontecer a um grande número de pessoas, ela indaga se não teria uma forma de evitar as duas opções.

Será que o presidente Truman não tinha uma terceira opção? Por exemplo, lançar a bomba em uma área despovoada do Japão somente para mostrar o poder de destruição de suas novas armas e com isso fazer com que o Japão se rendesse. Outra alternativa era os EUA anunciarem sua vitória na guerra, tendo em vista que naquela altura a Segunda Guerra já estava praticamente no fim e a Alemanha já tinha se rendido na Europa. Teve realmente a necessidade do lançamento da bomba?

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA:

RACHELS, James; RACHELS, Stuart. “Os elementos da filosofia moral”. **Capítulo 9**. Tradução portuguesa e revisão técnica: Delamar J. V. Dutra. 7.ed. Porto Alegre: AMGH, 2013.