

ENSINO DE FÍSICA E EMANCIPAÇÃO: UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE O PROJETO MANHATTAN A PARTIR DA TEORIA DE THEODOR ADORNO

Physics teaching and emancipation: a didactic sequence on the Manhattan Project based on Theodor Adorno's theory

Isabelle de Oliveira Silva [isabelle.oliveira@unesp.br]

Adriana Bortoletto [adriana.bortoletto@unesp.br]

Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP

Faculdade de Engenharia - Câmpus de Ilha Solteira

Av. Brasil, 56 – Centro, Iha Solteira-SP

Recebido em: 31/08/2023

Aceito em: 30/11/2023

Resumo

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma proposta de sequência didática sobre o Projeto Manhattan, na perspectiva da educação CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente), construída no contexto da disciplina de Estágio Supervisionado III, do curso de Licenciatura em Física (FEIS – UNESP), a respeito do ensino de física contra a barbárie. A proposta “Ensino de Física e Emancipação: O Projeto Manhattan e a Barbárie” foi pensada e elaborada pela discente em física (autora deste trabalho), com foco no 2º ano do ensino médio, fundamentada pelos pressupostos teórico-críticos de Theodor Adorno. Para Adorno (1995), a liberdade dos indivíduos em relação à classe dominante ocorre a partir do momento em que eles são formados, essa liberdade é alcançada por meio de uma educação crítica e contextualizada. A barbárie representa um retrocesso no processo civilizatório, é a manifestação do ódio e violência em caráter primitivo, por exemplo, a destruição em massa que ocorreu com o Nazismo. A resistência à barbárie só é possível através da formação crítica. Decidimos pelo Projeto Manhattan devido ao seu marco histórico no “boom” científico, além de apresentar todas as características em seu desenvolvimento, do conceito de Barbárie. Na sequência didática, os encontros foram planejados em três fases: I) Conceitualização, II) Exploração e III) Argumentação. Nos encontros finais, será proposta a realização de uma roda de conversa sobre a barbárie (no Projeto Manhattan e na sociedade brasileira atual). Em grupos, os alunos produzirão artigos de opinião sobre as temáticas discutidas.

Palavras-chave: Sequência Didática; Projeto Manhattan; Bárbarie; Theodor Adorno

Abstract

The aim of this paper is to present a proposal for a didactic sequence on the Manhattan Project, from the perspective of CTSA education (Science, Technology, Society and the Environment), constructed in the context of the Supervised Internship III subject, of the Physics Degree course (FEIS - UNESP), regarding the teaching of physics against barbarism. The proposal "Teaching Physics and Emancipation: The Manhattan Project and Barbarism" was designed and drawn up by the physics student (author of this work), with a focus on the 2nd year of high school, based on the theoretical-critical assumptions of Theodor Adorno. For Adorno (1995), the freedom of individuals from the ruling class occurs from the moment they are formed, and this freedom is achieved through critical and contextualized education. Barbarism represents a step backwards in the process of civilization, it is the manifestation of hatred and violence in a primitive way, for example, the mass destruction that occurred with Nazism. Resistance to barbarism is only possible through critical education. We decided on the Manhattan Project because of its historic milestone in the scientific boom, in addition to presenting all the characteristics of the concept of Barbarism in its development. In the didactic sequence, the meetings were planned in three phases: I) Conceptualization, II) Exploration and III) Argumentation. In the final meetings, a discussion will be held about barbarism

(in the Manhattan Project and in Brazilian society today). In groups, the students will produce opinion pieces on the topics discussed

Keywords: Didactic Sequence; Manhattan Project; Barbarism; Theodor Adorno

INTRODUÇÃO

Pautados pelas teorias de Theodor Adorno, renomado teórico crítico, este artigo busca explorar como a educação pode ser uma forma de resistência contra os efeitos da indústria cultural, contribuindo para o desenvolvimento da consciência crítica e a compreensão das contradições sociais. Nesse sentido, buscamos apresentar uma sequência didática sobre o Projeto Manhattan, na perspectiva da educação CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente), construída no contexto da disciplina de Estágio Supervisionado III, do curso de Licenciatura em Física (FEIS – UNESP), a respeito do ensino de física contra a barbárie.

A disciplina de Estágio Supervisionado III, visa a formação do professor-pesquisador em ensino de física voltado para desenvolvimento da capacidade de organizar e planejar propostas educacionais, aulas e atividades de ensino vinculada a uma abordagem didática, em uma perspectiva interdisciplinar fundamentadas nos pressupostos da investigação-ação educacional de vertente emancipatória. A estrutura da disciplina possui a organização, a saber: a) Pequenos Grupos de Pesquisa (PGP's) cuja função é constituir um ambiente coletivo de estudo, pesquisa e debate dos planejamentos com os estagiários envolvidos; b) o Grande Grupo de Pesquisa (GGP) onde todos os PGP's se reúnem para apresentar e discutir os planejamentos que foram construídos na presença da professora supervisora de estágio e professores tutores da escola.

As atividades dos pequenos grupos se baseiam em “em três pontos: desenvolvimento de atividades de estudo de textos, trabalho colaborativo e busca pessoal de um caminho de pesquisa” (Orquiza De Carvalho, 2005, p. 60). A aplicação prática do PGP está associada à oportunidade dada a cada participante para expressar-se, defender suas perspectivas, contribuir para a compreensão e criação conjunta de uma proposta de estudo, bem como para argumentar, problematizar situações vivenciadas em sua formação, compartilhar percepções e interpretações com colegas por meio de seminários, estabelecendo conexões entre aspectos da prática escolar e pesquisas no ensino de Física.

Neste contexto que a proposta “Ensino de Física e Emancipação: O Projeto Manhattan e a Barbárie” foi pensada e elaborada pela discente em física (autora deste trabalho), com foco no 2º ano do ensino médio, fundamentada pelos pressupostos teórico-críticos de Theodor Adorno.

O conceito de barbárie, para Theodor Adorno, denota um retrocesso em relação ao processo civilizacional, caracterizado por manifestações de violência primitiva e ódio.

Entendo por barbárie algo muito simples, ou seja, que, estando na civilização do mais alto desenvolvimento tecnológico, as pessoas se encontrem atrasadas de um modo peculiarmente disforme em relação a sua própria civilização — e não apenas por não terem em sua arrasadora maioria experimentado a formação nos termos correspondentes ao conceito de civilização, mas também por se encontrarem tomadas por uma agressividade primitiva, um ódio primitivo ou, na terminologia culta, um impulso de destruição, que contribui para aumentar ainda mais o perigo de que toda esta civilização venha a explodir, aliás uma tendência imanente que a caracteriza. (Adorno, 1995, p. 155)

A barbárie pode ser observada em eventos históricos como o Nazismo e também em manifestações contemporâneas, tais como conflitos geopolíticos e ações antidemocráticas. Adorno

defende que a educação desempenha um papel fundamental no combate a essa barbárie, permitindo que os indivíduos compreendam as complexidades sociais e se engajem de forma crítica para promover a justiça e a equidade.

Ao discutir o papel da tecnologia na sociedade contemporânea, a sequência didática construída, busca explorar como os desenvolvimentos científicos e tecnológicos podem ser manipulados em prol de interesses de poucos, perpetuando desigualdades e a concentração de poder. Nesse sentido, a análise crítica de eventos históricos, como o Projeto Manhattan, que culminou na criação das primeiras bombas atômicas, ilustra como a ciência e a tecnologia podem ser cooptadas em contextos de guerra e rivalidade geopolítica.

A proposta de uma educação crítica que aborde temas como o Projeto Manhattan visa incentivar e desenvolver nos estudantes a capacidade de compreender as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Ao debater questões como o impacto da tecnologia na vida cotidiana, as motivações por trás dos avanços científicos e os dilemas éticos associados a esses avanços, espera-se que os alunos desenvolvam uma visão mais abrangente e crítica do mundo em que vivem.

THEODOR ADORNO

Theodor Adorno, figura proeminente na filosofia, sociologia e crítica musical alemã. Seu papel de destaque na Escola de Frankfurt, conhecida também como Instituto de Pesquisas Sociais da Universidade de Frankfurt na Alemanha, trouxe à tona discussões abrangentes que englobaram análises filosóficas, culturais, políticas e sociais, permeadas por interpretações marxistas.

A Escola de Frankfurt, foi berço de conceitos fundamentais que se tornaram os alicerces da Teoria Crítica, tais como a noção de indústria cultural, cultura de massa, formação, semiformação e semicultura, além do próprio movimento da Teoria Crítica. Em contraponto às teorias convencionais, a Teoria Crítica surgiu com uma abordagem crítica e revolucionária. No âmbito educacional, a Teoria Crítica concentra-se em questionar de maneira incisiva o sistema de ensino predominante. A educação, segundo essa perspectiva, não se restringe apenas a transmitir informações, mas deve confrontar os aspectos históricos dos sistemas educacionais e os papéis desempenhados pelos indivíduos envolvidos nessas práticas. Para Theodor Adorno, a verdadeira emancipação envolve a capacidade de identificar as complexas contradições sociais presentes no mundo.

De acordo Maar (2003), a formação (Bildung) é a assimilação subjetiva da cultura pelo indivíduo, envolvendo o reconhecimento como parte de uma comunidade e a atribuição de significados pessoais à cultura. No entanto, a indústria cultural transforma essa rica cultura em algo mais superficial, conhecido como semicultura. Isso motiva a criação de meios de integração para os não formados, como a disseminação em massa de cultura visando o lucro. Sendo assim, a semiformação (Halbbildung) representa a natureza fetichista da mercadoria (Adorno, 1996). Essa é uma estratégia de alienação do capitalismo.

Indivíduos semiformados têm uma compreensão superficial da cultura, o que cria uma falsa sensação de igualdade social. A indústria cultural contribui para a padronização das pessoas, levando à uniformização de pensamentos e valores. Sem superar a semiformação, não se escapa da padronização cultural. Para Theodor Adorno, a questão mais urgente da educação deveria ser a desbarbarização

A barbárie é entendida como um atraso disforme em relação à civilização, manifestando-se em agressividade primitiva e ódio, contribuindo para riscos de ruptura da própria civilização. Nesse contexto, a educação desempenha um papel essencial na luta contra a barbárie. Adorno propõe uma abordagem ético-humanista, que fomente a reflexão sobre si mesmo e sobre o outro, encorajando a autorreflexão crítica. Ele destaca a importância de romper com a formação técnica superficial que

promove a padronização cultural e a "consciência coisificada", que trata as pessoas como objetos e impõe visões unilaterais.

Para Theodor Adorno, a educação precisa promover práticas emancipatórias para impedir a repetição de atrocidades históricas, como o Nazismo. Isso requer uma educação que revele as raízes da barbárie, que aborde criticamente a ideologia dominante e que promova uma compreensão profunda e crítica do mundo. A escola, assim, se torna um espaço de questionamento, análise e transformação, onde os indivíduos se tornam agentes ativos na construção de uma sociedade mais justa e humana.

PROJETO MANHATTAN

O Projeto Manhattan foi um programa altamente secreto criado pelos Estados Unidos durante a Segunda Guerra Mundial, com o objetivo de desenvolver a primeira bomba atômica. O projeto reuniu cientistas, engenheiros e especialistas nucleares para pesquisa e construção dessa arma devastadora.

Quanto ao investimento, embora a quantidade exata varie devido à natureza sigilosa do projeto, estima-se que o custo total tenha sido de aproximadamente 2 bilhões de dólares entre os anos de 1941 e 1946.

Com a criação das bombas atômicas Little Boy e Fat Man no Projeto Manhattan, em agosto de 1945 ocorreram bombardeios atômicos sobre Hiroshima e Nagasaki, cidades japonesas. Calcula-se que somando as consequências das duas explosões, tenham ocorrido cerca de 200 mil óbitos, seja imediatamente ou como resultado de complicações decorrentes das explosões das bombas. Adicionalmente, os sobreviventes enfrentaram uma variedade de enfermidades, como o câncer, devido à sua exposição à radiação.

A exposição a essa radiação com propriedades ionizantes pode ocasionar uma gama diversificada de efeitos nos organismos vivos, os quais estão diretamente relacionados a fatores como o tempo de exposição, a quantidade de radiação absorvida e a sua intensidade. Além disso, altos níveis de exposição podem acarretar no desenvolvimento de câncer e lesões cutâneas. A justificativa para o emprego das bombas é ainda debatida até os dias atuais, já que a guerra encontrava-se em fase final e a rendição japonesa estava próxima. Alguns historiadores sustentam que o uso das bombas atômicas transcendeu a mera conclusão da guerra, servindo também como uma forma de demonstrar a supremacia, reafirmar o poder por parte dos Estados Unidos.

Esses eventos geraram debates éticos e morais sobre o uso de armas nucleares, uma vez que as consequências humanitárias e ambientais foram devastadoras.

A trajetória que abrange a construção da primeira reator nuclear, a disseminação de conhecimento e os efeitos biológicos da radiação, oferece uma janela multifacetada para a intersecção entre ciência, poder e ética. A contextualização histórica envolve o estudo sobre a Segunda Guerra Mundial, Holocausto, lançamento das bombas nucleares e suas repercussões na humanidade. Ao abordar esses eventos, a sequência didática traça uma discussão acerca dos complexos dilemas éticos (avanços científicos e tecnológicos versus as atrocidades cometidas), da interdisciplinaridade do conhecimento nas relações CTSA e das implicações sociais do Projeto Manhattan.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática foi estruturada para ser realizada ao longo de um total de 12 aulas (de 45 minutos cada), distribuídas em encontros semanais duplos, abrangendo um período de 6 semanas, totalizando 9 horas de atividades. Ao longo do seu desenvolvimento, ajustes poderão ser realizados conforme necessário. A sequência foi pensada para ser desenvolvida com o 2º ano do Ensino Médio da educação básica.

Com a sequência didática elaborada, será abordada a temática da física nuclear, explorando os conceitos associados à criação de bombas nucleares, com o uso do Projeto Manhattan como evento propiciador de aprendizado. Os objetivos traçados incluem o estímulo ao protagonismo dos estudantes, o desenvolvimento do pensamento crítico diante do processo decisório, o fortalecimento das habilidades argumentativas e a promoção de debates construtivos. Abordando a complexa questão da barbárie associada à criação das bombas nucleares, proporcionando uma discussão aprofundada sobre como essa barbárie perdura em nossa sociedade contemporânea. Além disso, a proposta visa contribuir para a formação cidadã dos alunos, fomentando a construção de um indivíduo crítico, capaz de reconhecer, confrontar e combater a barbárie. A abordagem adotada também visa valorizar o conhecimento científico e compreender as interações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA).

Na sequência didática, os encontros foram planejados em três fases:

- I) **Conceitualização:** os três primeiros encontros serão dedicados à compreensão aprofundada dos conceitos de radiação, radioatividade e reações em cadeia, como a fissão e fusão nuclear. Para alcançar esse objetivo, serão empregadas exposições e discussões conceituais, bem como simulações interativas na plataforma Phet Colorado. Além disso, os alunos estudarão o processo de enriquecimento de urânio, bem como o funcionamento de usinas e bombas nucleares.
- II) **Exploração:** fase que engloba os encontros do quarto ao oitavo, o foco será direcionado ao diálogo sobre o contexto histórico e a manifestação da barbárie no âmbito do Projeto Manhattan. O objetivo principal será incitar os alunos a identificar, se opor e estabelecer conexões interdisciplinares em relação à barbárie inerente ao projeto. Ao longo dessas aulas, serão abordados tópicos como os investimentos no Projeto Manhattan, as disputas entre nações, as consequências das detonações nucleares e os impactos biológicos da exposição à radiação.
- III) **Argumentação:** fase que almeja promover o protagonismo dos alunos, bem como fomentar a interdisciplinaridade e a capacidade de argumentação, elementos cruciais para a formação cidadã pautada na crítica e reflexão. Durante os encontros finais, está prevista a realização de uma roda de conversa centrada na noção de barbárie, tanto no contexto do Projeto Manhattan quanto na sociedade brasileira contemporânea. Ao culminar desse processo educacional, os estudantes serão divididos em grupos, cada qual responsável por abordar aspectos distintos, para a composição dos artigos de opinião. Tais artigos, abrangendo todos os conteúdos abordados nas aulas e as discussões realizadas, refletirão a compreensão crítica e embasada adquirida ao longo dessa jornada educativa.

PANORAMA DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Os quadros a seguir (divididos de acordo com as fases descritas acima) apresentam uma visão geral da sequência didática planejada.

Esta sequência foi organizada para 12 aulas, distribuídas ao longo de 6 semanas, com encontros semanais duplos, totalizando 9 horas de atividades. É importante ressaltar que ajustes poderão ser feitos conforme a necessidade durante o processo.

A fase inicial da sequência didática destina-se à conceitualização. A análise dos processos de enriquecimento de urânio, o funcionamento de usinas e bombas nucleares eleva a discussão para além do aspecto técnico, incitando a reflexão sobre questões éticas e sociais subjacentes. Isso contribui para a construção de uma base teórica sólida para as próximas fases da sequência didática.

Theodor Adorno enfatizava a importância da educação crítica e da formação de indivíduos capazes de questionar a realidade, pensar autonomamente e engajar-se de maneira reflexiva com o mundo.

Nesse contexto, as aulas de física desempenham um papel fundamental em promover uma melhor compreensão dos fenômenos naturais e científicos, bem como em incentivar os alunos a questionar os fundamentos do conhecimento estabelecido. Portanto, as aulas de física não devem restringir-se à mera transmissão de fórmulas e teorias; elas devem ser, um ambiente que propicie o desenvolvimento do pensamento crítico em relação às metodologias científicas e à aplicação da física na sociedade.

Quadro 01: Fase de conceitualização

AULAS	TEMA	OBJETIVOS	CONTEÚDO PROGRAMÁTICO	RECURSOS DIDÁTICOS
01 e 02	<ul style="list-style-type: none"> Revisão núcleo atômico e Isótopos; Radiação e Radioatividade Reação em cadeia 	<p>Objetivo geral: Explorar os conceitos de radiação e radioatividade. Entender o conceito de isótopos e partículas. Assimilar o conceito de núcleo atômico. Definir o que é reação em cadeia.</p> <p>Objetivos específicos: Diferenciar radiação e radioatividade. Entender a natureza de um isótopo. Compreender a radioatividade natural. Revisitar conceitos de núcleos atômicos. Definir o conceito de partículas alfa, beta e radiação gama. Entender o que é uma reação em cadeia</p>	<ul style="list-style-type: none"> Diferenciação de radiação e radioatividade Radiações Ionizantes e Não Ionizantes Partículas alfa e beta, radiação gama e sua interação com a matéria Explicação sobre átomos, estrutura, estabilidade Explicação do que é um isótopo Explicação e demonstração do que é uma reação em cadeia 	Quadro, canetão, computador, tv, imagem de radiografia e apresentação de slides.
03	<ul style="list-style-type: none"> Energia nuclear: fissão e fusão nuclear Usina Nuclear Bomba Nuclear Questões conceituais 	<p>Objetivo geral: Identificar os processos de fissão e fusão nuclear. Explorar a temática de usina nuclear.</p> <p>Objetivos específicos: Compreender o que é fissão e fusão nuclear e diferenciá-las. Conhecer o processo de enriquecimento de urânio e os processos de</p>	<ul style="list-style-type: none"> Conceitualização de fissão e fusão nuclear Simulação de fissão e fusão Explicação sobre enriquecimento do urânio Definição do que é energia nuclear Exposição dialogada sobre usinas nucleares 	Quadro, canetão, computador, tv, simulação e vídeos

		construção, funcionamento e impactos de uma usina nuclear.	<ul style="list-style-type: none"> Exibição de vídeo sobre usina nuclear. 	
--	--	--	--	--

Fonte: Autoria Própria

A fase de exploração, é destinada ao aprofundamento no Projeto Manhattan. Nesta fase, enfatizaremos a contextualização histórica, a ciência envolvida no Projeto, a forma de trabalho nas fábricas de enriquecimento de urânio, como aconteciam os experimentos nas bases militares, a manifestação da barbárie no Projeto Manhattan e na atualidade. Esta proposta será um esforço para evitar a disseminação de informações superficiais, algo que Adorno criticava veementemente (semiformação).

Os alunos serão instigados a examinar não apenas as reações nucleares, mas também os investimentos no projeto, as disputas geopolíticas e as consequências das detonações nucleares.

Estimularemos uma compreensão de abordagem interdisciplinar, promovendo uma formação que englobe os conteúdos de ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente (CTSA) para favorecer o desenvolvimento da criticidade ao lidar com diversas frentes do conhecimento.

Quadro 02: Fase de Exploração

AULAS	TEMA	OBJETIVOS	CONTEÚDO PROGRAMÁTICO	RECURSOS DIDÁTICOS
04	<ul style="list-style-type: none"> Projeto Manhattan: Exploração 	<p>Objetivo geral: Abranger aspectos sobre bombas atômicas. Analisar o uso da radiação e seus efeitos. Compreender o que foi o Projeto Manhattan.</p> <p>Objetivos específicos: Estruturar conhecimentos sobre o funcionamento, os processos e os impactos de uma bomba atômica. Conhecer e compreender o que foi o Projeto Manhattan, qual seu contexto histórico e a influência da física na sociedade, no uso da</p>	<ul style="list-style-type: none"> Projeto Manhattan, explicação do contexto histórico, investimentos, disputa entre os países e consequências Vídeos sobre o Projeto Manhattan 	Quadro, canetão, computado, tv, vídeo e apresentação de slides

		radioatividade como arma de guerra.		
05 ao 08	<ul style="list-style-type: none"> • Projeto Manhattan - Consequências, efeitos biológicos da radiação • Projeto Manhattan e a barbárie • Barbárie no passado e na atualidade 	<p>Objetivo geral: Identificar as consequências do Projeto Manhattan e a barbárie contida nas ações, compreender o conceito de barbárie para Adorno e associar com a sociedade atual bem como as formas de acabar com a barbárie através da educação.</p> <p>Objetivos específicos: Entender o conceito de barbárie. Identificar as formas de “coisificação” do homem no passado e na sociedade atual. Compreender e discutir os impactos que a ciência pode causar na sociedade contribuindo para a barbárie. Desenvolver análises sobre as temáticas estudadas de forma a construir argumentações.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ciência em tempos de guerra • Consequências do Projeto Manhattan • Efeitos biológicos da radiação no corpo humano • Explicação sobre o que é barbárie para Adorno, exemplificando e relacionando a barbárie com a educação • Explicação do que é a “coisificação do homem”, utilizando trechos do livro <i>É isto um homem?</i> de autoria do Primo Levi 	Quadro, canetão, computador, tv e apresentação de slides.

Fonte: Autoria Própria

Na última fase, o foco na argumentação e no envolvimento ativo dos alunos foi elaborada pensando na importância da reflexão crítica para a formação cidadã, conforme é defendido por Theodor Adorno.

A realização de uma roda de conversa centrada na noção de barbárie estimulará os alunos a exporem seus conhecimentos e a expressarem pontos de vista embasados sobre a complexidade das questões abordadas. O engajamento em discussões interdisciplinares e contemporâneas, em sintonia com o contexto brasileiro, reforçará o compromisso de desenvolver cidadãos conscientes e ativos.

A criação de artigos de opinião, resultado do trabalho em grupo que abrangerá todos os aspectos discutidos nas aulas, refletirá a compreensão crítica adquirida ao longo dessa jornada educativa.

Theodor Adorno, acreditava que a escola deveria ultrapassar os limites da burocracia e tecnicismos. Ele defendia a escola como um lugar para desenvolver a capacidade dos alunos de questionar, refletir e analisar de maneira independente as questões acerca do mundo em que vivem. A escola, portanto, deveria promover a formação de indivíduos capazes de pensar criticamente sobre os sistemas sociais, políticos e culturais em que vivem.

Quadro 03: Fase de Argumentação

AULAS	TEMA	OBJETIVOS	CONTEÚDO PROGRAMÁTICO	RECURSOS DIDÁTICOS
09 e 10	<ul style="list-style-type: none"> Projeto Manhattan e CTSA Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente 	<p>Objetivo geral: Relacionar ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente</p> <p>Objetivos específicos: Compreender o que é ciência e sua atuação na sociedade. Pensar nos impactos sociais que a ciência pode causar. Discutir sobre ciência, sobre o que é fazer ciência, a imagem do cientista e como o fazer científico interfere na sociedade.</p>	<ul style="list-style-type: none"> Conversa sobre o que os estudantes entendem por ciência e como acham que ela influencia na sociedade Projeto Manhattan e CTSA Exibição do vídeo “Os impactos da Ciência na sociedade” Discussão sobre aspectos do texto de Oscar Sala “O papel da ciência” Explicação da atividade final 	Quadro, Canetão, Computador, TV, Apresentação de slides e Sistematização do texto impressa.
11 e 12	<ul style="list-style-type: none"> Construção dos alunos: Artigo de opinião sobre o Projeto Manhattan 	<p>Objetivo geral: Identificar as consequências do Projeto Manhattan e a barbárie contida nas ações, abranger aspectos sobre bombas atômicas. Analisar o uso da radiação e seus efeitos. Compreender o que foi o Projeto Manhattan. Definir o que é reação em cadeia. Identificar os processos de fissão e fusão nuclear</p> <p>Objetivos específicos: Entender o que é uma reação em cadeia. Compreender o que é fissão e fusão nuclear e diferenciá-las. Estruturar conhecimentos sobre o funcionamento, os processos e os impactos de uma bomba atômica. Conhecer e compreender o que foi o</p>	<ul style="list-style-type: none"> Explicação sobre o que é e como escrever um artigo de opinião Separação dos alunos em 4 grupos e divisão dos temas Escrita do artigo de opinião 	Materiais impressos: Resumo sobre artigo de opinião e folhas com cabeçalhos da escola, com a temática de cada grupo

		Projeto Manhattan, qual seu contexto histórico e a influência da física na sociedade, no uso da radioatividade como arma de guerra.		
--	--	---	--	--

Fonte: Autoria Própria

CONCLUSÃO

O presente trabalho destaca a importância e a necessidade do desenvolvimento de abordagens pedagógicas no ensino de Física que englobem a argumentação, estabeleçam conexões interdisciplinares e incentivem os alunos a compreender o contexto histórico de eventos científicos, além de fomentarem discussões críticas sobre os impactos da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente.

A escola representa um espaço fundamental de formação, promovendo o desenvolvimento e a aprendizagem de crianças, jovens e adultos. Nesse ambiente, a promoção da habilidade de pensar de forma autônoma, questionar dogmas tidos como universais e cultivar a capacidade de agir de maneira crítica tornam-se imperativos. Além disso, conforme preconizado por Theodor Adorno, a educação carrega consigo o potencial de emancipar indivíduos das amarras do controle social e econômico, facultando-lhes a capacidade de resistir às diversas formas de opressão e violência.

Diante desse contexto, a elaboração de uma sequência didática sobre o Projeto Manhattan utilizando a teoria adorniana emerge como uma proposta pedagógica de significativa relevância na busca pela formação crítica dos estudantes. Essa sequência didática busca abordar não somente os aspectos científicos e históricos do Projeto Manhattan, mas também suas implicações éticas, morais e sócio-políticas. Com o objetivo de incentivar os alunos a desenvolverem habilidades de pensamento crítico e discernimento, essenciais para uma cidadania ativa. A sequência didática, também visa aprofundar o entendimento de conceitos físicos, como radiação, radioatividade, energia nuclear, efeitos biológicos da radiação, entre outros.

Para Adorno, a educação desenvolve condições intelectuais e éticas necessárias para resistir à opressão e ao controle social, ao passo que fomenta a capacidade de ação autônoma e crítica. Além disso, a formação desempenha um papel crucial no desenvolvimento da cultura e dos valores humanos, fundamentais para a construção de uma sociedade verdadeiramente livre e justa.

REFERÊNCIAS

ADORNO, Theodor W. *Educação e emancipação*. 3. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1995.

ADORNO, Theodor W. Teoria da semicultura. *Educação & Sociedade*, Campinas, ano 17, n. 56, p. 388-411, 1996.

DE, N. *Os impactos da Ciência na sociedade*. YouTube, 28 set. 2017. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=DQgZ8x3PxHA>>. Acesso em: 21 ago. 2023

LEVI, Primo. *É Isto um Homem?* Luigi Del Re. Rio de Janeiro: Rocco, 1988.

MAAR, W. L. Adorno, semiformação e educação. *Educação & Sociedade*, Campinas, v. 24, n. 83, p. 459-476, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-73302003000200008>
» <https://doi.org/10.1590/S0101-73302003000200008>

NEWS, BBC. *Hiroshima e Nagasaki: como foi o “inferno” no qual morreram milhares após bombas atômicas* - *BBC News Brasil*. News Brasil. Disponível em: <<https://www.bbc.com/portuguese/resources/ids/a05a8804-1912-4654-ae8a-27a56f1c2b8a>>. Acesso em: 01 jul. 2022.

ORQUIZA DE CARVALHO, L. M. *A Educação De Professores Como Formação Cultural: A Constituição De Um Espaço De Formação Na Interface Entre A Universidade E A Escola*. 2005. Tese (Livre Docência) - Faculdade De Engenharia De Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho”, Ilha Solteira, 2005

PEZZO, Mariana. Grandes projetos colaborativos encantam por seus resultados, mas também exigem atenção a riscos. *LABI UFSCAR – DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA*, São Carlos, 18/setembro/2019. Coluna Mídia e Ciência. Disponível em: <<http://www.labi.ufscar.br/2019/09/18/big-science/>> . Acesso em: 15 jan. 2023.

ROMANZOTI, Natasha. *O nascimento da era atômica: série de fotos mostra o primeiro reator nuclear feito pelo homem*. HypeScience. Disponível em: <<https://hypescience.com/o-nascimento-da-era-atmica-serie-de-fotos-mostra-o-primeiro-reator-nuclear-feito-pelo-homem/>>. Acesso em: 01 jul. 2022.

SALA, O. *O papel da ciência na sociedade*. *Revista de História*, [S. l.], v. 50, n. 100, p. 813-820, 1974. DOI: 10.11606/issn.2316-9141.rh.1974.132677. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/revhistoria/article/view/132677>. Acesso em: 19 jul. 2022.

SAMAGAIA, Rafaela ; PEDUZZI, Luiz. *Uma Experiência Com O Projeto Manhattan No Ensino Fundamental* An experience with the Manhattan Project in the Elementary School. n. 2, p. 259–276, 2004.

SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. *Ciência e Tecnologia: transformando a relação do ser humano com o mundo*. Anais do IX Simpósio Internacional Processo Civilizador: tecnologia e civilização. 2005. Compact disk. Editora UTFPR.