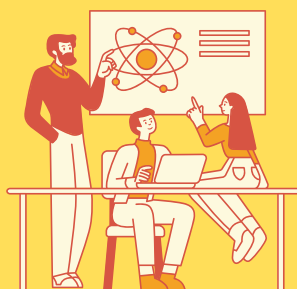


DESCOBRINDO O PODER DO ÁTOMO:

UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERATIVA PARA O ENSINO
SOBRE FUSÃO E FISSÃO NUCLEAR
NO ENSINO FUNDAMENTAL



Cleidinar Antonia da Rocha
Ysmailyn Siqueira Costa



Cleidinar Antonia da Rocha
Ysmailyn Siqueira Costa

DESCOBRINDO O PODER DO ÁTOMO:

**UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA INTERATIVA PARA O ENSINO
SOBRE FUSÃO E FISSÃO NUCLEAR
NO ENSINO FUNDAMENTAL**

1ª Edição

UNIVASF
Juazeiro - BA
2026

R672d Rocha, Cleidinar Antonia da
Descobrimdo o poder do átomo [livro eletrônico]: uma sequência
didática interativa para o ensino sobre fusão e fissão nuclear no ensino
fundamental / Cleidinar Antonia da Rocha, Ysmailyn Siqueira Costa. - 1.
ed.- Juazeiro, BA: Ed. dos Autores, 2026.
PDF

Bibliografia
ISBN 978-85-5322-376-3

1. Ensino de Física. 2. Abordagem CTSA. 3. Física nuclear. I. Costa,
Ysmailyn Siqueira. II. Título.

CDD - 530.07

Elaborado por Silvio de Carvalho Gomes Coutinho – CRB3/1362

Sumário

1. APRESENTAÇÃO.....	5
2. PRESSUPOSTOS TEÓRICOS.....	6
2.1 CIÊNCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDADE E AMBIENTE.....	7
2.2 FÍSICA NUCLEAR	10
2.2.1 O átomo	11
2.2.2 Força Nuclear.....	14
2.2.3 Decaimento Beta	15
2.2.4 Reações Nucleares	16
2.2.5 Segurança Nuclear	21
3. SEQUÊNCIA DIDÁTICA.....	23
3.1 Homer na Usina Nuclear: Uma introdução à Física Nuclear (Encontro 1).....	24
3.2 Energia Nuclear: Análise da Representação em "Os Simpsons" (Encontro 2).....	27
3.3 Homer Atômico: Pontilhismo e Estrutura da Matéria (Encontro 3).....	31
3.4 A Força Nuclear de Homer (Encontro 4).....	35
3.5 O Mágico Homer e o Segredo do Decaimento Beta (Encontro 5).....	37
3.6 Fissão e Fusão: Homer Descobre o Poder da Reação Nuclear (Encontro 6).....	39
3.7 Bomba Atômica: O Poder Destrutivo que Homer não Entende (Encontro 7).....	41
3.8 A Física Nuclear ao Alcance de Todos: Homer Aprende sobre a Bomba Atômica (Encontro 8).....	44
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
REFERENCIAIS BIBLIOGRÁFICAS.....	48
APÊNDICES.....	51
ANEXOS.....	62



I. Apresentação

A Física Nuclear é uma área fascinante que desperta a curiosidade dos alunos, mas também apresenta desafios significativos no contexto educacional. Com o objetivo de superar esses desafios, apresentamos a sequência didática interativa "Descobrimdo o Poder do Átomo", voltada para o ensino de Fusão e Fissão Nuclear no Ensino Fundamental.

Este produto educacional foi cuidadosamente elaborado para facilitar a compreensão dos conceitos de Física Nuclear, tornando-os acessíveis e interessantes para os alunos da Educação Básica. Através de atividades interativas e contextualizadas, os estudantes terão a oportunidade de explorar os princípios da Fusão e Fissão Nuclear, compreendendo suas implicações práticas e éticas.

A importância de trabalhar a Física Nuclear na Educação Básica é inegável. Além de contribuir para a formação científica dos alunos, essa área do conhecimento é fundamental para a compreensão dos desafios energéticos e ambientais que enfrentamos hoje. Ao tornar a Física Nuclear mais atraente e compreensível, podemos inspirar a próxima geração de cientistas e cidadãos críticos e conscientes.

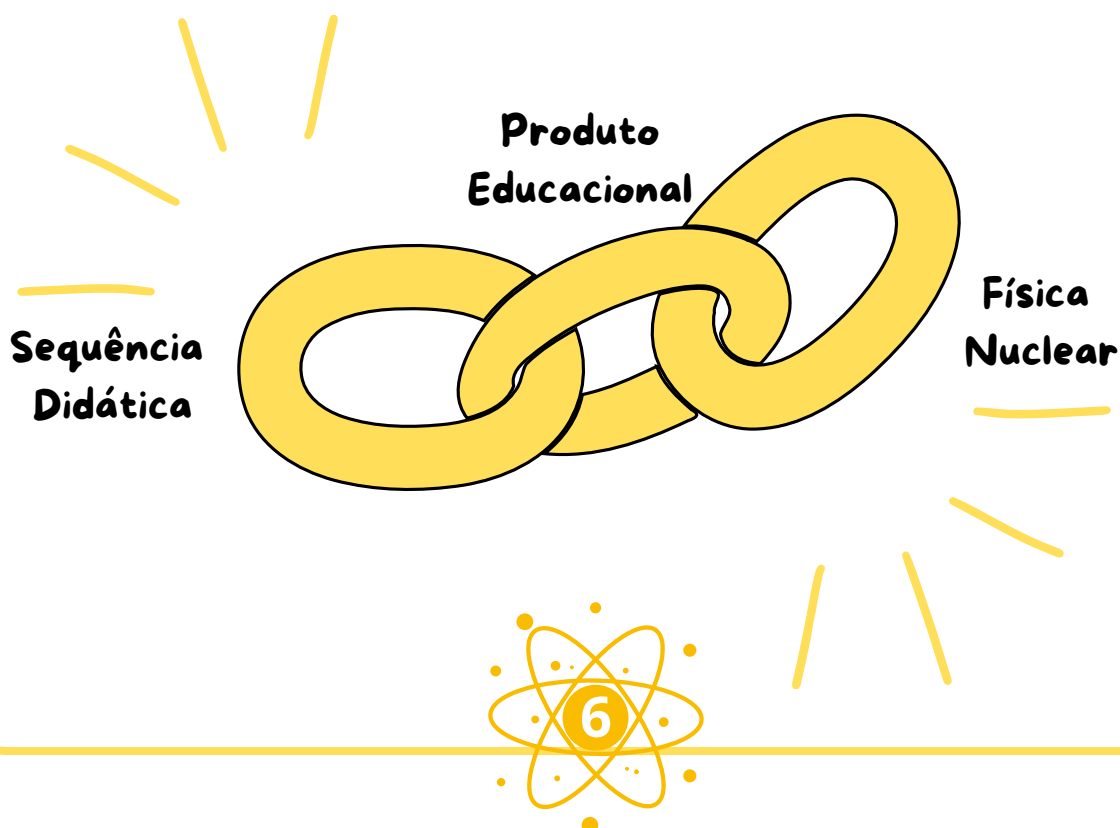
A sequência didática "Descobrimdo o Poder do Átomo" é um recurso valioso para professores que buscam inovar em suas práticas pedagógicas e promover uma aprendizagem significativa em seus alunos. Com essa ferramenta, esperamos contribuir para a melhoria da educação científica no Brasil e inspirar os jovens a se tornarem agentes de mudança em um mundo cada vez mais complexo e desafiador.



2. Pressupostos Teóricos

Esta seção dedica-se à apresentação dos fundamentos teóricos que guiarão o desenvolvimento do nosso produto educacional. Primeiramente, definimos o referencial teórico que servirá de base para o estudo do processo de ensino-aprendizagem. Posteriormente, abordamos o conteúdo de Física que constituirá um dos eixos centrais da nossa investigação.

O produto educacional estabelece uma conexão entre a sequência didática e o ensino de Física Nuclear, um tema cativante que visa ensinar conceitos fundamentais sobre a estrutura da matéria e os processos nucleares para alunos do Ensino Fundamental. Fundamentado na abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), esse trabalho promove o desenvolvimento de habilidades essenciais, como pensamento crítico, resolução de problemas e tomada de decisões informadas, com o objetivo de formar cidadãos conscientes e responsáveis que possam participar ativamente na sociedade, contribuindo para uma aprendizagem mais significativa e relevante.



2.1 Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

O ensino de Física é um campo amplo que pode ser explorado sob diversas óticas. Para entender sua realidade atual, é essencial analisar sua atuação, origens e evolução histórica, considerando os fatores que influenciaram seu desenvolvimento ao longo do tempo (Moraes; Araújo, 2012).

A inclusão da Física como disciplina obrigatória no currículo da Educação Básica brasileira remonta a 1837. Infelizmente, conforme destacam Neto e Pacheco (2001), muitos aspectos desse ensino permanecem inalterados até os dias atuais, caracterizando-se por uma abordagem centrada no livro didático, aulas expositivas que priorizam a transmissão de conteúdos, ausência de atividades experimentais e ênfase em exercícios que demandam memorização e habilidades algébricas.

Na década de 1950, a Física foi incorporada ao currículo do Ensino Fundamental brasileiro como estímulo ao desenvolvimento industrial, impulsionado pelo governo americano e focado em atividades experimentais práticas (Moraes; Araújo, 2012; Rosa; Rosa, 2005). Essa abordagem priorizou a participação ativa dos alunos na montagem de kits experimentais. Já na década de 1960, projetos como o Nuffield, Harvard Physics Project e PSSC, influenciaram o ensino de Física, com destaque para o PSSC, que trouxe um currículo estruturado e materiais didáticos. No Brasil, surgiram projetos como o Projeto de Ensino de Física (USP), contribuindo para a evolução do ensino de Física (Moreira, 2000).



2.1 Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

No início do século XX, a Ciência Moderna foi amplamente celebrada por suas conquistas e promessas de progresso. Muitas pessoas viam o avanço científico como uma solução para os problemas sociais e uma chave para um futuro melhor. No entanto, a II Guerra Mundial trouxe uma realidade brutal, mostrando que a Ciência também podia ser utilizada para fins destrutivos. A subsequente utilização de armas químicas, como o Napalm e o Agente Laranja, durante a Guerra do Vietnã, causou choque e consternação em muitas pessoas, que perceberam que o progresso científico não era necessariamente sinônimo de progresso humano (Santo, 2015).

Em decorrência das críticas à abordagem tradicional da Ciência e Tecnologia, bem como ao modelo de desenvolvimento pós-guerra, surgiu o movimento CTS, conhecido em inglês como Science, Technology, and Society (STS), nos anos 1960 e 1970, em países industrializados como os da Europa, Estados Unidos, Canadá e Austrália. Esse campo de estudos acadêmicos investiga as complexas interações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade e suas diversas implicações (Maestrelli, 2018).

A relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade tem impulsionado um movimento que busca transformar o ensino de Ciências, propondo uma abordagem crítica e reflexiva que considere a natureza social e política da Ciência (Santo, 2015). Um exemplo notável é o desenvolvimento e uso de armas nucleares, como as bombas de Hiroshima e Nagasaki, que ilustra como resultados de pesquisas científicas podem ter fins destrutivos e destaca a importância de debates sobre os impactos socioambientais da energia nuclear (Guio; Dorsch, 2023).



2.1 Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

Com o tempo, as questões ambientais ganharam destaque, levando à adoção da terminologia CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente), que compartilha o objetivo de promover uma educação em Ciências mais crítica e responsável (Santo, 2015). A abordagem CTSA é essencial no contexto educacional, promovendo a reflexão sobre a reestruturação curricular e a abordagem de conteúdos científicos, considerando as dimensões social e ambiental (Hammel et al., 2019).

Em contraste com a abordagem tradicional de ensino, que muitas vezes se baseia em metodologias convencionais e no uso de livros didáticos como principal recurso curricular, a abordagem CTSA oferece uma perspectiva inovadora e contextualizada para o ensino de Física. Ao integrar conceitos científicos com questões sociais e ambientais, a abordagem CTSA permite uma ressignificação dos conteúdos e uma compreensão mais profunda e significativa dos temas abordados, o que pode ser especialmente relevante para a disciplina de Física (Neto; Santos, 2020).

O ensino de Ciências na perspectiva CTSA pressupõe uma abordagem crítica e reflexiva, rompendo com a educação tradicional (Freire, 1996). Deve valorizar o cotidiano e abordagens integradoras, promovendo o letramento científico e tecnológico, e preparando estudantes para lidar com desafios reais de forma crítica (Maciel et al., 2024). Adotar uma abordagem CTSA requer uma perspectiva renovada sobre o currículo, com reestruturação de conteúdos e metodologias (Hammel et al., 2019).



2.2 Física Nuclear

Para melhor compreender a sequência didática proposta neste produto educacional, sugerimos seguir as seguintes etapas de compreensão e estudo:

Átomo

É necessário começar com um estudo inicial sobre o átomo e sua estrutura.

Força Nuclear

Isso inclui compreender a força nuclear, responsável pela estabilidade do núcleo.

Dcaimento

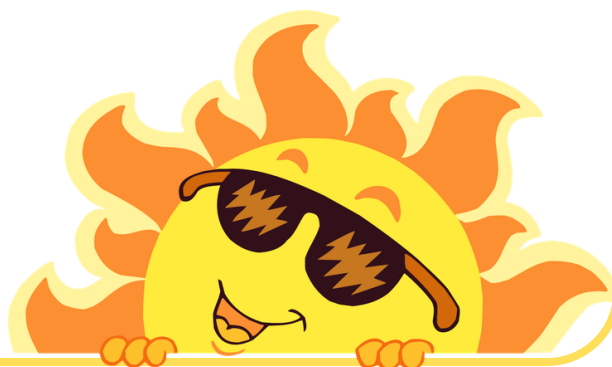
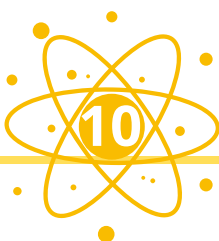
E conhecer também o decaimento beta, um processo que altera a composição nuclear de um átomo.

Reações Nucleares

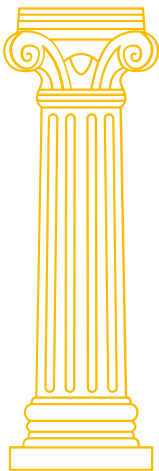
A partir dessa base, avançamos para reações nucleares, abordando usos e impactos ambientais e sociais.

Fissão

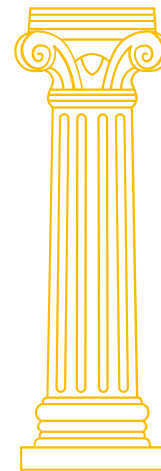
Fusão



2.2.1 O átomo



A primeira ideia sobre o átomo surgiu na Grécia Antiga, quando filósofos suspeitavam que provavelmente existiriam elementos fundamentais que dariam origem a essa multiplicidade de formas. E, de fato, essa intuição revelou-se correta (Calçada; Sampaio, 2005).

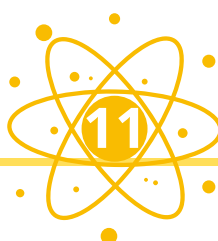


No século V a.C., a ideia evoluiu com a teoria atomista, que propunha a matéria formada por unidades indivisíveis. O termo "Átomo" vem do grego "atomos", que significa "indestrutível".

(Abdalla, 2016)

Até o século XIX, prevalecia a visão de que o átomo era uma entidade básica e indivisível, resultado da limitada compreensão de sua estrutura interna e das restrições das técnicas experimentais disponíveis naquele período.

Porém, em 1897, a experiência de Joseph John Thomson com raios catódicos demonstrou a divisibilidade do átomo e levou a identificação da primeira partícula elementar, o elétron. Essa descoberta revolucionou a compreensão da estrutura atômica, revelando a presença de partículas subatômicas e desafiando a concepção clássica do átomo como uma unidade indivisível (Abdalla, 2016).



2.2.1 O átomo

No início do século XX, o conhecimento sobre a estrutura atômica era limitado ao fato de que os átomos continham elétrons. Embora o elétron tivesse sido descoberto, sua massa ainda era desconhecida, o que impedia a determinação do número de elétrons presentes em um átomo. Os físicos sabiam que os átomos eram neutros, o que implicava a presença de cargas positivas, mas a natureza dessas cargas permanecia um mistério (Halliday; Resnick, 2009).



Ernest Rutherford propôs que a carga positiva do átomo estaria localizada em uma região central, que denominou de Núcleo. Essa hipótese foi fundamentada no experimento de Geiger e Marsden (Halliday; Resnick, 2009).

Em 1919, Rutherford mostrou que partículas alfa (α) colidindo com átomos leves (como nitrogênio) produziam prótons e transformavam o nitrogênio em um isótopo de oxigênio, comprovando a existência do próton (Abdalla, 2016).

Conforme Abdalla (2016), naquela época, era sabido que os núcleos radioativos emitiam três tipos de radiação: alfa (α), beta (β) e gama (γ). A emissão dessas partículas pelos átomos radioativos levou alguns físicos a especular que os átomos poderiam ser compostos por essas partículas. Atualmente sabemos que:

- α $\longrightarrow$ São núcleo de hélio
- β $\longrightarrow$ São elétrons em alta velocidade
- γ $\longrightarrow$ São fótons de alta energia

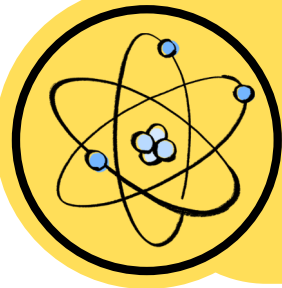


2.2.1 O átomo

Entre partículas carregadas, ocorre uma interação eletrostática fundamental, que pode ser atrativa ou repulsiva. No contexto do núcleo atômico, essa força repulsiva atua entre os prótons, devido às suas cargas positivas, tendendo a separá-los. Conforme destacado por Abdalla (2016), essa dinâmica levou à busca por uma partícula neutra que pudesse estar presente no núcleo. Por volta de 1920, cientistas como Rutherford sugeriram a existência de uma partícula neutra formada por um próton e um elétron, com uma massa próxima à do próton.

Em 1931, James Chadwick aprimorou um experimento de Joliot-Curie e confirmou a existência do nêutron, partícula neutra com massa similar ao próton. Chadwick recebeu o Prêmio Nobel de Física em 1935 por essa descoberta (Abdalla, 2016).

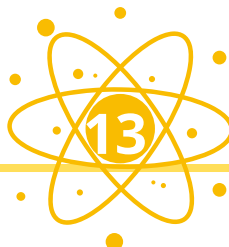
Segundo Calçada e Sampaio (2005), as suspeitas de que os átomos são compostos por partículas mais simples foram confirmadas: eles são feitos de prótons (p^+), elétrons (e^-) e nêutrons (n).



O modelo atômico de Rutherford (1911) é conhecido como "planetário": elétrons (planetas) orbitam o núcleo (Sol), lembrando o sistema solar (Santos, 2016).

Os núcleos atômicos são formados por prótons e nêutrons. O número de prótons define o número atômico (Z), e o número de nêutrons é representado por N . A soma desses dois valores determina o número de massa (A) (Calçada; Sampaio, 2005).

$$A = Z + N$$



2.2.2 Força do Núcleo



A força eletromagnética é responsável por manter os elétrons ligados ao núcleo, formando os átomos. Já a força que mantém os núcleons (prótons e nêutrons) unidos no núcleo precisa ser forte o suficiente para superar a repulsão eletromagnética entre os prótons, que têm cargas positivas idênticas (Halliday; Resnick, 2009).



A presença de prótons no núcleo levanta uma questão fundamental: como eles conseguem permanecer unidos apesar da repulsão eletromagnética?

No núcleo do átomo existem duas forças atuando:

Força Forte

É uma força atrativa e de curto alcance, atuando entre prótons e nêutrons para manter o núcleo estável. Ela supera a repulsão eletromagnética, sendo essencial para a existência da matéria (Calçada; Sampaio, 2005; Abdalla, 2016).



Força Fraca

É uma força que atua na estabilidade nuclear e em processos como radioatividade e decaimento. Ela media transformações nucleares, como a conversão de um nêutron em um próton, um elétron e um neutrino (Barreto; Xavier, 2016).



2.2.3 Decaimento beta

Os núcleos atômicos podem ser classificados em dois grupos quanto à sua estabilidade: os estáveis e os não estáveis. Os núcleos estáveis mantêm sua estrutura inalterada ao longo do tempo, enquanto os não estáveis sofrem decaimento, caracterizado pela emissão de partículas subatômicas (Barreto; Xavier, 2016).



No contexto da Física, o termo "decaimento" refere-se à transformação de uma partícula em outras, como por exemplo um nêutron livre, que pode se transformar em um próton, um elétron e um antineutrino (Calçada; Sampaio, 2005).

O decaimento beta é um processo espontâneo em que um núcleo se transforma em outro, emitindo elétron ou pósitron, com conservação de carga e número de núcleons (Halliday; Resnick, 2009). Partículas como elétrons, pósitrons e neutrinos são criadas durante o decaimento, assim como fótons na emissão, não precisando estar presentes no núcleo antes do processo.



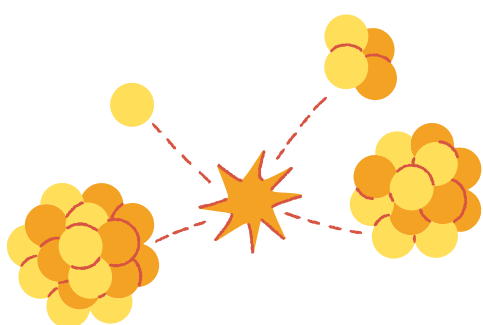
O decaimento beta está relacionado à combustão solar porque é um dos processos que ocorre no Sol, envolvendo a transformação de nêutrons em prótons com emissão de neutrinos. Esses neutrinos são produzidos durante a queima nuclear no Sol (Fusão Nuclear), evidenciando a atuação da força nuclear fraca nesse processo (Abdalla, 2016).



2.2.4 Reações Nucleares

O estudo das reações nucleares é fundamental por várias razões, uma delas sendo a obtenção de informações sobre os estados excitados do núcleo, complementando aquelas obtidas através do decaimento nuclear. Além disso, o estudo dessas reações, especialmente o equilíbrio energético, fornece dados importantes sobre as massas dos núcleos participantes, o que se revela crucial para entender processos como a Fissão e a Fusão Nuclear (Eisenberg; Resnick, 1979).

Em 1938, uma equipe em Berlim composta por Lise Meitner, Otto Hahn e Fritz Strassman realizou um experimento expondo sais de urânio a nêutrons térmicos, resultando na produção de substâncias radiativas inesperadas, entre elas o bário. A presença do bário foi surpreendente devido à grande diferença entre os números atômicos do urânio e do bário. Posteriormente, Meitner e seu sobrinho Otto Frisch propuseram que o núcleo de urânio se fragmenta em dois núcleos menores após a absorção de um nêutron, liberando energia nesse processo, denominado Fissão por Fritz (Halliday; Resnick, 2009).



A Fissão Nuclear é um processo que libera energia ao dividir um núcleo pesado em núcleos menores (Barreto; Xavier, 2016). Segundo Calçada e Sampaio (2005), isso ocorre quando um nêutron colide com um núcleo pesado, quebrando-o em dois núcleos semelhantes e emitindo dois a três nêutrons.



2.2.4 Reações Nucleares

Halliday e Resnick (2009) destacam que a capacidade dos nêutrons liberados na Fissão de induzir outros núcleos de um átomo pesado a sofrerem Fissão, gerando mais nêutrons que por sua vez induzem novas fissões, sugere fortemente a possibilidade de uma reação em cadeia.

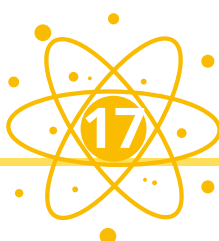
Barreto e Xavier (2016) descreve que o processo de reação em cadeia pode ser controlado ou não controlado.

Reação em cadeia controlada

Os reatores nucleares operam com Fissão Nuclear controlada, convertendo energia térmica em energia utilizável, e são competitivos economicamente com fontes como carvão e óleo. Eles também produzem isótopos radioativos para medicina, biologia, química e engenharia (Eisenberg; Resnick, 1979).



Os reatores nucleares são dispositivos projetados para controlar a reação em cadeia de Fissão Nuclear, permitindo a utilização da energia liberada para gerar eletricidade. Em contraste, quando essa reação não é controlada, resulta em uma bomba atômica, cuja capacidade destrutiva é extremamente elevada (Calçada; Sampaio, 2005).



2.2.4 Reações Nucleares

Reação em cadeia não controlada

Na bomba atômica, a reação em cadeia não controlada resulta na liberação rápida de uma grande quantidade de energia, levando à explosão. (Barreto, Xavier, 2016). Para fins de armas nucleares, é necessário uma liberação máxima de energia, o que exige uma concentração muito alta de, por exemplo, Urânio (U-235) (acima de 85%). Isso garante que os nêutrons liberados sejam capturados por outros átomos de Urânio (U-235), causando mais fissões e aumentando rapidamente a energia produzida (Dorsch; Guio, 2023).



Halliday e Resnick (2009) destacam que as bombas atômicas lançadas na Segunda Guerra Mundial funcionavam com base na Fissão simultânea de muitos nuclídeos pesados por nêutrons térmicos, resultando em explosões violentas. A primeira bomba, lançada em Hiroshima, utilizou Urânio (U-235), pois havia material suficiente disponível após testes. Já a segunda bomba, lançada em Nagasaki, utilizou Plutônio (Pu - 239) devido à falta de Urânio (U - 235) suficiente, e foi usada sem ter sido previamente testada.



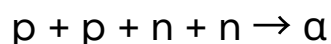
2.2.4 Reações Nucleares

Encerraremos nosso estudo sobre reações nucleares com uma discussão a respeito da Fusão Nuclear. De acordo com Barreto e Xavier (2016), a Fusão Nuclear é o processo inverso da Fissão. Nesse processo, núcleos de elementos se combinam para formar um novo núcleo, resultando em um ganho de energia.



Embora na Fusão Nuclear há a formação de um novo núcleo, verifica-se que a massa total antes da reação é maior do que a massa da partícula resultante. Por que isso acontece? (Calçada; Sampaio, 2005)

Calçada e Sampaio (2005) consideram, por exemplo, o caso do núcleo de um dos isótopos do Hélio, composto de dois prótons e dois nêutrons. Esse núcleo é chamado também de partícula alfa α .



Consultando uma tabela, obtemos as massas de repouso dos elementos que participação da fusão:

m_p = massa do próton = 1,00728u
 m_n = massa do nêutron = 1,00867u
 m_t = massa total antes da reação

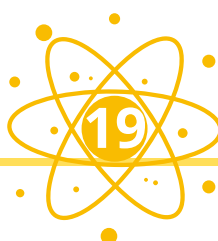
ANTES DA REAÇÃO

$$\begin{aligned} m_t &= 2m_p + 2m_n \\ m_t &= 2(1,00728) + 2(1,00867) \\ m_t &= 4,03190 \text{ u} \end{aligned}$$



DEPOIS DA REAÇÃO

$$\begin{aligned} &\text{massa da partícula alfa} \\ m_\alpha &= 4,00260\text{u} \end{aligned}$$



2.2.4 Reações Nucleares

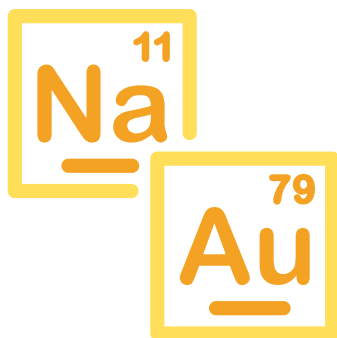
Essa diferença de massa não se deve à perda de fragmentos de prótons ou nêutrons, pois essas partículas permanecem intactas. A perda de massa é, na verdade, resultado da liberação de energia durante a Fusão, e essa energia liberada possui massa (Calçada; Sampaio, 2005).



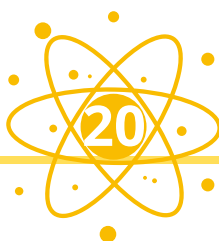
Segundo Halliday e Resnick (2009), em condições normais, a repulsão eletrostática de Coulomb entre os núcleos, que possuem cargas positivas, impede a Fusão Nuclear. Como ela ocorre, então?

Cunha (2020) descreve que para ocorrer a Fusão Nuclear, é necessário superar a repulsão elétrica entre os núcleos, que aumenta à medida que eles se aproximam. Isso só é possível em condições de temperaturas extremamente altas.

A geração de energia útil por fusão nuclear requer um grande número de reações em um curto intervalo de tempo. Isso é alcançado elevando a temperatura do material a ponto de os núcleos, devido à agitação térmica, possuírem energia suficiente para superar a barreira de Coulomb, caracterizando o processo como Fusão Termonuclear (Halliday; Resnick, 2009).



Eisenberg e Resnick (1979) afirmam que a Fusão Termonuclear ocorre de forma eficiente há bilhões de anos nas estrelas. Esse processo é responsável pela geração de energia nas estrelas e pela síntese de elementos químicos.



2.2.5 Segurança Nuclear: Um Tópico Essencial em Física Nuclear

A energia nuclear é uma fonte estratégica global que contribui para a segurança energética e a mitigação das mudanças climáticas. No Brasil, apesar do potencial para fortalecer a segurança energética, a expansão nuclear enfrenta resistência social devido a acidentes passados e falta de informação clara (Machado, 2021).

Embora as operações de geração de energia nuclear sejam geralmente consideradas seguras, alguns acidentes graves tiveram impactos significativos no meio ambiente e na saúde de milhares de pessoas (Godoy; Dell’Agnolo; Melo, 2020).

O temor social ligado à energia nuclear tem raízes históricas, sobretudo no uso bélico da tecnologia. O lançamento das bombas atômicas em Hiroshima e Nagasaki em 1945 revelou ao mundo o potencial destrutivo da Fissão Nuclear (Souza; Lima, 2019). Esses eventos, como os acidentes de Chernobyl (Ucrânia, 1986), Goiânia (Brasil, 1987) e Fukushima (Japão, 2011), contribuíram para reforçar a percepção negativa da energia nuclear (Camelo, 2017).



Chernobyl (1986) – Foi o maior acidente nuclear da história, causado por falhas de projeto e procedimento. Nuvens radioativas contaminaram parte da Europa, resultando em 31 mortes diretas, 40 mil hospitalizações e milhões de pessoas expostas à radiação. Hoje, a região é quase desabitada (Godoy; Dell’Agnolo; Melo, 2020).



2.2.5 Segurança Nuclear: Um Tópico Essencial em Física Nuclear



Goiânia (1987) - Um aparelho de radioterapia descartado em Goiânia foi aberto, expondo cézio-137 e contaminando a população. O governo monitorou 112.800 pessoas, com 4 mortes e 1 amputação. Pessoas expostas relatam problemas de saúde após 30 anos (Godoy; Dell'Agnolo; Melo, 2020).

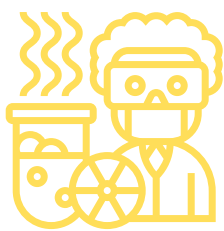


Fukushima (2011) - Um tsunami danificou a usina nuclear de Fukushima, causando explosões em 4 reatores. A radiação se espalhou pelo Pacífico, afetando a produção local e causando milhares de mortes indiretas (3.600), além dos mortos pelo tsunami (Godoy; Dell'Agnolo; Melo, 2020).

A energia nuclear requer estruturas especializadas, profissionais capacitados e segurança rigorosa devido à magnitude da energia envolvida (Godoy; Dell'Agnolo; Melo, 2020).

Em última análise, a aceitação da energia nuclear depende de um debate informado sobre a matriz energética nacional, transparência e investimentos em segurança para superar o medo e a desinformação (Murayama; Schmid, 2021).





3. Sequência Didática

O produto educacional sobre Fissão e Fusão Nuclear na perspectiva CTSA envolverá a implementação de uma sequência didática composta por 8 encontros que tem como finalidade promover a conscientização sobre questões sociais e ambientais e, conseqüentemente, o desenvolvimento de habilidades e pensamento crítico e reflexivo.



Para tornar esta sequência didática divertida e eficaz utilizaremos o personagem Homer Simpson, um trabalhador da Usina Nuclear de Springfield, para ensinar Física Nuclear. Ao explorar a rotina e os desafios de Homer no trabalho, buscamos desenvolver uma perspectiva crítica e reflexiva sobre conceitos científicos complexos, fomentando a discussão e a análise aprofundada do tema.

A próxima etapa descreve as aulas da sequência didática, detalhando objetivos, duração, atividades, recursos e estratégias pedagógicas sob a perspectiva CTSA para uma compreensão clara do processo de ensino-aprendizagem.



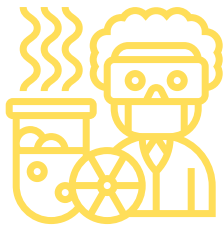


3. Sequência Didática

3.1 Homer na Usina Nuclear: Uma Introdução à Física Nuclear (Encontro I)

Componentes	Descrição
 Objetivos	- Avaliar o conhecimento prévio dos alunos sobre Física Nuclear. - Introduzir conceitos básicos de Física Nuclear.
 Duração	-60 minutos
 Metodologia	- Abertura da aula: acolhida dos alunos e apresentação do produto educacional. (10 min) -Aplicação de questionário de verificação de conhecimento (Apêndice A) sobre Física Nuclear. (10 min) -Investigar o conhecimento prévio dos alunos sobre a série 'Os Simpsons' e energia nuclear através de uma rápida discussão. (10 min) - Apresentação do personagem Homer Simpson e sua atuação na Usina Nuclear de Springfield, seguida da criação de um desenho artístico utilizando a técnica do pontilhismo (Apêndice B) (30 min)





3. Sequência Didática

Componentes	Descrição
 Recursos Didáticos	- Questionário - Desenho - Pilotos - Datashow - Notebook - Slides
 Avaliação	- Observação da participação e do engajamento. - Análise das respostas ao questionário. - Avaliação dos desenhos artísticos.





Orientações para o professor

A abertura da aula será um momento oportuno para apresentar o produto educacional e discutir como a Física Nuclear se relaciona com questões sociais e ambientais. Ao aplicar o questionário de verificação de conhecimento (Apêndice A), podemos identificar as concepções prévias dos alunos sobre o tema e como elas se conectam com a realidade. A discussão sobre a série Os Simpsons e energia nuclear permitirá que os alunos compartilhem seus conhecimentos e percepções sobre o tema, enquanto a apresentação do personagem Homer Simpson e sua atuação na Usina Nuclear de Springfield pode servir como um exemplo de como a Ciência e Tecnologia podem ter implicações sociais e ambientais.

Ao criar um desenho artístico da estrutura atômica utilizando a técnica do pontilhismo, os estudantes poderão visualizar e compreender melhor a composição do átomo como ponto de partida para compreender a Física Nuclear. Além disso, podemos discutir como a compreensão da estrutura atômica é fundamental para o desenvolvimento de tecnologias nucleares e suas implicações na sociedade. Com esses conceitos básicos, os alunos desenvolverão uma base sólida que os ajudará a compreender conceitos mais complexos no futuro, permitindo uma compreensão mais ampla da Ciência e sua importância na sociedade.





3. Sequência Didática

3.2 Energia Nuclear: Análise da Representação em "Os Simpsons" (Encontro 2)

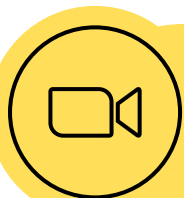
Componentes	Descrição
 Objetivos	- Identificar a abordagem satírica da série sobre o tema. - Relacionar a criação da série com os eventos históricos (acidentes nucleares). - Incentivar a análise crítica sobre a energia nuclear e sua representação global.
 Duração	- 60 minutos
 Metodologia	- Acolhida (5 min) - Aplicação de questionário (Apêndice C) para revisar o conteúdo da aula anterior. (15 min) - Análise do texto "Os Simpsons e a Energia Nuclear" (Anexo A) (20 min) - Exibição do vídeo: "Chernobyl – a história que não foi contada". (20 min) - Anotação sobre o que mais chamou a atenção no vídeo "Chernobyl – a história que não foi contada", associando ao texto "Os Simpsons e a Energia Nuclear" analisado em aula.





3. Sequência Didática

Componentes	Descrição
 Recursos Didáticos	- Questionário - Texto - Vídeo - Datashow - Notebook - Caixa de som
 Avaliação	- Participação - Demonstração de entendimento dos conceitos abordados. - Capacidade de analisar, refletir e argumentar sobre os temas.



O vídeo "Chernobyl – a história que não foi contada" pode ser acessado gratuitamente no YouTube, no canal Você Sabia?





Orientações para o professor

Inicie o encontro aplicando um questionário que revise o conteúdo da aula anterior sobre a série Os Simpsons e a energia nuclear. As questões devem abordar temas como:

- Importância da segurança nuclear
- Reflexão sobre o que foi aprendido sobre Física Nuclear
- Benefícios e riscos da energia nuclear e suas implicações ambientais
- Conexão entre a Ciência e a sociedade

Trabalhe o texto na abordagem CTSA, explorando como a mídia pode influenciar a percepção pública sobre a Ciência e Tecnologia, especificamente em relação à energia nuclear. Discuta:

- Como a série satiriza a segurança nuclear e as implicações sociais e ambientais da energia nuclear
- Contexto histórico em que a série foi criada e sua influência na representação da energia nuclear na mídia.





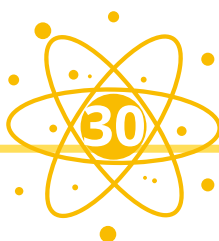
Orientações para o professor

Exiba o vídeo e, após, discuta com os alunos:

- Causas e consequências do acidente de Chernobyl
 - Impacto do acidente na sociedade e no meio ambiente
- Lições aprendidas com o acidente de Chernobyl e relação com o texto trabalhado em aula



O objetivo é promover a compreensão crítica dos alunos sobre a Física Nuclear e suas implicações sociais e ambientais, incentivando a reflexão e o pensamento crítico sobre a Ciência e Tecnologia. Com essa abordagem, os alunos podem desenvolver uma visão mais ampla e crítica da energia nuclear e suas implicações na sociedade.

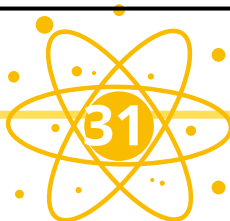




3. Sequência Didática

3.3 Homer Atômico: Pontilhismo e Estrutura da Matéria (Encontro 3)

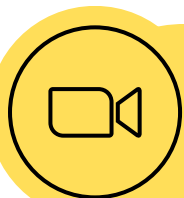
Componentes	Descrição
 Objetivos	-Desenvolver a compreensão sobre a estrutura atômica. -Compreender a formação de moléculas e substâncias. -Conhecer os conceitos de número atômico e número de massa. - Desenvolver habilidades práticas e de resolução de problemas.
 Duração	-120 minutos
 Metodologia	-Acolhida (5 min) -Discussão inicial: Observação do desenho de Homer Simpson criado com pontilhismo e discussão sobre "De que somos feitos?" (10 min) - Exibição do vídeo: "O que é um átomo?" (5 min) - Aprofundamento Teórico sobre o Átomo (50 min) -Atividade prática em grupo: Análise e representação da estrutura atômica do elemento utilizando tampinhas. (Apêndice D) (50 min)





3. Sequência Didática

Componentes	Descrição
 Recursos Didáticos	--Desenho -Vídeo educativo -Tampinhas -Cartãozinho com informações - Datashow -Notebook -Caixa de som
 Avaliação	-Observação da participação em grupo. -Análise das representações atômicas. - Discussão e perguntas.



O vídeo "O que é um átomo?" pode ser acessado gratuitamente no YouTube, no canal FlexFlix Kids em português



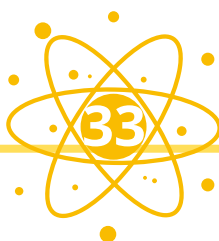


Orientações para o professor



Ao iniciar a discussão com a observação do desenho de Homer Simpson criado com pontilhismo, é possível explorar a relação entre a estrutura da matéria e a Ciência e Tecnologia. A pergunta "De que somos feitos?" pode ser usada para destacar a importância da compreensão da estrutura da matéria e suas implicações em áreas como medicina, tecnologia e meio ambiente.

Durante a exibição do vídeo "O que é um átomo?", é fundamental mostrar como a compreensão do átomo se relaciona com a tecnologia e a sociedade, e como os avanços tecnológicos e científicos decorrentes dessa compreensão podem ser utilizados para melhorar a vida das pessoas e proteger o meio ambiente. Isso pode incluir discussões sobre como a Ciência e Tecnologia podem ser utilizadas para resolver problemas sociais e ambientais, como a criação de tratamentos mais eficazes e direcionados na medicina, o desenvolvimento de tecnologias sustentáveis e a mitigação de impactos ambientais. A partir daqui, podemos aprofundar o tema, explorando conceitos como prótons, nêutrons e elétrons, formação de moléculas e substâncias, número atômico e número de massa.





Orientações para o professor



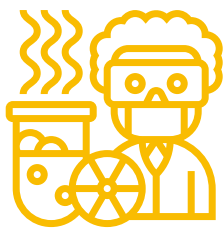
Aqui propomos uma atividade prática com tampinhas de garrafa PET de três cores diferentes (para representar prótons, nêutrons e elétrons), um material de baixo custo, para explorar a estrutura atômica.



Os alunos, divididos em grupos, receberão um cartão com informações sobre um elemento químico específico. Eles analisarão as informações e usarão tampinhas para representar a estrutura atômica do elemento.



A abordagem CTSA será aplicada, mostrando como o conhecimento da estrutura atômica impacta tecnologias e a sociedade. O objetivo é desenvolver habilidades críticas e reflexivas nos alunos para enfrentar desafios futuros, capacitando-os a aplicar esse conhecimento em diferentes contextos.



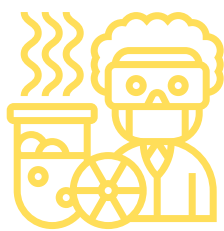
3. Sequência Didática

3.4 A Força Nuclear de Homer (Encontro 4)



Componentes	Descrição
 Objetivos	- Definir força nuclear. - Identificar características da força nuclear. - Compreender o papel da força nuclear no núcleo atômico.
 Duração	-60 minutos
 Metodologia	-Acolhida (5 min) -Apresentação da definição, características e importância da força nuclear no contexto da Física Nuclear. (30 Min) -Leitura de texto de apoio (Apêndice E). (5 min) -Aplicação de questionário objetivo (Apêndice F). (20 min)





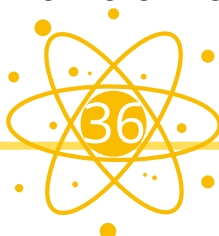
3. Sequência Didática

Componentes	Descrição
 Recursos Didáticos	-Quadro branco -Piloto -Apagador -Texto -Questionário
 Avaliação	-Avaliar a compreensão dos alunos sobre o tema por meio do questionário objetivo. - Participação em sala.



Orientações para o professor

A aula abordará a definição e importância da força nuclear, destacando sua fundamentalidade para a estabilidade dos núcleos atômicos e impactos na sociedade, como na geração de energia nuclear. Em seguida, os alunos realizarão a leitura de um texto de apoio para aprofundar o conhecimento sobre o tema e, posteriormente, responderão a um questionário objetivo para avaliar sua compreensão sobre a força nuclear e suas implicações, visando desenvolver pensamento crítico e análise reflexiva.





3. Sequência Didática

3.5 O Mágico Homer e o Segredo do Decaimento Beta (Enconto 5)

Componentes	Descrição
 Objetivos	-Compreender o conceito de decaimento beta. -Desenvolver habilidades de representação e modelagem. -Promover a participação ativa dos alunos.
 Duração	-120 minutos
 Metodologia	-Acolhida (10 min) -Explicação do decaimento beta por meio de comparação com a mágica. (40 min) -Criação de modelos de estruturas atômicas e decaimento beta com massinha de modelar. (40 min) - Apresentação dos Modelos. (30 min)
 Recursos Didáticos	-Massa de modelar
 Avaliação	- Participação e engajamento - Análise das representações e modelagens - Avaliação da apresentação





Orientações para o professor

A abordagem CTSA pode ser incorporada às atividades de explicação do decaimento beta e criação de modelos de estruturas atômicas, destacando como a compreensão desses conceitos científicos pode ser aplicada em contextos práticos. Ao utilizar a comparação com a mágica para explicar o decaimento beta, os alunos podem desenvolver uma compreensão mais profunda da complexidade desses processos nucleares.



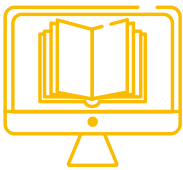
Para essa aula, uma atividade prática interessante para desenvolver é criar modelos atômicos com massinha de modelar, permitindo que os alunos sejam criativos e expressem suas ideias de forma visual e tangível, tornando o aprendizado divertido e interativo.





3. Sequência Didática

3.6 Fissão e Fusão: Homer Descobre o Poder da Reação Nuclear (Encontro 6)

Componentes	Descrição
 Objetivos	- Compreender os conceitos fundamentais de Fissão e Fusão Nuclear - Analisar as aplicações práticas desses processos em diferentes contextos - Desenvolver uma compreensão mais profunda dos processos nucleares
 Duração	-60 minutos
 Metodologia	- Acolhida (10 min) - Apresentação dos conceitos de Fissão e Fusão Nuclear e suas aplicações. (50 min)
 Recursos Didáticos	- Slides (REVER) - Datashow - Notebook
 Avaliação	- Participação e engajamento



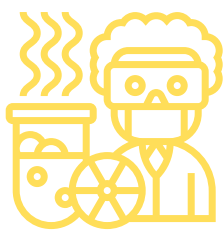


Orientações para o professor



Ao apresentar os conceitos de Fissão e Fusão Nuclear, é fundamental destacar que esses processos não são exclusivos da ação humana, ocorrendo também de forma natural em estrelas e outros corpos celestes, e discutir as implicações sociais e ambientais das tecnologias nucleares desenvolvidas pelo homem, abordando as aplicações práticas, como a geração de energia elétrica e a medicina nuclear, assim como os riscos associados, como a produção de resíduos nucleares e os desafios de segurança. Isso pode incentivar os alunos a refletir criticamente sobre as vantagens e desvantagens dessas tecnologias, considerando fatores econômicos, políticos e éticos.





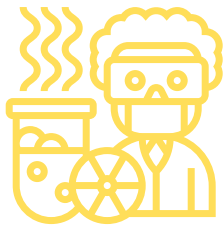
3. Sequência Didática

3.7 Bomba Atômica: O Poder Destrutivo que Homer não Entende (Encontro 7)



Componentes	Descrição
 Objetivos	-Analisar os eventos históricos relacionados ao desenvolvimento e uso da bomba atômica. -Compreender implicações éticas do uso de armas nucleares e a importância da responsabilidade e da ética na ciência e na tecnologia.
 Duração	-120 minutos
 Metodologia	-Pesquisa: principais eventos e conceitos relacionados à bomba atômica, incluindo sua história, efeitos e implicações. (30 min) - Criação do Mural (30 min)





3. Sequência Didática

Componentes	Descrição
 Recursos Didáticos	- Computadores (Sala de informática) - Papel kraft - Cola - Tesoura - Pilotos - Régua - Impressora
 Avaliação	- Participação ativa e colaboração dos alunos durante a pesquisa e criação do mural





Orientações para o professor



Nesta aula, os alunos iniciarão o projeto de criação de um mural sobre a bomba atômica, realizando uma pesquisa sobre sua história, efeitos e implicações. Se possível, leve-os à sala de informática para uma pesquisa mais eficiente e criem um conteúdo rico e informativo.

Ao realizar a pesquisa sobre a bomba atômica, é fundamental abordar as implicações sociais, políticas e ambientais do desenvolvimento e uso dessa tecnologia. Isso pode incentivar os alunos a refletir criticamente sobre as consequências devastadoras para as pessoas e o meio ambiente, considerando as implicações éticas e morais da criação e uso da bomba atômica.

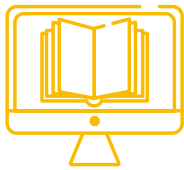
A criação do mural pode ser uma forma eficaz de representar visualmente as implicações da bomba atômica, incluindo os efeitos a longo prazo sobre as vítimas e o meio ambiente. Ao incluir informações sobre as consequências do uso da bomba atômica, os alunos podem criar uma representação visual impactante que destaque a importância da conscientização sobre os efeitos devastadores das armas nucleares. Isso pode tornar o mural uma ferramenta poderosa para transmitir uma mensagem de paz e reflexão a toda comunidade escolar.





3. Sequência Didática

3.8 A Física Nuclear ao Alcance de Todos: Homer Aprende sobre a Bomba Atômica (Encontro 8)

Componentes	Descrição
 Objetivos	- Promover a conscientização sobre a bomba atômica e suas consequências. - Fomentar a reflexão crítica e a discussão sobre o tema.
 Público alvo	- Comunidade escolar (alunos, professores, funcionários e pais)
 Metodologia	- Exposição do Mural - Apresentação dos alunos
 Recursos Didáticos	- Mural - Caixa de som - Microfone - Datashow - Notebook
 Avaliação	- Qualidade e criatividade do mural, incluindo a apresentação visual e a organização das informações. - Clareza, organização e eficácia da apresentação oral sobre o tema.





Orientações para o professor

Durante a exposição do mural e a apresentação dos alunos, é possível incentivar a discussão sobre as implicações sociais, políticas e ambientais causadas pela bomba atômica, destacando como a Ciência e a tecnologia nuclear podem ter impactos significativos na sociedade e no ambiente. Além de abordar um tema que gera debate, o objetivo é também informar e conscientizar a comunidade escolar, para que todos fiquem conscientes e reflitam sobre o tema. Essa oportunidade pode ajudar os alunos a desenvolver habilidades de comunicação e argumentação sobre temas complexos e controversos, refletindo sobre a importância da responsabilidade e da ética no desenvolvimento e uso da tecnologia nuclear.





4. Considerações Finais

A aplicação do produto educacional sobre Física Nuclear para alunos do Ensino Fundamental, utilizando a abordagem CTSA, tem o potencial de gerar resultados significativos. Com essa abordagem, espera-se que os alunos desenvolvam uma compreensão mais profunda e contextualizada de conceitos como Fusão Nuclear e Fissão Nuclear, bem como suas aplicações. Isso pode ajudá-los a desenvolver uma visão crítica e responsável sobre o uso da tecnologia nuclear, compreendendo as implicações éticas e morais do avanço científico e tecnológico. Além disso, os alunos poderão aprimorar habilidades científicas essenciais, como observação, experimentação e análise de dados. O debate e a reflexão crítica podem aumentar a motivação e o interesse dos alunos pela Física Nuclear e pela Física em geral, promovendo a autonomia e a responsabilidade pela própria aprendizagem.

A abordagem CTSA oferece também aos professores uma oportunidade para refletir sobre sua prática pedagógica e desenvolver habilidades docentes essenciais, como planejamento e organização de atividades contextualizadas, avaliação crítica e reflexiva da aprendizagem e desenvolvimento de estratégias para promover o pensamento crítico e a cidadania responsável. Além disso, essa abordagem permite que os docentes identifiquem oportunidades para melhoria e inovação, tornando a aprendizagem mais significativa e relevante para a vida real.

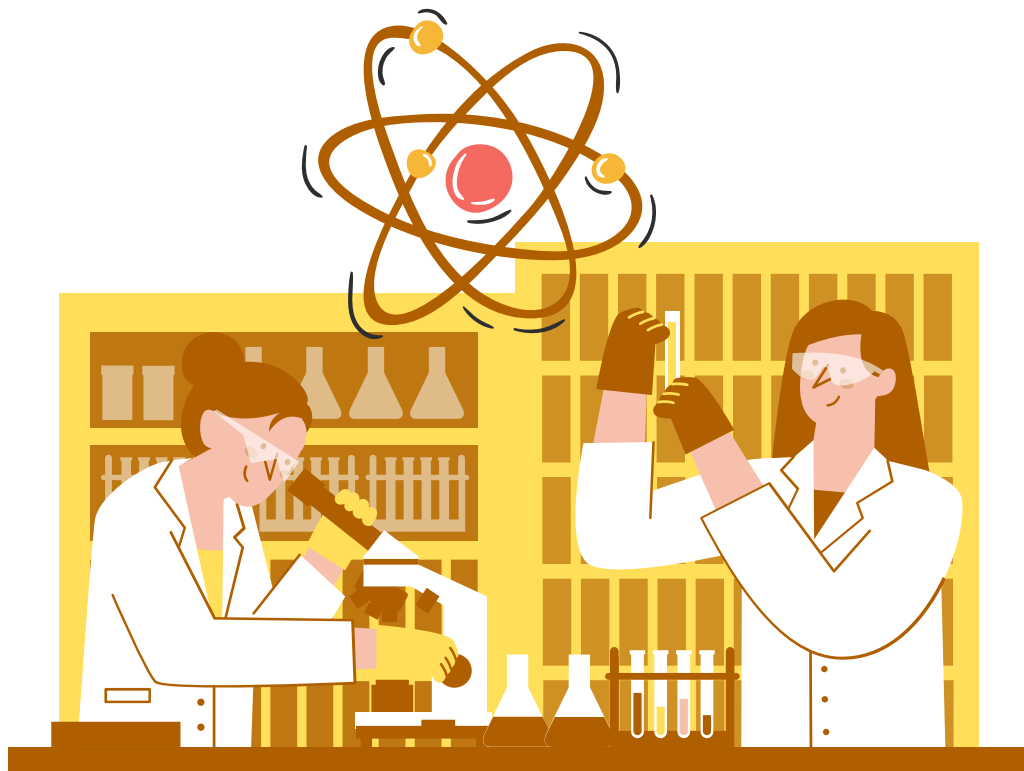




4. Considerações Finais

Ao contextualizar os conceitos científicos e tecnológicos, a abordagem CTSA torna-os mais interessantes e relevantes para os alunos, incentivando o pensamento crítico sobre as implicações sociais e ambientais da Ciência e Tecnologia.

Em última análise, a aplicação desse produto educacional pode contribuir para a melhoria da alfabetização científica no Ensino Fundamental, tornando-o uma ferramenta de transformação social que valorize a formação da cidadania e a responsabilidade ambiental e social.





Referenciais Bibliográficos

ABDALLA, Maria Cristina Batoni. **O discreto charme das partículas elementares**. 2ª ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2016.

BARRETO, Benigno; XAVIER, Claudio. **Física aula por aula: Eletromagnetismo Física Moderna**. v. 3. 3ª ed. São Paulo: FTD, 2016.

CALÇADA, Caio Sergio; SAMPAIO, José Luiz. **Física: Volume único**. 2ª ed. São Paulo: Atual, 2005.

CAMELO, Ana Paula. **Participação pública em políticas energéticas em debate: estudo de caso em torno da energia nuclear no Brasil**. Revista Sinais, v. 21, n. 1, 2017.

CUNHA, Kássia Moreira. **O ensino de física nuclear no ensino médio: uma proposta de sequência didática**. Trabalho de conclusão da Graduação em Física – Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2020.

DORSCH, Gláuber Carvalho; GUIO, Thaisa Carneiro da Cunha. Física de partículas no ensino médio Parte II: Física Nuclear. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 45, p. e20230067, 2023.

EISENBERG, Robert; RESNICK, Robert. **Física Quântica: Átomos, Moléculas, Núcleos e Partículas. Sólidos**. Rio de Janeiro: Campus, 1979.

GODOY, Leandro Pereira de; DELL'AGNOLO, Rosana Maria; MELO, Wolney Candido. **Multiversos: ciências da natureza: ciência, tecnologia e cidadania: ensino médio**. São Paulo: Editora FTD, 2020.





Referenciais Bibliográficas

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert. **Fundamentos da Física: Óptica e Física Moderna**. v. 4. Rio de Janeiro: LTC, 2009.

HAMMEL, Cristiane; MIYAHARA, Ricardo Yoshimitsu; DOS SANTOS, Sandro Aparecido. Uma UEPS com enfoque CTSA no ensino de Física: geração, produção e consumo de energia elétrica. **Experiências em ensino de ciências**, v. 14, n. 1, p. 256–270, 2019.

MACHADO, Tariana Brocardo. **Aceitação da energia nuclear por parte da opinião pública no Brasil**. Tese (Doutorado em Ciências da Comunicação) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

MACIEL, Renan Carlos Ferreira Picanço; COSTA, Fábio José Souza; PEREIRA, Gerlany de Fátima dos Santos. Perspectiva curricular ciência–tecnologia–sociedade–ambiente: uma investigação do enfoque CTSA em livros didáticos de 6º e 7º anos do Ensino Fundamental II de Ciências Naturais à luz da BNCC. **REVISTA DELOS**, v. 17, n. 61, p. e2807–e2807, 2024.

MAESTRELLI, Sandra Godoi. **A abordagem CTSA nos anos iniciais do ensino fundamental: contribuições para o exercício da cidadania**. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

MORAES, José Uibson Pereira; ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira. **O Ensino de Física e o Enfoque CTSA: caminhos para uma educação cidadã**. São Paulo: Livraria da Física, v. 144, 2012.

MOREIRA, Marco Antônio. Ensino de Física no Brasil: retrospectiva e perspectivas. **Revista brasileira de ensino de física**. São Paulo. Vol. 22, n. 1, p. 94–99, 2000.





Referenciais Bibliográficos

MURAYAMA, Caio Cesar Salgado; SCHMID, Fernando Pagnin. **Perspectivas para a energia nuclear no Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Mecânica) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2021.

NETO, Jorge Megid; PACHECO, Décio. Pesquisas sobre o ensino de Física no nível médio no Brasil: concepção e tratamento de problemas em teses e dissertações. **Pesquisas em ensino de física**. São Paulo: Escrituras, v. 2, p. 15–30, 2001.

ROSA, Cleci Werner; DA ROSA, Álvaro Becker. Ensino de Física: objetivos e imposições no ensino médio. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las ciencias**, v. 4, n. 1, 2005.

SANTO, Gabriel Scoparo Espírito. **Repensando as situações de aprendizagem em física: proposta de duas sequências didáticas com abordagem CTSA para formação ética do cidadão**. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Presidente Prudente, São Paulo, 2015.

SANTOS, Jurandi Leão. **A Física Moderna no ensino médio a partir dos modelos atômicos**. Dissertação (Mestrado Profissional de Ensino de Física) – Universidade federal do ABC, Santo André, 2016





Apêndice A

QUESTIONÁRIO (ENCONTRO 1)

Escola: _____

Componente Curricular: _____ Série: _____

Nome: _____

Instruções: Responda às perguntas de acordo com o seu conhecimento prévio sobre Física Nuclear.

1) O que você entende por Física Nuclear?

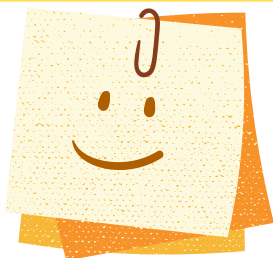
2) Você sabe o que é uma usina nuclear? Qual é sua função?

3) Quais são os principais benefícios e riscos associados à energia nuclear, em sua opinião?

4) Você já estudou ou ouviu falar sobre partículas subatômicas (prótons, nêutrons, elétrons)? Descreva brevemente o que sabe.

5) Você sabe qual é a aplicação da Física Nuclear? Se sim, cite alguns exemplos.





Apêndice B

DESENHO – PONTILHISMO (ENCONTRO 1)

Você sabia? O pontilhismo é uma técnica artística que consiste em criar imagens utilizando pequenos pontos de cor. Quanto mais próximos os pontos, mais intensa será a cor; quanto mais distantes, mais suave será o tom. Essa técnica permite criar texturas e tons únicos.

Enunciado: Utilizando a técnica do pontilhismo, pinte o desenho do Homer Simpson aplicando pontos de cores variadas para criar tons e texturas. Divirta-se criando uma obra pontilhista do Homer Simpson!





Apêndice C

QUESTIONÁRIO (AULA 2)

Escola: _____

Componente Curricular: _____ Série: _____

Nome: _____

1. Qual é o principal tema abordado na aula anterior?

- a) Física Quântica
- b) Física Nuclear
- c) Mecânica Clássica
- d) Eletricidade

2. Qual é o nome do personagem que estamos utilizando como exemplo?

- a) Bart Simpson
- b) Homer Simpson
- c) Marge Simpson
- d) Lisa Simpson

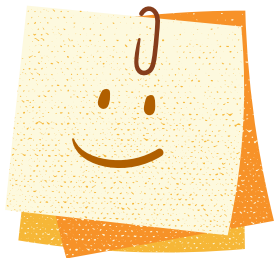
3. O que Homer Simpson faz?

- a) Trabalha como cientista
- b) Opera uma usina nuclear
- c) Estuda Física Nuclear
- d) Visita um laboratório

4. Qual é a importância da segurança nuclear, conforme discutido na aula?

- a) Evitar acidentes nucleares
- b) Reduzir custos
- c) Aumentar a produção de energia
- d) Melhorar a eficiência

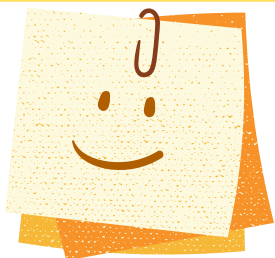




Apêndice C

5. O que você aprendeu sobre Física Nuclear na aula anterior?

A large, spiral-bound notebook with a yellow cover and a dark brown spiral binding on the left side. The notebook is open to a blank page with horizontal yellow lines. The notebook is positioned in the center of the page, below the question.



Apêndice D

MODELO DOS CARTÕES – ATIVIDADE COM TAMPINHAS (ENCONTRO 3)

Nesta atividade, os alunos terão a oportunidade de montar a estrutura atômica de diferentes elementos químicos utilizando tampinhas de cores variadas para representar prótons, nêutrons e elétrons. Com base nas informações fornecidas nos cartões, eles calcularão a quantidade de partículas e montarão a estrutura atômica correspondente.

Exemplo dos cartões para a atividade com as tampinhas:

Li
Lítio
6,941 u

3

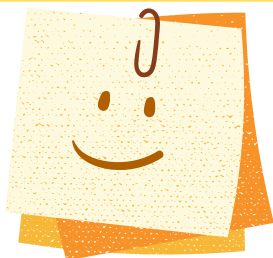
NOME DO ELEMENTO QUÍMICO: _____
NÚMERO ATÔMICO: _____
NÚMERO DE MASSA: _____
QUANTIDADE DE ELÉTRONS: _____
QUANTIDADE DE PRÓTONS: _____
QUANTIDADE DE NÊUTRONS: _____

C
Carbono
12,001 u

6

NOME DO ELEMENTO QUÍMICO: _____
NÚMERO ATÔMICO: _____
NÚMERO DE MASSA: _____
QUANTIDADE DE ELÉTRONS: _____
QUANTIDADE DE PRÓTONS: _____
QUANTIDADE DE NÊUTRONS: _____





Apêndice D

10

Ne

Neônio

20,180 u



NOME DO ELEMENTO QUÍMICO: _____

NÚMERO ATÔMICO: _____

NÚMERO DE MASSA: _____

QUANTIDADE DE ELÉTRONS: _____

QUANTIDADE DE PRÓTONS: _____

QUANTIDADE DE NÊUTRONS: _____

12

Mg

Magnésio

24,305 u



NOME DO ELEMENTO QUÍMICO: _____

NÚMERO ATÔMICO: _____

NÚMERO DE MASSA: _____

QUANTIDADE DE ELÉTRONS: _____

QUANTIDADE DE PRÓTONS: _____

QUANTIDADE DE NÊUTRONS: _____

8

O

Oxigênio

15,999 u



NOME DO ELEMENTO QUÍMICO: _____

NÚMERO ATÔMICO: _____

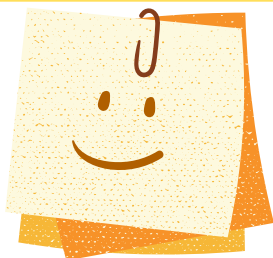
NÚMERO DE MASSA: _____

QUANTIDADE DE ELÉTRONS: _____

QUANTIDADE DE PRÓTONS: _____

QUANTIDADE DE NÊUTRONS: _____





Apêndice D



11

Na

Sódio

22,990 u

NOME DO ELEMENTO QUÍMICO: _____

NÚMERO ATÔMICO: _____

NÚMERO DE MASSA: _____

QUANTIDADE DE ELÉTRONS: _____

QUANTIDADE DE PRÓTONS: _____

QUANTIDADE DE NÊUTRONS: _____



26

Fe

Ferro

55,845 u

NOME DO ELEMENTO QUÍMICO: _____

NÚMERO ATÔMICO: _____

NÚMERO DE MASSA: _____

QUANTIDADE DE ELÉTRONS: _____

QUANTIDADE DE PRÓTONS: _____

QUANTIDADE DE NÊUTRONS: _____



13

Al

Alumínio

26,982 u

NOME DO ELEMENTO QUÍMICO: _____

NÚMERO ATÔMICO: _____

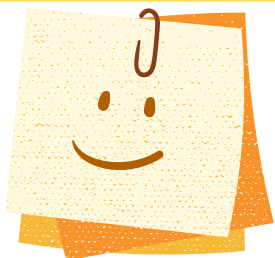
NÚMERO DE MASSA: _____

QUANTIDADE DE ELÉTRONS: _____

QUANTIDADE DE PRÓTONS: _____

QUANTIDADE DE NÊUTRONS: _____





Apêndice E

TEXTO DE APOIO (ENCONTRO 4)

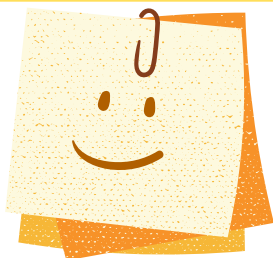
Força Nuclear

A força eletromagnética é responsável por manter os elétrons ligados ao núcleo, formando os átomos. Já a força que mantém os núcleons unidos no núcleo precisa ser forte o suficiente para superar a repulsão eletromagnética entre os prótons, que têm cargas positivas idênticas. (Halliday, Resnick, 2009)

A presença de prótons no núcleo levanta uma questão fundamental: como eles conseguem permanecer unidos apesar da repulsão eletromagnética? Conforme explicado por Calçada e Sampaio (2005), existe uma força adicional que atua entre os prótons, caracterizada por ser atrativa e ter um alcance extremamente curto, sendo significativa apenas quando a distância entre os prótons é inferior a metros. Essa força nuclear não só atua entre prótons, mas também entre nêutrons e entre prótons e nêutrons, garantindo a estabilidade do núcleo. Sua intensidade é maior que a repulsão elétrica em distâncias muito curtas, o que explica a dificuldade de remover prótons e nêutrons do núcleo, em contraste com a relativa facilidade de remover elétrons, que não estão sujeitos a essa força.

A força forte, conforme destacado por Abdalla (2016), desempenha um papel essencial nos fenômenos de curta distância dentro do núcleo atômico, garantindo a estabilidade nuclear. Ela atua como uma força de coesão entre os quarks que formam os núcleons, superando a repulsão eletromagnética e permitindo a existência da matéria em sua forma atual. A ausência dessa força provavelmente resultaria em uma estrutura do universo completamente diferente da que observamos.





Apêndice E

Além da força forte, outra força fundamental atua no núcleo atômico: a força fraca. Essa força é essencial para explicar a estabilidade nuclear e certos fenômenos, como a radioatividade e o decaimento. Sua principal função é mediar processos radioativos, nos quais um núcleo atômico se transforma em outro, envolvendo a conversão de um nêutron em um próton, um elétron e um neutrino, conforme destacado por Barreto e Xavier (2016).

A força nuclear tem diversas aplicações importantes em áreas como medicina, energia e tecnologia. Algumas das principais aplicações incluem:

- **Medicina Nuclear:** A força nuclear é utilizada na produção de radioisótopos para diagnóstico e tratamento de doenças, como o câncer. A radioterapia, por exemplo, utiliza radiação ionizante para destruir células cancerígenas.
- **Energia Nuclear:** A fissão nuclear é a principal fonte de energia em usinas nucleares, onde a energia liberada é convertida em eletricidade. Embora controversa, a energia nuclear é uma fonte de energia de baixa emissão de gases de efeito estufa.
- **Aplicações Industriais:** A radiação nuclear é usada para esterilizar materiais médicos e alimentos, além de ser aplicada em processos industriais, como a modificação de materiais.
- **Pesquisa Científica:** A força nuclear é fundamental em experimentos de física de partículas, onde colisões de partículas são estudadas para entender a estrutura da matéria.





Apêndice F

QUESTIONÁRIO (ENCONTRO 4)

Escola: _____
Componente Curricular: _____ Série: _____
Nome: _____

1. Qual é a força responsável por manter os elétrons ligados ao núcleo?

- a) Força nuclear
- b) Força eletromagnética
- c) Força fraca
- d) Força gravitacional

2. Qual é o principal desafio para os prótons permanecerem unidos no núcleo?

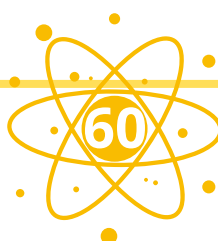
- a) A repulsão eletromagnética entre os prótons
- b) A atração eletromagnética entre os prótons
- c) A força nuclear
- d) A força fraca

3. Qual é a característica da força nuclear?

- a) É repulsiva e tem um alcance longo
- b) É atrativa e tem um alcance extremamente curto
- c) É repulsiva e tem um alcance curto
- d) É atrativa e tem um alcance longo

4. Entre quais partículas a força nuclear atua?

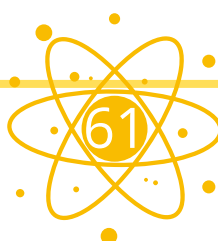
- a) Apenas entre prótons
- b) Apenas entre nêutrons
- c) Entre prótons, nêutrons e entre prótons e nêutrons
- d) Apenas entre elétrons

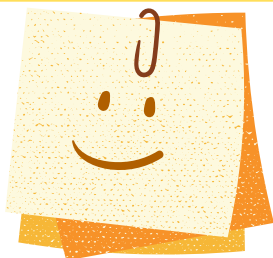




Apêndice F

5. Qual é a função da força fraca no núcleo atômico?
- a) Manter os núcleons unidos
 - b) Mediar processos radioativos
 - c) Manter os elétrons ligados ao núcleo
 - d) Superar a repulsão eletromagnética
6. Qual é o resultado da ausência da força forte no universo?
- a) A estrutura do universo seria a mesma
 - b) A matéria seria mais estável
 - c) A estrutura do universo seria completamente diferente
 - d) A radioatividade não existiria





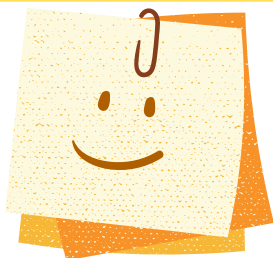
Anexo A

Texto: Os Simpsons e a Energia Nuclear (Encontro 2)

A série "Os Simpsons" é uma paródia satírica do estilo de vida da classe média dos Estados Unidos, simbolizada pela família Simpson na cidade de Springfield. Essa cidade age como um universo completo, no qual os personagens podem explorar os problemas enfrentados pela sociedade contemporânea. Em "Os Simpsons", o governo e as grandes corporações são entidades insensíveis que se aproveitam do trabalhador comum, os políticos são corruptos, os religiosos são indiferentes aos fiéis e a polícia local é incompetente.

A energia nuclear também é um tema recorrente desde a criação da série em 1989. Homer Simpson trabalha na Usina Nuclear de Springfield, onde as normas de segurança são satiricamente relaxadas. Ele é um Inspetor de Segurança Nuclear do setor 7G e constantemente adormece e negligencia os seus deveres. A cena de abertura retrata Homer saindo da central nuclear de Springfield com uma vareta de combustível nuclear presa a sua roupa, sendo esta, posteriormente, atirada pela janela do seu carro. O descuido da usina por parte de seu proprietário, Montgomery Burns, e de seus funcionários, muitas vezes põe em risco os moradores da cidade local. A planta nuclear aproximou-se do colapso várias vezes, quase explodindo pelo menos uma vez. Além disso, a usina normalmente se livra dos rejeitos radioativos despejando-os de forma ilícita em áreas de preservação ambiental ao redor da cidade. Ironizando ainda mais a situação, a série já mostrou o surgimento de peixes com três olhos e o despreparo das autoridades.

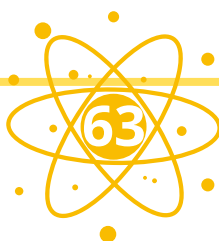


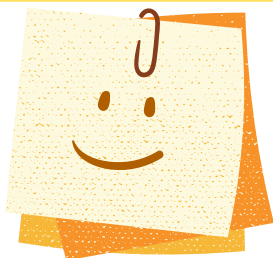


Anexo A



É interessante notar o contexto no qual a série foi criada. Em 1989, 10 anos após o acidente nuclear de Three Mile Island e 3 anos após o acidente nuclear de Chernobyl, cresciam cada vez mais as manifestações contrárias à energia nuclear. A segurança das usinas era constantemente questionada e as melhorias implementadas como normas de segurança após o acidente de Chernobyl ainda não estavam completamente em prática. Isso se reflete nas primeiras temporadas de "Os Simpsons" com episódios inteiros girando em torno da questão nuclear. Com o passar dos anos, no entanto, esse tema aparece cada vez menos na série, tornando-se apenas um detalhe no contexto da estória.





Anexo A



Esse tom satírico da série, ao invés de levar a uma reflexão mais profunda do tema, tem, muitas vezes, o efeito contrário: apenas constrói um conceito superficial e negativo da energia nuclear nos espectadores. Tanto é que após o acidente nuclear do Japão, diversas emissoras de TV na Suíça, Alemanha, Canadá, Áustria, Austrália e Japão anunciaram a censura de alguns episódios da série que fazem piadas sobre a energia nuclear [...]

Fonte: CONHECER PARA DEBATER.2011. Disponível em:
<https://conhecerparadebater.blogspot.com/2011/05/os-simpsons-e-energia-nuclear.html>

Acessado em 28 de abril de 2025.



