UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA

Jéssica Magalhães Rodrigues

A ABORDAGEM DA ENERGIA NUCLEAR EM LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA SOB A PERSPECTIVA DOS DIREITOS HUMANOS

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Brasília -DF

2.º/2020

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE QUÍMICA

Jéssica Magalhães Rodrigues

A ABORDAGEM DA ENERGIA NUCLEAR EM LIVROS DIDÁTICOS DE QUÍMICA SOB A PERSPECTIVA DOS DIREITOS HUMANOS

Trabalho de Conclusão de Curso em Ensino de Química apresentado ao Instituto de Química da Universidade de Brasília, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Evelyn Jeniffer de Lima Toledo

2.º/2020

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por sempre me proporcionar a força e coragem necessárias para realizar meus sonhos.

À minha família, em especial meus pais, irmãos e sobrinhos, por me ensinarem tanto sobre o amor e sobre as pessoas e valores que realmente importam.

Aos meus amigos, por trazerem maior leveza e alegria à esta trajetória tão desafiadora.

Aos meus professores, por terem me ensinado tanto e tornado a universidade tão acolhedora e significativa, além de continuamente incentivarem minha paixão pela ciência e pela educação.

À Universidade de Brasília e todos os seus servidores, que proporcionaram um espaço que tem sido um segundo lar para mim ao longo destes 5 anos.

SUMÁRIO

Introdução 6

1. Revisão Bibliográfica 7

1.1. Direitos humanos e educação 9

1.2. Energia nuclear no contexto brasileiro 12

1.3. Energia elétrica e a visão integral dos direitos 17

1.4. Uma educação para o “nunca mais” 18

1.5. O desenvolvimento de processos orientados à formação de sujeitos de direito e atores sociais 22

1.6. Promoção do empoderamento individual e coletivo, especialmente dos grupos sociais marginalizados ou discriminados 23

2. Metodologia 25

3. Análise 27

3.1.A abordagem de Energia Nuclear nos livros didáticos: avanços e desafios para uma Educação em Direitos Humanos 27

3.1.1. Visão integral dos Direitos 28

3.1.2. Uma educação para o “nunca mais” 29

3.1.3. A formação de sujeitos e atores sociais 30

3.1.4. Empoderamento individual e coletivo 31

3.2. Categorias a posteriori 31

3.2.1. Estruturas e princípio de funcionamento de usinas nucleares 32

3.2.2. Vantagens e desvantagens da utilização da energia nuclear 35

Considerações Finais 42

Referências 44

RESUMO

O acesso à energia elétrica configura-se como um direito humano fundamental, intrinsecamente relacionado à garantia de vários outros direitos e, a utilização de energia nuclear é um dos caminhos para a garantia deste direito. Diante disso, esta pesquisa propõe-se a avaliar a abordagem do tema nos livros didáticos de química contemplados no PNLD 2018. Através da análise de conteúdo, uma leitura diagonal foi realizada e os trechos relacionados à Energia nuclear foram identificados e analisados, verificando-se sua adequação à uma perspectiva de Educação em Direitos Humanos. Outros dois principais constructos emergiriam da leitura e também foram avaliados: (1) funcionamento de uma usina nuclear e as (2) vantagens e desvantagens de sua utilização. Alguns aspectos alusivos à visão integral dos direitos e uma educação para o "nunca mais" foram identificadas ao longo de algumas coleções. Todavia, a formação de sujeitos de direito e atores sociais; e o empoderamento individual e coletivo ainda não são aspectos presentes nos livros de química, fazendo-se necessário pensarmos em caminhos para melhor garantir uma educação para a cidadania, que incentive o estabelecimento de uma cultura dos Direitos Humanos.

Palavras-chaves: Energia nuclear, Educação em Direitos Humanos, livros didáticos.

INTRODUÇÃO

Compreender os princípios científicos e tecnológicos relacionados à Energia Nuclear requer aquisição e mobilização de conhecimentos acerca da natureza radioativa da matéria, e nesse sentido, sua discussão em aulas de química se mostra muito pertinente. Entretanto, é importante lembrar que sua utilização está intrinsecamente relacionada a impactos sociais e ambientais, assim como perpassa por interesses políticos e econômicos. Deste modo, somente um olhar mais amplo e crítico sobre a questão possibilita uma verdadeira compreensão de suasvantagens e desvantagens.

A energia nuclear é uma das alternativas para geração de energia elétrica que apresenta grandes potencialidades, e embora seja uma discussão complexa, que não encontra consenso mesmo entre especialistas, o que devemos buscar enquanto professores é incitar o debate, visando desconstruir visões simplistas e maniqueístas. Assim sendo, ainda que um posicionamento propriamente dito não seja alcançado, é importante fomentar o questionamento e a crítica acerca do tema, se o que almejamos é a formação de cidadãos conscientes.

Partindo do pressuposto de que a Energia Elétrica é um Direito Humano fundamental, intrinsecamente relacionado à garantia dos demais direitos, acreditamos que apresentar a energia nuclear como uma das possibilidades para a garantia (ou violação) destes direitos é um dos aspectos que não pode estar omisso na discussão. Uma das maneiras de averiguar a sua presença nos currículos da educação básica é através do livro didático, um importante material de ensino amplamente distribuído e utilizado em salas de aula.

Assim sendo, o objetivo do presente trabalho é analisar a abordagem da Energia Nuclear presente nos livros didáticos de Química sob a perspectiva da Educação em Direitos Humanos (EDH). Espera-se que com os resultados obtidos, possamos apontar direcionamentos para um aprimoramento destes materiais, auxiliando professores e alunos a compreenderem melhor seu papel na luta por um mundo mais justo.

CAPÍTULO 1 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A discussão sobre a utilização da energia nuclear perpassa por uma série de aspectos, para além dos científicos, que devem ser considerados. Deste modo, em um primeiro momento, buscamos referenciais teóricos alusivos ao cotidiano e à contextualização para expandir o olhar sobre a questão.

Os termos "cotidiano" e "contextualização" têm se mostrado recorrentes nos discursos de estudantes de licenciaturas em ciências, docentes da educação básica e do ensino superior, assim como em documentos oficiais como a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Entretanto, não existe um consenso quanto aos seus significados, embora comumente ambas aspropostas tenham sido indicadas como possíveis caminhos para uma formação cidadã (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2016).

Cotidiano e contextualização são constantemente utilizados enquanto sinônimos por parte da comunidade de ensino de química (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013). Uma tentativa de diferenciar as duas propostas é trazida por Santos e Mortimer:

> Enquanto a contextualização aborda a ciência no seu contexto social com as suas inter-relações econômicas, ambientais, culturais etc, o ensino de ciências do cotidiano trata dos conceitos científicos relacionados aos fenômenos do cotidiano. No segundo caso, a abordagem continua centrada nos conceitos científicos e não necessariamente são explicitadas as relações entre ciência e tecnologia, bem como o desenvolvimento de atitudes e valores em relação à ciência e suas implicações na sociedade (SANTOS; MORTIMER, 1999, p. 6).

Entretanto, embora o termo cotidiano tenha se popularizado com a larga divulgação da obra Química na Abordagem do Cotidiano (PERUZZO; CANTO *apud* WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013), em 1993, e desde então a proposta tenha sido amplamente utilizada como um simples recurso para o ensino de conceitos científicos, percepções mais problematizadoras e complexas acerca do cotidiano estão presentes nas obras de Lutfi (1988; 1992 citado por WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013), no Projeto de Ensino de Química para o 2º grau (Proquim, 1982) e em Interações e transformações I: elaborando conceitos sobre transformações químicas do Projeto Interações e Transformações (Gepeq, 1993) que incentivam uma reflexão crítica acerca do cotidiano, ao invés de considerarem-no um cenário dado e imutável (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013).

A contextualização é constantemente considerada um recurso pedagógico por parte dos livros didáticos e professores/pesquisadores da educação básica, sendo comum associá-la à uma descrição científica de fenômenos cotidianos. Entretanto, existe uma percepção mais abrangente de contextualização que contempla o conhecimento científico e seus diversos entrelaçamentos - sociais, políticos, econômicos, históricos, culturais, etc. -, como podemos observar em propostas que se utilizam da contextualização como um princípio norteador do ensino de química em aproximações com os ideais do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), assim como com o ideal freiriano de educação transformadora (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013).

Considerando a análise de Costa-BeBer e Maldaner (2011) o cotidiano se assemelha em diversos aspectos à proposta de contextualização: o enfoque nas ciências naturais e nos conhecimentos das ciências sociais a eles relacionados; a ideia de organizar o currículo por meio de temas; a interdisciplinaridade e o posicionamento contrário à fragmentação e ao isolamento dos conteúdos (sejam eles de uma mesma disciplina ou entre outras).

Entretanto, embora ambas as propostas apresentem avanços com relação às aulas que se baseiam na apresentação e memorização mecânica de conteúdo, concordamos com Oliveira e Queiroz (2016), que nem sempre a abordagem de aspectos sociais, econômicos e socio-científicos de determinado problema implica em uma compreensão e comprometimento na luta contra as injustiças sociais – que originam e/ou agravam muitas das problemáticas de nossa realidade.

Deste modo, embora tanto o cotidiano quanto a contextualização tragam avanços significativos para a área de ensino de ciências, a percepção das relações de assimetria de poder, ou mesmo uma compreensão da ciência em seus contextos social, econômico, político, cultural etc., desvinculados de uma base ética que perpassasse por todas estas dimensões do conhecimento não seriam suficientes para a formação cidadã almejada (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2016).

Adotamos a perspectiva destes autores, uma vez que o desenvolvimento para a cidadania implica, para além da compreensão das diferentes dimensões do conhecimento (científicos, tecnológicos, sociais, econômicos e culturais), a formação ética de indivíduos que se comprometam com a utilização de seus conhecimentos e habilidades para a construção de uma sociedade menos excludente e injusta.

Assim sendo, espera-se que as abordagens dos conteúdos relacionados ao tema não se restrinjam às dimensões factual e procedimental, mas que também contemplem conteúdos atitudinais (ZABALA, 2014), uma vez que a formação integral dos sujeitos também pressupõe

> um conhecimento e uma reflexão sobre os possíveis modelos, uma análise e uma avaliação das normas, uma apropriação e elaboração do conteúdo, que implica a análise dos fatores positivos e negativos, uma tomada de posição, um envolvimento afetivo e uma revisão e avaliação da própria atuação (ZABALA, 2014, p.42).

Desta maneira, embora a descrição de dados, fatos e acontecimentos e a capacidade de interrelacioná-los por meio de conceitos e princípios, assim como as capacidades de ler, classificar, calcular, etc. sejam aspectos fundamentais da discussão acerca da utilização de energia nuclear, também é fundamental que sua abordagem permeie a internalização de valores e atitudes, expandindo o olhar para a questão e propiciando tomadas de decisão embasadas na reflexão sobre os impactos destas sobre si e sobre os demais.

1.1. Direitos humanos e educação

A Declaração Universal dos Direitos Humanos (DUDH), promulgada em 1948 pela Organização das Nações Unidas (ONU), estabelece os direitos considerados essenciais à promoção de uma vida humana digna para todos os indivíduos, independente de etnia, religião, classe, cor, sexo, ou qualquer outra condição, dado que todos devem gozar igualmente dos direitos de liberdade e igualdade perante a lei, sendo livres da necessidade e do temor. Considerando os horrores presenciados ao longo da história quando tais direitos foram negligenciados, os países membros, incluindo o Brasil, assumiram o compromisso de adotar medidas progressivas para o alcance dos objetivos listados, e a educação é um dos meios essenciais para o processo:

> A instrução será orientada no sentido do pleno desenvolvimento da personalidade humana e do fortalecimento do respeito pelos direitos humanos e pelas liberdades fundamentais. A instrução promoverá a compreensão, a tolerância e a amizade entre todas as nações e grupos raciais ou religiosos, e coadjuvará as atividades das Nações Unidas em prol da manutenção da paz (Declaração Universal dos Direitos Humanos, 1948, citado por UNIC, 2000, p. 12).

No contexto brasileiro, mais especificamente, a educação de qualidade também é considerada um direito essencial e universal, chave para a promoção dos demais direitos. Assim como os países vizinhos da América Latina, a história política

brasileira é marcada por violações institucionalizadas de direitos básicos e por um Estado de Direito fragilizado, principalmente no período entre 1960-1970, com a instauração da ditadura militar. Com o processo de redemocratização durante as décadas de 1980 e 1990, a formação para a cidadania e a discussão acerca da promoção e desenvolvimento dos direitos humanos ganha mais força no cenário nacional, a fim de garantir a manutenção da democracia (BRASIL, 2007).

Oliveira e Queiroz (2016) atentam para a importância de reconhecermos a conquista de direitos enquanto resultados de lutas coletivas, não como garantias do Estado, por isso a importância de discutir suas violações históricas, garantindo que não voltem a se repetir, assimcomo incentivar os estudantes a se posicionarem com relação àquelas que ainda se fazem presentes em nossa sociedade. Todavia, mesmo com a sistematização de políticas públicas voltadas para promoção e garantia dos Direitos Humanos, a vida cotidiana é marcada por violações constantes à dignidade humana, incluindo "múltiplas formas de violência, desigualdade social, corrupção, discriminações e fragilidade dos direitos básicos" (CANDAU; SACARINO, 2013, p. 60).

A contradição existente entre a constante defesa e proclamação dos Direitos Humanos e sua contínua violação na vida cotidiana leva a população a adotar concepções deturpadas acerca de seus propósitos (como podemos observar em falas como "direito de bandidos"), muitas vezes acreditando que o discurso tem um caráter idealista e que não se configuram enquanto um instrumento de luta social. Daí a importância de investirmos em processos educacionais para que os Direitos Humanos sejam compreendidos e internalizados (CANDAU;SACARINO, 2013).

A complexidade da Educação em Direitos Humanos, assim como a diversidade de significados e enfoques assumidos por diferentes perspectivas são discutidas por Candau e Sacarino (2013). Analisando mais especificamente o contexto da América Latina, as autoras observam algumas tendências no movimento:

> [...] nos anos 1980, a educação em Direitos Humanos na América Latina apresentava a tendência a ser concebida como prática preventiva que procurava defender a vida e fortalecer os processos de democratização. Nos anos 1990, adquiriu legitimidade institucional e especialização, voltou-se para diversos destinatários e níveis de ação. No novo milênio, a educação em Direitos Humanos parece enfatizar a promoção de práticas que permitam às pessoas e aos diferentes grupos sociais o conhecimento e o acesso a seus direitos, a seu empoderamento, à consolidação de uma cultura democrática e ao fortalecimento do Estado de direito. No entanto, convém voltar a assinalar que o seu desenvolvimento é muito heterogêneo e desigual nos diferentes países do continente (CANDAU; SACARINO, 2013, p. 63).

Para o presente trabalho, adotaremos a perspectiva das autoras, aderida por países latino-americanos na década de 1990, a fim de contribuir com a continuidade da democracia instaurada. Neste cenário, os pilares da Educação em Direitos Humanos consistiriam em quatro elementos:

> a visão integral dos direitos; uma educação para o 'nunca mais'; o desenvolvimento de processos orientados à formação de sujeitos de direito e atores sociais; e a promoção do empoderamento individual e coletivo, especialmente dos grupos sociais marginalizados ou discriminados (CANDAU, 2005, p. 7-8).

A visão integral dos direitos diz respeito à compreensão de direitos e a luta pelos mesmos, não se restringindo apenas aos direitos individuais, civis e políticos, geralmente focalizados em sociedades neoliberais, mas também direitos sociais, econômicos e culturais.

A Educação para o "nunca mais" diz respeito a manter viva a história, incluindo suas conjunturas mais sombrias (como escravidões, ditaduras, colonizações etc., muito presentes na história latino-americana), contrapondo-se à omissão e impunidade destes eventos. Buscando compreender os fatores que originaram e/ou compunham tais cenários, espera-se uma mobilização de cidadãos, que devem assumir o compromisso com a defesa da democracia e estarem dispostos a não permitir a repetição de tais erros. O compromisso com esse aspecto também se manifesta no Programa Nacional de Direitos Humanos (PNDH-3), em sua diretriz 23 do eixo orientador VI: "Reconhecimento da memória e da verdade como Direito Humano da cidadania e dever do Estado" (BRASIL, 2009).

O desenvolvimento de processos orientados à formação de sujeitos de direito e atores sociais relaciona-se à formação de sujeitos de direitos, capazes de articular a dimensão político-social à ética e a ações sociais comprometidas com a ascensão da democracia, assim como defender e expandir o direito da igualdade de todos, sem deixar de respeitar o direito às diferenças.

Por fim, a promoção do empoderamento individual e coletivo, especialmente dos grupos sociais marginalizados ou discriminados destaca a importância de promover a emancipação dos indivíduos envolvidos no processo educativo, em especial aqueles historicamente desfavorecidos e que ainda sofrem opressões e discriminações em diferentes esferas da vida cotidiana. Deste modo, a educação em Direitos Humanos deve assumir o compromisso com o empoderamento destes grupos, tanto em sua dimensão pessoal como social.

Analisaremos a abordagem da energia nuclear em livros didáticos sob a perspectiva dos direitos humanos, tomando estes 4 princípios como referência. Dado que o direito à energia elétrica é estruturante para a garantia e manutenção de diversos outros direitos fundamentais (conforme discutido a seguir), é importante averiguar em que medida a discussão acerca da utilização deste tipo de energia compreende esta dimensão humana.

1.2. Energia nuclear no contexto brasileiro

A expansão da energia nuclear em nossa matriz energética ainda não encontra consenso quanto à sua viabilidade e rentabilidade. Para alguns especialistas, como Roberto Schaeffer, professor do Programa de Planejamento Energético (PPE/COPPE-UFRJ) e Representante do Brasil no *International Panel of Climate Change* (IPCC), a energia nuclear, fonte inflexível de energia (não regulável conforme a necessidade de cada período e região) gera excedentes em períodos favoráveis a fontes de energia como a eólica (FGV ENERGIA, 2019).

O pesquisador também defende que o sistema de transmissão brasileiro, diferentemente do que ocorre em outros países, é capaz de garantir a distribuição de energia elétrica nacional, sem recorrer a energias de base como a nuclear. Shaeffer também defende que os verdadeiros riscos e custos da energia nuclear não são calculáveis, e que a tarifa recebida não incorpora seu risco, como podemos perceber com os custos do acidente de Fukushima, por exemplo. Além disso, o desenvolvimento de tecnologias mais seguras torna as obras ainda mais custosas e demoradas (FGV ENERGIA, 2019).

Entretanto, a comparação entre os custos da energia nuclear com fontes alternativas não faz sentido, na perspectiva de alguns pesquisadores, uma vez que elas possuem uma natureza muito diferente e exercem papeis distintos na matriz energética. Assim sendo, a energia nuclear deveria ser comparada com outras fontes termoelétricas, como é o caso do gás natural, e neste caso, embora a nuclear pareça mais cara, a utilização de energias poluidoras do ar e da atmosfera causa danos de longo prazo à própria saúde da população: “Será que a economia de uma usina térmica a gás, ao invés de uma usina nuclear, compensará os gastos de saúde pública que haverá no futuro? Esse é um questionamento que deve ser levado em conta” (FGV ENERGIA, 2019, p. 21-22).

Além disso, a expansão da energia nuclear na matriz energética brasileira, enquanto uma oferta de base, pode dar suporte à expansão de fontes renováveis

intermitentes e sazonais, além de ser uma fonte constante e próxima dos centros de consumo, conforme defende o diretor do Centro Brasileiro de Infraestrutura (CBIE), Adriano Pires (FGV ENERGIA, 2019).

Também é importante lembrarmos que o Brasil possui uma das maiores reservas de urânio do mundo em seu território, além de ser um dos poucos países que domina todas as etapas do ciclo do combustível nuclear, desde a mineração até o processo de enriquecimento isotópico (FGV ENERGIA, 2019). Deste modo, a exploração do minério poderia expandir tanto economias locais quanto nacionais, por meio da geração empregos, do investimento em mão de obra especializada, do fomento à pesquisa e ao desenvolvimento tecnológico do país - ao invés de continuarmos importando um combustível passível de ser produzido em nosso território - e mesmo movimentar o mercado de exportação (FGV ENERGIA, 2019).

Vale ressaltar que para além de analisarmos a rentabilidade econômica do processo, o desenvolvimento econômico esperado, longe de favorecer os já privilegiados grupos, deve se comprometer com a garantia de outros direitos sociais, dada a já mencionada indivisibilidade dos direitos humanos. Consideraremos desenvolvimento econômico enquanto "aumento sustentável dos padrões de vida, acesso das populações carentes aos bens econômicos vitais, educação, saúde, proteção ambiental, desenvolvimento político e manutenção de suas identidades culturais" (PEREIRA; PEREIRA, 2006, p. 30).

O presidente da Eletronuclear, Leonam dos Santos Guimarães (2019), atenta para a necessidade de expandir (quase duplicar) a geração de energia até 2050, tendo em vista o aumento na demanda e o objetivo de democratizar seu acesso. Cabe também ressaltar que a energia nuclear é uma fonte limpa de energia, não emissora de gases causadores do efeito estufa, assim como uma construção que demanda pouca extensão territorial, permitindo a preservação de patrimônio, de atividades agrícolas, entre outros (FGV ENERGIA, 2019).

Nival de Castro (2019), professor do Instituto de Economia (UFRJ) e coordenador do Grupo de Estudos do Setor Elétrico (GESEL) aponta a construção de reatores de pequeno e médio porte (com potências entre 100 e 300 MW) como uma alternativa mais viável economicamente, mais segura e com um menor prazo de construção. O lixo nuclear gerado, entretanto, ainda não tem um destino consensual, sendo necessária a adoção de uma política nuclear segura e aceita pela sociedade (FGV

ENERGIA, 2019).

Esta discussão também incita o questionamento acerca da política energética que vem sendo adotada pelos governos brasileiros e mesmo o próprio modo de produção capitalista e suas implicações. O capitalismo destaca-se tanto pela velocidade quanto pela amplitude da degradação ambiental, invertendo a lógica da produção ao priorizar as necessidades do capital frente às necessidades humanas (valor de uso substituído pelo valor de troca), e a energia elétrica, enquanto mercadoria bastante lucrativa dentro deste sistema, constitui-se enquanto ferramenta de sua manutenção e perpetuação (BERGER, 2015).

Ainda de acordo com Berger (2015), a política energética nacional tem se mostrado continuamente favorável à construção e expansão de usinas hidrelétricas. Observa-se a adoção de uma política entreguista, uma vez que este tipo de gestão favorece os já privilegiados grupos do capital internacional (por meio da comercialização de máquinas, equipamentos de grande porte e materiais destinados à edificação de obras de engenharia), ao passo que, provoca perdas na fauna e na flora das regiões afetadas, altera a atividade pesqueira, alaga áreas antes produtivas, além de deslocar populações locais que se veem obrigadas a abandonar seu território. Temos assim um nítido retrato da perpetuação de privilégios, característico do capitalismo, resultado de sua busca intermitente pelo lucro e consumo.

Um conflito de interesses também sempre esteve presente na condução da geração de energia do país. O Tratado de Não Proliferação Nuclear (TNP) de 1968 encontrou resistência no cenário brasileiro, dado o conflito de interesses entre o anseio nacionalista vigente durante o regime militar (1964 – 1985) de tornar-se uma potência militar e industrial, (exigindo um maior provimento de energia e a busca por maior independência de importações) (KURAMOTO; APPOLONI, 2002); e a perda da autonomia, a percepção de que as tecnologias e os novos mercados internacionais não seriam compartilhados pelas potências e a desconfiança quanto à proteção coletiva internacional no caso de conflitos (SOUZA; CARMO, 2008).

De fato, a preocupação e polêmica quanto ao assunto continua existindo, e é interessante percebermos que o posicionamento do então embaixador Araújo Castro (1972) contra o acordo visto como discriminatório e cristalizador do poder traz questionamentos que ainda hoje são altamente discutíveis:

> [O TNP] institucionaliza a desigualdade entre os Estados e aparentemente aceita a premissa de que os países mais fortes se tornarão ainda mais poderosos e os fracos ficarão ainda mais fracos. [...] A filosofia geral aparenta ser a de que as armas são extremamente perigosas nas mãos dos pequenos Estados, porém não nas mãos dos fortes e, consequentemente, em princípio, países maduros e responsáveis (ARAÚJO CASTRO, 1972, p.160-161 citado por SOUZA; CARMO, 2008, p. 396).

As divergências entre as ambições militares e a diplomacia nuclear, aliadas ao receio de perda de hegemonia por parte da histórica rival política, Argentina, leva o Brasil a optar pela criação de um projeto nuclear paralelo, totalmente clandestino, visando o desenvolvimento da técnica de ultracentrifugação para o enriquecimento do Urânio, o que acaba por estabelecer um clima de desconfiança e descrédito por parte da população brasileira, mesmo com a tentativa de enfatizar a divulgação dos propósitos pacíficos da tecnologia nuclear (KURAMOTO; APPOLONI, 2002).

É somente com o fim do regime militar que se observa um rompimento desta postura, com o estabelecimento de um acordo de cooperação nuclear com a rival Argentina (proporcionando um clima de estabilidade local e diminuição da tensão com a comunidade internacional), a adesão ao TNP, o direcionamento de estudos para a geração de energia nuclear e o compromisso do uso de tecnologia nuclear para fins pacíficos.

Essa nova postura reflete-se até mesmo no texto da Constituição Federal, como podemos observar em seu Capítulo II, Artigo XXIII, item (a): “Toda atividade nuclear em território nacional somente será admitida para fins pacíficos e mediante aprovação do Congresso Nacional” (BRASIL, 1988). Deste modo, há uma intensificação constante na busca de imagem de confiabilidade do Brasil no âmbito internacional, a fim de atrair fluxos financeiros diante da crise econômica estabelecida (SOUZA; CARMO, 2008).

Um paradoxo se instaura no cenário de produção e distribuição de energia desde então: embora a maioria dos recursos naturais, renováveis e não renováveis, estejam em países em desenvolvimento, o controle da energia é feito por corporações de países ricos. É através destas fontes de energia que tais países se desenvolveram e continuam a manter seu poderio, enquanto os países em desenvolvimento encontram-se em escassez de investimentos e tecnologias para utilizarem seus recursos. Em alguns casos, inclusive, países em desenvolvimento encontram na riqueza de recursos um problema, visto que o interesse em tais riquezas pode trazer miséria e diversas formas de violações dos direitos humanos, como acontece no Oriente Médio com o petróleo (PEREIRA; PEREIRA, 2006).

Acreditamos que a ausência de uma política brasileira transparente na área nuclear, aliada à ocorrência de episódios que causaram danos irreparáveis à humanidade - como as explosões de bombas nucleares nas cidades japonesas Hiroshima e Nagasaki, o medo do holocausto nuclear no cenário de Guerra Fria (1947 – 1989), o acidente nuclear de Chernobyl, na antiga URSS, em 1896, etc; (MERÇON; QUADRAT, 2004) - acabaram por desenvolver e consolidar uma percepção negativa da tecnologia nuclear.

Deste modo, mesmo com os avanços nas áreas da medicina nuclear (com radioisótopos sendo utilizados para diagnósticos e terapias), da agricultura (na eliminação de pragas indesejáveis, conservação de produtos agrícolas e estudo do comportamento de plantas e animais), da indústria (para gamagrafia e esterilização de materiais cirúrgicos), da geologia (com a determinação de idades de fósseis), dentre outros (GONÇALVES; ALMEIDA, 2005), uma percepção estereotipada acerca dos perigos da radioatividade continua a fazer parte do imaginário popular.

O desenvolvimento científico-tecnológico vem promovendo profundas mudanças de ordem social, econômica, política e cultural, e tem avançado na melhoria das condições de vida - entretanto, não para todos, uma vez que o cenário atual continua corroborando para a manutenção de desigualdades (PEREIRA; PEREIRA, 2006). Entretanto, defendemos aqui que o acesso à energia

> significa riqueza, uma vez que possibilita o crescimento dos níveis de produtividade do trabalho dos seres humanos e de suas sociedades. Energia é qualidade de vida, é insumo básico à fruição dos direitos fundamentais da pessoa humana. A disponibilidade e o conhecimento de fontes de energia favorecem ainda a circulação de pessoas, idéias, mercadorias, bem como a eventualidade de uma melhor distribuição dos frutos do trabalho social. Energia deveria ser concebida como um direito de qualquer pessoa, pois é precondição para o trabalho (PEREIRA; PEREIRA,2006, p. 30).

Assim sendo, não existe um consenso acerca da utilização deste tipo de energia, mas o que podemos perceber é a complexidade da questão, que não pode ser resumida a discursos simplistas e maniqueístas, mas exige um planejamento de longo prazo e a participação da sociedade para a condução de suas riquezas, sem nos esquecermos da importância de garantir uma maior igualdade de acesso.

1.3. Energia elétrica e a visão integral dos direitos

Os direitos humanos, enquanto uma construção histórica e paulatina da humanidade, encontram-se em pleno desenvolvimento e são construídos conforme a vida em sociedade vai demonstrando novas necessidades. Os direitos civis e políticos, denominados de primeira dimensão visam a garantia dos direitos de liberdade do indivíduo, e permitem sua resistência perante o poder do Estado. Já os de segunda dimensão, econômicos, sociais e culturais, visam a interferência do Estado a fim de garantir o mínimo necessário para que todos usufruam plenamente de seus direitos de primeira geração (VERDAN, 2015).

O acesso à energia elétrica, relaciona-se intimamente a melhores condições de vida, ao acesso a outros direitos fundamentais (como educação, saúde, lazer etc.), e a uma maior igualdade de oportunidade. Também proporciona uma maior liberdade de escolha, dada a maior conscientização dos indivíduos acerca daquilo que consideram mais digno e adequado à sua existência (VERDAN, 2015). Verdan defende que:

> o acesso à energia é imprescindível para se alcançar a liberdade plena e o gozo de uma vida digna, além de ser exigível perante o Estado através da implementação de políticas públicas, é possível, assim, afirmar que o acesso à energia elétrica é um direito social fundamental (VERDAN, 2015, on-line).

Esta prerrogativa tornou-se ainda mais evidente no ano de 2020, uma vez que o Brasil, assim como todo o mundo, encontrou-se diante do difícil desafio de lidar com uma pandemia de proporções históricas - a COVID-19 – que tem colocado em risco a promoção de uma série de direitos fundamentais, entre os quais, incluem-se a educação, a comunicação e a informação. De acordo com a Organização das Nações Unidas (UNESCO), mais de 1,5 bilhões de estudantes ao redor do mundo tiveram suas aulas suspensas e/ou reformuladas – desses, cerca de 800 milhões não possuem computador em suas residências (UNESCO, 2020 citado por CARDOSO; FERREIRA; BARBOSA, 2020).

O cenário da educação antes da pandemia já pode ser considerado bastante questionável, com condições precárias de recursos humanos e materiais em sala de aula. Entretanto, com a validação do ensino à distância até 2021 aprovada pelo Conselho Nacional de Educação, CNE (OLIVEIRA, 2020), são inegáveis a intensificação de desigualdades já existentes e a diminuição da possibilidade de ingresso no ensino superior por parte de jovens mais pobres.

> Educação, comunicação e informação sempre foram direitos inegavelmente interligados, contudo, a pandemia de coronavírus tornou a relação entre esses direitos uma relação de extrema dependência. O direito à informação sempre pôde ser oportunizado de diversas formas, mas atualmente o meio virtual tem sido quase a única forma de comunicação, de acesso à informação e até mesmo de interação social(CARDOSO; FERREIRA; BARBOSA, 2020, p. 39).

No contexto brasileiro, entre os jovens de 9 a 17 anos, aproximadamente 18% não tem acesso à internet em casa e o acesso exclusivo por meio do celular é uma realidade para mais de 58% (TICKIDS ONLINE BRASIL, 2020 citado por SETAVIM, 2020). Estes jovens encontram-se ainda mais suscetíveis aos impactos financeiros e emocionais causados pela pandemia, assim como estão em locais menos favoráveis a uma aprendizagem de qualidade, quando comparado aos estudantes de alta renda que contam com estruturas e recursos físicos favoráveis, assim como um maior auxílio dos pais no processo (CARDOSO; FERREIRA; BARBOSA, 2020). Assim sendo, considerando a situação atual e as perspectivas da educação pós-pandemia - que apontam para um ensino híbrido, parcialmente presencial e parcialmente remoto, como medida paliativa para este período de crise (ARRUDA, 2020) - é necessário pensarmos em políticas públicas que estabeleçam um planejamento educacional mais universal, ao invés da diversidade de planos de ação que vem se alastrando pelo país e corroborando para a manutenção de desigualdades.

Portanto, na atual conjuntura, é fundamental que reflitamos sobre a garantia do acesso à energia elétrica, a fim de propiciar o acesso a todos esses outros direitos a ele associados, agora mais do que nunca. Aqui, cabe um questionamento acerca de maneiras de atingirmos tal objetivo, dada a infinidade de possibilidades. A energia nuclear é uma delas. Entretanto, em que medida estas necessidades humanas se fazem presentes na discussão acerca do uso deste tipo de energia? Em que medida a discussão perpassa por suas diferentes dimensões sem recorrer a um maniqueísmo simplista?

1.4. Uma educação para o “nunca mais”

Uma educação para o “nunca mais” visa discutir eventos históricos de violações de direitos fundamentais, visando compreender as causas e consequências destes eventos e evitar a repetição destes episódios. Este é um aspecto fundamental se buscamos desenvolver sujeitos envolvidos com a garantia de direitos para todos e com a manutenção da democracia.

É preciso compreender que a ocorrência de um desastre nuclear, como aquele ocorrido em Chernobyl, provoca danos incalculáveis às vidas e ao meio ambiente, contaminando o solo, a água, o ar, os alimentos, e deste modo, fomenta a violação de diversos direitos humanos fundamentais, como o direito à saúde, água, moradia, alimentação, e até mesmo à vida (MARTUSCELLI, 2016).

A usina nuclear de Chernobyl foi uma das desenvolvidas no Programa Nuclear Soviético a fim de responder à crise energética dada a alta concentração de recursos naturais à leste do país, longe dos consumidores localizados a oeste (SOUZA *et al.*, 2014). Entretanto, na madrugada do dia 26 de abril de 1986, a explosão do reator 4 daria início ao pior acidente nuclear da história, vitimizando mais de 600 mil pessoas, incluindo moradores da cidade de Pripyat e cidades vizinhas, assim como cerca de 200 mil "liquidadores", pessoas que se comprometeram com a construção de um "sarcófago", estrutura de aço e concreto para contenção da radiação (MARTUSCELLI, 2016).

Para Martuscelli (2016), o desastre de Chernobyl pode ser associado à uma diversidade de fatores, desde falhas no *design* e estrutura física da usina, até violações nos procedimentos de segurança e despreparo dos responsáveis pela instalação. Além da inegável irresponsabilidade do governo soviético ao retirar os cidadãos do local apenas 36 horas depois do acidente e omitir o ocorrido para os demais países em risco.

A enorme liberação de isótopos radioativos para a atmosfera, maior do que àquelas liberadas pelas bombas lançadas em Hiroshima e Nagasaki, está diretamente relacionada à morte de milhares de pessoas, contaminação de áreas habitáveis e agrícolas, aumento na incidência de câncer de tireoide e de doenças respiratórias e cardiovasculares, danos psicossociais como estresse e trauma (dadas as incertezas e mudanças de vida decorrentes do acidente) afetando diretamente o direito à vida e ao desenvolvimento, em especial das crianças (MARTUSCELLI, 2016).

Desastres como esse evidenciam a íntima relação entre o direito à vida e o direito a um meio ambiente saudável, que embora seja uma discussão relativamente nova no cenário internacional, já mostra sua importância na maneira pela qual o acidente de Fukushima, vinte e cinco anos depois, tomou proporções mais amenas do que àquelas de Chernobyl. Assim como no reconhecimento do acesso à informação dos riscos ambientais, por parte da população afetada, também como um direito (DERANI; VIEIRA, 2014; MARTUSCELLI, 2016).

Todos esses episódios demonstram claras violações a um meio ecologicamente equilibrado, definido como

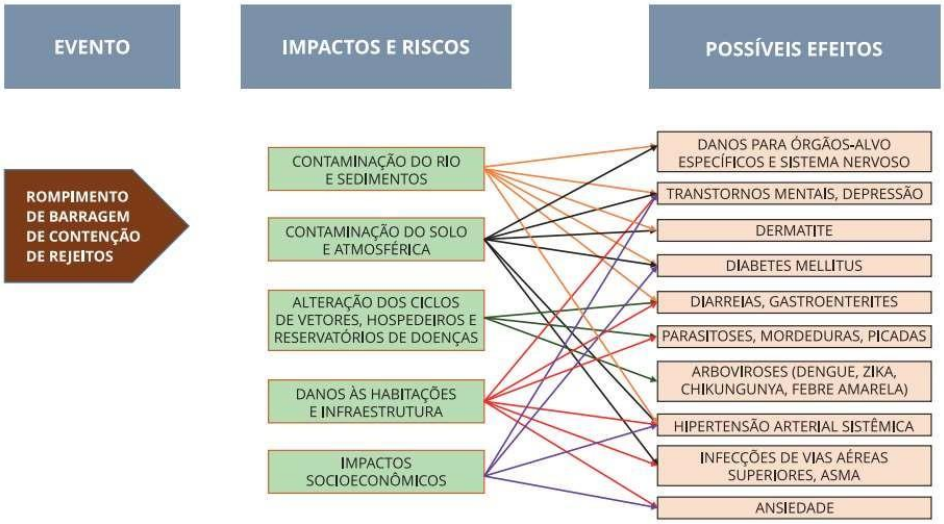
> um direito à vida e à manutenção das bases que a sustentam. Destaca-se da garantia fundamental à vida exposta nos primórdios da construção dos direitos fundamentais, porque não é a simples garantia à vida, mas este direito fundamental é uma conquista prática pela conformação das atividades sociais, que devem garantir a manutenção do meio ambiente ecologicamente equilibrado, abster-se da sua deterioração, e construir a melhoria geral das condições de vida na sociedade (DERANI, 1998 citado por DERANI; VIEIRA, 2014).

Como podemos perceber, embora o acesso à energia elétrica seja um direito humano fundamental, é preciso considerar a violação de direitos que muitas vezes se observa no contexto de criação e manutenção de usinas, sejam elas nucleares, hidrelétricas ou de qualquer outro tipo.

Ao discutirmos episódios como estes, é fundamental que para além de aspectos científicos e tecnológicos, consideremos a dimensão humana (tanto a fim de identificarmos as falhas humanas envolvidas no processo quanto as consequências destes eventos). Além disso, é preciso que façamos uma análise mais crítica e sem viés ao analisarmos os riscos que estamos dispostos a correr.

Dois recentes rompimentos de barragens nas cidades mineiras de Mariana (2015) e Brumadinho (2019) demonstraram a fragilidade dos processos de licenciamento, monitoramento e fiscalização das empresas envolvidas na atividade de mineração. Os impactos, para além das centenas de óbitos, feridos e/ou desabrigados, comprometem a vida e o trabalho da população local, contaminam e alteram todo o ecossistema e todos aqueles que dele dependem, direta ou indiretamente (FREITAS *et al.*, 2019). A figura abaixo ilustra a interrelação de fatores quando pensamos nos danos causados por estes acidentes, desde a saúde física e psicológica das vítimas aos danos ambientais que afetam as gerações atuais e futuras.

Figura 1- Potenciais efeitos relacionados aos impactos e riscos causados pelo desastre



FONTE: FREITAS *et al.*, 2019, p.3

Ainda assim, o Brasil possui atualmente 769 barragens de mineração. A economia de centenas de municípios brasileiros continua tendo a mineração como atividade fundamental da receita gerada nestas regiões, inclusive aquelas utilizadas para a garantia de serviços essenciais, como saúde, educação, saneamento básico, etc. Nos dois desastres ficou evidente que os planos de emergência visavam mais o cumprimento de uma exigência burocrática do que a garantia dos sujeitos envolvidos (FREITAS *et al.*, 2019).

Entretanto, os autores defendem que a "participação da Saúde do Trabalhador nos municípios e estados para a fiscalização e auditorias nesse universo deve estar integrada aos órgãos de licenciamento e fiscalização (meio ambiente, recursos hídricos e mineração)" (FREITAS *et al.*, 2019, p. 5). Deste modo, não se espera uma suspensão da atividade, mas sim uma postura mais responsável e ética das empresas mineradoras, assim como uma maior conscientização e participação da população civil no processo.

Acreditamos que este mesmo raciocínio poderia ser aplicado à discussão acerca da utilização da energia nuclear – exigir de autoridades a fiscalização de usinas, o preparo de profissionais e da população para situações de emergência, consultas populares e campanhas de conscientização acerca do assunto, em alternativa a deixar os cidadãos à margem da discussão e à mercê de explicações maniqueístas e infundadas acerca do assunto. Existem riscos e desvantagens envolvidas em vários dos processos tecnológicos - em que medida assumimos determinados riscos e a outros nos rendemos a

um medo paralisante e pouco fundamentado?

1.5. O desenvolvimento de processos orientados à formação de sujeitos de direito e atoressociais

A população precisa estar consciente para que escolha um caminho de desenvolvimento mais justo, e isto perpassa pela garantia de seus direitos fundamentais, que deve ser uma luta de todos, dado que:

> quanto mais estreito for o arco das expectativas, maior a propensão a aceitar condições, em outras circunstâncias, momentos e lugares, inaceitáveis [...] a desigualdade compromete a capacidade dos mais 'vulneráveis' livremente expressar sua vontade (ACSELRAD, 2006, n.p. citado por DERANI; VIEIRA, 2014).

Assim sendo, o que se defende aqui é a necessidade de uma discussão multifacetada, que inclua os Direitos Humanos, observando-se sua violação não apenas em cenários catastróficos de acidentes, mas também na manutenção do *status quo* da sociedade. Obviamente, os riscos não podem ser negligenciados, entretanto, um medo exacerbado e paralisante não deve nos impedir de propor soluções na busca por uma sociedade mais justa.

O afastamento da população com relação ao tema é bastante preocupante. Prova desse afastamento é o número de votos obtidos na consulta pública do Projeto de Lei nº 405/2011, do senador Cristovam Buarque (PDT/DF), que visava suspender a construção de usinas termonucleares por 30 anos. O projeto recebeu pouco mais de 3000 votos e por isso não foi levado para a discussão.

Vale também relembrar que o Plano Nacional de Energia (PNE-2030) prevê a conclusão das obras da usina de Angra 3, e a construção de mais quatro usinas nucleares, nas regiões norte e nordeste; já o PNE-250 planeja a construção de outras 8 usinas termonucleares até o ano de 2050 (MONTEDO, 2017, p. 27). Em que medida a população brasileira tem conhecimento dos impactos destes projetos para o futuro do país?

Os estudantes, enquanto sujeitos de direito e atores sociais, não podem estar à margem de discussões como esta, que influenciam todo um planejamento de desenvolvimento nacional. A riqueza que possuímos precisa ser administrada por pessoas conscientes e críticas, que visem o desenvolvimento econômico nacional sem deixar de se preocupar com seus cidadãos e com a preservação do meio-ambiente.

1.6. Promoção do empoderamento individual e coletivo, especialmente dos grupos sociais marginalizados ou discriminados

De acordo com Campello *et al.* (2018), ainda no ano de 2002, o Brasil alcançou o marco de 3,3% dos brasileiros sem acesso à energia elétrica; todavia, sob um olhar mais acurado sobre a parcela mais pobre da população, mais especificamente os 5% mais pobres, este percentual aumentava para 19%, opondo-se a afirmativa de universalização deste serviço. Os autores apontam a concentração do problema nas áreas rurais e nas regiões Norte e Nordeste, e entre os grupos mais economicamente desfavorecidos, quilombolas ou moradores de áreas remotas.

Este cenário avançou significativamente entre os anos de 2003 e 2015, todavia, alguns grupos ainda permanecem diante desta realidade, em especial em comunidades quilombolas e extrativistas (CAMPELLO *et al.*, 2018). O último censo demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) indica que a ausência de energia elétrica faz parte do cotidiano de milhares de brasileiros, em especial daqueles localizados na região norte do país (WWF, 2020, online). De acordo com a analista sênio de conservação do WWF-Brasil, Alessandra Mathyas,

> Quando comparado à população total de brasileiros – que chega a 207 milhões –, parece que o número dos sem acesso é pouco significativo. Mas é inaceitável que a vida de mais de um milhão de brasileiros ainda continue como no século passado: praticamente sem acesso à eletricidade de para seus usos mais básicos (WWF, 2020, on-line).

Um retrato desta desigualdade regional também pode ser identificado com o recente episódio de apagão no estado do Amapá, que atingiu cerca de 90% da população, comprometendo o fornecimento de água e de combustível, os serviços de telefonia e internet, a estocagem de alimentos e mesmo o poder de compra da população (dado o comprometimento no funcionamento de máquinas de cartão e de caixas eletrônicos).

O apagão teve início com a explosão seguida de um incêndio numa subestação do estado, ocasionada por uma tempestade, afetando o funcionamento dos três transformadores responsáveis pelo fornecimento de energia no estado – um deles que já estava inoperante há praticamente um ano, o que mostra a falta de fiscalização por parte das autoridades (G1, 2020).

Mesmo com o estabelecimento de rodízios de energia, fica nítido o favorecimento das classes mais ricas, aumentando ainda mais a desigualdade com as periferias. Também fica explicita a desigualdade regional em nosso país, dado que a demora para a resolução do problema e o descaso das autoridades dificilmente seriam reproduzidos em áreas mais favorecidas, como o sudeste, por exemplo (MACHADO; TAVARES, 2020).

Um outro aspecto interessante do caso foi a divulgação da indiferença com a população amapaense nas redes sociais, trazendo uma nítida demonstração da relevância do acesso à internet como um instrumento de denúncia e de resistência – escancarando a necessidade de democratizarmos seu acesso (FAVERO, 2020).

Este episódio é um claro retrato da importância do acesso à energia elétrica como fundamental para a manutenção de outros direitos. Entretanto, vale ressaltar que tão importante quanto considerarmos esta discussão na abordagem da energia nuclear para geração de energia em sala de aula, é relembramos os nossos estudantes de que independentemente de questões de gênero, sexualidade, região, cor e classe, todos têm direito a uma vida digna, empenhando-se para que casos como este, de total indiferença com relação à população mais pobre, não os façam esquecer de que a cidadania não é um privilégio de poucos, mas uma luta de todos.

CAPÍTULO 2 – METODOLOGIA

Os livros didáticos aprovados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) foram selecionados para análise por terem distribuição gratuita, sistemática e regular às escolas públicas das redes distrital, municipal, estadual e federal, garantindo seu acesso por grande parte de professores e estudantes da Educação Básica (BRASIL, 2018). As obras estão elencadas abaixo, e para facilitar a leitura, foram atribuídos códigos identificadores para cada uma delas:

Quadro 1: Obras e códigos identificadores

OBRA ANALISADA	CÓDIGO IDENTIFICADOR
BRUNI, A. T. *et al.* Ser protagonista: Química. 3. ed. São Paulo: SM, 2016. v. 1, 2 e 3.	SP
SANTOS, W.; MÓL, G. (org). Química cidadã. 3. ed. São Paulo: AJS, 2016. v. 1, 2 e 3.	QC
CISCATO, C. A. M. *et al.* Química. 1. ed. São Paulo: Moderna, 2016. v. 1, 2 e 3.	CC
MACHADO, A. H.; MORTIMER, E. F. Química. 3.ed. São Paulo: Scipione, 2016. v. 1, 2 e 3.	MM
NOVAIS, V. L. D. de; ANTUNES, M. T. Vivá: Química. 1. ed. Curitiba: Positivo, 2016. v. 1, 2e 3.	VV
REIS, M. Química. 2. ed. São Paulo: Ática, 2016. v. 1, 2 e 3.	MR

FONTE: As autoras

O Plano Nacional de Educação em Direitos Humanos (PNEDH), destinado a estabelecer caminhos para uma cultura de direitos humanos na nação brasileira, prevê a inclusão da “educação em direitos humanos no Programa Nacional do Livro Didático e outros programas de livro e leitura” (BRASIL, 2007, p. 29). Os livros didáticos, enquanto materiais que se utilizam da linguagem escrita para expressarem ideias, podem ser considerados uma forma de comunicação, e, deste modo, podem ser submetidos à uma análise de conteúdo. A análise de conteúdo pode ser definida como:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por

> procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens (BARDIN, 2016, p. 44).

Deste modo, o objetivo da análise não é uma descrição objetiva dos conteúdos contidos nos livros relacionados à Energia Nuclear, mas sim a inferência sobre possíveis condições de recepção destas mensagens, ou seja, mensagens implícitas que podem ser suscitadas ao leitor, conscientemente ou não.

Assim sendo, o objetivo final é o de interpretação dos dados coletados, perpassando pelo processo de descrição analítica de seu conteúdo, a inferência de proposições válidas e generalizáveis, até que uma compreensão mais completa do material seja alcançada, procurando ir além das impressões trazidas por uma leitura inicial.

A análise de conteúdo da presente pesquisa apresentará uma dupla finalidade: a heurística, buscando identificar, através de uma análise exploratória dos livros, os aspectos considerados importantes e evidenciados pelos autores; a de administração de prova, verificando a presença da defesa da energia elétrica como um direito humano fundamental na abordagem da Energia Nuclear.

Através da realização de uma leitura flutuante, serão selecionados trechos relacionados à Energia Nuclear, determinando as unidades de codificação da análise. O conjunto de informações coletadas será categorizado de acordo com sua natureza e características em comum (tais como vantagens e desvantagens da utilização deste tipo de energia), a fim de identificarmos quais aspectos são considerados relevantes pelos autores e com que frequência são mencionados.

Com o resultado desta primeira etapa, evidenciaremos a aproximação (ou afastamento) da abordagem trazida pelos livros didáticos de uma educação em direitos humanos, considerando os critérios pré-estabelecidos: (1) Visão integral dos direitos; (2) uma educação para o “nunca mais”, (3) a formação de sujeitos de direito e atores sociais; e o (4) empoderamento individual e coletivo, especialmente dos grupos sociais marginalizados ou discriminados.

Já os critérios estabelecidos a posteriori compreendem os seguintes constructos: (5) a estrutura e o modo de funcionamento de usinas nucleares; (6) as vantagens e desvantagens da utilização deste tipo de energia, incluindo o risco de acidentes e a discussão de episódios como os acidentes de Chernobyl e Fukushima.

CAPÍTULO 3 – ANÁLISE

A realização de uma leitura diagonal das obras permitiu a identificação de trechos relacionados à Energia Nuclear. Dentre as seis coleções analisadas, quatro se propõem a discutiro tema: SP, VV, MR e CC. Nestas coleções, a utilização da radioatividade para a geração de energia elétrica é uma das contribuições tecnológicas conquistadas através do estudo da radioatividade, junto às contribuições na área da medicina, na agricultura, na indústria, na pesquisa, etc. Em QC e MM alguns trechos relacionados à utilização de energia nuclear como fonte de energia foram identificados, todavia, sem uma discussão de conceitos e processos envolvidos nas usinas (como nas demais coleções) e com maior enfoque nos acidentes a ela relacionados.

O material selecionado foi analisado de maneira mais aprofundada, visando averiguar em que medida as narrativas utilizadas se aproximavam dos propósitos de uma Educação em Direitos Humanos, tomando como referencial os critérios pré-estabelecidos por Candau (2005): (1) Visão integral dos direitos; (2) uma educação para o "nunca mais", (3) a formação de sujeitos de direito e atores sociais; e o (4) empoderamento individual e coletivo, especialmentedos grupos sociais marginalizados ou discriminados.

Uma releitura do material de análise nos permitiu identificar novas categorias de análise, que compreendem os enfoques que têm sido dado ao tema nas abordagens dos livros. Estes critérios, estabelecidos a posteriori, compreendem os seguintes constructos: (5) a estrutura e o modo de funcionamento de usinas nucleares; (6) as vantagens e desvantagens da utilização deste tipo de energia, incluindo o risco de acidentes e a discussão de episódios como os acidentes de Chernobyl e Fukushima.

3.1 A abordagem de Energia Nuclear nos livros didáticos: avanços e desafios para uma Educação em Direitos Humanos

Esta análise, realizada a priori, tomou como referencial os princípios de uma Educação em Direitos Humanos (CANDAU, 2005), buscando identificar aproximações entre as abordagens da energia nuclear presentes nos livros didáticos e os pilares necessários para a construção de uma cultura dos direitos humanos. Identificando as

potencialidades e as lacunas presentes nas narrativas dessas obras, espera-se identificar possibilidades para o aprimoramento de coleções futuras.

3.1.1 Visão integral dos Direitos

O estudo das obras nos permite inferir que mesmo as coleções SP, VV, MR e CC, que se propõem a discutir a utilização de energia nuclear, não a apresentam como um caminho para a democratização e universalização do acesso à energia elétrica.

É importante que os livros evidenciem o acesso à energia elétrica como um direito fundamental, e em que medida ele é negligenciado para parte da população. Assim sendo, é fundamental que este aspecto seja incluído em futuras discussões acerca da Energia Nuclear e de qualquer outra forma de geração de energia: o intuito de garantir o acesso à um direito social fundamental, que no mundo atual se relaciona a vários outros – ao invés de apenas discutir aspectos físicos, químicos, econômicos, etc.

A discussão acerca do acidente de Chernobyl, presente nas coleções MR e CC menciona uma série de direitos violados pelo acidente, pontuando danos à saúde, moradia, alimentação, entre outros. Todavia, uma discussão explicita do tema não é retratada, e caberia ressaltar como os direitos políticos e econômicos são de responsabilidade do Estado; como o contexto sociopolítico, em especial regimes de guerra (como aquele da Guerra Fria) fragilizam a garantia a estes direitos; e como estes se relacionam entre si (pontuando, por exemplo, como a contaminação de áreas agrícolas prejudica o acesso à alimentação e saúde). Um outro exemplo de aproximação deste ponto é a discussão das coleções VV e CC acerca baixa emissão de CO_2, e atenuação dos impactos em mudanças climáticas, provenientes da utilização da energia nuclear e a problemática da poluição térmica apresentada por SP e VV. QC pontua o menor impacto das usinas nucleares, quando comparado aos combustíveis fósseis "cujos gases resultantes de sua combustão contribuem para o aquecimento global e causam uma série de outros problemas ambientais" (SANTOS; MÓL, 2016, p. 136).

Estes pontos trazem para discussão temas importantes como os impactos ambientais de nosso desenvolvimento e a necessidade de preservação de um meio ambiente equilibrado. Esses relacionam-se intrinsecamente ao direito a um meio ecologicamente equilibrado, que deve ser garantido tanto para as gerações presentes quanto para as futuras. Estes fatores influenciam todo o ecossistema que nos rodeia, deste modo, seria válido ressaltar como estes pontos se relacionam, e como é importante

que lutemos pelos direitos em todas as suas dimensões, sejam elas sociais, econômicas, políticas, culturais, ambientais, etc.

3.1.2 Uma educação para o "nunca mais"

É possível observar uma aproximação das obras com uma educação para o "nunca mais", uma vez que SP, VV, MR, CC e QC dedicam-se a discutir alguns dos acidentes nucleares, episódios que marcaram para sempre a história da humanidade e estão intrinsecamente relacionados à violação de uma série de direitos fundamentais.

MR, QC e CC destacam em suas narrativas as consequências do desastre de Chernobyl para os moradores e funcionários da usina, trazendo dados sobre as mortes, evacuações, aumento na incidência de câncer, etc. SP também se preocupa em descrever o impacto do acidente de Fukushima para o meio ambiente a saúde das pessoas: "as emissões decorrentes do acidente não atingiram níveis que possam causar danos irreparáveis ao meio ambiente ou à saúde das pessoas (mesmo para os trabalhadores envolvidos nos processos de emergência)" (ELETROBRAS *apud* BRUNI *et a*l., 2016, p. 257).

Esta narrativa de SP difere significativamente daquela pontuada por QC que afirma que "há um registro, desde o acidente, de quase uma morte por dia da população que foi desalojada e sofre em decorrência de estresse e das dificuldades que enfrentam, atualmente, em função de sua remoção." (SANTOS; MÓL, 2016, p. 136)

Entretanto, apesar de pontuarem os danos à saúde, moradia, alimentação, entre outros, nada se discute acerca do que foi feito para repará-los, e em que medida consequências foram assumidas (ou não) pelos responsáveis e como a justiça se posicionou frente às vítimas. Um aspecto interessante que emerge a partir da análise de VV, é a sugestão da leitura de obras que aproximem o leitor das perspectivas das vítimas dos acidentes como o livro *Vozes de Tchernóbil* (2016). Este tipo de narrativa pode ser utilizado para aproximar os leitores das problemáticas daqueles que ainda não possuem acesso à energia elétrica, assim como das vítimas da construção de usinas.

Todavia, VV não descreve o acidente, como o fazem MR e CC, pontuando suas implicações para a população local. De fato, ao indicar a problemática do risco de acidentes, a obra restringe-se a afirmar que "quando ocorrem, apresentam consequências

muito sérias e podem continuar afetando o ambiente muitos anos após o acidente" (NOVAIS; ANTUNES, 2016, p. 34). Assim sendo, uma humanização maior da discussão se faz necessária.

A leitura desta obra *Vozes de Tchernóbil* (2016), todavia, ressalta a importância de analisarmos outras perspectivas acerca destes eventos, enquanto episódios que marcaramprofundamente a vida de milhares de pessoas e conforme afirmam Candau *et al.* (2014, n.p.), "Uma Educação em Direitos Humanos que promova o 'nunca mais' deve saber olhar também a história desde o ângulo e a ótica dos subalternizados".

3.1.3 A formação de sujeitos e atores sociais

Esta dimensão da EDH não é explorada pelas obras, uma vez que a narrativa adotada não convida os estudantes à participação da discussão e demonstra como é importante que estes sejam participativos nas discussões, evitando a omissão da população observada no Projeto de Lei nº 405/2011, por exemplo. Da mesma maneira que a desigualdade não deve ser tomada como natural e inevitável, o desenvolvimento científico e tecnológico também não, assim sendo, as pessoas precisam assumir seu papel de luta e tornarem ativas neste tipo de discussão.

> Uma visão reducionista da desigualdade conduz sempre a uma visão reducionista da emancipação e da liberdade humana. A busca pela desnaturalização da desigualdade passa pela conscientização de que se trata de um conjunto de injustiças. A desigualdade social é sempre uma relação política passível de ser enfrentada pela ação do Estado e afirmada pelas lutas coletivas por direitos, cujo efeito democrático pode ser desestabilizador de privilégios historicamente reproduzidos pelas elites (CAMPELLO *et al.*, 2018, p. 56).

Este aspecto é ainda mais comprometido nas coleções QC e MM, já que não discutem os processos físico-químicos envolvidos no processo de geração de energia elétrica por meio de usinas nucleares, como o fazem as demais coleções. A ausência desta discussão compromete a compreensão dos potenciais brasileiros para a exploração deste tipo de energia e mesmo as vantagens e implicações negativas de sua utilização, podendo corroborar para uma visão catastrofista do tema.

É importante que os livros explorem melhor as potencialidades do Brasil para a utilização de energia nuclear, os planos de desenvolvimento estabelecidos (dentre os quais as construções de novas usinas nucleares) incentivando a busca por respaldo científico e político na busca pela resolução de problemas sociais. Como discutido

anteriormente, o Brasil possui uma notável reserva de urânio e o domínio do ciclo do combustível nuclear, e é preciso que a opção por explorar ou não este potencial perpasse pela formação de cidadãos capazes de discutir a questão em suas múltiplas dimensões.

3.1.4 Empoderamento individual e coletivo

Embora o acesso à energia elétrica faça parte da realidade da grande maioria da população, é importante que as violações de condições básicas de vida não sejam naturalizadas para nenhuma parcela da população, como ocorre em comunidades quilombolas e extrativistas. Episódios como o apagão do Amapá evidenciam como a manutenção da assimetria de poderes corrobora para a normalização de condições subumanas para grupos menos favorecidos.

Violações de direitos fundamentais associados à falta de acesso à energia elétrica, ou aquelas observadas nas construções de usinas nucleares (comparando com as consequências daquelas associadas às hidrelétricas) são aspectos interessantes de serem discutidos nas coleções futuras, a fim de aproximar os estudantes da problemática e diferenciar direitos de regalias e caridades.

Assim sendo, é possível identificarmos que a abordagem da energia nuclear ainda está distante de contemplar satisfatoriamente os aspectos estruturantes de uma Educação em Direitos Humanos. Mesmo discutindo a interrelação entre direitos e aproximando-se de uma educação para o "nunca mais", a dimensão humanitária destas questões ainda aparece de maneira implícita. O convite ao comprometimento com as causas sociais relacionadas à temática não é encontrado em nenhuma das coleções analisadas. O **quadro 2** sintetiza aabordagem destes aspectos.

Quadro 2: Educação em Direitos Humanos e Energia Nuclear

	SP	VV	MR	CC	QC	MM
Visão integral dos Direitos	✓	✓	✓	✓	✓	
Uma educação para o "nunca mais"	✓	✓	✓	✓	✓	
A formação de sujeitos e atores sociais						
Empoderamento individual e coletivo						

FONTE: As autoras

3.2. Categorias a posteriori

Uma leitura exploratória das obras que discutem a utilização de energia nuclear (SP, VV, MR e CC), sem a busca de adequações a categorias pré-estabelecidas, nos permitiu identificar o enfoque em dois aspectos: a descrição do princípio de

funcionamento de usinas nucleares, com enfoque nas principais estruturas e em suas respectivas funções; a discussão de vantagens e desvantagens da utilização desta fonte energética.

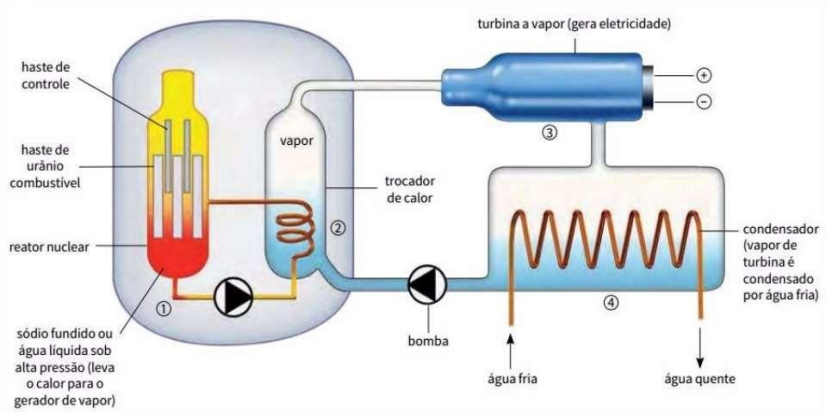
Para cada uma destas categorias foram estabelecidas subcategorias de análise, a fim de identificar de maneira mais precisa as similaridades e as distinções entre cada uma das coleções. A seguir, discorremos acerca da abordagem destes dois aspectos: Estruturas e princípio de funcionamento de usinas nucleares e as Vantagens e desvantagens da utilização da energia nuclear.

3.2.1 Estruturas e princípio de funcionamento de usinas nucleares

Este construto compreende os princípios científicos e tecnológicos envolvidos no processo de geração de energia elétrica por meio de usinas nucleares. Para possibilitar o entendimento do processo, as obras se apresentam esquemas ilustrativos e discorrem sobre cada uma das estruturas apresentadas.

As coleções SP, VV, MR e CC abordam este tópico de maneira bastante similar. A **figura 2** traz um exemplo das ilustrações presentes nos livros.

Figura 2: Esquema ilustrativo de uma usina nuclear

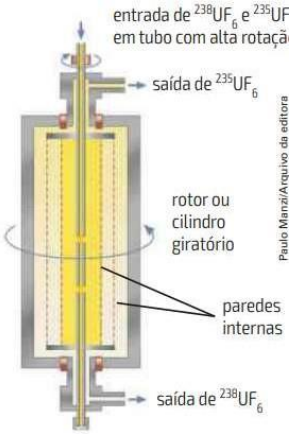


FONTE: NOVAIS; ANTUNES, 2016, p. 33.

Vale ressaltar que este tipo de modelo representa um reator de água pressurizada (PWR, do inglês *Pressurized Water Reactor*), uma das possibilidades de esquema de usina nuclear – mas não a única. Apenas CC especifica o modelo utilizado.

Quatro aspectos foram selecionados para discutir o tema e surgem como subcategorias de análise: **REATOR NUCLEAR; MODERADORES; FLUIDO TROCADOR DE CALOR; e ESTRUTURA DE CONTENÇÃO.** O **REATOR NUCLEAR**, local em que "ocorrem as reações de fissão, em que o combustível é geralmente urânio enriquecido" (CISCATO *et al.*, 2016, p. 104) é uma estrutura apresentada pelas quatro coleções. O enriquecimento do urânio, processo que "torna a percentagem de ^{235}U mais alta que a presente em seu minério" (NOVAIS; ANTUNES, 2016, p. 33) é mencionado por todas as quatro coleções; todavia, é apenas MR e CC que explicam o processo e trazem esquemas ilustrativos como aquelas da **figura 3**:

Figura 3: Esquema ilustrativo do processo de enriquecimento do urânio



FONTE: REIS, 2016, p. 271

O interior do REATOR NUCLEAR contém ainda **MODERADORES**, responsáveis por controlar a reação de fissão em cadeia. Como destacado pelas obras, a mesma reação de fissão que permite o funcionamento das usinas ocorre em bombas atômicas, todavia, "Ao contrário do processo da bomba atômica, na qual a reação em cadeia se processa sem controle, em uma usina nuclear o reator deve ser capaz de controlar essa reação" (BRUNI *et al.*, 2016, p. 257). Apesar de não discutir a finalidade da estrutura, o esquema ilustrativo de VV é representado em seu esquema ilustrativo de usina.

O **FLUIDO TROCADOR DE CALOR**, a água, de acordo com os esquemas apresentados por SP, VV, MR e CC, é aquele que permite a utilização da energia da reação de fissão para a geração de energia elétrica. De acordo com CC:

> O calor liberado pela fissão produz vapor- d'água a altas pressões, que é então utilizado para movimentar grandes turbinas. Estas, por sua vez, acionam geradores de eletricidade. Em seguida, o vapor-d'água é resfriado, condensado e bombeado de volta ao reator, onde o ciclo reinicia (CISCATO *et al.*, 2016, p. 104).

As coleções MR, VV e CC trazem o conceito de **ESTRUTURA OU EDIFÍCIO DE CONTENÇÃO** enquanto responsável pela proteção interna e externa do reator. A coleção SP, por sua vez, inclui a estrutura em seu esquema ilustrativo de uma usina nuclear, mas sem nomeá-la ou discuti-la. A importância da estrutura é destacada por VV e MR ao retomarem o acidente de Three Mile Island (1979), o pior acidente nuclear da história dos Estados Unidos. Uma falha no sistema de refrigeração da usina levou à fusão parcial do núcleo, entretanto, "como a área do envoltório de contenção é restrita, nenhum operador foi afetado, e ninguém morreu no acidente, embora o núcleo do reator tenha fundido (exatamente como o de Chernobyl) e a usina americana continue até hoje inoperável" (REIS, 2016, p. 285).

Este tipo de abordagem é interessante para que os erros sejam devidamente identificados e evitados a posteriori, contribuindo para: uma compreensão mais racional dos episódios; desmistificar a ideia da inevitabilidade dos acidentes; questionarmos em que medida estes são infortúnios da natureza ou apenas consequências da falta de preparo e fiscalização.

O **quadro 3** resume a abordagem das **estruturas e princípio de funcionamento de usinas nucleares**

Quadro 3: Estruturas e princípio de funcionamento de usinas nucleares

USINA NUCLEAR	SP	VV	MR	CC	QC	MM
REATOR NUCLEAR	✓	✓	✓	✓		
MODERARES	✓		✓	✓		
FLUIDO TROCADOR DE CALOR	✓	✓	✓	✓		
ESTRUTURA DE CONTENÇÃO		✓	✓	✓		

FONTE: As autoras

De maneira geral é possível afirmar que as abordagens das **ESTRUTURAS E PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO DE USINAS NUCLEARES** apresentam os principais construtos e processos envolvidos no processo de geração de energia, permitindo também as potencialidades e problemáticas relacionadas à utilização deste tipo de energia, discutidas a seguir:

3.2.2 Vantagens e desvantagens da utilização da energia nuclear

O caráter controverso da energia nuclear é representado pelas quatro coleções que discutem o tema (SP, VV, MR e CC), e a opção das obras é apresentar algumas das **VANTAGENS** e **DESVANTAGENS** de sua utilização. Já as coleções QC e MM dedicam-se a pontuar os episódios de acidentes nucleares.

As **VANTAGENS** apresentadas nas coleções nos permitem estabelecer quatro subcategorias de análise, com aspectos positivos mencionados nas obras com relação à utilização de energia nuclear: o **POTENCIAL GERADOR DE ENERGIA; BAIXA EMISSÃO DE CO_2** e **ATENUAÇÃO DE IMPACTOS EM MUDANÇAS CLIMÁTICAS;** e **FONTE INFLEXÍVEL DE ENERGIA.**

As coleções SP, VV, MR e CC evidenciam o grande **POTENCIAL DE GERAÇÃO DE ENERGIA** elétrica, quando comparada àquela proveniente de outros combustíveis, em comparações como a trazida por CC: "o potencial de geração de energia de 1 kg de urânio é de 50.000 kWh (quilowatts-hora) de eletricidade, enquanto para a mesma massa de carvão, um dos principais combustíveis usados em usinas termoelétricas, esse potencial é de 3kWh" (CISCATO *et al.*, 2016, p. 75).

Entretanto, a **BAIXA EMISSÃO DE CO_2** e a consequente **ATENUAÇÃO DOS**

IMPACTOS EM MUDANÇAS CLIMÁTICAS são discutidas somente por CC (que compara a emissão de gás carbônico em todo o ciclo de construção e manutenção das usinas nucleares com aquela de outros combustíveis) e apenas citada por QC e VV:

> Durante muito tempo, diversos países, entre os quais os europeus, priorizaram as usinas termelétricas que têm o grave inconveniente de poluir o ar e de contribuir para o agravamento do efeito estufa. Por isso, nas últimas décadas, muitos desses países têm investido em projetos de construção de reatores nucleares visando à produção de eletricidade (NOVAIS; ANTUNES, 2016, p. 33).

Apenas VV aponta a característica de **FONTE INFLEXÍVEL** de energia, aqui retratada como uma vantagem, dada a ideia da utilização da energia nuclear como fonte suplementar às energias renováveis: "Já as usinas termelétricas atenderiam à demanda por energia quando, nos períodos de seca, diminuísse a produção das hidrelétricas" (NOVAIS; ANTUNES, 2016, p.34).

Vale ressaltar que de acordo com alguns especialistas, isto seria um problema, tendo em vista que em períodos favoráveis à geração de fontes variáveis de energia, um excedente seria produzido e desperdiçado (FGV ENERGIA, 2019). Como podemos observar pelo **quadro 4**, as coleções VV e CC apresentam maiores aspectos relacionados às VANTAGENS da utilização da energia nuclear.

Quadro 4: Vantagens da Utilização da Energia Nuclear

ENERGIA NUCLEAR		SP	VV	MR	CC	QC	MM
VANTAGENS	POTENCIAL GERADOR DE ENERGIA	✓	✓	✓	✓		
	BAIXA EMISSÃO DE CO2 E ATENUAÇÃO DOS IMPACTOS EM MUDANÇAS CLIMÁTICAS		✓		✓	✓	
	FONTE INFLEXÍVEL DE ENERGIA		✓				

FONTE: As autoras

Já no que diz respeito às **DESVANTAGENS**, a análise das obras nos permite estabelecer cinco constructos de análise: **CUSTO ELEVADO; POLUIÇÃO TÉRMICA; PROLIFERAÇÃO DE ARMAS NUCLEARES; LIXO NUCLEAR;** e **RISCO DE ACIDENTES**.

O **CUSTO ELEVADO** relacionado à criação e manutenção da usina é uma

desvantagem pontuada por VV, embora a obra restrinja-se a declarar que “A tecnologia nuclear, no que se refere à construção da usina e à obtenção do combustível, é extremamente cara.” (NOVAIS; ANTUNES, 2016, p.33), sem, entretanto, pontuar o(s) motivo(s) para tal, como a inegociável necessidade de segurança. Já CC aponta para a complexidade e o elevado custos envolvidos no processo de enriquecimento do urânio.

Já a problemática da **POLUIÇÃO TÉRMICA,** decorrente do descarte de água utilizadas pela usina em temperaturas elevadas, alterando o ecossistema é apresentada apenas por SP e VV. Tendo em vista que este é um importante impacto ambiental decorrente das usinasnucleares, seria importante suas discussões nas demais coleções. SP e VV adotam explicações similares do fenômeno:

> Após o uso, a água utilizada para o resfriamento dos reatores é devolvida ao ambiente, geralmente em temperaturas mais elevadas. Assim, ainda que não haja nenhum tipo de contaminação por radioatividade, a poluição pode ser causada pela elevação das temperaturas do rio ou do mar (poluição térmica). Esse tipo de poluição provoca umadiminuição da solubilidade do oxigênio na água e, portanto, compromete toda a vidadaquele ecossistema (BRUNI *et al.* , 2016, p. 257).

O urânio enriquecido é o combustível nuclear mais utilizado por usinas nucleares, de acordo com as quatro coleções que as descrevem. O domínio da tecnologia de enriquecimento de urânio associado à potencialidade de **PROLIFERAÇÃO DE ARMAS NUCLEARES** é um aspecto negativo discutido por SP, VV e MR:

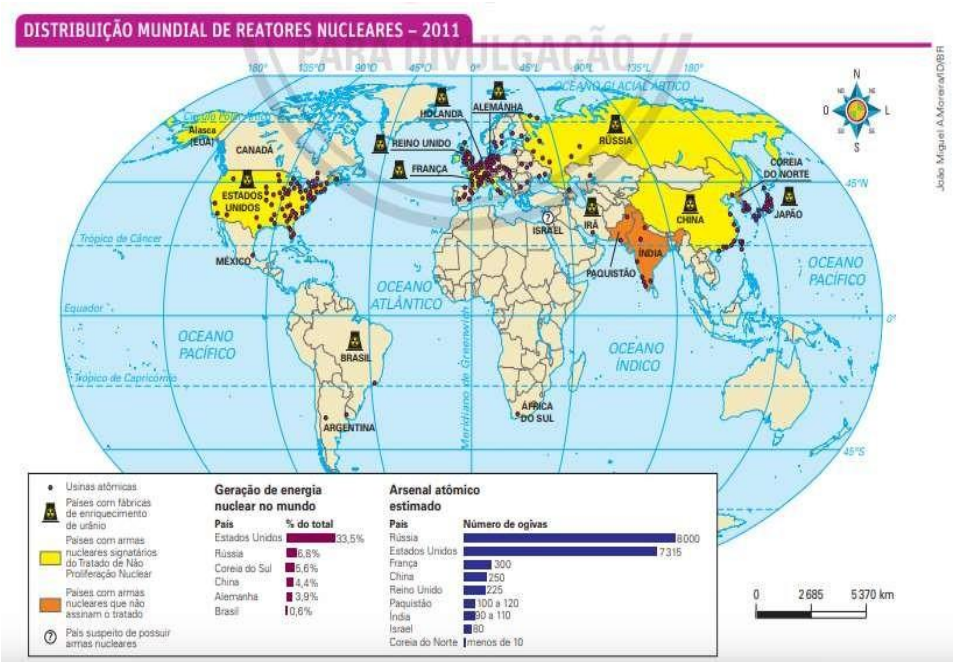
> Fala-se muito na possibilidade de um ataque terrorista nuclear, caso algum grupo radical tenha acesso a material radioativo retirado de aparelhos destinados a aplicações pacíficas. E enquanto países fortemente armados estudam diminuir seu arsenal atômico, outros, que não possuem armas nucleares, estão investindo no enriquecimento de urânio, a matéria--prima necessária para fabricá-las. Insensatez (REIS, 2016, p. 260).

Entretanto, CC discute que a complexidade do processo de enriquecimento de urânio e os altos custos envolvidos no processo limitam a proliferação de material radioativo e de armas nucleares. Vale ressaltar que nenhuma das coleções aponta o domínio brasileiro de toda a tecnologia de enriquecimento de urânio, ou a alta concentração do minério no território nacional, de modo a considerar a exploração dessa riqueza uma oportunidade para gerações de emprego pela mineração, pesquisa e exportação.

Além disso, o cenário sócio-político que permite compreender a postura internacional quanto à utilização de energia nuclear, o significado e as controvérsias

acerca do TNP ficam à margem da discussão, impossibilitando sua compreensão. SP traz um mapa com informações acerca dos países signatários do TNP e países suspeitos de possuírem armas nucleares (**Figura 4)**, entretanto, não explora as informações presentes no gráfico. Assim sendo, cabe questionar: em que medida a tecnologia atende às necessidades sociais e vice-versa?

Figura 4: Distribuição de reatores nucleares no mundo



FONTE: NOVAIS; ANTUNES, 2016, p. 258.

A problemática do **LIXO NUCLEAR** se faz presente em todas as quatro obras, sendo que SP traz uma discussão mais ampla nesse sentido. A coleção discute as diferentes fontes de rejeitos radioativos e classifica-os de acordo com sua origem (rejeitos institucionais e do ciclo do combustível), assim como em função de seu período de meia vida (curta, intermediária ou longa). Esse é um outro ponto relacionado à preservação do meio ambiente e da saúde das pessoas que é importante de ser discutido e, sem dúvidas, uma das maiores complicações advindas da utilização da energia nuclear. VV apenas menciona a contaminação radioativa e o lixo radioativo como algum dos malefícios da radioatividade.

Por fim, o **RISCO DE ACIDENTES** é uma das desvantagens mais destacadas pelas coleções, e episódios históricos são discutidos a fim de explorar melhor as implicações destes cenários. Três acidentes em usinas nucleares são discutidos pelas

coleções analisadas:

- Acidente nuclear de Chernobyl;
- Acidente nuclear de Three Mile Island;
- Acidente nuclear de Fukushima.

VV restringe-se a caracterizar o acidente de Chernobyl como pior acidente nuclear da história, e que este teria incentivado estudos acerca dos efeitos da radioatividade no corpo humano. Entretanto, uma desumanização de narrativa é observada, dada a ausência na menção ao número de mortos, vítimas, operários e civis que se sacrificaram, etc. O livro traz a obra *Vozes de Tchernóbil* (2016), da autora Svetlana Alexijevich, como literatura sugerida, o que poderia dar força para o estudo, por trazer relatos pessoais das vítimas, mas que sequer aparecem no corpo do texto.

As coleções MR e CC, acerca do acidente de Chernobyl, trazem maior avanço à discussão e adotam narrativas similares sobre o evento: para além de data e local, discutem a cadeia de eventos que levaram ao acidente, e evidenciam as falhas na estrutura da usina e nos procedimentos de segurança - o que torna a visão do envento menos fatalista e inevitável. QC atribui o acidente a uma falha humana, sem, entretanto, discuti-la.

CC menciona o reconhecimento tardio do governo acerca do acidente, sem, entretanto, contextualizar o cenário: “Quantas pessoas morreram ou foram afetadas pela radiação? Os dados são incertos porque, na época, a União das Repúblicas Socialistas Soviéticas reconheceu o desastre somente mais de duas semanas após o acidente.” (CISCATO *et al.*, 2016, p. 107).

Deste modo, embora evidencie-se a existência de controvérsias quanto às causas do acidente, não existe uma discussão muito elaborada acerca do que poderia ser feito.

Assim sendo, o atendimento de uma necessidade social que levou à construção da usina, o cenário sociopolítico que levou ao agravamento das consequências do acidente e a ausência de uma narrativa do ponto de vista das vítimas marcam uma narrativa ainda pouco humanizada da ciência e um certo nível de fatalidade inevitável acerca dos acidentes nucleares.

Como mencionado anteriormente, o acidente em Three Mile Island, em 1979,

considerado o pior acidente nuclear dos Estados Unidos é discutido pelas coleções MR, VV e CC, visando explicitar a importância da existência de um edifício de contenção, comparando oepisódio com a tragédia de Chernobyl.

Por fim, no caso de Fukushima, MR, SP e CC também adotam narrativas similares, situando data e local, o terremoto seguido do tsunami que comprometeu o funcionamento de geradores de energia, assim como a fusão parcial dos núcleos e explosão nos reatores, acompanhada pela liberação de radionuclídeos. O modelo do Reator de Água Pressurizada (BWR, do inglês *Boiling Water Reactor*) e seus princípios de funcionamento são discutidos apenas por MR.

Sobre os impactos do acidente, as obras apresentam certas discordâncias: SP destaca que não houveram danos irreparáveis às pessoas e ao meio ambiente; CC destaca a contaminação do mar e a mutação de borboletas na região; QC destaca a contaminação e evacuação de milhares de pessoas; MR não discute o impacto do acidente sobre as vítimas. CC e MR destacam o impacto do acidente na discussão internacionalacerca da aceitabilidade de utilização da energia nuclear.

Acerca dos acidentes nucleares, um único trecho foi identificado em MM:

> A obtenção de energia nuclear, embora muito eficiente, envolve sérios riscos ambientais. Acidentes nucleares como o da Pensilvânia, nos Estados Unidos, em 1979; o de Chernobyl, na Ucrânia, em 1986; o de Goiânia, no Brasil, em 1987; e o mais recente em Fukushima, no Japão, em 2011, deixaram muitos mortos e feridos ou com sequelas graves, como o câncer. Há ainda uma preocupação com o risco envolvido no despejo do lixo nuclear (MACHADO; MORTIMER, 2016, p. 57).

O **quadro 5** traz uma síntese das desvantagens da utilização da energia nuclear em cadauma das obras analisadas:

Quadro 5: Desvantagens da Utilização da Energia Nuclear

ENERGIA NUCLEAR		SP	VV	MR	CC	QC	MM
DESVANTAGENS	CUSTO ELEVADO		✓		✓		
	POLUIÇÃO TÉRMICA	✓	✓				
	PROLIFERAÇÃO DE ARMAS NUCLEARES	✓		✓	✓		
	LIXO NUCLEAR	✓		✓	✓		
	RISCO DE ACIDENTES	✓	✓	✓	✓	✓	✓

FONTE: As autoras

Como podemos observar, não existe uma discrepância significante entre o

número de desvantagens discutidas pelas coleções SP, VV, MR e CC. Todavia, comparando os resultados obtidos com aqueles apresentados no quadro 4, acerca das **VANTAGENS** de utilização, é possível observar, que as coleções SP e MR destacam os aspectos negativos da utilização da energia nuclear em prol de suas vantagens. Todavia, a controvérsia envolvida na utilização de energia nuclear é retratada em todas as quatro coleções.

Por fim, vale ressaltar que as coleções SP e CC discutem ainda o nível de contribuição da energia nuclear na matriz energética e no mundo. Sobre a utilização da energia nuclear em território nacional, VV critica o acordo nuclear Brasil-Alemanha pela adoção de tecnologia estrangeira, aspecto também retomado na coleção MR ao questionar a segurança das usinas nucleares brasileiras. A obra relata o atraso na construção das usinas brasileiras em virtude de paralisações, ausência de planos de emergência e a atual construção de Angra 3. A paralisação das obras também é mencionada por CC, porém, sem justificativas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre a seis coleções analisadas, apenas quatro discutem os princípios de funcionamento de uma usina nuclear e as implicações de sua utilização. QC e MM deixam o tema à margem de discussão. Naturalmente, além de comprometer a compreensão de conceitos importantes cientificamente, também obstaculiza a instrumentalização de sujeitos que possam engajar-se no assunto de maneira cientificamente consciente, crítica e humanizada.

A ausência da discussão nestas coleções e a presença de trechos como "manipular material radioativo é pior do que brincar com fogo" (SANTOS; MÓL, 2016, p. 136) não só corroboram para o afastamento da discussão como para a perpetuação de visões simplistas e preconceituosas acerca do tema. Como apresentado ao longo do texto, as usinas nucleares são uma possibilidade para geração de energia elétrica. As discussões acerca de suas controversas são absolutamente necessárias, todavia, é importante que a discussão das diferentes formas de geração de energia seja precedida da importância de propor caminhos para a garantia de universalização deste direito, assim como discutir os impactos que negligências podem trazer para a vida das pessoas.

As coleções SP, VV, MR e CC discorrem de maneiras similares o modo de funcionamento de usinas. Quanto às vantagens e desvantagens, é possível observar um enfoque maior em aspectos negativos por parte das coleções SP e MR. CC se destaca por descrever aquestão de maneira clara e pouco tendenciosa.

Todavia, conforme aponta a própria coleção VV, "a análise de questões ambientais e de natureza estratégica centraliza os argumentos a respeito do tema" (NOVAIS; ANTUNES, 2016, p. 34), nem sempre uma narrativa humanizada, que convide à reflexão sobre as implicações na garantia de direitos de cidadãos é encontrada.

Além disso, o enfoque observado nas quatro coleções para a descrição do princípio de funcionamento de usinas nucleares e na discussão de vantagens e desvantagens de sua utilização apontam para um maior enfoque em dimensões conceituais e procedimentais do conteúdo, preterindo a dimensão atitudinal do tema.

As coleções SP, VV, MR, CC e QC se aproximam da discussão acerca da indissociabilidade dos direitos e dos princípios de uma educação para o “nunca mais”, entretanto, ainda considerando os direitos fundamentais envolvidos no processo como aspectos implícitos em suas narrativas. As obras apresentam os impactos de acidentes nucleares sobre a vida das pessoas, e nos convidam a refletir sobre a violação de direitos relacionados a estas tragédias. Todavia, pouco se discute acerca da necessidade de propormos possibilidades para a garantia de acesso e democratização da energia elétrica.

Também não fica nítido a importância de uma participação ativa dos estudantes neste tipo de discussão, o que poderia auxiliar no reconhecimento de sua identidade enquanto sujeitos de direitos, que devem assumir o compromisso com a democracia e a luta contra as desigualdades sociais, e agirem como agentes que buscam o desenvolvimento em prol de garantir uma vida de qualidade para todos, e não apenas contribuir para a manutenção da sociedade desigual em que vivemos.

Espera-se que estes sejam aspectos a serem acrescentados em futuros livros didáticos de química, a fim de que estes materiais, referências para professores e estudantes, possam contribuir ainda mais para a construção de uma cultura em direitos humanos.

REFERÊNCIAS

ACESSO à energia com fontes renováveis em regiões remotas no Brasil. WWF-BRASIL, [S.l.], 28 mai. 2020. Disponível em: < https://www.wwf.org.br/?76422/Acesso-a-energia-com-fontes-renovaveis-em-regioes-remotas-no-brasil#:~:text=De%20acordo%20com%20os%20dados,pessoas%20(IEMA%2C%202019)>. Acesso em: 9 jun. 2021.

APAGÃO no Amapá: entenda as causas e consequências da falta de energia no estado. **G1**,[S.l.], 06 nov. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/ap/amapa/noticia/2020/11/06/apagao-no-amapa-entenda-as-causas-e- consequencias-da-falta-de-energia-no-estado.ghtml>. Acesso em: 14 nov. 2020.

ARRUDA, E. P. Educação Remota Emergencial: elementos para políticas públicas naeducação brasileira em tempos de Covid-19. EmRede, v. 7, n. 1, 2020. p. 257-275.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 1. Ed. São Paulo: Edições 70, 2011. 279p.

BERGER, M. C. B., O desenvolvimento capitalista e a política energética brasileira na Amazônia Legal. In: JORNADA INTERNACIONAL POLÍTICAS PÚBLICAS, 7., 2015, Maranhão. Disponível em: <http://www.joinpp.ufma.br/jornadas/joinpp2015/pdfs/eixo9/o-desenvolvimento-capitalista-e-a-politica-energetica-brasileira-na-amazonia-legal.pdf>.Acesso em: 13 nov. 2020.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988, com as alterações determinadas pelas Emendas Constitucionais de Revisão nos 1 a 6/94, pelas Emendas Constitucionais nos 1/92 a 91/2016 epelo Decreto Legislativo no 186/2008. Brasília: Senado Federal, Coordenação de Edições Técnicas, 2016. 496 p. Disponível em: <https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/518231/CF88_Livro_EC91_2016.pdf>.Acesso em: 15 nov. 2020.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Educação é a Base. Brasília,MEC/CONSED/UNDIME, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2020.

BRASIL. Ministério da Educação. PNLD: MEC, 2018. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=12391:pnld>. Acesso em: 9 jun. 2021.

BRASIL. Comitê Nacional de Educação em Direitos Humanos. Plano Nacional de Educação em Direitos Humanos: 2007. Brasília: Secretaria Especial dos Direitos Humanos, 2007. 76 p. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/docman/2191-plano-nacional-pdf/file>. Acesso em:14 nov. 2020.

BRASIL. Projeto de lei n. 405, de 13 de julho de 2011.Suspende, pelo prazo de trinta anos, aconstrução de novas usinas termonucleares em território nacional. Secretaria Especial de Editoração e Publicações do Senado Federal, Brasília, 2011. Disponível em: <https://legis.senado.leg.br/sdleg-getter/documento?dm=3514124&ts=1594023615648&disposition=inline>. Acesso em: 15nov. 2020.

CAMPELLO et al. Faces da desigualdade no Brasil: um olhar sobre os que ficam para trás. SAÚDE DEBATE,Rio de Janeiro, v. 42, n. especial 3, p. 54-66, nov. 2018. Disponível em: <https://www.scielosp.org/pdf/sdeb/2018.v42nspe3/54-66/pt>. Acesso em: 21 mai. 2021.

CANDAU, V. M. F., SACAVINO, S.B. Educação em direitos humanos e formação de educadores. **Educação**, Porto Alegre, v. 36, n. 1, p. 59-66, jan./abr. 2013. Disponível em: <https://revistaseletronicas.pucrs.br/ojs/index.php/faced/article/view/12319/8741>. Acessoem: 13 nov. 2020.

CANDAU, V. M. et al. **Educação em direitos humanos e formação de professores**. 1 ed.São Paulo: Cortez, 2014.

CARDOSO, C. A., FERREIRA, V. A., BARBOSA, F.C.G. (Des)igualdade de acesso à educação em tempos de pandemia: uma análise do acesso às tecnologias e das alternativas deensino remoto. **Com Censo**, [S.l.], v. 7, n. 3, p. 38-46, ago. 2020. Disponível em: <http://www.periodicos.se.df.gov.br/index.php/comcenso/article/view/929/554>. Acesso em:13 nov. 2020.

COSTA-BEBER, L. B., MALDANER, O. A. Cotidiano e Contextualização na Educação Química: discursos diferentes, significados próximos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 8., Campinas. Disponível em: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R1376-1.pdf>. Acesso em: 14 nov.2020.

DECLARAÇÃO UNIVERSAL DOS DIREITOS HUMANOS. Rio de Janeiro: UNIC, 2000 [1948]. Disponível em: <http://www.redeblh.fiocruz.br/media/decl_d_human.pdf > Acessoem: 11 dez. 2020.

DERANI, C., VIEIRA, L. R. Os direitos humanos e a emergência das catástrofes ambientais: uma relação necessária. **Veredas do Direito**, Belo Horizonte, v.11, n.22, p.143-174, jul./dez.2014. Disponível em: <http://revista.domhelder.edu.br/index.php/veredas/article/view/443/420>. Acesso em: 14nov. 2020.

FAVERO, P. Moradores do Amapá relatam drama do apagão nas redes sociais após três diassem energia elétrica. **O Estado de S.Paulo**, [S.l.], 06 nov. 2020. Disponível em: <https://brasil.estadao.com.br/noticias/geral,moradores-do-amapa-relatam-drama-nas-

redes-sociais-apos-tres-dias-sem-energia-eletrica,70003503695.amp>. Acesso em: 14 nov. 2020.

FREITAS, C. M. et. al. Da Samarco em Mariana à Vale em Brumadinho: desastres em barragens de mineração e Saúde Coletiva. **Cad. Saúde Pública**, [S.l.], v. 35, n. 5, p. 1-7, 2019. Disponível em: <https://www.scielosp.org/pdf/csp/2019.v35n5/e00052519/pt>. Acesso em: 13 nov. 2020.

FGV ENERGIA. Entrevistas com especialistas: as diferentes visões a respeito da energianuclear no Brasil. **Boletim energético**. [S.l.], fev. 2019. Disponível em: <https://fgvenergia.fgv.br/sites/fgvenergia.fgv.br/files/coluna_opiniao_fevereiro_-_externo.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2020.

GONÇALVES, O. D., ALMEIDA, I. P. S. A energia nuclear. **Ciência hoje**, [S.l.], v. 37, n.220, p. 36-44, out. 2005. Disponível em: <https://www.inf.unioeste.br/~reginaldo/FisicaModerna/reginaldo/ciencia_hoje.pdf>. Acessoem: 14 nov. 2020.

KURAMOTO, R. Y. R., APPOLONI, C. R. Uma breve história da política nuclear brasileira. **Cad. Brás. Ens. Fís.**, [S.l.], v. 19, n.3: p.379-392, dez. 2002. Disponível em:

<http://iusgentium.ufsc.br/wp-content/uploads/2018/08/1-Obrigat%C3%B3rio.pdf-Breve-Hist%C3%B3ria-da-Pol%C3%ADtica-Nucelar-Brasileira.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2020.

MACHADO, L., TAVARES, V. 'Somos excluídos do país': amapaenses veem 'descaso nacional' por apagão em meio a protestos e violência. **BBC News Brasil**, São Paulo, 11 nov. 2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-54911520>. Acesso em: 14nov. 2020.

MARTUSCELLI, P. N. De Chernobyl a Fukushima: os impactos dos danos ambientais nosdireitos das crianças. **Estudos internacionais**, [S.l.], v. 3, n. 2, p. 225-246, jul./dez. 2015. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/estudosinternacionais/article/view/10735/10128>.Acesso em: 13 nov. 2020.

MERÇON, F., QUADRAT, S. V. A radioatividade e a história do tempo presente. **Químicanova na escola**, [S.l.], n. 19, p. 27 – 30, mai. 2004. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc19/a08.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2020.

MONTEDO, P. S. G. Uma proposta de ensino em física e a democratização do debate nuclear: da radioatividade aos princípios de funcionamento das usinas nucleares brasileiras. Dissertação. Programa de Pós Graduação da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, 2017.

OLIVEIRA, E. Conselho Nacional de Educação aprova juntar anos letivos de 2020 e 2021 eensino remoto até fim do ano que vem. **G1**, [S.l.], 06 out. 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/educacao/noticia/2020/10/06/cne-aprova-ensino-remoto-ate-dezembro- de-2021-e-fusao-de-anos letivos.ghtml?utm_source=push&utm_medium=app&utm_campaign=pushg1>. Acesso em: 14 nov. 2020.

OLIVEIRA, R. D. V. L., QUEIROZ, G. R. P. C. Educação em Direitos Humanos como desafio na formação e no trabalho de professores de Química no mundo contemporâneo: um relato de experiência formativa. In: ENCONTRO NACIONAL DE

ENSINO DE QUÍMICA,18., 2016, Florianópolis. Disponível em: <http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0101-1.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2020.

OLIVEIRA, R. D. V. L., QUEIROZ, G. R. P. C. O cotidiano, o contextualizado e a Educaçãoem Direitos Humanos: a escolha de um caminho para uma Educação cidadã cosmopolita. **Revista Ibero-americana de Educação**, [S.l.], vol. 71, n. 1, p. 75-96, 2016. Disponível em: <https://rieoei.org/historico/deloslectores/7446.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2020.

PEREIRA, A. C. A., PEREIRA, J. E. A. O direito à energia no contexto dos humanos. **Revista Seqüência**, [S.l.], n. 53, p. 29-42, dez. 2006. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/sequencia/article/view/15091/13746>. Acesso em: 14nov. 2020.

SANTOS, W. L. P., MORTIMER, E. F. A dimensão social do ensino de química - um estudoexploratório da visão de professores. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2., 1999, Valinhos. Disponível em: <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/ii-enpec/trabalhos/A57.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2020.

SOUZA, D.C. B. *et al*. Chernobyl – O estado da arte. In: INTERNATIONAL JOINTCONFERENCE RADIO, 4., 2014, Gramado. Disponível em: <https://inis.iaea.org/collection/NCLCollectionStore/_Public/46/034/46034422.pdf>. Acessoem: 15 nov. 2020.

SOUZA, L. F., CARMO, C. A. A política nuclear brasileira e a adesão ao Tratado de Não-Proliferação Nuclear (1964-1998). Anuário da Produção de Iniciação Científica Discente, [S.l.], v. 11, n. 12, p. 387-416, 2008. Disponível em: <https://repositorio.pgsskroton.com/bitstream/123456789/1035/1/artigo%2026.pdf>. Acessoem: 14 nov. 2020.

STEVANIM, L. F. Exclusão nada remota: Desigualdades sociais e digitais dificultam agarantia do direito à educação na pandemia. **RADIS**, [S.l.], n. 215, p. 10-15, ago. 2020. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/43180/2/Exclus%C3%A3oNadaRemota.pdf>.Acesso em: 13 nov. 2020.

VERDAN, Tauã Lima. O Reconhecimento ao Acesso à Energia Elétrica como Direito deSegunda Dimensão. Conteudo Juridico, Brasilia-DF: 14 nov 2020. Disponivel em: <https://conteudojuridico.com.br/consulta/Artigos/44932/o-reconhecimento-ao-acesso-a-energia-eletrica-como-direito-de-segunda-dimensao>. Acesso em: 14 nov 2020.

WARTHA, E. J., SILVA, E. L., BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e Contextualização noEnsino de Química. **Química nova na escola**, [S.l.], v. 35, n. 2, p. 84-91, mai. 2013. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/04-CCD-151-12.pdf>. Acesso em:14 nov. 2020.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. 1. Ed. Porto Alegre: Artmed, 2014. 205 p.