

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM GESTÃO DE ENSINO DA EDUCAÇÃO BÁSICA

ELISIANY DOS SANTOS BRITO

**RADIOATIVIDADE NO ENSINO MÉDIO
EM UMA ABORDAGEM CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE (CTS)**

São Luís
2019

ELISIANY DOS SANTOS BRITO

**RADIOATIVIDADE NO ENSINO MÉDIO
EM UMA ABORDAGEM CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE (CTS)**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão de Ensino da Educação Básica (PPGEEB), da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), como requisito obrigatório à conclusão do Mestrado Profissional em Gestão de Ensino da Educação Básica.

Orientadora: Prof.^a Dra. Clara Virgínia Vieira Carvalho Oliveira Marques.

Coorientadora: Prof.^a Dra. Maria Consuelo Alves Lima.

São Luís
2019

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

Brito, Elisiany dos Santos.

Radioatividade no ensino médio em uma abordagem
ciência, tecnologia e sociedade CTS / Elisiany dos Santos
Brito. - 2019.

135 f.

Coorientador(a): Maria Consuelo Alves Lima.

Orientador(a): Clara Virgínia Vieira Carvalho Oliveira
Marques.

Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Gestão de Ensino da Educação Básica/ccso, Universidade
Federal do Maranhão, São Luís, 2019.

1. Conteúdos atitudinais. 2. CTS. 3. Ensino de
Física. 4. Evento científico. 5. Radioatividade. I.
Lima, Maria Consuelo Alves. II. Marques, Clara Virgínia
Vieira Carvalho Oliveira. III. Título.

ELISIANY DOS SANTOS BRITO

**RADIOATIVIDADE NO ENSINO MÉDIO
EM UMA ABORDAGEM CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE (CTS)**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Gestão de Ensino da Educação Básica (PPGEEB), da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), como requisito obrigatório à conclusão do Mestrado Profissional em Gestão de Ensino da Educação Básica.

Aprovada em: 21/08/2019

BANCA EXAMINADORA

Clara Virgínia Vieira Carvalho Oliveira Marques (Orientadora)
Doutora em Química (PPGEEB/UFMA)

Maria Consuelo Alves Lima (Coorientadora)
Doutora em Física (PPECEM/UFMA)

Raimundo Luna Neres (1º. Examinador)
Doutor em Educação (PPGEEB/UFMA)

Silvete Coradi Guerini (2ª. Examinadora)
Doutora em Física (PPECEM/UFMA)

AGRADECIMENTOS

A Deus, inteligência suprema do Universo, puro Amor, soberanamente justo e bom, fonte de toda vida, luz, força e esperança;

Ao Professor Dr. Antônio Assis, Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Gestão de Ensino da Educação Básica (PPGEEB), da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), por todo seu compromisso, esforço e boa vontade na gestão dos trabalhos pertinentes ao Mestrado Profissional em destaque;

À minha orientadora, Prof.^a Dra. Clara Virgínia Vieira Carvalho Oliveira Marques, e à minha coorientadora Prof.^a Dra. Maria Consuelo Alves Lima, sem cujas lições e direcionamentos essa jornada tornar-se-ia incalculavelmente mais penosa;

A todos os professores, alunos, funcionários e colaboradores que integram a comunidade escolar do Centro de Ensino Anjo da Guarda (CEAG), da rede Estadual de Ensino desta capital, pela recepção cordial e por todo auxílio generoso durante a realização da nossa pesquisa: muito obrigada! A semente foi plantada e seu futuro é alvissareiro. Parabéns a todos pelo sucesso da I Mostra Científica e Tecnológica do CEAG – I MOCITEC;

A todos os meus Professores e Professoras, desde meus primeiros balbucios, letras e números, por todo empenho, diligência, carinho e perseverança, grandiosos missionários da Educação sem cujo esforço conjunto eu não teria logrado minhas conquistas profissionais e sem os quais a evolução intelecto-moral de qualquer sociedade estaria fadada ao estacionamento ou a vaguear, tal qual embarcação sem leme conduzida por uma tripulação sem bússolas;

Aos meus familiares, pelo esteio amoroso e pela contínua disponibilidade, ao longo de toda minha trajetória pessoal e profissional; e

Ao meu marido Raimundo João, amor da minha vida e companheiro incansável, sem cujo auxílio não conseguiria cumprir com todos os meus compromissos.

*“As pessoas educam para a competição
e esse é o princípio de qualquer guerra.
Quando educarmos para cooperarmos
e sermos solidários uns com os outros,
nesse dia, estaremos a educar para a paz.”*

Maria Montessori

RESUMO

As repercussões do desenvolvimento científico e tecnológico no cotidiano e, em consequência, a demanda por um cidadão crítico e ativo exigem do ensino de ciência um papel relevante na educação básica. Em razão da importância dessas questões no contexto atual, este estudo apresenta uma proposta didática para a prática docente no ensino de ciência sobre o tema radioatividade, construída com base nos princípios da abordagem do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). A proposta consiste na realização de um evento com temática da ciência e foi aplicada em duas turmas do terceiro ano do Ensino Médio em uma escola pública da rede estadual na região urbana de São Luís (Maranhão), objetivando contribuir com a formação de um cidadão crítico, reflexivo, solidário e responsável, mediante questões da produção científica e tecnológica. Inicialmente, foi aplicado um questionário de sondagem sobre os conhecimentos prévios dos sujeitos da pesquisa, no intuito de nortear a abordagem e a metodologia a ser usada. Durante a aplicação da proposta, foram registrados fatos relativos à realização das produções dos sujeitos da pesquisa, procurando identificar a evolução do conhecimento desses sujeitos sobre a temática “radioatividade” e do engajamento deles sobre as questões científicas e tecnológicas. As produções realizadas com apresentações individuais e coletivas demonstraram que os sujeitos da pesquisa desenvolveram atitudes, habilidades e valores como autoestima, criatividade, comunicação oral, aprendizado colaborativo/cooperativo e de solidariedade, bem como evidenciaram evolução relativa à consciência da importância das questões pertinentes à ciência e à tecnologia para a sociedade atual. A experiência com a proposta didática nos ofereceu subsídios para a elaboração de uma “unidade de estratégias de ensino fundamentada na elaboração de eventos”, tendo como temática a radioatividade. Este material, disponível no Apêndice G, foi proposto para ser compartilhado com outros professores, que poderão utilizá-lo como apoio educacional em diferentes atividades na educação básica.

Palavras-chave: Radioatividade. Ensino de Física. CTS. Evento científico. Conteúdos atitudinais.

ABSTRACT

The repercussions of scientific and technological development in everyday life and, consequently, the demand for a critical and active citizen, require the teaching of science a relevant role in basic education. Due to the importance of these issues in the current context, this study presents a didactic proposal for teaching practice in science teaching on the theme radioactivity, built based on the principles of the approach of the Science, Technology and Society movement (STS). The proposal consists in the realization of a scientific event and was applied in two classes of the third year of high school in a state network public school in the urban area of São Luís (Maranhão), aiming to contribute to the formation of a critical, reflective, supportive and responsible citizen, through scientific and technological production issues. Initially, a survey questionnaire was applied on the previous knowledge of the research subjects, in order to guide the approach and the methodology to be used. During the application of the proposal, facts related to the production of the research subjects were recorded, seeking to identify the evolution of knowledge of these subjects on the radioactivity theme and their engagement on scientific and technological issues. The productions, performed with individual and collective presentations, demonstrated in the research subjects the development of attitudes, abilities and values such as self-esteem, creativity, oral communication, collaborative/cooperative learning and solidarity, as well as evidenced developments regarding the awareness of the importance of the issues pertinent to science and technology for the current society. The experience with the didactic proposal offered subsidies for the preparation of a “teaching strategies unit based on the elaboration of events”, with the theme of radioactivity. This material, available in Appendix G, has been proposed to be shared with other teachers, who may use it as educational support in different activities in basic education.

Keywords: Radioactivity. Physics teaching. STS. Scientific event. Attitudinal contents.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Foto da entrada do CEAG.	47
Figura 2 – Foto do estacionamento do CEAG e de janelas de suas turmas.	48
Figura 3 – Foto da sala de aula com a turma A.	49
Figura 4 – Foto da turma B.....	50
Figura 5 – Respostas dos alunos, em percentual, sobre os meios usados para obtenção de informações sobre ciência e tecnologia.	55
Figura 6 – Foto da Equipe de apresentação da turma B.	73
Figura 7 – Abertura do Jornal Radional da turma A.....	74

LISTA DE QUADROS

- Quadro 1** – Termos citados pelos alunos relacionados à palavra radioatividade.....53
- Quadro 2** – Sequência de atividades aplicadas durante a intervenção.....65

LISTA DE SIGLAS

ACE	–	Alfabetização Científica e Tecnológica
BNCC	–	Base Nacional Curricular Comum
C&T	–	Ciência e Tecnologia
CAPES	–	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CEAG	–	Centro de Ensino Anjo da Guarda
CTS	–	Ciência, Tecnologia e Sociedade
LDB	–	Lei de Diretrizes e Bases
MEC	–	Ministério da Educação
PCN+	–	Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
PCNEM	–	Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio
PNE	–	Plano Nacional de Educação
PPGEEB	–	Programa de Pós-Graduação em Gestão de Ensino da Educação Básica
SIAEP	–	Sistema integrado de Administração de Escolas Públicas
TICs	–	Tecnologias de Informação e Comunicação
UFMA	–	Universidade Federal do Maranhão

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 RADIOATIVIDADE NA EDUCAÇÃO BÁSICA	18
2.1 A radioatividade em artefatos tecnológicos	19
2.2 A radioatividade nos documentos oficiais.....	21
2.3 Pesquisas sobre a radioatividade no Ensino Médio	25
3 O MOVIMENTO CTS E A EDUCAÇÃO	33
3.1 A origem do movimento CTS	34
3.2 CTS e o ensino de Ciências.....	35
3.3 Pressupostos teóricos da educação em CTS.....	37
4 METODOLOGIA DA PESQUISA	41
4.1 Caracterização dos aspectos metodológicos da pesquisa	41
4.2 Percurso Metodológico	43
4.3 O local da pesquisa	46
4.4 Os participantes da pesquisa	48
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	51
5.1 Análise do questionário prévio	51
5.2 A intervenção pedagógica.....	59
5.2.1 <i>Registro das observações</i>	60
5.2.2 <i>A I Mostra Científica e Tecnológica do CEAG</i>	63
5.2.3 <i>Análise das produções das equipes e do evento</i>	70
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
REFERÊNCIAS	81
APÊNDICES	87

1 INTRODUÇÃO

Venho atuando como professora de Física há 17 anos, sempre em escolas públicas de São Luís/MA, minha cidade natal, na qual atualmente resido. Sempre adorei a escola e tenho poucas histórias negativas a seu respeito. O constante prazer em estudar poderia me conferir, na gíria atual, o rótulo de *nerd*. Com grande fascínio pelos professores, via-os como pessoas cheias de conhecimento e com habilidades para desenvolver conhecimentos com os alunos, de modo que os tratei com admiração e respeito ao longo de toda minha trajetória. Na condição de membro da geração cuja juventude não possuía acesso a computadores nem celulares, tampouco *internet*, minhas fontes foram os professores e os livros, outro encanto que trago até hoje.

Posso dizer que tive uma educação básica tranquila e sem tropeços. De escolas particulares (majoritariamente com bolsas) no Ensino Fundamental e depois cursando o ensino técnico no então Centro Federal de Educação Tecnológica, parecia natural prosseguir até à Universidade, quando, embora não tenha planejado, ingressei no curso de Física, em 1993. Apesar de alguns obstáculos, concluí minha graduação em licenciatura no ano 2000, sendo logo a seguir aprovada em concurso público estadual para o cargo de professora de Física no Ensino Médio, retornando ao meu tão querido ambiente escolar.

Os primeiros anos foram bem difíceis, pois não me sentia confiante para exercer a profissão que tanto admirava, mas o maior impacto foi em relação aos alunos. Não via naqueles jovens, que então eram meus alunos, o mesmo fascínio e admiração que eu sentia em estudar e parecia até que não gostavam da escola, que não queriam estar ali e, o pior, que não queriam aprender. Ensinar Física acabava sendo mais complicado por ser considerada uma disciplina temida pela maioria dos alunos, que me falavam frequentemente não gostarem da matéria e a consideravam difícil. Foram vários anos em sala de aula vendo alunos apresentando notas baixas, desinteresse, indisciplina, desmotivação e com déficit de base de conteúdo, quando, então, cheguei à conclusão de que as coisas não estavam indo bem e que algo precisava ser feito. Mas, simplesmente integrar o coro de professores que faziam afirmações como “os alunos não querem nada com nada”, “não estudam mais”, “só querem saber de brincadeira, nada de compromisso” etc. não me agradava, era uma

atitude que não se adequava ao meu perfil e, em definitivo, nada contribuía para solucionar os problemas a serem enfrentados.

Mediante tantas dificuldades, quando me perguntam por que escolhi ser professora, respondo que, às vezes, penso ter sido escolhida, pois nem todos os meus passos nessa caminhada foram inteiramente lúcidos, mas o fato é que nunca me arrependi: amo a escola e todas as possibilidades que ela proporciona, apesar de todas as questões enfrentadas, tanto no contexto escolar mais amplo, quanto na disciplina que abracei.

Entendo que, no curso de licenciatura em Física, as disciplinas pedagógicas não conseguem municiar os licenciandos com a instrumentação necessária para atuarem como professores, problema que só reconhecemos ao adentrar em sala de aula e iniciar o exercício da profissão, quando confirmamos a pertinência do clichê de que “teoria é bem diferente da prática”. Apesar da jornada sinuosa, com não raros momentos de desânimo, nós professores não paramos de tentar transformar nossas práticas em busca de conhecimentos que nos ajudem a melhorar o desempenho dos alunos, de sorte que aqui estou, em mais uma etapa dessa caminhada, estudando, experimentando e refletindo sobre a prática pedagógica, na procura de elementos que a tornem mais eficaz.

Trilhando agora ao encontro de práticas pedagógicas com maior eficácia, por meio do Programa de Pós-graduação em Gestão de Ensino da Educação Básica (PPGEEB), realizei essa pesquisa em um momento no qual a educação brasileira passa por amplas reformas, embalada pelo Plano Nacional de Educação – PNE, Lei nº. 13.005/2014, um instrumento de planejamento para orientar a execução e o aprimoramento de políticas públicas do setor educacional, com vigência prevista de 10 anos. A partir dessa reforma, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) passou por complementações, com a construída Base Nacional Comum Curricular (BNCC) que regulamenta as aprendizagens essenciais a serem trabalhadas nas escolas brasileiras públicas e particulares da Educação Básica para garantir o direito à aprendizagem e ao desenvolvimento pleno de todos os estudantes.

A escola dos tempos atuais precisa ajudar na formação integral do aluno e prepará-lo para se tornar o cidadão preconizado na Lei nº. 9.394/1996 – LDB, destacado no artigo 35, inciso III, segundo o qual o Ensino Médio terá como uma de suas finalidades “o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento

crítico”, devendo cada componente curricular contribuir na formação desse cidadão. (BRASIL, 1996).

No entanto, o ensino de Física no Brasil tem sido, tradicionalmente, na maior parte das escolas, de acordo com Rosa e Rosa (2005), um “ensino voltado para a transmissão de informações através de aulas expositivas utilizando metodologias voltadas para a resolução de exercícios algébricos”, o que nos faz perceber a necessária reflexão para modificação de nossas práticas pedagógicas se quisermos contribuir com a formação cidadã.

Do meu referencial de professora de Física no Ensino Médio na rede pública do Maranhão, tenho acompanhado nas escolas e observado nos meus alunos, as consequências dessa educação tradicional que tem contribuído para que uma parcela significativa de alunos mostre desinteresse, desmotivação e resultados negativos nos testes de avaliação. Para melhorar tais cenários, Moreira (2013) sugere um ensino de Física mais apropriado para atualidade, que seja centrado no aluno, focado em uma aprendizagem significativa de conteúdos clássicos e contemporâneos e que faça uso intensivo de tecnologias de informação e comunicação.

Atualmente, tenho a percepção da imprescindibilidade de transformação do modelo educacional brasileiro, considerando que o país precisa de cidadãos mais preparados para lidar com os desafios trazidos pela ciência e a tecnologia e que a escola tem papel muito importante nesse processo, com a responsabilidade de auxiliar no desenvolvimento das habilidades desse novo cidadão e nós, professores, somos peças-chave na realização desse desiderato.

A elaboração deste trabalho foi motivada pela minha vontade de contribuir com a renovação do ensino de Ciências, particularmente do ensino da Física. Tenho consciência da necessidade de implementação de elementos inovadores na sala de aula para despertar nos alunos o encantamento pelo conhecimento da ciência, conhecimento tal de extrema relevância para o momento da história, em que o desenvolvimento científico e tecnológico está ocorrendo em alta velocidade. Além de as tecnologias advindas desse desenvolvimento estarem modificando as relações sociais e de trabalho, muitas vezes deixam os indivíduos expostos aos riscos dessas tecnologias, sem sequer necessariamente tirem proveito de benefícios prometidos.

Partindo dessas reflexões, escolhemos para esta pesquisa o tema radioatividade, por ser um tema atual, relevante e propulsor de polêmicas, considerando que a radioatividade vem sendo usada gradativamente com maior

frequência nas tecnologias atuais, expondo a população a alguns riscos, o que exige que os indivíduos tenham conhecimento sobre essas tecnologias para decidirem sobre o seu uso e para participarem de gerenciamentos de sua produção. É pelo conhecimento que a população poderá exercer o direito de escolha quanto ao tipo de tecnologia que quer utilizar e de participar das decisões relacionadas ao emprego dessas tecnologias.

Considerando que a formação do cidadão passa pela escola, ela precisa estar atenta para formar jovens com condições de reflexão e de compreensão da realidade que os cerca, capacitando-os para discutir sobre os benefícios e os riscos das novas tecnologias. Atualmente, devemos não apenas ter o conhecimento técnico sobre os processos de produção e uso de tecnologias, mas também devemos ter a capacidade de discutir e compreender a repercussão de seu uso e disseminação na sociedade. Esse é um debate ético e político que não deve ficar nas mãos de poucos escolhidos, pois se refere ao futuro da humanidade. A população não pode ficar refém de usos indevidos de tecnologias produzidas das quais não conhece as consequências; o conhecimento do cidadão comum sobre a ciência e a tecnologia que usa no cotidiano em tempo algum foi tão necessário. As orientações curriculares para o Ensino Médio corroboram tal entendimento quando afirmam que é necessário que sejam discutidas as tecnologias cujo uso pode comprometer a existência humana e a formação por competências precisa possibilitar ao sujeito opinar nessa esfera (BRASIL, 2006).

Este trabalho, desenvolvido com o intuito de colaborar com o Ensino Médio em conformidade com as orientações curriculares dos documentos oficiais, trata o tema Radioatividade numa abordagem para contribuir para o jovem reconhecer a importância do conhecimento científico e tecnológico para a sua formação como cidadão, compreendendo que ciência e tecnologia não são neutras, que elas podem beneficiar, mas também podem expor a população a riscos. E para que o jovem em sua atuação como cidadão seja crítico, precisa estar informado e compreender que esse conhecimento deve ser usado em prol da qualidade de vida da população incluindo a dele próprio, que não mais permita que tomadas de decisões impactantes em toda sociedade sejam privilégio de uma minoria, que seja capaz de cobrar de forma lúcida e fundamentada por melhores direcionamentos. E ao nos perguntarmos como alcançar tal intento e quais abordagens usar, as orientações curriculares nos norteiam nessa empreitada, quando alertam para o problema da divinização da ciência e da tecnologia e a valorização dos parâmetros técnicos e científicos em

detrimento de parâmetros humanos e sociais nas tomadas de decisões da sociedade, sugerindo como forma de repensar esse cenário a “introdução da História e a Filosofia da Ciência, juntamente com o enfoque metodológico CTS (ciência, tecnologia e sociedade) e a alfabetização científica e tecnológica (ACE)” (BRASIL, 2006, p. 62).

Constatamos que há a tarefa urgente de aproximar a população do conhecimento científico porque a alienação das pessoas em relação a esse conhecimento tem trazido grandes prejuízos, principalmente sociais e ambientais. Há uma grande parcela da população, fora e dentro do ambiente escolar, que ainda é analfabeta nessas questões, fazendo-se imprescindível a alteração dessa condição conjuntural da população, para vencer as dificuldades em seus fundamentos, tendo a educação básica como prioridade. E no sentido de colaborar com esse objetivo, optamos por usar neste trabalho o apoio teórico e metodológico da abordagem CTS, que se alinha com o perfil do cidadão que os documentos oficiais da educação brasileira preveem formar.

Esta pesquisa teve por objetivo analisar uma proposta didática sobre o tema radioatividade, aplicada em turmas do Ensino Médio, e foi construída com base nos princípios da abordagem CTS, tendo em vista contribuir para a formação de um cidadão crítico, reflexivo, solidário e responsável. Durante esse estudo, procuramos: (1) Averiguar as concepções iniciais dos alunos do Ensino Médio sobre o tema radioatividade, bem como sobre a relação desses alunos com os produtos advindos do desenvolvimento da ciência e da tecnologia; (2) Identificar a evolução do conhecimento dos alunos sobre a radioatividade e suas tecnologias, assim como do engajamento desses alunos nas questões científicas e tecnológicas, durante a aplicação de uma proposta didática com abordagem CTS; e (3) Verificar se houve e quais as contribuições da aplicação da proposta didática para a evolução de conhecimento dos alunos sobre as tecnologias radioativas e quanto ao engajamento deles nas questões científico-tecnológicas.

Considerando contribuir com a inserção do enfoque CTS na educação básica, como resultado deste estudo, elaboramos uma unidade de estratégias de ensino fundamentada na elaboração de eventos, baseada na intervenção que desenvolvemos em sala de aula com a temática Radioatividade. Essa unidade foi planejada para ser divulgada em diferentes mídias, com o intuito de atingir um público mais amplo, por ser apresentada como sugestão de consulta de proposta didática para professores da educação básica. Embora exista o alinhamento com as diretrizes

da educação para a formação de cidadãos para o mundo atual, implementar o enfoque CTS em sala de aula não é uma tarefa fácil para nós professores brasileiros, em razão, dentre outros motivos, da nossa formação inicial, do caráter inovador e desafiador da proposta e do escasso material de apoio.

A aplicação da intervenção foi realizada numa escola pública de Ensino Médio situada no Bairro Anjo da Guarda, zona urbana do município de São Luís, com população de baixa renda. O principal motivo da escolha foi o fato de a escola situar-se no entorno da Universidade Federal do Maranhão, por acreditarmos que ações da universidade devam ser direcionadas para a melhoria da qualidade de vida das pessoas que moram em suas proximidades, e por termos a convicção de que a educação é um caminho indispensável.

No segundo Capítulo, discutimos a importância de o conhecimento sobre a temática Radioatividade ser tratado na educação básica, levando em consideração possíveis riscos que diferentes tecnologias com base na radioatividade podem oferecer para a população, sejam pelo uso de forma inadequada e/ou por desconhecimento desses riscos. Fazemos descrições de pesquisas existentes na literatura sobre a temática voltada para o Ensino Médio e de como o conteúdo Radioatividade faz-se presente nos documentos oficiais da educação brasileira.

No terceiro capítulo, apresentamos o movimento CTS e desdobramentos na educação, iniciando com o surgimento do movimento CTS desde as primeiras ações sobre os rumos da ciência e da tecnologia com a produção e lançamento das bombas atômicas sobre Hiroshima e Nagasaki até a propagação do movimento pela educação e o ensino de ciências, onde são apresentados programas de abordagem CTS surgidos em várias partes do mundo e complementado pelos pressupostos da educação em CTS sugeridos para construção e implementação de uma proposta de ensino com enfoque CTS.

No quarto Capítulo, trazemos a explanação dos aspectos metodológicos da pesquisa, descrevendo detalhadamente os sujeitos, os materiais e os métodos da pesquisa.

No quinto Capítulo, apresentamos a análise e discussão dos resultados do estudo, que envolvem o questionário prévio, o desenvolvimento, a aplicação e a avaliação da intervenção incluindo as produções e depoimentos dos sujeitos, finalizando com o produto da pesquisa.

No último Capítulo, trazemos as considerações finais do trabalho, reflexões e possíveis contribuições da pesquisa para a escola e para a sociedade.

2 RADIOATIVIDADE NA EDUCAÇÃO BÁSICA

A radioatividade é um fenômeno que ocorre no núcleo de átomos instáveis¹. Desde sua descoberta, a radioatividade tem sido estudada de forma intensiva, considerada como fonte de energia para diferentes aplicações, como em diagnósticos médicos e na produção de energia elétrica. No entanto, desde 1945, ano em que os Estados Unidos da América lançaram bombas atômicas sobre duas cidades japonesas, Hiroshima e Nagasaki, a radioatividade vem sendo também associada a perigos para a população. O poder de destruição de armamentos bélicos como o da bomba atômica, o armazenamento de rejeitos radioativos² e as catástrofes produzidas por acidentes nucleares são alguns dos fatores que têm levado estudiosos a recomendarem cautela no uso de substâncias radioativas, o combustível (matéria-prima) para produção de energia nuclear.

O estudo sobre a radioatividade teve início a partir da constatação de sua existência em 1895, com a descoberta experimental dos raios X por Wilhelm Röntgen. No ano seguinte, Antoine Becquerel apresentou um estudo sobre emissão espontânea de raios do sal de Urânio (OKUNO, 2007). Posteriormente, o fenômeno despertou o interesse de Marie Curie que o selecionou como tema para sua tese de doutorado e, ao estudá-lo, descobriu a emissão espontânea de radioatividade no elemento químico Tório. Curie criou o termo radioatividade e, juntamente com o marido, Pierre Curie, concentrou esforços para compreender o fenômeno.

A radioatividade ocorre durante um processo em que os núcleos atômicos de uma substância emitem partículas energéticas, e que poderá ocorrer de forma natural ou artificial. É denominado radioatividade natural quando o fenômeno ocorre espontaneamente, uma característica de algumas substâncias como o Tório e o Urânio, estudados por Curie e Becquerel, respectivamente. A radioatividade artificial, descoberta em 1934, ocorre quando uma substância, que não emite radioatividade espontaneamente passa a produzir uma substância radioativa depois de sofrer transformações nucleares. A radioatividade produzida por essa substância, resultado

¹ Átomos instáveis são aqueles nos quais os núcleos são instáveis, por possuírem uma quantidade de prótons diferente da de nêutrons, se transformam em outros, procurando estabilidade. (GALETTI; LIMA, 2010, p. 27).

² Popularmente conhecidos por lixo atômico.

de transformações nucleares induzidas, é denominada radioatividade artificial. (KAPLAN, 1978).

As aplicações tecnológicas com fontes radioativas propostas para o benefício dos indivíduos têm se expandido ao longo dos anos, assim como a preocupação sobre as consequências e repercussões advindas do seu uso. Grande parte da população sente temor ao ouvir o termo radioatividade, não sem motivo. Entretanto, é importante a compreensão sobre ela a fim de que o medo não seja apenas resultado de desconhecimento.

Para que os indivíduos convivam com as tecnologias baseadas na radioatividade, faz-se necessário compreender como poderão ser benéficas, mas também perigosas, para, então, opinar quanto ao seu desenvolvimento e uso, considerando tanto os benefícios quanto os riscos que poderão produzir (OKUNO, 2007; DAMASIO, TAVARES, 2010, HEWITT, 2002).

2.1 A radioatividade em artefatos tecnológicos

À medida que a ciência e a tecnologia se desenvolvem mais conhecimento é exigido da sociedade para conviver com elas. Considerando que a população em geral não acompanha a rapidez do avanço da ciência e da tecnologia, resulta que “as consequências do analfabetismo científico são muito mais perigosas em nossa época do que em qualquer outro período anterior” (SAGAN, 1996, p. 21). Nos dias atuais, os indivíduos não podem ignorar possíveis perigos aos quais a ciência e a tecnologia os expõem. Por exemplo, se não forem compreendidos os efeitos que as tecnologias que usam material radioativo podem causar nos indivíduos, evidentemente, eles não poderão evitar a aplicação inadequada dessas tecnologias.

O uso de fontes radioativas tem crescido em diferentes áreas. No Brasil, as aplicações que fazem proveito das tecnologias com fontes radioativas vêm se expandindo a uma taxa de 6% ao ano (SANTOS, 2010, p. 265). Apesar de sua baixa frequência, não se pode atribuir caráter trivial a possíveis acidentes, considerando os já ocorridos como em Chernobyl (Ucrânia - 1986), em Goiânia (Brasil - 1987) e em Fukushima (Japão - 2011), que geraram pânico na população, provocaram a morte de um grande número de pessoas e criaram vários problemas ainda hoje sem solução, como a contaminação do ambiente. Outra preocupação está associada ao emprego criminoso da radioatividade, como nos casos de atentados terroristas e de guerras, quando destroem muitas vidas e produzem contaminação ambiental. Embora o

histórico de segurança sobre utilização de fontes radioativas seja considerado satisfatório por agências reguladoras, estudiosos reconhecem fragilidades nos protocolos de segurança, sendo necessários o conhecimento e a aplicação de princípios básicos de proteção radiológica no intuito de melhorar os níveis de segurança. Sob essa ótica, ganha particular relevância a necessidade de a população ser informada sobre o uso das tecnologias nucleares a fim de que esteja preparada para conviver com possíveis riscos, o que exige também da população conhecimento sobre as principais medidas que poderão ser tomadas no caso de acidentes (SANTOS, 2010).

A visível expansão das aplicações tecnológicas tem despertado, nos especialistas, reflexão sobre o uso dessas tecnologias. A afirmativa de que "A era nuclear que estamos vivendo não tem mais volta, mesmo para quem não goste da ideia" (DAMASIO; TAVARES, 2010, p. 118) indica que as situações de emprego da radioatividade para benefício do homem estão propiciando um crescente desenvolvimento dessas tecnologias. Por outro lado, é necessária a adoção de medidas de segurança mais rígidas envolvendo formação de pessoal para evitar acidentes, considerando que "a maioria das situações de emergência envolvendo materiais radioativos ou radiações ionizantes foi causada em última análise por falha humana" (SANTOS, 2010, p. 266).

A radioatividade está cada vez mais presente no cotidiano dos indivíduos, principalmente devido aos crescentes benefícios agregados aos artefatos que usam a radioatividade como na medicina, onde

é amplamente empregada no tratamento de neoplasias (tumores e cânceres) por meio do processo denominado "radioterapia", que usa a radiação de forma controlada e localizada no combate a tumores e células cancerígenas. (BIZZO, 2009, p. 138).

Quanto maior o uso da radioatividade, maior deve ser a adoção de medidas de precauções em sua utilização, considerando tanto a possibilidade de mau uso intencional, a exemplo da fabricação de artefatos bélicos, como as consequências danosas dos acidentes radioativos, como destacado por Bizzo (2009):

[...] são famosos os danos causados por vazamentos de elementos radioativos, ocasionados por acidentes em usinas nucleares ou por descarte e manuseio indevidos de resíduos radioativos. Um acidente na usina nuclear de Chernobyl (Ucrânia) ocorreu em 26 de abril de 1986. É considerado o maior acidente nuclear da História e aconteceu durante um teste de rotina, no qual diversas regras de segurança foram desrespeitadas, ocasionando

uma reação em cadeia incontrolável. Como resultado, 31 pessoas morreram instantaneamente e foi necessária a evacuação de mais de 200 mil pessoas da região. (p. 138)

O caráter controvertido do manejo de tecnologias envolvendo radioatividade tem sido uma constante, considerando que, mesmo quando usada em benefício da população, permanecem os riscos inerentes a essas tecnologias. Há também a possibilidade do uso com intencionalidade de prejuízo para a população, como a produção de bombas nucleares e em ameaças terroristas.

A presença da radioatividade no cotidiano da população é uma realidade constatada e o seu uso está em contínua ampliação, o que remete à necessidade de a população conhecê-la com o intuito de compreender seus benefícios e riscos (OKUNO, 2010; DAMÁSIO, TAVARES, 2010; SANTOS, 2010). A população tem o direito de ser informada sobre essas tecnologias e as instituições públicas, a exemplo da escola, têm o dever de informar sobre os rumos tomados na gestão de tecnologias que possam impactar de forma significativa na sociedade, tanto como benefícios quanto como riscos. Nesse sentido, a educação básica tem um papel fundamental de promover a alfabetização científica e formar cidadãos com condições de usar os benefícios das tecnologias, mas também de se defender dos possíveis riscos associados a elas.

2.2 A radioatividade nos documentos oficiais

O Brasil é um país com enorme discrepância entre as classes sociais. De um lado, há indivíduos com acesso à educação com qualidade e a bens materiais que poderiam ser utilizados por várias gerações, enquanto a maioria da população apresenta dificuldades para obter a alimentação mínima do dia a dia. Faz parte desse quadro a ausência de serviços básicos como saneamento, distribuição de energia, diagnósticos e tratamentos médicos, em geral associados a tecnologias mais avançadas. A ausência ou deficiência de educação e de recursos materiais, pela grande maioria da população, estão entre os fatores que permitem a continuidade desse cenário.

É comum o discurso, em diferentes esferas sociais, de que a solução dos problemas da população está associada à educação. Nessa função de educar, a escola tem papel primordial, possibilitando o acesso dos estudantes ao conhecimento que lhes oportunize subsídios para uma formação cidadã. O debate sobre o que

ensinar e como ensinar na educação básica tem sido realizado continuamente no país, sendo desenhado nos últimos anos com base na Lei de Diretrizes e Bases (LDB), de 1996. Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, (PCNEM), de 2000, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio (PCN+), de 2006, e as Diretrizes Curriculares Nacionais (2013) contribuíram com essa discussão oferecendo elementos para a definição desse currículo. Mais recentemente, o lançamento da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para o Ensino Fundamental e posteriormente para o Ensino Médio (BRASIL, 2018) propõe novas orientações para os Estados da federação construírem um currículo mínimo comum para as unidades escolares, em cada região.

A formação para a cidadania preconizada pela LDB (1996), em seu artigo 2º., afirma que a finalidade da educação é “o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”. Para atingir esses objetivos, a escola precisa acompanhar as mudanças da sociedade e colocar em discussão, para professores e alunos, a criação e o uso das diversas tecnologias que vêm se inserindo no cotidiano dos indivíduos, tendo em vista que o conhecimento sobre elas é importante para compreender suas repercussões na estrutura social e na relação dos indivíduos, que se modifica constantemente com a produção de novos artefatos tecnológicos.

O questionamento sobre o porquê e como ensinar pode contribuir para a compreensão da necessidade de fazer abordagens contextualizadas, próximas do dia a dia do estudante, incentivando a cooperação em discussões, o engajamento social e o protagonismo do estudante para que ele se torne o cidadão que ocupa o espaço social que é seu por direito. Nesse caminho, há possibilidades de transformações, como na disciplina de Física, com a inserção de temas de Física Moderna no currículo adotado pela escola, visando aproximar o conhecimento ao desenvolvimento tecnológico atual.

A partir da LDB, o Ministério da Educação (MEC), em parceria com professores de todo o Brasil, construiu um perfil de currículo alicerçado em competências básicas, apontando como caminho para o ensino a contextualização, a interdisciplinaridade e o incentivo ao raciocínio e à capacidade de aprender. Dessa forma, os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) surgem com o “duplo papel de difundir os princípios da reforma curricular e orientar o professor, na busca de novas abordagens e metodologias” (PCNEM, 2000, p. 4).

No âmbito da disciplina da Física, os PCNEM preveem que ela seja ensinada de forma a possibilitar uma compreensão de mundo, com formação para o exercício da cidadania, na qual o cidadão seja atuante e solidário, possuindo repertório para compreender, intervir e participar da realidade.

No mundo atual, com o surgimento crescente de novas tecnologias que modificam as relações sociais e profissionais, o cidadão, para ter a possibilidade de intervir na realidade, precisa estar municiado de competências que o auxiliem a ter uma ampla visão de mundo, que lhe permitam compreender os benefícios e os possíveis riscos dessas tecnologias para o ambiente e para a população. E, entre os temas propostos para as aulas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEMs, 2000), encontram-se as radiações, envolvendo a radioatividade, um tema que gera controvérsias sobre as tecnologias, que podem subsidiar discussões em sala de aula sobre o “uso das diferentes fontes de energia em escala social, incluída a energia nuclear, com seus riscos e benefícios” (PCNEMs, 2000, p. 23), assim como alicerçar as avaliações sobre as

relações de risco/benefício de uma dada técnica de diagnóstico médico, as implicações de um acidente envolvendo radiações ionizantes, as opções para o uso de diferentes formas de energia, as escolhas de procedimentos que envolvam menor impacto ambiental sobre o efeito estufa ou a camada de ozônio, assim como a discussão sobre a participação de físicos na fabricação de bombas atômicas. (PCNEM 2000, p. 28).

As orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, chamadas de PCN+ Ensino Médio que foram lançadas, em 2006, com o objetivo de facilitar a organização do trabalho da escola para cada área de conhecimento, trouxeram como sugestões seis temas estruturadores para o ensino de Física, dentre eles o tema Matéria e Radiação, corroborando a intenção de adicioná-lo aos conteúdos do Ensino Médio. Nesse tema é apresentada a unidade programática *Energia Nuclear e Radioatividade* que declara, dentre seus objetivos,

- Compreender as transformações nucleares que dão origem à radioatividade para reconhecer sua presença na natureza e em sistemas tecnológicos;
- Conhecer a natureza das interações e a dimensão da energia envolvida nas transformações nucleares para explicar seu uso em, por exemplo, usinas nucleares, indústria, agricultura ou medicina;
- Avaliar os efeitos biológicos e ambientais, assim como medidas de proteção, da radioatividade e radiações ionizantes (PCN+ - Ensino Médio, 2002, p. 29).

A Base Nacional Curricular Comum (BNCC) do Ensino Médio, homologada em dezembro de 2018, reforça a necessidade de uma escola, para essa etapa de ensino, diferente, que colabore na formação dos jovens como sujeitos críticos, criativos, autônomos e responsáveis, ao

proporcionar experiências e processos que lhes garantam as aprendizagens necessárias para a leitura da realidade, o enfrentamento dos novos desafios da contemporaneidade (sociais, econômicos e ambientais) e a tomada de decisões éticas e fundamentadas. (BRASIL, 2018, p. 463).

Parece que estamos em um caminho sem volta, as mudanças resultantes do advento de tecnologias são cada vez mais inovadoras, especialmente na área de informação e comunicação, transformando profundamente as relações sociais e econômicas, ampliando a nossa visão de mundo e despertando a nossa percepção da necessidade de sermos mais éticos, solidários, responsáveis e informados. O que faz urgente a necessidade de a população se interessar em conhecer a ciência e a tecnologia e assimilar esse conhecimento para mobilizá-lo em favor da construção de um mundo melhor e da resolução de problemas cotidianos, de forma que as pessoas tenham mais cuidado consigo, com os outros e com o meio ambiente. Os desafios para o Ensino Médio são grandes e a escola precisa reestruturar-se para auxiliar na formação geral dos jovens, com o compromisso, dentre outros, de favorecer uma preparação básica para o trabalho e para a cidadania, de modo a

proporcionar uma cultura favorável ao desenvolvimento de atitudes, capacidades e valores que promovam o empreendedorismo (criatividade, inovação, organização, planejamento, responsabilidade, liderança, colaboração, visão de futuro, assunção de riscos, resiliência e curiosidade científica, entre outros), entendido como competência essencial ao desenvolvimento pessoal, à cidadania ativa, à inclusão social e à empregabilidade. (BRASIL, 2018, p. 466).

Para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a BNCC propõe que haja no Ensino Médio um aprofundamento da temática sobre Matéria e Energia, no qual sejam explicados, analisados e previstos os efeitos das interações entre matéria e energia, sugerindo para estudo, as consequências de emissões radioativas no ambiente e na saúde (BNCC, 2018, p. 549). A legislação estabelece, explicitamente, a preocupação, ao tratar dos conteúdos a serem explorados no Ensino Médio, com a inserção do estudo sobre a radioatividade e suas aplicações, pelo reconhecimento de sua importância no mundo contemporâneo.

A partir da divulgação dos PCNs, observamos o surgimento de várias pesquisas acadêmicas no âmbito da educação, apresentando várias formas de abordagem do conteúdo radioatividade no Ensino Médio, com diferentes objetivos e metodologias. Apresentamos, a seguir, um panorama dessas pesquisas divulgadas no período recente de dez anos (2008-2017).

2.3 Pesquisas sobre a radioatividade no Ensino Médio

A formação para o exercício da cidadania está preconizada na Lei nº. 9.394/1996, a Lei de Diretrizes e Bases da Educação - LDB (BRASIL, 1996), no seu art. 35, inciso III, como uma das finalidades do Ensino Médio “o aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico”.

Vimos que o conteúdo “radioatividade” nos foi sugerido nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006) no tema Matéria e Radiação, que arrola em suas unidades as temáticas: radiações e suas interações, energia nuclear e radioatividade. Em pesquisas que datam antes das Orientações Curriculares, Ostermann e Moreira (2000) anunciaram a radioatividade na lista criada por Físicos, pesquisadores e Professores de Física do Ensino Médio, como um tópico de Física Moderna e Contemporânea que deveria ser abordado na escola.

Apesar de o tema radioatividade constar nos documentos oficiais, alguns fatores têm dificultado a implementação nas escolas brasileiras. Para alguns professores, um desses fatores está relacionado à formação inicial insuficiente que os deixa inseguros para abordar o tema. Outro fator é a escassez de material com linguagem acessível e de fácil compreensão (ARAÚJO; DICKMAN, 2013).

No intuito de compreendermos o que tem sido discutido no Brasil, na área de ensino, sobre radioatividade, fizemos uma revisão em artigos de revistas, considerando o período de 2008 a 2017, em sete periódicos nacionais de ensino de Ciência, em versão *online*, indicados no portal da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). A consulta foi realizada entre os meses de fevereiro e abril de 2018, nos periódicos: Ciência & Educação, Investigações em Ensino de Ciências, Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Experiências em Ensino de Ciências, Revista Brasileira de Ensino de Física e Caderno Brasileiro de Ensino de Física. Esses periódicos foram escolhidos por sua presença em publicações de revisões

bibliográficas sobre o tema, como a revisão realizada por Ostermann e Moreira (2000). A busca foi realizada a partir da plataforma de pesquisa de cada periódico escolhido, com a utilização das seguintes palavras-chave: “radioatividade”, “física moderna e contemporânea”, “fissão nuclear”, “fusão nuclear”, “raios X”, “física de radiações”, “bomba atômica” e “energia nuclear”. Dos artigos obtidos com a busca, fizemos a leitura do título e em seguida do resumo, visando identificar se atendiam à necessidade do trabalho. Em caso de dúvidas, fazíamos à leitura do texto completo. Ao final, foram selecionados quatorze artigos relacionados ao tema radioatividade na educação básica.

Os trabalhos encontrados foram organizados em cinco categorias: (1) sugestão, aplicação e avaliação de proposta didática com ou sem mediação por simulação computacional e representação de papéis (*role-play*); (2) sugestão de atividades experimentais; (3) concepção alternativa de licenciandos; (4) bibliografia de consulta para professores e análise de livro didático; e (5) formação de professores. Fizemos uma breve descrição apresentando objetivo, metodologia e resultados de cada pesquisa.

Na categoria sugestão, aplicação e avaliação de proposta didática com ou sem mediação por simulação computacional e representação de papéis (*role-play*), encontramos seis trabalhos, a seguir relacionados.

Grassi *et al.* (2015) trazem a análise qualitativa das impressões de visitantes ao Centro de Informações do Centro Regional de Ciências Nucleares do Centro-Oeste (CI-CRCN-CO), localizado em Goiânia, identificando aspectos de popularização da ciência que caracterizam um Centro de Ciências. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com professores que acompanharam alunos em visita ao Centro, e concluíram que a instituição contribui com a popularização da ciência ao ampliar o conhecimento da população sobre o acidente com o Césio-137, promovendo uma interpretação crítica dos alunos sobre o acidente com o Césio-137 e gerando desdobramentos de atividades com esses alunos nas escolas.

Soares *et al.* (2015) relatam um estudo de caso sobre o uso de simuladores computacionais interativos, o *Physics Educational Technology* (PHET), disponibilizados pela Universidade do Colorado, para auxiliar a compreensão de fenômenos físicos na área de Física Moderna e Contemporânea. A radioatividade foi um dos temas pesquisados e aplicado junto a duas turmas de terceiro ano do Ensino Médio da rede pública no interior de São Paulo. As análises dos dados foram feitas a

partir da perspectiva sócio interativa de Vygotsky, concluindo os autores que as simulações, se bem utilizadas, são boas ferramentas para facilitar no processo de ensino e aprendizagem dos fenômenos físicos, pois auxiliam o conhecimento e o aprofundamento dos conceitos, assim como melhor interpretar esses fenômenos.

Filgueira e Soares (2015) relatam os resultados da elaboração e desenvolvimento de um minicongresso com estudantes da terceira série do Ensino Médio de uma escola pública em Goiânia, com temas de Física Moderna. Os alunos tiveram que incorporar o papel de cientistas ao fazerem pesquisas, leituras de artigos científicos e produzirem pôsteres e resumos expandidos para apresentarem no congresso. De acordo com os autores, os resultados da atividade foram satisfatórios, promovendo aprendizagem dos conceitos, aproximação dos alunos dos mecanismos de produção e validação do conhecimento científico, além de melhoria na interação entre os alunos e na relação professor-aluno.

Stumpf e Oliveira (2016) apresentaram a proposta de um júri simulado envolvendo radioatividade como uma forma de desenvolver atividades na disciplina Física, que contemplem a argumentação e tratem de questões inerentemente polêmicas e controversas sobre temas que tenham embasamento científico, as chamadas questões sociocientíficas. O foco do trabalho foi o uso das usinas nucleares como fontes de energia, realizando a discussão sobre os malefícios e benefícios gerados ao ser humano e ao ambiente por esse fenômeno físico-nuclear. O trabalho foi realizado com uma turma de 2ª. série do Ensino Médio de uma escola privada da região de Vale dos Sinos – Rio Grande do Sul, envolvendo as disciplinas de Física e Língua Portuguesa. De acordo com os autores, o resultado foi muito satisfatório pois foi sensível a evolução dos argumentos usados pelos alunos ao longo do processo e na aplicação final.

Brugliato e Almeida (2017) apresentam a análise do posicionamento de alunos do Ensino Médio após a leitura de um texto e da mediação da pesquisadora-professora sobre o tema bomba atômica. Na atividade, a professora usou um texto de divulgação científica sobre o modelo atômico de Rutherford para identificar suas possíveis contribuições para a produção de sentido dos alunos sobre elementos relacionados à bomba. A pesquisa foi realizada com alunos do 3º. ano de uma escola pública, em Campinas-SP, e aplicada durante 10 horas-aula. Foi apresentado o texto usado como estratégia para o estudo e o relato das dificuldades encontradas para

aplicação da atividade, tais como falta dos alunos, indícios de não leitura do texto pelos alunos e o reduzido número disponível de aulas para a disciplina.

Batista e Siqueira (2017) apresentam uma sequência de ensino-aprendizagem sobre o tópico radioatividade, forjada nos pressupostos teórico-metodológicos da Pesquisa Baseada em Projeto (*Design-Based Research*) e da Sequência de Ensino-Aprendizagem (*Teaching-Learning Sequence*), que foi aplicada em escolas públicas. A sequência abrangeu três turmas de Física de dois Institutos Federais de Educação Ciência e Tecnologia, no sul da Bahia. A proposta permite que professores e pesquisadores possam compreender questões sobre como, quando e por que, de fato, a inserção de Física Moderna e Contemporânea pode ocorrer de forma não tradicional. Os autores consideraram a experiência exitosa, especialmente pela implementação de elementos inovadores aplicados na intervenção.

Encontramos duas propostas de atividades experimentais sobre radioatividade, mas que não foram aplicadas aos alunos da educação básica. Uma delas foi apresentada por Boff *et al.* (2017), constituída por duas atividades práticas de Física Nuclear experimental, usando uma câmara de ionização de baixo custo. Os autores, de universidades paranaenses, mostram os procedimentos experimentais e os resultados esperados, indicando que as práticas podem servir de suporte para aulas de Física Nuclear em todas as esferas de ensino, e sugerem o uso de fontes radioativas de baixa intensidade ou meia vida curta para atividades similares. A segunda proposta é apresentada por Sá *et al.* (2017), da Universidade Federal Fluminense. Eles abordam conceitos associados à interação da radiação eletromagnética com a matéria por meio de uma aplicação experimental de baixo custo capaz de gerar imagens digitais usadas em áreas de medicina nuclear, radiodiagnósticos, ciências ambientais, indústria etc. A prática objetiva a compreensão, pelos alunos, das leis físicas associadas aos fenômenos, assim como o conhecimento do uso de tecnologias inovadoras na formação de imagens. O *kit* experimental preparado pelos pesquisadores é baseado na detecção da radiação gama.

Na categoria concepção alternativa de licenciandos, situamos somente o trabalho de Silva *et al.* (2013), no qual é apresentado o resultado de um estudo realizado para identificar as concepções alternativas de Licenciandos em Química sobre radioatividade. Participaram 21 alunos matriculados do 5º. ao 9º. período no curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal Rural de Pernambuco -

Unidade Acadêmica de Serra Talhada. A pesquisa foi realizada com uso de um questionário com respostas categorizadas como: satisfatória, pouco satisfatória e não satisfatória. As autoras concluíram que os alunos, de modo geral, compreendem a temática, atribuindo esse entendimento à sua frequência na mídia ou vivências na vida escolar. Apesar de mostrarem ter apreendido algum conhecimento, suas respostas foram consideradas pouco satisfatórias, pois suas informações não foram suficientes para um melhor entendimento do tema. Entretanto, as autoras acreditam que o trabalho pode contribuir para que estratégias sejam desenvolvidas com o intuito de aumentar a proposta de situações de ensino que levem à discussão e consequente reflexão sobre o tema e sua presença em diferentes contextos.

Na categoria bibliografia de consulta para professores e análise de livro didático, foram encontrados quatro trabalhos. No primeiro, Scheffler e Pino (2013) apresentam uma avaliação das contribuições do uso da teoria dos campos conceituais de Vergnaud, no ensino de radioatividade, como referencial teórico para as aulas de Química. O trabalho foi aplicado em uma turma de um curso técnico em radiologia de Porto Alegre, com alunos na faixa etária de 20 a 50 anos. A discussão realizada sobre a aplicação da sequência didática analisada sob o ponto de vista da teoria de Vergnaud é válida para qualquer nível de ensino, porque trata do estudo dos processos cognitivos relacionados à aprendizagem, servindo de material de consulta para os professores da educação básica. Os autores usaram mapas conceituais e analisaram a evolução conceitual dos estudantes em três momentos, concluindo que a evolução existe e que a teoria de Vergnaud realmente pode contribuir no processo de ensino e aprendizagem.

Cordeiro e Peduzzi (2014), da Universidade Federal de Santa Catarina, discutem a característica interdisciplinar das investigações nucleares. Se por um lado essa interdisciplinaridade adiou as descobertas sobre a fissão nuclear para depois de 1934, por outro lado ofereceu paulatinamente as metodologias e novas possibilidades teóricas nos anos seguintes até 1939, facilitando a descoberta. O texto traz a história da descoberta da fissão nuclear objetivando problematizar a questão da descoberta científica mostrando como ocorreu a compreensão do fenômeno e sua repercussão tanto na Área da Física quanto da Química, provocando mudanças conceituais em ambas.

Teixeira *et al.* (2017), associados a Instituições de Ensino do Rio Grande do Sul, trazem um texto que pretende ser introdutório ao estudo dos raios X, visando oferecer subsídios para responder aos questionamentos: o que são, como são produzidos e como afetam a vida humana? O texto apresenta subsídios para a abordagem do tema matéria e radiação em sala de aula, especialmente de aspectos históricos indissociáveis à construção da ciência. Com o tema centrado nos raios X, o texto situa historicamente a descoberta da radioatividade e os raios X, apresentando um material de consulta relevante.

Cordeiro e Peduzzi (2013) analisam como ocorreu a transposição didática da radioatividade em um livro usado em disciplinas de estrutura da matéria e afins, na formação de professores e futuros cientistas. Segundo os autores, a maneira como os livros textos de ciências, em geral, apresentam os conteúdos organizados de forma lógica, sem preocupações com as origens histórico-filosóficas do contexto de geração do conhecimento, propaga equívocos sobre a natureza da ciência e do trabalho científico e falha quando, inadvertidamente, faz uso de conceitos estranhos ao quadro conceitual de origem em que são abordados determinados assuntos, usando a história da ciência como mero conteúdo introdutório.

Na categoria formação de professores, Silva *et al.* (2017), da Universidade Federal Rural de Pernambuco, analisaram como a resolução de uma situação-problema sobre radioterapia contribuiu para a construção de conceitos relacionados à radioatividade. Na proposta, baseada em um contexto real, os licenciandos de Química de uma Instituição Federal de Ensino Superior vivenciaram uma sequência de atividades com elementos do Ensino por Pesquisa que abordou três aspectos do conhecimento químico: teórico, fenomenológico e representacional com o intuito de resolver a situação-problema. A escolha por radioterapia, segundo as autoras, deu-se com o objetivo de explorar os aspectos benéficos da radioatividade no tratamento e cura do câncer. A atividade foi considerada satisfatória e sugerida pelas pesquisadoras como uma alternativa para que os participantes tenham possibilidades de organizar o conteúdo enquanto professores do Ensino Médio.

Os textos encontrados sobre estudos da radioatividade na educação básica poderiam ser enquadrados em mais de uma categoria porque existe diversidade de atividades desenvolvidas. Quando se analisa a distribuição dos trabalhos por ano, observa-se que houve um pequeno aumento de publicações sobre a temática nos últimos cinco anos. De quatorze trabalhos, seis trazem resultados de propostas

didáticas aplicadas com os alunos sobre o tema, sendo quatro em escolas públicas, um em escola privada e outro em Institutos Federais. Em comum, as propostas trazem elementos inovadores nas atividades, escapando da tradicional aula quadro e giz e proporcionando experiências diferenciadas para os alunos.

Nos trabalhos apresentados, os alunos tiveram a possibilidade de vivenciar metodologias ativas, como trabalhos em grupo que incentivaram a cooperação e a colaboração, atividades lúdicas de interpretação de papéis, fomentando a criatividade, e com o uso de tecnologias de informação e comunicação (TICs). Puderam exercitar a argumentação, a escrita, a oralidade, o debate e, principalmente, foram colocados como protagonistas do processo de ensino e aprendizagem. Os estudos, em sua maioria, propiciaram atividades para aprofundamento nos conhecimentos sobre o tema em questão, onde os alunos foram convidados a refletir sobre a maneira de possibilitar uma visão mais clara sobre a temática em estudo. Foram apresentadas duas propostas de atividades experimentais, o que se torna relevante visto que experimentos nessa área podem ensejar a expectativa de serem perigosos e de difícil realização, embora os autores apresentem sugestões para mitigar os riscos.

Foram divulgadas propostas que atendem ao processo de formação do professor, por meio de materiais produzidos visando fornecer informações que subsidiem o professor na elaboração das aulas, conduzindo atividades sobre temas envolvendo a radioatividade.

O tema ganhou espaço na academia, com trabalhos variando desde propostas de sequências didáticas até a produção de materiais destinados a servirem de referência para professores. Os trabalhos realizados mostram atividades que contribuem para a formação do cidadão pelo uso de contextualizações, resgates históricos, fontes idôneas e discussões controversas. Esse movimento mostra a busca por uma forma de atualizar o ensino de ciência com o tema radioatividade.

No sentido de fortalecer as contribuições para o Ensino Médio, neste trabalho, propomos uma atividade pedagógica sobre “radioatividade”. Conhecimentos sobre a radioatividade são usados de maneira a propiciar a discussão sobre a aplicação da ciência e da tecnologia, ressaltando a necessidade de a sociedade ter conhecimento científico e tecnológico sobre o tema para o exercício da cidadania. Para embasar essas discussões na pesquisa, utilizamos pressupostos da abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), base de um movimento histórico iniciado na década

de 1960, que mostra presença crescente nas pesquisas da educação brasileira, como destacamos no Capítulo a seguir.

3 O MOVIMENTO CTS E A EDUCAÇÃO

O movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) surgiu na década de 1960 como resposta à insatisfação com os rumos do desenvolvimento científico e tecnológico no mundo. Após a Segunda Guerra Mundial, a ciência e a tecnologia (C&T), que eram vistas como áreas de conhecimento neutras e destinadas unicamente ao bem-estar da humanidade, começaram a ser questionadas pelo percurso que traçavam até aquele momento (MORAES; ARAÚJO, 2012).

A evolução do movimento exigiu, dentre outros posicionamentos, a revisão das políticas científico-tecnológicas, que ecoou no sistema educacional em todos os níveis, em diversos países. Nesse contexto, as decisões sobre os rumos da C&T não poderiam mais estar nas mãos de poucos, visto que suas consequências atingem a todos e a população precisa estar preparada, consciente e informada, em condições de opinar com propriedade e exigir sua participação nas decisões de amplitude coletiva, pois,

A democracia pressupõe que os cidadãos, e não só seus representantes políticos, tenham a capacidade de entender alternativas e, com tal base, expressar opiniões e, em cada caso, tomar decisões bem fundamentadas. Nesse sentido, o objetivo de educação em CTS no âmbito educativo e de formação pública é a alfabetização para propiciar a formação de amplos segmentos sociais de acordo com a nova imagem de ciência e da tecnologia que emerge ao ter em conta seu contexto social. (PALACIOS *et al.*, 2003, p. 144).

O enfoque CTS foi sendo inserido no sistema educacional em diversos países como nos Estados Unidos e em países da Europa e da América Latina, chegando ao Brasil. A presença da abordagem CTS na educação auxilia a construção de uma sociedade responsável, ética, visto que propicia a reflexão e discussão sobre as repercussões do desenvolvimento científico e tecnológico na vida da população. A partir dessas discussões, podemos perceber que o conhecimento deve ser direcionado para o benefício de todos e que para isso, a população não pode mais se eximir de fazer parte das decisões sobre ciência e tecnologia. De modo que para cada indivíduo exercer o papel de cidadão e construir um mundo mais adequado, nunca foi tão necessário reconhecer a importância do conhecimento e da compreensão sobre a íntima relação entre ciência, tecnologia e sociedade.

3.1 A origem do movimento CTS

O movimento CTS nasceu da necessidade de uma discussão ética sobre o desenvolvimento da ciência e da tecnologia e suas implicações na sociedade. Essas discussões foram impulsionadas a partir da segunda metade do século XX, após a Segunda Guerra Mundial, sendo os lançamentos das bombas atômicas sobre as cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki, em 1945, um evento considerado significativo para a insatisfação com os caminhos traçados para o desenvolvimento tecnológico, que ganhou força pelo mundo. Nos Estados Unidos, as discussões sobre os impactos sociais decorrentes do desenvolvimento tecnológico estimularam a revisão da política científico-tecnológica, que foram ampliadas após a então União Soviética enviar o primeiro satélite artificial para a órbita terrestre, o Sputnik I, em 1957. Na Europa, o movimento CTS começou no seio acadêmico, com as investigações realizadas pelas ciências sociais. Na América Latina, foram as reflexões sobre a Ciência e Tecnologia como competência das políticas públicas que iniciaram o movimento (MORAES; ARAÚJO, 2012).

Tradicionalmente, a relação entre ciência e tecnologia com a sociedade era regida por uma concepção clássica, essencialista e triunfalista, na qual a ciência só poderia contribuir para oferecer o seu melhor se esquecesse a sociedade e se dedicasse exclusivamente a buscar a verdade sobre a natureza. Essa visão começou a cair por terra quando, dentre outros fatores, as consequências negativas sociais e ambientais do desenvolvimento tecnológico começaram a se espalhar pelo mundo. A partir de então, nas décadas de 1960 e 1970, foram iniciadas revisões nas políticas científico-tecnológicas que passaram a ter um papel intervencionista com o desenvolvimento de ferramentas e dispositivos que seriam usados para supervisionar os efeitos da tecnologia sobre a natureza e a sociedade (PALACIOS *et al.*, 2003, p. 63).

Pinheiro, Silveira e Bazzo (2007) afirmam que o movimento CTS, que vem se consolidando desde 1970, tem se ampliado em toda a sociedade e "sido base para construir currículos em vários países, em especial os de ciências, dando prioridade a uma alfabetização em ciência e tecnologia interligada ao contexto social" (p. 74). A nova forma de perceber o desenvolvimento científico e tecnológico e a importância de sua relação com a sociedade repercutiu no sistema educacional de diversos países e evidenciou a necessidade de transformar o ensino de ciências.

As publicações de dois livros, no ano de 1962, são consideradas marcos importantes para o movimento CTS, devido à repercussão tanto na tradição norte-americana quanto na europeia. O livro da bióloga Rachel Carson, intitulado *Primavera Silenciosa*, expôs sérias questões relacionadas aos riscos associados ao uso de inseticidas químicos como o DDT, provocando a resposta de movimentos sociais, como ecologistas e pacifistas, contribuindo para a criação dos movimentos ambientalistas. A segunda obra, *A estrutura das revoluções científicas*, do historiador e filósofo da ciência Thomas Kuhn, traz questões filosóficas a partir das quais se “toma consciência da importância da dimensão social e das raízes históricas da ciência, ao mesmo tempo em que inaugura um estilo interdisciplinar que tende a diluir as fronteiras clássicas entre as especialidades acadêmicas”. (LINSINGEN, 2007, p. 5).

Nos dias atuais, revisões para mudanças nas políticas científicas e tecnológicas são cada dia mais necessárias, visto que: a indústria armamentista continua rentável; a ciência e a tecnologia, na maior parte das vezes, estão vinculadas ao benefício imediato, servindo aos ricos e aos governos poderosos; a maior parte da população não tem acesso aos serviços e inovações; problemas sociais importantes como comida fácil de produzir, casas com preços acessíveis, atendimento médico e educação acessíveis ainda não são prioritários; e as decisões políticas sobre ciência e tecnologia são tomadas por comissões formadas apenas por cientistas ou homens de negócios (PALACIOS *et al.*, 2003).

A literatura apresentada nesta pesquisa evidencia que a ciência e a tecnologia, por si só, não são neutras, tampouco a salvação da humanidade. O movimento CTS, que surgiu dessa constatação, impulsionado pelos resultados de diversos desastres causados por um desenvolvimento acrítico, tenciona colaborar com a modificação deste quadro, tornando-se necessária sua implementação nas políticas públicas científico-tecnológicas, bem como na educação de todos os países, com muito trabalho ainda a ser realizado.

3.2 CTS e o ensino de Ciências

Um dos desdobramentos do movimento CTS mais importantes encontra-se na área educacional, com o intento de rever a imagem e o papel da ciência e da tecnologia, e, conseqüentemente, impondo-se a necessidade de reavaliações das práticas educacionais. De sorte que, consoante Palacios *et al.* (2003), mudanças em

conteúdos curriculares assim como em metodologias e técnicas didáticas se impuseram, tanto em nível universitário quanto em nível básico.

No ensino superior, desde o fim da década de 1960, são desenvolvidos programas educativos CTS. Os objetivos desses programas, em implementação nas universidades como especialização de pós-graduação, convergem no sentido de proporcionar aos estudantes de engenharia e ciências naturais uma formação humanística básica e aos estudantes de humanidades e ciências sociais um conhecimento básico e contextualizado sobre ciência e tecnologia. Na educação básica, iniciativas de destaque são a Associação Nacional de Professores Norteamericana (*National Science Teachers Association*) e a Associação para o Ensino da Ciência Britânica (*Association for Science Education*) e os diversos programas CTS. Os estudos nesse nível da educação podem ser classificados em três grupos: Enxerto CT — quando temas CTS são incluídos nos currículos das disciplinas de Ciências; Ciência e tecnologia por meio de CTS — ocorre quando a estruturação dos conteúdos das disciplinas de caráter científico e tecnológico parte de CTS ou com orientação CTS; e CTS puro — quando o conteúdo científico se torna coadjuvante do processo de ensinar CTS (PALACIOS *et al.*, 2003).

No Brasil, apesar de ser um movimento novo e tímido, o CTS vem ganhando destaque em duas frentes: (1) na educação básica, onde a reforma curricular do Ensino Médio traz elementos do CTS, em seus objetivos e fundamentos; e (2) no ensino superior, em que há a criação de linhas de pesquisa, tendo repercutido tanto em cursos de graduação como nas pesquisas de pós-graduação, com a integração de disciplinas desses cursos. Como reflexo dessas mudanças, pode-se destacar sua presença na formação de professores e na elaboração de materiais didáticos e projetos curriculares (MORAES; ARAÚJO, 2012; ARAÚJO-QUEIROZ; SILVA; PRUDÊNCIO, 2018).

A constatação da expansão do enfoque CTS em âmbito mundial reforça a necessidade de que ele seja fomentado também em países como o Brasil, sobretudo considerando as dificuldades materiais e as desigualdades sociais do país, o que torna indispensável que a abordagem CTS seja trabalhada na educação para promover uma população esclarecida e consciente do seu papel. E no concernente a essas problemáticas inclui-se o uso crescente das tecnologias radioativas, em que destacamos, sobre o quadro das políticas de ciência e tecnologia, o seguinte posicionamento de Palacios *et al.* (2003, p. 141):

Não se pode esquecer, para completar este sombrio panorama, que campos científico-tecnológicos tão problemáticos como a energia nuclear ou a biotecnologia, denunciados não só por sua aplicação militar, mas também por sua periculosidade social e ambiental, ameaçam não só não resolver os grandes problemas sociais, como também criar mais e novos problemas.

Observa-se que os problemas sociais relacionados à ciência e à tecnologia se espalham por diversos países pelo mundo. O desenvolvimento contínuo de novas tecnologias proporciona, cada vez mais, controvérsias pela possibilidade de uso das produções tecnológicas, o que requer um cidadão preparado para compreender as alterações no seu entorno, fazendo questionamentos constantes sobre o uso dessas produções e, também, para exigir que o desenvolvimento das tecnologias tenham direcionamento para a melhoria da qualidade de vida da população. Nesse contexto, o enfoque CTS se destaca por permear mudanças que estão acontecendo no ensino de ciências, a fim de se construir uma sociedade mais justa e ética, preocupada com o bem-estar geral e com a conservação do meio ambiente.

3.3 Pressupostos teóricos da educação em CTS

A abordagem CTS tem sido um dos caminhos apontados por pesquisadores, como Diaz, Alonso e Mas (2003), Aikenhead (1994) e Santos (2011), para a construção de uma educação voltada para a formação cidadã. Ela está presente na literatura científica, mas sua implementação em sala de aula, no Brasil, está em grande parte no campo da intenção. Na literatura, encontramos iniciativas de propostas didáticas em artigos, dissertações e teses defendidas em universidades de várias partes do país com o intuito de contribuir com a prática de sala de aula, mas, sobre intervenção alinhada com os princípios defendidos pela abordagem CTS, destacamos o trabalho de Santos e Mortimer (2002), que trata dos pressupostos CTS e de sua aplicação na educação.

Fundamentados no conhecimento dos pressupostos teóricos da abordagem CTS, pesquisadores propõem atividades pedagógicas que possam ser desenvolvidas pelos professores como parte do projeto político pedagógico da escola. Esses pressupostos são tratados de forma ampla por Santos e Mortimer (2002), com base em autores como Bybee (1987) e Hofstein, Aikenhead e Riquarts (1988), discutindo princípios orientadores como resultado da leitura de uma série de pesquisas sobre a temática.

Na realidade das escolas, nas quais impera uma abordagem tradicional em detrimento de mudanças necessárias, há propostas de revisão sobre a forma como os currículos e as aulas podem ser organizados de modo a favorecer práticas direcionadas para uma formação integrada, visto que uma proposta curricular baseada em CTS busca integrar educação científica, tecnológica e social, com os conteúdos científicos e tecnológicos estudados de maneira a discutir seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos.

A educação CTS no Ensino Médio tem como principal objetivo o desenvolvimento da alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, de forma que o aluno deve ser auxiliado na construção de conhecimentos, habilidades e valores que contribuam na tomada de decisão responsável sobre questões de ciência e de tecnologia na sociedade, e possa atuar na solução dessas questões (SANTOS; MORTIMER, 2002). Esse objetivo coaduna-se com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), quando ela propõe uma organização curricular que apresente como fundamento pedagógico o foco no desenvolvimento de competências e o compromisso com a educação integral.

Na BNCC, estão definidas aprendizagens propostas como essenciais para desenvolver, nos estudantes, dez competências gerais que podem consolidar seus direitos de aprendizagem e de desenvolvimento. Destaca-se competência definida como “a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (BRASIL, 2018, p. 8). A educação básica busca a formação e o desenvolvimento humano global do aluno, procurando ampliar seu potencial em diferentes dimensões como ética, intelectual e afetiva, se comprometendo com a educação integral na qual os processos educativos precisam promover “aprendizagens sintonizadas com as necessidades, as possibilidades e os interesses dos estudantes e, também, com os desafios da sociedade contemporânea” (BRASIL, 2018, p. 14).

Para que essa forma de fazer educação possa se tornar realidade, todas as disciplinas precisam concorrer para o desenvolvimento dessas competências ao longo da educação básica, sendo importante apoiar o professor nessa transição, de preferência, investindo em sua formação, para que ele seja preparado para, dentre outras atividades, avaliar quais aspectos de sua disciplina podem contribuir para o desenvolvimento dessas competências e incluí-las com clareza em suas aulas. As

competências gerais apresentadas na BNCC são: conhecimento; pensamento científico, crítico e criativo; repertório cultural; cultura digital; comunicação; trabalho e projeto de vida; argumentação; autoconhecimento e autocuidado; empatia e cooperação; e responsabilidade e cidadania. (MOVIMENTO PELA BASE, 2018).

Santos e Mortimer (2002) ponderam que uma proposta pedagógica que se coadune com os princípios da abordagem CTS tem por objetivo a aquisição de conhecimentos, utilização de habilidades e desenvolvimento de valores. Em relação aos conhecimentos e habilidades a serem desenvolvidos nos alunos, estão:

autoestima; comunicação escrita e oral; pensamento lógico e racional para solucionar problemas; tomada de decisão; aprendizado colaborativo/cooperativo; responsabilidade social; exercício da cidadania; flexibilidade cognitiva; e interesse em atuar em questões sociais. (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 4).

Dentre os valores que precisam ser fomentados nos alunos, por meio da aplicação de atividades embasadas na abordagem CTS, destacam-se: solidariedade; fraternidade; consciência do compromisso social; reciprocidade; respeito ao próximo; e generosidade. A harmonização entre os objetivos visados pela formação CTS e os objetivos de aprendizagem definidos pela BNCC para a formação na educação básica, ou seja, a elaboração de atividades pedagógicas alicerçadas na abordagem CTS está de acordo com os objetivos de uma formação necessária para o cidadão conviver com as inovações tecnológicas.

Para a implementação eficiente do enfoque CTS, na educação básica, precisam ser verificados alguns fatores, entre eles, se os materiais de ensino estão adequados. Um dos materiais mais utilizados nas escolas brasileiras são os livros didáticos, distribuídos nas escolas, em geral pelas Secretarias Estaduais de Educação, após indicação dos professores, que escolhem entre os ofertados pelas editoras, que, por sua vez, se submeteram às exigências de edital do Governo Federal.

A melhor estruturação para materiais CTS, de acordo com as pesquisas realizadas por Santos e Mortimer (2002, p. 12), constitui-se de:

- 1 - Introdução de um problema social;
- 2 - Análise da tecnologia relacionada ao tema social;
- 3 - Estudo do conteúdo científico definido em função do tema social e da tecnologia introduzida;
- 4 - Estudo da tecnologia correlata em função do conteúdo apresentado; e
- 5 - Discussão da questão social original.

Outro fator a ser considerado refere-se às estratégias de ensino mais apropriadas para CTS, do tipo “palestras; demonstrações, sessões de discussão; solução de problemas; jogos de simulação e desempenho de papéis; fóruns e debates; projetos individuais e em grupo; redação de cartas a autoridades; pesquisa de campo; e ação comunitária” (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 12). Dessa forma, apresentam um panorama geral de como implementar o enfoque CTS nas aulas de Ciências.

A seguir, apresentamos o percurso e características metodológicas da pesquisa.

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

De acordo com Japiassú e Marcondes (2006, p. 187), metodologia trata-se da “investigação sobre os métodos empregados nas diferentes ciências, seus fundamentos e validade, e sua relação com as teorias científicas”. Trata-se, portanto, de compreender os caminhos traçados para a elaboração de conhecimento científico e como esse trajeto alcança tal conhecimento. Enquanto para Gerhardt e Silveira (2009, p. 12), a metodologia “é o estudo da organização e dos caminhos percorridos na realização de uma pesquisa ou para se fazer ciência”.

Considerando que há vários caminhos para atingir o objetivo desejado, cabe ao pesquisador escolher a trajetória mais satisfatória com os métodos e os instrumentos que serão mais adequados para alcançá-lo. Nesse sentido, descrevemos, na sequência, a metodologia escolhida para a realização desta pesquisa, considerando a caracterização dos aspectos metodológicos, o percurso metodológico e os sujeitos da pesquisa.

4.1 Caracterização dos aspectos metodológicos da pesquisa

O surgimento de uma pesquisa parte de uma inquietação, da busca por respostas para uma determinada pergunta ou problema. Na educação brasileira, há vários problemas a serem resolvidos e questionamentos a serem explorados, entre eles o aprimoramento do processo de ensino-aprendizagem. Conquanto seja bastante estudado, o problema demanda atenção para que soluções mais eficientes reverberem nas salas de aula.

Uma pesquisa tem a intenção de movimentar os esforços de pensamentos e ações de pessoas ou grupos com vistas a “elaborar conhecimentos sobre aspectos da realidade que deverão servir para a composição de soluções propostas aos seus problemas” (LÜDKE; ANDRÉ, 2017). Nesse sentido, há perspectivas de que as ações conjuntas da educação básica e do ensino superior possam unir esforços para a melhoria do processo de ensino e de aprendizagem nas escolas brasileiras, considerando que enquanto os professores da educação básica possuem uma larga experiência prática, os professores da academia podem contribuir com o arcabouço de teorias, de forma que juntos possam produzir conhecimento sobre as práticas pedagógicas que funcionam nas salas de aula.

O Plano Nacional de Educação (PNE), aprovado pela Lei nº. 13.005, de 25 de junho de 2014, com vigência de 10 anos, prevê, na 16ª. meta, que o Brasil forme, “em nível de pós-graduação, 50% (cinquenta por cento) dos professores da educação básica, até o último ano de vigência deste PNE” (BRASIL, 2014). O compromisso da legislação com a formação do professor aponta necessidades de ações conjuntas do ensino superior com a educação básica, ao destacar a importância da formação continuada dos professores como condição para melhoria da educação básica. E, mediante as dificuldades que existem para o professor da educação básica, no que tange à exiguidade de tempo disponível para realização de um mestrado e a identificação de cursos direcionados para a melhoria de práticas docentes, os mestrados profissionais em educação propõem ações mais próximas da realidade do professor que está em sala de aula, contribuindo para amenizar esses problemas.

De acordo com a Portaria MEC nº. 389, de 23 de março de 2017 (BRASIL, 2017), que dispõe sobre o Mestrado e o Doutorado Profissional, verifica-se, especificamente em seu artigo 2º., inciso II, que um dos objetivos do mestrado e do doutorado profissional é “transferir conhecimento para a sociedade, atendendo demandas específicas e de arranjos produtivos com vistas ao desenvolvimento nacional, regional ou local”.

Dessa maneira, o Mestrado Profissional em Gestão de Ensino da Educação Básica (PPGEEB) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), em alinhamento com a referida portaria do MEC, esclarece que seu objetivo é

formar profissionais para desenvolverem saberes, competências e habilidades específicas nas áreas do ensino da Educação Básica, levando em conta a incorporação e atualização permanentes dos avanços da ciência e das tecnologias educacionais. (PPGEEB, 2019).

Em consonância com essa concepção, este trabalho refere-se ao desenvolvimento de uma pesquisa que visa contribuir na solução de problemas concretos do cotidiano presentes nas escolas da Educação Básica. A pesquisa é pautada em uma proposta didática, elaborada sob um enfoque CTS, com a temática “radioatividade”, em razão do seu potencial problemático do ponto de vista social e da possibilidade de suas discussões evidenciarem as questões éticas e os valores humanos relacionados à ciência e à tecnologia, necessários à sociedade atual, como destacam estudos de Santos e Mortimer (2002).

Pelas suas peculiaridades, as pesquisas em educação enveredam pelo caminho da abordagem qualitativa que apresenta maior flexibilidade sem, contudo, prescindir de um delineamento para orientar-se. Este trabalho se enquadra em uma pesquisa do tipo qualitativa que apresenta, de acordo com Bogdan e Biklen (1994), as seguintes características: a fonte de dados é direta, o ambiente natural e o investigador é seu instrumento principal; é descritiva, com os dados sendo recolhidos em forma de palavras ou de imagens; os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que apenas pelos resultados ou produtos; os investigadores qualitativos tendem a analisar os dados obtidos de forma indutiva; e o significado é de suma importância, na abordagem qualitativa.

Considerando os caminhos traçados para a pesquisa, ela possui elementos da pesquisa do tipo intervenção que, entre suas características: tem o intuito de produzir mudanças; tenta a resolução de um problema; possui caráter aplicado; necessita de diálogo com um referencial teórico e tem a possibilidade de produzir conhecimento (DAMIANI *et al.*, 2013).

Apesar de a pesquisa do tipo intervenção ser parecida com a pesquisa-ação, há diferenças importantes entre elas: a pesquisa de intervenção não possui necessariamente objetivos emancipatórios como a pesquisa-ação e enquanto na pesquisa-ação ocorre o envolvimento de todos os participantes ao longo das etapas de planejamento e implementação, na pesquisa interventiva “é o pesquisador quem identifica o problema e decide como fará para resolvê-lo, embora permaneça aberto a críticas e sugestões” (DAMIANI *et al.*, 2013, p. 60).

Essa intervenção, desenvolvida pela pesquisadora com a participação da professora titular das turmas envolvidas na pesquisa, foi realizada com o intuito de proporcionar aos alunos uma forma de aprendizagem diferenciada, na qual fossem desenvolvidos conhecimentos, habilidades e valores que fazem parte dos princípios da abordagem CTS para a educação, voltada para a formação de um cidadão consciente e ativo.

4.2 Percorso Metodológico

Partindo dos objetivos traçados para a pesquisa, delineamos o seguinte percurso metodológico: definição do problema e do objetivo da pesquisa; revisão de literatura; elaboração dos instrumentos de coleta de dados; intervenção/aplicação dos instrumentos de coleta de dados; análise dos dados; e divulgação dos resultados.

Definidos o problema da pesquisa e estabelecidos os objetivos, seguimos para a revisão de literatura sobre a temática enfocada. O próximo passo foi a definição e elaboração dos instrumentos de coleta de dados para obtenção das informações necessárias à pesquisa: observação; questionário; e entrevistas. Optamos por acrescentar as produções dos alunos resultantes da intervenção. As observações foram realizadas regularmente, ao longo da elaboração e aplicação da proposta didática, e anotadas no diário de campo da pesquisadora. O questionário foi aplicado no início da pesquisa, com os alunos das duas turmas envolvidas na pesquisa, para a coleta preliminar de dados. Durante toda a aplicação do projeto, foram registradas algumas falas resultantes de entrevistas principalmente com os alunos. Finalizando, as produções realizadas e apresentadas pelos alunos foram analisadas.

Os dados coletados foram analisados de acordo com as fases apresentadas por Yin (2010) que esclarece que para fazer a análise de dados qualitativos, independente da abordagem a ser seguida, usa-se um ciclo de cinco fases compostas por compilação, decomposição, recomposição, interpretação e conclusão. Na fase de compilação os dados são compilados de acordo com uma determinada ordem; durante a fase de decomposição os dados compilados são organizados em ordens menores que podem ser distribuídos por rótulos estabelecidos pelo pesquisador; durante a recomposição são feitos rearranjos e recombinações dos dados que podem ser apresentados por meio de gráficos, listas ou outros tipos de tabulações; em seguida, tem a fase da interpretação desses dados recombinações, finalizando com a conclusão extraída como resultado do estudo. Essas fases, apesar de estarem inicialmente em uma sequência, podem ser repetidas quantas vezes forem necessárias, ao longo do estudo, antes de sua finalização de forma que atenda às expectativas do pesquisador.

A observação realizada teve elementos da chamada observação participante, na qual há a intenção de compreender os hábitos, atitudes, interesses, relações pessoais e características da rotina dos alunos (RICHARDSON, 2008, p. 261). Com a observação, objetivamos: compreender a dinâmica das relações em sala de aula entre os alunos e a professora e dos alunos entre si; identificar o comportamento dos alunos perante a matéria; conhecer as estratégias de ensino; e obter informações adicionais consideradas relevantes ao longo da pesquisa.

Fizemos a aplicação de um questionário que, como definido por Marconi e Lakatos (2003, p. 201), é “constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador”. O questionário, elaborado com perguntas abertas e fechadas, foi aplicado antes da intervenção e teve por objetivo averiguar a relação dos conhecimentos prévios dos alunos com os conhecimentos que seriam apreendidos durante a intervenção, quando analisadas as produções de conhecimento desses alunos, resultantes das atividades desenvolvidas na intervenção.

No intuito de obter mais elementos para compreender as relações do processo de aprendizagem dos alunos, bem como para que eles se sentissem mais à vontade e se acostumassem com a presença da pesquisadora na sala de aula, ocorreram conversas esporádicas pelos corredores da escola, fora da sala de aula nos momentos de intervalo, sobre assuntos diversos entre a pesquisadora e os alunos. Tais conversas informais apresentavam elementos de entrevistas, nas quais a relação entre a pesquisadora e o(a) participante não seguiu um roteiro rígido. Neste tipo de ação, o pesquisador tenta não adotar um comportamento/conduita uniforme em todas as entrevistas; e as perguntas mais importantes são, em sua maioria, abertas. Essas conversas/entrevistas, realizadas também com a professora titular dos alunos, nos momentos de intervalo na sala dos professores, foram registradas e tiveram o propósito de melhor compreender o universo dos participantes, a forma de se expressar e de se posicionar sobre o mundo, como previsto por Yin (2016).

A proposta didática materializada em uma unidade de estratégias de ensino fundamentada na elaboração de eventos, que visava propiciar aos alunos conhecimentos sobre radioatividade assim como provocar a reflexão sobre o papel do conhecimento sobre ela no exercício da cidadania, foi construída a partir dos pressupostos da abordagem CTS para a educação.

O exercício da cidadania requer que o indivíduo esteja munido de conhecimentos, habilidades, valores e atitudes que facilitem esse exercício. Assim, elaboramos nossa proposta de forma que os alunos pudessem aprofundar conhecimentos sobre radioatividade, desenvolver conhecimentos e habilidades tais como autoestima, comunicação oral e escrita e aprendizado colaborativo/cooperativo, bem como fossem incentivados a fortalecer valores de solidariedade, de consciência de compromisso social e de respeito ao próximo, usando como estratégia projeto em grupo. (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Os alunos foram convidados a organizar um evento com o objetivo de informar a comunidade escolar sobre a presença das tecnologias radioativas em nosso cotidiano, evidenciando os correspondentes riscos e benefícios. Para organização e realização do evento, foram distribuídas aos alunos séries de tarefas com potencial para desenvolver os conhecimentos, habilidades e valores elencados anteriormente e que serão apresentadas nos capítulos a seguir.

Por último, usamos as sugestões de Zabala (2010) em relação à avaliação dos conteúdos conforme sua tipologia e foram analisadas as produções realizadas pelos alunos: textos, vídeos e as apresentações individuais e coletivas, com a intenção de identificar sinais de evolução em conhecimentos sobre a temática radioatividade e o desenvolvimento das habilidades e valores.

4.3 O local da pesquisa

A pesquisa foi realizada com duas turmas do terceiro ano do Ensino Médio do Centro de Ensino Anjo da Guarda (CEAG), localizado na Avenida Palestina, S/N, Anjo da Guarda, escola da rede estadual de ensino de São Luís, no Maranhão. O bairro tem população de aproximadamente 300 mil pessoas, em sua maioria de baixa renda e em situação de vulnerabilidade social, é conhecido por suas manifestações culturais e religiosas como o Boi “Anjo do Meu Sonho” (zabumba) e o espetáculo ao ar livre da Via Sacra, mas também é “marcado pela criminalidade, problemas com infraestrutura, saúde e saneamento básico” (O IMPARCIAL, 2015).

A escola, após recente reforma realizada pelo Governo do Estado, apresenta estrutura física que tem contribuído para o desenvolvimento do convívio social: a edificação pintada, salas com tamanho adequado para a quantidade de alunos, boa iluminação e com quadros e carteiras novas. Entretanto, havia problemas com a circulação do ar nas salas de aula, os ventiladores instalados produziam ruídos excessivos, o que prejudicava sobremaneira a realização das atividades das aulas e exigia o desligamento dos aparelhos, gerando desconforto térmico, atenuado apenas quando da ocorrência de ventilação natural pela abertura das janelas, sobretudo no turno matutino.

Os banheiros da escola estão em bom estado e atendem à demanda. Há uma cantina responsável pela merenda que é distribuída todos os dias, no horário do intervalo das aulas. A escola funciona nos três turnos, é pequena – funciona em média com 400 alunos – e voltada para o Ensino Médio. Embora apenas seis turmas tenham

funcionado no ano de 2018, no turno matutino, há capacidade para oito turmas, que são formadas dependendo da demanda de alunos, em sua maioria, por jovens oriundos da comunidade. Possui biblioteca com um acervo relevante, qualificado e usada tanto por alunos quanto por professores. Não há tipo algum de laboratório, apenas uma sala de informática com 15 computadores, mas que não estavam sendo utilizados nem por professores nem por alunos. A escola também não disponibilizava *internet* para os alunos, possuindo apenas um computador com *internet* na sala dos professores para o acesso e preenchimento do Sistema Integrado de Administração de Escolas Públicas (SIAEP), usado pelos professores como diário eletrônico.

No geral, a escola tem um ambiente agradável, com razoável ventilação natural, um espaço disponível adequado, apresentando como um problema, em nosso entendimento, a falta de laboratórios. Uma foto da entrada principal da escola, situada na Avenida Palestina, é apresentada na Figura 1. Na mesma Avenida, está situado o estacionamento da escola, mostrado na imagem na Figura 2.

Figura 1 – Foto da entrada do CEAG.



Fonte: Arquivo pessoal da pesquisadora.

Figura 2 – Foto do estacionamento do CEAG e de janelas de suas turmas.



Fonte: Arquivo pessoal da pesquisadora.

4.4 Os participantes da pesquisa

Os sujeitos da pesquisa foram os alunos de duas turmas do terceiro ano da escola CEAG, no turno matutino. Na turma A, havia 21 alunos matriculados, sendo 7 homens e 14 mulheres, e na turma B, 29 alunos matriculados, sendo 14 homens e 15 mulheres. Foram escolhidas turmas do terceiro ano por ser nessa série que, de acordo com o conteúdo programático elaborado pela Secretaria de Educação do Maranhão (Seduc/MA) – lançado em 2018 –, o assunto radioatividade se insere para ser abordado na disciplina Física (SEDUC_MA, 2018).

Na turma A em geral havia poucos alunos, em média, apenas 17 frequentavam regularmente as aulas e apesar de ser relativamente tranquila no contexto da urbanidade, uma apatia demonstrada na maior parte do tempo dificultava as atividades de interação com a pesquisadora. Durante as aulas, os alunos se sentavam enfileirados de acordo com a organização das mesas/carteiras da sala e se mantinham a certa distância uns dos outros, como mostra a imagem na Figura 3. A pesquisa foi realizada nos horários das aulas de Física com a anuência da professora titular e os alunos das turmas A e B. Na turma A, constatamos que ao longo do horário das aulas, por mais que fossem incentivados, os alunos permaneciam majoritariamente calados, com algumas poucas alunas mostrando-se mais dinâmicas nas participações.

Figura 3 – Foto da sala de aula com a turma A.



Fonte: Arquivo pessoal da pesquisadora.

A turma B (Figura 4), por outro lado, era mais numerosa e agitada, com alunos bem participativos, distribuídos em grupos formados por pessoas que normalmente se sentavam próximas umas das outras, gostavam de expor suas opiniões, sem que houvesse, entretanto, perturbação significativa no andamento das aulas. Uma particularidade dessa turma é que normalmente seus alunos entravam em embates com discussões de caráter político-partidárias evidenciadas nas manhãs das terças-feiras, dias em que havia aula de Sociologia antes da aula de Física, e eram visíveis os posicionamentos antagônicos vigorosamente defendidos pelas duas principais lideranças da sala.

Figura 4 – Foto da turma B.



Fonte: Arquivo pessoal da pesquisadora.

O questionário inicial foi aplicado nas duas turmas e respondido por 17 alunos de cada sala, totalizando 34 respondentes. O questionário revelou que: a turma A possuía alunos com idades que variavam entre 17 e 18 anos e, desses alunos, cerca de 76% nunca reprovaram; na turma B, dos 17 respondentes, apenas 41% nunca reprovaram, fator refletido na variação de idade desses alunos, de 17 a 20 anos.

Destacou-se, entre as observações registradas ao longo do período de realização da pesquisa na escola, o comportamento dos alunos da turma B, mostrando maiores dificuldades de aprendizagem e pouco interesse pelos métodos tradicionais de ensino, como em aula expositiva. No entanto, apresentavam maior maturidade, mostrando posicionamentos mais definidos, a exemplo das discussões de teor político, quando defendiam suas ideias e direitos, aproveitando todas as oportunidades possíveis para expressar suas opiniões. A turma A era mais calada e não se mostrava interessada em expressar posições, opiniões ou ideias sobre os temas trazidos para a sala de aula.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na intervenção que realizamos durante o quarto bimestre, nos meses de outubro e novembro, do ano letivo de 2018, as atividades começaram com a apresentação da pesquisadora para as turmas. Na ocasião, foram expostos o projeto, seu objetivo e solicitada a colaboração dos estudantes, materializada com a entrega do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) anexado no Apêndice F, e a solicitação de assinatura dos que se dispusessem a contribuir com a pesquisa.

Os encontros da primeira semana foram de adaptação e após a assinatura do TCLE os alunos responderam a um questionário prévio, objetivando a coleta de dados para a primeira parte da pesquisa cuja análise é apresentada a seguir.

5.1 Análise do questionário prévio

Após a apresentação do projeto para os alunos e ter a concordância da participação deles, incentivados pela professora titular da disciplina de Física das turmas, a qual chamaremos de Marta, aplicamos um questionário nas duas turmas. As perguntas iniciais tinham o intuito de averiguar conhecimentos prévios dos alunos sobre radioatividade (Apêndice A). Antes de aplicarmos o questionário, a professora Marta informou que no primeiro semestre do ano, desenvolveu o tema radioatividade nessas turmas, explorando informações básicas como conceito, diferença entre radiação e radioatividade, decaimento alfa, decaimento beta, raios gama, e sobre algumas das suas aplicações.

Perguntados se tinham ouvido falar sobre radioatividade, vinte e nove alunos responderam que sim, e sobre a fonte para tais informações, a escola foi a mais mencionada visto que a professora havia ministrado aulas sobre o conteúdo anteriormente, indicada por trinta alunos, enquanto dois apontaram a *internet*; um citou jornais; e uma citou série televisiva. O número de alunos que se lembravam de ter ouvido falar sobre radioatividade surpreendeu a professora Marta, pois de acordo com ela, eles recordavam de pouca coisa dos assuntos trabalhados em sala de aula, e procurou indicativo do porquê de o tema ter marcado os alunos de alguma maneira, ficando na memória deles.

Na pergunta em que questionamos sobre o significado da palavra radioatividade, 76% dos alunos responderam. Das respostas apresentadas, destacamos:

- *radioatividade é como o fenômeno pelo qual um núcleo instável emite partículas e ondas para atingir a estabilidade.*
- *é produzido por núcleos atômicos instáveis, como o urânio, que decaem em outros elementos químicos emitindo radiação.*

Existiram respostas vagas, tais como “*alguma coisa ligada à Física*” e respostas com problemas conceituais, como: “*elementos químicos emitidos que concentram uma produção de átomos instáveis e núcleos*”. Contudo, o fato de observarmos que a maior parte dos alunos tinha uma ideia a expor sobre o termo radioatividade, embora as respostas não estivessem conceitualmente corretas, sugeriu que o assunto lhes chamou a atenção e que poucas revisões conceituais seriam necessárias para atendimento dos objetivos da pesquisa. Durante a aplicação do questionário alguns alunos perguntaram se aprenderiam a “*fazer uma bomba*” – uma ideia que faz parte do imaginário das pessoas – aos quais rapidamente respondemos que iríamos entender os porquês de não a fazer.

Solicitamos aos alunos para escreverem termos que eles associavam à radioatividade. Cada aluno poderia escrever até quatro termos. Dos 34 alunos, três não responderam e apenas um informou não saber. Fizemos o tratamento das respostas para essa pergunta de acordo com as fases mapeadas por Yin (2010, p. 159): compilação, decomposição, recomposição, a fim de as classificar e encerramos optando por especificar os termos obtidos em três categorias, para que houvesse maior entendimento sobre o que os alunos pensavam a respeito da radioatividade, sendo as categorias: palavras positivas – aquelas que poderiam ser conectadas a um significado salutar ou benéfico ao fenômeno –; palavras negativas – aquelas que poderiam ser vinculadas a um significado danoso ou de perigo ao fenômeno –; e palavras aparentemente neutras – aquelas que ao serem apresentadas isoladamente não seria possível aferir qualquer tipo de sentimento, fosse bom ou ruim. Como resultados, constatamos que houve a citação de uma palavra positiva, sete palavras negativas e 30 expressões neutras diferentes. Todas as palavras citadas estão listadas no Quadro 1. As palavras escolhidas pelos alunos estão, de alguma forma, conectadas ao termo radioatividade, tendo ocorrido, algumas vezes, a repetição de algumas palavras.

Quadro 1 – Termos citados pelos alunos relacionados à palavra radioatividade.

TERMOS ASSOCIADOS À RADIOATIVIDADE		
Positivos	Negativos	Neutros
Benefícios.	Câncer, doença, Chernobyl, bomba, estrago, perigo, prejudicial.	Raio, radiações, atividade, energia, tecnologia, grandeza, rádio, física, estudo, sol, plutônio, celular, medicina, aparelhos tecnológicos, tomografias, lugar fechado, raios X, raios gama, partículas, átomo, núcleo, núcleos atômicos, partículas ionizantes, prótons, elétrons, lâmpadas, urânio, eletricidade, ondas, reação.

Fonte: Dados da pesquisa.

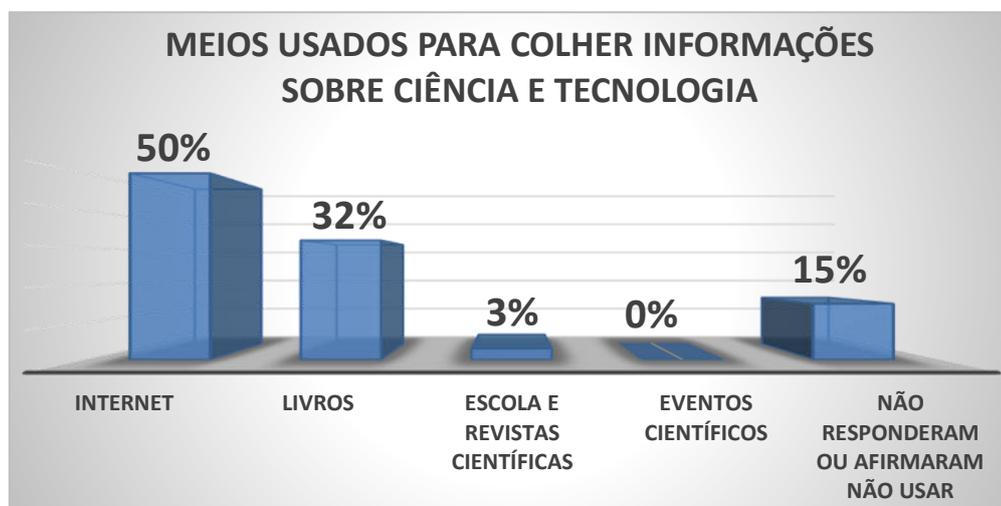
Visto que, para o exercício da cidadania, o conhecimento sobre a realidade que nos cerca é imprescindível e porque vivemos em uma época de crescente desenvolvimento na área de ciência e tecnologia, nas questões sobre as relações ciência-tecnologia-sociedade, os alunos foram indagados se consideravam ser bem informados sobre ciência e tecnologia. Dos 34 respondentes, 70% não se consideraram bem informados, enquanto 30% se julgavam bem informados. O percentual de 70% parece ser um valor alto, considerando que além da escola, na qual são apresentadas informações científicas e tecnológicas, existem atualmente variadas fontes para obtenção desses conhecimentos, como *internet*, revistas científicas e eventos científicos, nos quais são apresentados e discutidos assuntos em voga em diferentes áreas de pesquisa. Estando equivocados ou não, essa era a forma como os alunos percebiam a situação.

O resultado das respostas dos alunos nos instigou ao questionamento sobre o porquê dessa provável falta de conhecimento dos alunos ante a diversidade de fontes de informação existentes, incluindo a própria escola por meio das aulas e dos livros textos. Em um momento posterior, durante uma conversa informal com os

alunos, pudemos questioná-los a respeito dessa desinformação e ouvimos como principal motivo apontado por eles: a falta de interesse em aprofundar as informações, apesar de saber das diversas fontes disponíveis. Isso nos levou a outro questionamento: os jovens não estão interessados em ciência e tecnologia ou não estão interessados pela forma como esse tema é abordado na escola? Em nossa experiência, observamos que vários assuntos da área despertam a atenção dos jovens, provocando muitas perguntas vindas deles, mostrando que ciência e tecnologia são interessantes para eles, talvez só não sejam instigantes o suficiente para que tenham a disposição de aprofundar os temas de forma autônoma. E nos questionamos: essa situação não seria resultado da forma como ciência e tecnologia são abordadas na escola? Aqui, surge um indicativo de que o ensino de ciências necessita de modificações para manter o jovem com o interesse em alta, considerando principalmente que atualmente a disputa pela atenção deles, a exemplo das mídias e redes sociais, é enorme.

Perguntamos aos alunos que meios eles usam para buscar informações a respeito de ciência e tecnologia e, a partir das respostas, percebemos que eles conhecem as diversas fontes de informações sobre ciência e tecnologia, visto que deram variadas respostas e apenas 15% não responderam ou responderam que não buscam as informações. As principais respostas foram a *internet*, com 50% de citação e livros, com 32%. A escola e as revistas científicas estão entre os menos citados, com 3% de ocorrência, como mostra a Figura 5. Os eventos científicos não apareceram na lista, algo que nos causou surpresa, pois existe um movimento nacional de divulgação científica que promove a realização de eventos do tipo pela cidade, periodicamente, intuindo aproximar a sociedade do conhecimento científico e tecnológico, como a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT), que faz parte do calendário anual de São Luís. Ademais, a escola fica próxima à UFMA, local em que são realizados eventos científicos durante boa parte do ano e muitos são abertos ao público. Quando questionados sobre as razões pelas quais não participavam desses eventos, os alunos responderam que a escola não proporcionava o deslocamento e eles não haviam despertado para a possibilidade.

Figura 5 – Respostas dos alunos, em percentual, sobre os meios usados para obtenção de informações sobre ciência e tecnologia.



Fonte: Dados da pesquisa.

Nota-se que apesar de os alunos não se considerarem bem informados, possivelmente em decorrência da falta de motivação em aprofundar-se na temática, ainda assim estão sendo expostos a essas informações e conhecendo diversas fontes, inclusive reconhecem que a *internet* pode ser utilizada com a finalidade de se aprofundar sobre ciência e tecnologia e não apenas para mídias sociais. O destaque para a reduzida percepção dos alunos de que a escola seja uma fonte de conhecimento científico e tecnológico revela preocupação, pois é mais um indicativo de que a escola precisa mudar a forma de abordar o tema. Afinal, se é importante que o cidadão atual tenha em seu repertório cultural a ciência e a tecnologia, a fim de que esteja preparado para enfrentar dificuldades e solucionar problemas cotidianos relativos às tecnologias, a sua base formativa precisa concorrer para essa finalidade e, portanto, tem urgência a necessidade de se implementarem modificações em nossas práticas pedagógicas nas escolas. Além dos alunos que estão hoje em sala de aula, existe uma boa parte da população que passou pela escola, não frequentou uma universidade e pode não ter uma base científica mínima que permita o exercício de sua cidadania. Inclua-se nessas questões, para se refletir, o fato da preferência dos jovens pela *internet*, uma tecnologia controversa visto que do seu uso advêm riscos e benefícios e um dos riscos aqui envolvidos é a proliferação de fontes de confiabilidade duvidosa.

Perguntamos aos alunos se usavam o conhecimento sobre ciência e tecnologia em sua vida diária, para saber se eles conseguiam associar o conhecimento obtido em situações do cotidiano, e constatamos que 50% dos alunos responderam afirmativamente, enquanto 32% informaram que não usam. Os outros alunos não responderam ou informaram não saber responder. Quando perguntados de que forma usavam esse conhecimento, verificamos uma grande variedade de respostas, como: em casa, no trabalho, na escola e na vida social. As respostas foram genéricas, não permitindo identificar especificamente as formas como o conhecimento era usado pelos alunos. No entanto, as respostas indicam situações promissoras, visto que entendemos que a contextualização estava presente em sala de aula e que os conhecimentos adquiridos estavam sendo levados para a vida diária. Esse cenário nos levou a inquirir aos alunos sobre essa percepção e vários nos informaram que um dos fatores que os auxiliavam a alicerçar a percepção sobre a ciência e a tecnologia era o fato de a professora, durante as aulas, discutir maneiras de aplicar aquele conhecimento no cotidiano. A própria professora nos afirmou que costumava dar ênfase aos conceitos e sempre buscava formas de contextualizar os assuntos, usando principalmente o livro-texto adotado na escola, pois ela sempre cobrava que os alunos o levassem para a escola e tinha como prática discutir os temas iniciando com a leitura compartilhada, tópico a tópico, em sala de aula.

Visando despertar a reflexão sobre as repercussões do desenvolvimento científico nas vidas das pessoas quanto aos produtos resultantes do progresso científico e tecnológico, perguntamos se esses projetos estavam lhe trazendo benefícios e/ou malefícios e pedimos exemplos. É importante ressaltar que foram dois questionamentos em uma mesma pergunta: para benefícios, os alunos poderiam responder sim ou não e para os malefícios, os alunos também poderiam responder sim ou não. Dos 34 alunos, 60% afirmaram que traziam benefícios como o fornecimento de energia, bem-estar, *internet*, medicina, informações e celular, mas 9% informaram que não estavam trazendo benefícios; os 31% restantes não responderam. No que tange ao tópico malefícios, 29% informaram que os produtos traziam malefícios, enquanto 32% afirmaram que os produtos não traziam malefícios enquanto 39% não responderam. O exemplo mais usado para destacar os malefícios foi o celular, sendo citados também as armas e o sedentarismo. Esses resultados revelam que as repercussões da ciência e tecnologia ainda não se configuram em objeto de maiores reflexões pelos alunos, visto que foi uma das perguntas menos

respondidas, e os exemplos apresentados, tanto para malefícios quanto para benefícios, são temas com chances de figurarem entre as reportagens de programas televisivos pois sobre assuntos relacionados à ciência “A área da saúde é, usualmente, a mais abordada pelos telejornais” (CARVALHO, MASSARANI, 2018). Esse resultado é coerente com as respostas anteriores dos alunos, mostrando o pouco interesse pelo tema.

A produção de conhecimento científico e tecnológico atual tem subsídios para resolver muitos problemas da humanidade. Entretanto, estudos mostram que problemas simples como a fome, a falta de moradia e de saneamento básico afligem uma grande parcela da população (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2017; IBGE, 2019) e o número de pessoas passando fome no mundo tem crescido (NAÇÕES UNIDAS BRASIL, 2018). É coerente acreditar que problemas básicos, que se estendem em várias nações, pobres e ricas, já deveriam ter sido sanados se a Ciência e a Tecnologia (C&T) estivessem disponíveis a serviço da humanidade. Há a necessidade de se fomentar a sensibilidade dos indivíduos para entenderem que a C&T deve estar a serviço de proporcionar a melhoria da qualidade de vida da população. Partindo desta questão, intencionando conhecer o ponto de vista dos alunos, perguntamos: “em sua opinião, que benefícios o conhecimento científico e tecnológico deveria lhe proporcionar? E para a sociedade?” Dos 34 participantes, 21% responderam que não sabiam que benefícios deveriam ser proporcionados e 21% não responderam. Os outros 58% dos alunos trouxeram respostas relacionadas a conhecimento e cultura, poucos pensaram em exemplos práticos como para o combate à poluição, citado por um aluno, e para facilitar a vida, citado por outro. Talvez eles ainda não pensem detidamente sobre o assunto, pois na questão anterior eles reconhecem alguns benefícios resultantes do conhecimento C&T e consideram haver poucos malefícios.

A última pergunta do questionário foi relacionada com um dos principais pilares da educação com foco na abordagem CTS: perguntamos aos alunos se eles achavam que deveriam participar das decisões sobre o uso da ciência e da tecnologia no país e pedimos que justificassem a resposta. Dessa maneira, estávamos investigando um possível posicionamento ante os rumos do desenvolvimento científico e tecnológico e a participação da população. Dos 34 alunos, 45% não responderam ou disseram que não sabiam. Cerca de 23% não achavam que deveriam opinar, justificando com respostas como “os especialistas podem decidir”, “não sei nada sobre esse assunto” e “não sei se minha opinião valeria alguma coisa”. Dos 32%

que se manifestaram a favor da participação nas decisões, um dos alunos disse que gostaria muito de participar pois “tem várias ideias com as quais poderia contribuir”. Quatro alunos disseram que aumentariam seu conhecimento e três registraram que é um assunto que interessa e afeta a todos, sendo, portanto, direito da população participar.

As respostas dos alunos se mostram coerentes com os resultados até então obtidos, pois a maioria dos alunos não se sente bem informada sobre o conhecimento científico e tecnológico, possivelmente em razão da falta de interesse para buscar conhecimentos e, na ausência de um conhecimento devidamente sustentado, referenciado, se torna difícil pensar na viabilidade de opinar. Não é imprescindível ter conhecimento aprofundado de um especialista para opinar sobre o uso das tecnologias, a prioridade é levar aos alunos temáticas que os façam refletir sobre questões C&T, provocando discussão relativa a sua própria vida, considerando que o objetivo não é formar cientistas ou especialistas em ciência e tecnologia, mas favorecer o despertar do jovem para que ele enxergue a necessidade de se manter alerta a questões imprescindíveis para sua vida, que se torne um cidadão crítico, capaz de debater e de se posicionar quando em situação que diz respeito ao bem estar da população. Nos dias atuais, faz-se necessário que a escola mantenha o interesse dos alunos sobre as ciências, que os alunos abracem propósitos como criticar produtos resultantes da ciência e tecnologia; indaguem sobre as suas repercussões no meio ambiente e na sociedade; discutam sobre os investimentos do setor; e dialoguem sobre seu uso em favor de toda a população e não apenas de uma minoria. A abordagem CTS pode contribuir para essa mudança, pois tem como objetivo, na educação científica, o “desenvolvimento da capacidade de tomada de decisão na sociedade científica e tecnológica e o desenvolvimento de valores”. (SANTOS, 2011, p. 23).

A pequena parcela, porém, significativa, dos alunos que demonstram sinais de interesse nas questões relacionadas a ciência e tecnologia, em especial sobre a participação da população em decisões sobre a temática, evidencia que os alunos não estão totalmente alheios e que estão dispostos a serem cidadãos responsáveis. Resultados que nos permitem conjecturar que a implementação de atividades na escola que os direcionem para essa reflexão sobre C&T contribuirá para que uma quantidade maior de alunos consolide a noção da importância dessas discussões, no

contexto de valorização desses conhecimentos científico e tecnológico sob o esteio dos pressupostos da abordagem CTS.

5.2 A intervenção pedagógica

Ao longo do primeiro semestre do ano de 2018, preparamos atividades para serem aplicadas com os alunos do terceiro ano da escola CEAG: uma unidade de ensino sobre o tema radioatividade, construída com embasamento no enfoque CTS. No planejamento, visávamos iniciar as atividades na escola no mês de agosto, início do terceiro bimestre escolar. No entanto, no mês de agosto, ao contatar a professora titular das turmas para dar início às atividades, ela informou estar afastada da escola devido a um sério problema nas cordas vocais, problema comum na profissão de professor.

Inicialmente, não cogitamos a possibilidade de mudar de escola, pois estávamos no segundo semestre letivo e identificar outra escola pareceu-nos mais inconveniente. Não esperávamos um período de afastamento tão longo, mas a professora Marta precisou ausentar-se durante os meses de agosto e setembro, o que adiou nossa ida à escola para o mês de outubro, início do quarto bimestre, reduzindo nosso tempo na escola de 100 dias para 50 dias letivos, o correspondente a 30 horas para cada turma.

O começo das atividades no CEAG ocorreu no dia 09 de outubro de 2018, uma terça-feira. As turmas do terceiro ano têm carga horária de 120 horas anuais, distribuída em três aulas por semana e as aulas de Física da professora Marta ocorriam nos dias de terça-feira e sexta-feira. Nas terças-feiras, a turma A tinha o horário das 8h50min às 9h35min e a turma B, os dois últimos horários, das 10h40min às 12h10min. Nas sextas-feiras, a turma B tinha um horário das 8h50min às 9h35min e a turma A os dois últimos horários, das 10h40min às 12h10min.

No primeiro dia, foram realizadas as atividades iniciais da pesquisa – apresentação e explicações sobre o projeto. Esse dia coincidiu com o retorno da professora Marta às atividades em sala de aula, quando ela aproveitou para conversar com a turma e acertar com os alunos as avaliações referentes ao terceiro bimestre, visto que esteve ausente durante quase todo o período, e também informou às turmas que o projeto que aplicaríamos seria referente às atividades e avaliações do quarto bimestre, iniciativa da professora, com a qual concordamos. O conteúdo de Física do terceiro ano também foi retomado do ponto em que parou, e pudemos perceber o

quanto as turmas estavam com o conteúdo atrasado, o que nos levou a refletir sobre os problemas decorrentes desse fato e adotar uma postura não só de pesquisadora, mas também de auxiliar da professora Marta, disponibilizando-nos a ajudá-la com o que fosse necessário para o bom andamento das atividades.

Começamos as atividades pela turma A, onde pudemos fazer nossas primeiras observações. De forma semelhante, atuamos na turma B. Verificamos que ambas as salas possuíam tamanho suficiente para comportar os alunos confortavelmente, continham um quadro branco novo, suas paredes estavam recém pintadas e havia três ventiladores, em cada sala. Janelas grandes com persianas que permaneciam abertas, pois as salas eram quentes e os ventiladores ruidosos, razão pela qual ficavam desligados. Com as persianas abertas, ainda se ouvia o farfalhar da árvore localizada na escola, ruído bem menos incômodo que o dos ventiladores, e as salas adquiriam ar aconchegante, pois pela sua posição no bairro, a escola era um lugar relativamente tranquilo, com pouco barulho externo. As salas de aula eram bem tradicionais, organizadas com mesas e cadeiras dispostas em fileira, uma atrás da outra.

A turma A contava com 17 alunos frequentes, os quais se mostraram respeitosos e calmos no decorrer da pesquisa, com raras situações de indisciplina que foram logo resolvidas. A turma B contava com 25 alunos frequentes que eram mais inquietos, porém respeitosos, comportamento que se mostrou uma regularidade em todo o tempo de aplicação da pesquisa. Consideramos como causa dessa inquietação os horários das aulas, que eram os dois últimos, período em que normalmente os alunos ficam mais dispersos e ansiosos para irem para casa.

5.2.1 Registro das observações

No total, foram quinze dias de convivência com os alunos e demais membros da comunidade escolar, período em que recebemos bom acolhimento e pudemos observar as rotinas e as relações na escola, de modo que saímos nos sentindo parte da comunidade. Por ser uma escola pequena com poucos alunos, os dias corriam serenos, sem grandes incidentes. A escola era mantida limpa, os alunos recebiam merenda escolar, era proibido o uso de celulares em sala de aula, pelas normas da escola respaldada pelo apoio da Secretaria de Educação do Estado, e um dos problemas de maior destaque, enquanto estivemos na escola, era a recorrente

ausência de alguns professores o que para uma escola pequena se tornava um transtorno.

O período destinado à nossa participação na escola foi marcado por atividades do calendário escolar e feriados, o que provocou uma série de dificuldades para realização da intervenção, mas foram adequadamente contornadas, graças em parte a 17 anos de experiência profissional dos quais colhemos subsídios para lidar com vários tipos de problemas. Apesar de um momento inicial de curiosidade e desconfiança, logo nos inserimos na rotina das turmas e da escola, daí considerarmos que foi um período agradável. Para realizar as observações, seguimos um roteiro básico que elaboramos e preenchíamos a cada encontro com a turma, fosse com atividades referentes ao projeto fosse com atividades normais da disciplina.

Como o tempo que teríamos não seria suficiente para fazer avaliações individuais, optamos por realizar uma observação sistemática da turma usando valores em conformidade com os princípios da abordagem CTS: interesse, participação, cooperação, disciplina, integração e respeito. Preparamos um instrumento (Apêndice B) definindo data, turma e atividade realizada, com um quadro apresentando os critérios relatados e a avaliação para aquela data, com quatro valores qualitativos, ruim, regular, bom e muito bom, para ser marcada de acordo com a observação obtida da turma naquele dia, finalizando com um espaço para observações. Ressalte-se que cada critério só era avaliado se estivesse presente na atividade do dia.

Optamos por fazer uma observação sistemática a fim de coletar informações para conhecer os avanços nas aprendizagens dos conteúdos atitudinais, aqueles que podem ser agrupados em valores, atitudes e normas (ZABALA, 1998). Para atividades com enfoque CTS, é importante acompanhar a evolução dos valores e atitudes dos alunos no direcionamento para uma formação cidadã. A partir das avaliações, considerando as atividades que a turma realizou durante o período de nossa permanência em sala de aula – período dedicado às atividades do projeto e dos outros conteúdos da disciplina em função do atraso da programação decorrente da doença da professora titular – fizemos as análises que descrevemos a seguir.

Em sala de aula, durante os encontros com a turma, foram realizadas várias atividades tanto referentes à pesquisa quanto aos conteúdos ministrados pela professora, tais como: preenchimento do questionário prévio, aula expositiva dialogada sobre corrente elétrica, aula expositiva dialogada sobre potência elétrica,

leitura e discussão de texto sobre radioatividade, debate sobre o papel do conhecimento científico no exercício da cidadania, resolução de questões de revisão do exame nacional do Ensino Médio (Enem), correção de questões do “simuladão” da Seduc-MA, aulas com demonstrações experimentais sobre resistores e associação de resistores e os últimos encontros foram destinados à organização de um evento. Essas atividades foram realizadas ora por mim ora pela professora e algumas vezes por nós duas juntas, pois acertamos que distribuiríamos o tempo entre as tarefas do projeto e o conteúdo programado para o bimestre letivo. Como queríamos avaliar o engajamento dos alunos nas diversas atividades realizadas ao longo da intervenção, para fazermos uma comparação entre seu envolvimento antes, durante e depois dela, analisamos essas atividades por quesitos. Nos quesitos interesse e participação, a turma A teve bom desempenho em atividades de resolução de questões teóricas de múltipla escolha sobre assuntos diversos da Física, demonstrações experimentais, com materiais levados por nós para auxiliar nas aulas da professora Marta, e houve um significativo interesse, por parte da maioria dos alunos, nas atividades relacionadas à I Mostra Científica e Tecnológica do CEAG (I MOCITEC), um evento de divulgação científica, organizado em conjunto com os alunos, referente ao encerramento da nossa intervenção. As tarefas relacionadas à preparação e apresentação da MOCITEC foram elaboradas visando o desenvolvimento de conhecimentos, habilidades e valores indicados pela abordagem CTS. A turma B foi bem nas demonstrações experimentais e debates, apresentando um bom desempenho nas atividades da referida MOCITEC.

Ao longo das observações, percebemos que na turma A existia convivência tranquila e havia bastante respeito dos alunos entre si e com a professora, apesar de aparente pouca integração, pois durante as aulas normalmente se mantinham distantes uns dos outros, o que também não facilitava a avaliação da cooperação já que não houve outra oportunidade além da MOCITEC, momento em que a turma se superou e obteve um ótimo desempenho em todos esses quesitos. Na turma B, os alunos também tratavam a professora de forma cortês e respeitavam-se, apesar das diferenças e dos diversos confrontos que presenciamos, resultantes das divergências políticas entre eles, pois era época de eleição para presidente da República do Brasil e os alunos estavam polarizados entre os dois candidatos em disputa. Contribuíam para os posicionamentos divergentes, as aulas ministradas no horário anterior ao de Física, em que o professor provocava um debate que inflamava os ânimos e era

necessário algum tempo até os alunos se acalmarem. A turma B apresentava uma integração regular pois os alunos se dividiam por setores, sempre perto das mesmas pessoas, sem interagir muito entre si e, quanto à cooperação, sem oportunidades para avaliar. Em relação ao critério integração, a MOCITEC foi essencial para oportunizar essa experiência aos alunos, e pudemos perceber um pequeno ganho na integração, pois os alunos precisaram trabalhar em equipe, vivenciando a colaboração e tendo que interagir com outros colegas, além dos pertencentes aos seus grupos, mantendo-se o nível de respeito.

Apesar das dificuldades, nossa experiência profissional em sala de aula e olhar apurado na observação dos alunos permitiram-nos fazer uma avaliação criteriosa dos participantes da pesquisa. A observação foi muito útil na avaliação da evolução dos alunos, principalmente em relação ao uso de habilidades e ao desenvolvimento de valores, quesitos qualitativos. É no dia a dia em sala de aula, observando o desempenho e comportamento dos alunos nas realizações das atividades propostas e no tratamento de um com o outro, por exemplo, que conseguimos perceber a evolução. A observação requer maior aproximação entre professores e alunos, de forma a estreitar os laços e permitir que todos se conheçam melhor.

5.2.2 A I Mostra Científica e Tecnológica do CEAG

Para a execução da intervenção, evidenciamos: o reduzido tempo disponível para a realização, em decorrência do afastamento por doença da professora titular; problemas de déficit de conteúdo – pois, apesar de a radioatividade estar no conteúdo programático estabelecido pela Secretaria de Educação (SEDUC), muitos outros assuntos não foram discutidos; e o calendário apertado do 4º. bimestre com diversos feriados e atividades na programação impuseram mudanças no plano da intervenção.

Logo nas primeiras semanas de outubro, discutimos com a professora Marta sobre a melhor forma de ajudá-la e de minimizar os problemas que se estendiam às turmas de primeiro e de segundo ano. Informamos que a pesquisa estava planejada, mas que seu maior objetivo era proporcionar uma intervenção positiva na escola. Após muitas conversas, surgiu a ideia de realizar um evento de caráter científico na escola. O evento revelou-se como opção, considerando que: a escola não possuía laboratório de ciências, o que dificultava a realização de demonstrações experimentais; os alunos do ano letivo de 2018, de todas as séries, não haviam participado de evento algum

dessa natureza, nem na escola, nem fora dela; e os alunos, em sua maioria, acharam uma ideia muito interessante, apesar de se mostrarem preocupados com as tarefas que seriam propostas para eles. A partir desse momento, embora o público alvo da pesquisa tenha sido o terceiro ano, todas as turmas foram inseridas no evento. Contudo, só foram analisadas as atividades referentes aos sujeitos delimitados na pesquisa.

De acordo com as condições que tínhamos, notadamente o tempo disponível, eu e a professora titular partimos para a elaboração do evento, definindo nome para o evento, objetivo e os temas a serem desenvolvidos em cada turma. O planejamento ocorreu durante as duas últimas semanas de outubro. Como pensamos em um evento para divulgação de conhecimento científico e tecnológico e a escola não possuía um evento desses em seu calendário, definimos que o nome seria I Mostra de Ciência e Tecnologia do CEAG (I MOCITEC CEAG – Ciência para a cidadania). A ideia era que a partir do título, as turmas associassem conhecimento científico e tecnológico com o exercício da cidadania, e definimos como objetivo do evento: propiciar a educação científica da comunidade escolar por meio do compartilhamento de informações sobre temas científicos presentes em nosso cotidiano.

Paralelamente ao planejamento, iniciamos a divulgação, informando à diretora que não apenas concordou, mas também elaborou um cartaz para contribuir com a divulgação. Os alunos e todos os professores foram informados e convidados, mas nenhum professor quis aderir ao projeto de maneira ostensiva, embora alguns tenham se comprometido a assistir e a usar o projeto como uma avaliação, o que nos deixou satisfeitas pela disposição apresentada.

Em relação às turmas do terceiro ano, realizamos uma sequência de atividades que culminaram com a realização do evento que teve como objetivo despertar nos alunos o entendimento da utilidade da ciência para o exercício da cidadania, usando nesse caso o tema radioatividade. A primeira atividade foi analisar as respostas dadas pelos alunos ao questionário sobre seus conhecimentos prévios relativos à temática radioatividade e ao posicionamento que tinham em relação aos produtos resultantes do conhecimento científico e tecnológico. Em seguida, a partir dos resultados do questionário, promovemos um debate esclarecendo o papel do conhecimento científico e tecnológico na formação do cidadão do século XXI. Realizamos uma aula dialogada revisando os conceitos iniciais de radioatividade que já haviam sido ministrados pela professora titular. Os últimos encontros foram para a

preparação do evento, desde a organização das equipes até reuniões de ajustamento chegando ao evento propriamente dito e concluindo com sua avaliação. A avaliação ocorreu por meio de observação durante todas as atividades. O cronograma das atividades com os respectivos objetivos, desenvolvidos durante a intervenção, estão descritos no Quadro 2.

Quadro 2 – Sequência de atividades aplicadas durante a intervenção.

ATIVIDADE	OBJETIVOS	TEMPO
Aplicação de questionário de conhecimentos prévios	- Verificar as percepções iniciais dos alunos sobre radioatividade; - Identificar o posicionamento dos alunos sobre o conhecimento e uso das informações científicas como ferramenta de participação social ativa.	1 horário
Debate	- Compreender o papel do conhecimento científico e tecnológico no mundo atual; - Reconhecer a importância do conhecimento científico e tecnológico para o cidadão.	1 horário
Aula dialogada	- Conhecer a radioatividade e principais conceitos relacionados a ela.	1 horário
Definição das tarefas para o evento	- Entender as atividades relacionadas à preparação e realização do evento.	1 horário
Reuniões com as equipes	- Ajustar as tarefas a serem realizadas no evento.	3 horários (20 min em cada horário)
Realização do evento	- Apresentar as tarefas realizadas.	6 horários
Avaliação final	- Diagnosticar a aprendizagem	3 horários

Fonte: Dados da pesquisa.

A partir dos dados coletados com o questionário e da observação, constatamos que os principais embaraços dos alunos se concentravam em dificuldades para o uso de habilidades e para prática de valores pessoais de cidadania e, refletindo sobre esses problemas, lembramos nossa trajetória profissional e os bons resultados obtidos, nos quesitos habilidades e valores, ao promover a colaboração/cooperação entre os alunos por meio da realização de eventos de cunho

científico e tecnológico em nosso ambiente de trabalho. Então, consideramos o evento como a melhor maneira de trabalhar conceitos, habilidades e valores, de acordo com os princípios da abordagem CTS. Para realização do evento, partimos do tema radioatividade, estabelecemos os subtemas e fizemos um sorteio para definição de quais subtemas seriam apresentados por cada turma. Para a turma A, foram destinados “tecnologias radioativas na medicina, na indústria, na agricultura e na produção de energia elétrica”, e para a turma B, os subtemas “bomba atômica e acidentes nucleares em Chernobyl, Goiânia e Fukushima”. A escolha dos subtemas visou ressaltar os diferentes usos da tecnologia radioativa, mostrando riscos e benefícios de uma forma necessariamente contextualizada.

Ao conceber o evento, eu e a professora Marta buscamos um formato que atendesse às seguintes expectativas: (i) envolvimento da maior quantidade possível de alunos com tarefas diversificadas e concordância com os objetivos da abordagem CTS; e (ii) aquisição de conhecimentos, uso de habilidades e desenvolvimento de valores. Entre os conhecimentos e habilidades desenvolvidos durante as atividades, destacamos: comunicação escrita e oral; aprendizado colaborativo/cooperativo; responsabilidade social; e posicionamento como exercício da cidadania. Com relação a valores, destacamos o respeito ao próximo, a consciência do compromisso social e a generosidade.

Na estruturação do evento, estabelecemos que cada uma das duas turmas do terceiro ano deveria se organizar, em grupos, para realizar as seguintes tarefas: apresentação dos conteúdos; organização do evento; cobertura do evento; criação de mídia; e avaliação do evento. Na turma A, 17 alunos participaram do evento, na turma B, 22 alunos participaram. Para a cobertura, foram destacados dois alunos de cada turma, para as tarefas de criação de mídia um aluno de cada turma, assim como para a tarefa de avaliação foram designados um aluno de cada turma, os alunos restantes foram distribuídos entre apresentação e organização do evento.

As tarefas a serem realizadas foram definidas em cinco tipos de grupos: (1) Equipe de organização – possuía a maior quantidade de tarefas e foi incumbida de preparar a parte estrutural do evento e manter a ordem na escola e nas atividades. As principais atividades foram: organização e limpeza do espaço, do início ao final do evento; coordenar a disciplina dos alunos; checar se todos os materiais necessários para o andamento das atividades do evento estavam disponíveis e prontos; e controlar o horário e tempo das apresentações; (2) Equipes de apresentação – as equipes

deveriam expor seus trabalhos para os participantes do evento no tempo máximo de dez minutos, podendo fazer uso de *slides* ou de vídeo, trazendo informações úteis e importantes sobre os temas sugeridos; (3) Equipe de mídia – deveria criar um veículo de informações que atendesse à escola com o objetivo de mantê-la informada sobre o desenvolvimento científico e tecnológico, iniciando pelos assuntos apresentados no evento, levando em consideração a perspectiva de incentivar a comunidade escolar para o exercício da cidadania; (4) Equipe de cobertura – deveria filmar os bastidores, a organização e a realização do evento, entrevistando os participantes, tirando fotos e finalizando com a entrega desses materiais editados para a coordenação, composta pela pesquisadora e pela professora Marta; e (5) Equipe de avaliação – deveria acompanhar a organização e as apresentações do evento, pois ao final deveriam elaborar e entregar um relatório sobre o evento, contendo: um resumo das atividades de preparação das equipes com possíveis observações sobre a participação dos integrantes; os principais problemas enfrentados pelas equipes de sua turma e justificativas; o desempenho das equipes no dia do evento; os pontos positivos e negativos do evento; e sugestões para eventos futuros.

A realização do evento foi pensada cuidadosamente para atender às necessidades da escola e dos alunos, colocando os alunos como protagonistas nas várias etapas do evento, desde a organização, passando pela produção, à avaliação, respeitando os limites dos alunos, mas no intuito de proporcionar experiências desafiadoras que lhes permitissem a superação de si próprios, melhorando a autoestima, aumentando a confiança e o próprio potencial em cada um, tendo o auxílio e orientação da pesquisadora e da professora Marta.

Foram criadas, pela pesquisadora e pela professora Marta, fichas utilizadas nas várias etapas do evento, desde a listagem das tarefas de cada equipe até fichas de avaliação de desempenho delas. No Apêndice C, está disponível o modelo de ficha de orientação para as equipes; no Apêndice D, o modelo de ficha produzida para a equipe de avaliação elaborar o relatório; e no Apêndice E, as fichas de avaliação de desempenho disponibilizadas aos jurados durante as apresentações realizadas no evento. Ressaltamos que a equipe de avaliação do evento tinha como tarefa acompanhar as outras equipes da turma e relatar o processo de preparação e performance de cada equipe, e os jurados deveriam avaliar as apresentações, de acordo com os critérios estabelecidos que acompanham as fichas no Apêndice E e atribuir uma nota à apresentação. Todos os materiais produzidos para a realização do

evento constituirão parte da unidade de estratégias de ensino fundamentada na elaboração de eventos – elaborada após o evento –, que será disponibilizada, como fonte de consulta, para professores e para os que tenham interesse em realizar atividades dessa natureza.

Cada equipe recebeu, em papel impresso, o detalhamento de suas tarefas e foram realizadas reuniões com as turmas para esclarecimento de dúvidas sobre a dinâmica do evento. Outras reuniões foram realizadas com algumas equipes, principalmente com a de organização para que no dia do evento houvesse a menor ocorrência possível de problemas, visto que toda a organização estrutural seria de incumbência das equipes de organização e era necessário que houvesse o alinhamento entre os participantes. O dia do evento demorou a ser definido por causa do calendário da escola que estava sendo ajustado, mas foi realizado no dia 30 de novembro de 2018, último dia de atividades avaliativas do quarto bimestre da escola.

Conforme programado, o evento envolveu toda a comunidade escolar, que participou e colaborou. Nesse dia, os trabalhos começaram cedo. A equipe de organização foi pontual, estava vestida de preto para se distinguir das outras equipes, e, de posse de um *checklist* recebido, estavam prontos para cumprir com as tarefas planejadas. Realizado nos espaços organizados conforme o plano inicial, o evento começou com um atraso de 40 minutos, mas terminou no horário estabelecido.

Com toda comunidade da escola envolvida, o evento foi realizado no pátio, obedecendo ao cronograma elaborado, com ressalva ao horário de início. As turmas de primeiro e segundo ano apresentaram caracterizações, vídeos e experimentos. O grupo de Robótica do Liceu Maranhense, escola pública estadual de Ensino Médio, localizada no Centro de São Luís, compareceu ao evento como convidados, levando circuitos robóticos para apresentar aos participantes, dois representantes do Secretário de Educação do Estado prestigiaram o evento e quatro alunos do curso de Física da UFMA, integrantes do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), participaram como jurados das apresentações. Os professores da escola que estavam presentes agradeceram a participação dos bolsistas, pois assim poderiam assistir aos trabalhos sem estarem no papel de jurados. A programação iniciou com a abertura, foi seguida pela apresentação dos trabalhos ao vivo ou em forma de vídeos, pelas equipes do primeiro, segundo e terceiro anos. Toda a programação, da forma como foi realizada, está disponível no Apêndice C.

Considerando os sujeitos da pesquisa, foram analisadas somente as produções dos alunos do terceiro ano. A pesquisadora informou aos alunos sobre o trabalho que fariam, explicando que deveriam preparar as apresentações com o intuito de informar a comunidade escolar, com informações diretas, expostas de maneira simples, e que ficaria a critério de cada turma a forma de apresentação. Ao longo do processo de planejamento, foram revisados com as turmas os conceitos iniciais de radioatividade e abordados aspectos controversos das tecnologias, frisando que elas não são neutras. O compromisso das tecnologias com a sociedade deve ser estabelecido antes do desenvolvimento delas, definindo qual será o uso, pois poderão ser desenvolvidas para benefícios ou para malefícios da sociedade, como quando aplicadas para um diagnóstico médico (Raios X) ou para dizimar uma população inteira (bomba atômica). No caso particular das tecnologias envolvendo radioatividade, mesmo quando elas são desenvolvidas para benefícios da população, como é o caso dos Raios X, os riscos estão intrínsecos nelas, o que requer especial atenção no uso. Os riscos aumentam quando o uso frequente dessas tecnologias é feito por uma população que desconhece seus perigos, descuidando do uso, como expor-se aos Raios X sem proteção ao corpo ou sendo induzida a usá-los inadequadamente (submeter-se à dosagem de radioatividade além do recomendado), por isso, os alunos precisavam estar atentos a essas particularidades.

Nas apresentações, a turma A exibiu um vídeo no formato telejornal, com assuntos sobre medicina nuclear e radioatividade na indústria e na agricultura, revelando interesse da comunidade e foi a apresentação mais elogiada pelo público presente. O tema “uso da energia nuclear para produção de energia elétrica” designado para a turma não foi abordado, apesar de ter sido chamado na abertura do jornal. A turma B iniciou a apresentação exibindo um vídeo editado com o tema bomba atômica, mostrando os bombardeios de Hiroshima e Nagasaki. Em seguida, usando *slides*, apresentou a história do acidente nuclear em Chernobyl e sua repercussão na vida dos moradores locais. Concluíram a apresentação falando sobre os problemas desencadeados a partir dos acidentes de Goiânia e Fukushima, dando destaque para a reflexão das repercussões socioeconômicas, resultantes do desconhecimento e preconceito vigentes na época do acidente de Goiânia.

Após as apresentações dos alunos do terceiro ano, o evento teve continuidade com demonstrações experimentais de temáticas da Física, realizadas pelos alunos do primeiro e do segundo ano do CEAG, seguidas por demonstrações

de experimentos de Robótica Educacional realizados pelo grupo convidado de Robótica, com alunos do Liceu Maranhense. A mostra experimental foi festejada e prestigiada pela comunidade escolar. Ao finalizar o evento, a diretora da escola fez um discurso de agradecimento e reconhecimento para todos os participantes, elogiando os conteúdos apresentados e destacando o trabalho da equipe de organização.

5.2.3 Análise das produções das equipes e do evento

Em uma pesquisa, a análise dos dados coletados deve trazer respostas às questões norteadoras, com vistas a alcançar os objetivos propostos. Com esse intuito, analisamos o desempenho das equipes do terceiro ano em todas as atividades envolvidas, tendo como principal referência o cumprimento das diversificadas tarefas atribuídas a cada equipe.

A equipe de organização foi a que teve a maior quantidade de tarefas, de modo que os alunos que a escolheram pressupondo alguma facilidade surpreenderam-se, mas isso não os impediu de realizarem as tarefas com eficácia. As tarefas a eles designadas exigiram, no quesito conhecimentos e habilidades: tomada de decisão; aprendizado colaborativo/cooperativo; e responsabilidade. Os alunos tiveram que aprender a dividir atribuições para evitar sobrecargas, a trabalhar juntos com um objetivo comum, a tomar decisões para que o evento fosse o mais eficiente possível e precisaram opinar em vários momentos, tendo sido bem sucedidos em suas tarefas, demonstrando, ainda, valores tais como fraternidade, reciprocidade e respeito. Desentendimentos e discordâncias pontuais ocorreram, mas foram irrelevantes e o desempenho geral dos alunos, digno de elogios, forneceu evidência suficiente de que houve uma evolução em seus conteúdos atitudinais.

Finalizados os trabalhos das equipes no evento, a equipe de organização foi reconhecida pelas atitudes, por ter realizado as tarefas com responsabilidade, zelo e celeridade. A diretora da escola demonstrou reconhecimento especial para a equipe, dirigindo-se a eles com as palavras: “Chamo agora todos os alunos vestidos de preto para estarem aqui na frente”. Após a chegada de todos, continuou: “Quero dar os meus parabéns para esses meninos que fizeram um ótimo trabalho, me surpreenderam, palmas para todos”. Nessa equipe, ficaram muitos alunos que pareciam não estar dispostos a participar das atividades da pesquisa. No entanto, eles

desempenharam as tarefas muito bem, mantendo atenção e respeito admiráveis, durante a realização das atividades que lhes foram designadas.

As tarefas da equipe de cobertura, composta por poucos alunos, com o objetivo de promover conhecimentos e habilidades direcionados à comunicação, foram as seguintes: filmar, entrevistar e editar vídeos. Embora o desempenho não tenha sido dos melhores, considerando que houve duas inadequações – a disponibilização de um vídeo em desacordo com as recomendações e a ausência de entrega do vídeo por uma turma – destacou-se o fato de a equipe ter sido autorizada a usar o aparelho celular, recurso proibido na escola, oportunizando a reflexão sobre a possibilidade de uso do aparelho como um aliado do professor em suas atividades.

As equipes de apresentação foram bem-sucedidas, expuseram os assuntos de forma clara e objetiva. Cada turma se destacou em alguns pontos: a turma A optou por produzir um jornal, chamado “Jornal Radional” que ficou bem elaborado, e mesmo na ausência de algum conteúdo, como foi relatado anteriormente, apresentou boa qualidade técnica, roteiro coeso, conteúdo pertinente, bem construído e contou com a participação de quase todos os alunos da turma. Constatamos que houve o desenvolvimento de conhecimentos técnicos, de pesquisa, de comunicação, edição, e de valores como solidariedade, fraternidade e reciprocidade, de modo que mesmo os alunos da turma estando distribuídos em grupos diversos, durante a elaboração do vídeo houve iniciativa e disponibilidade para ajudar a equipe na realização da tarefa, levando em conta também o fato de que embora poucos alunos tenham se disponibilizado a integrar a equipe de apresentação, os alunos majoritariamente deram contribuições. Identificamos indícios de evolução em seus posicionamentos logo quando apresentaram a primeira reportagem do jornal, relativa a uma campanha orquestrada pelos alunos do CEAG intitulada “Você sabia!?” cujo objetivo seria conscientizar a população dos benefícios e malefícios da radioatividade, e a partir da qual são mostradas as tecnologias resultantes da aplicação do fenômeno radioativo. As reportagens sobre tecnologias radioativas apresentaram a medicina nuclear, a conservação de alimentos pelo uso da radiação e aplicações de tecnologias radioativas no processo de controle de qualidade de peças metálicas, a exemplo das peças de aviões. As reportagens com uso de fragmentos de vídeos da *internet* e com vídeos preparados pelos próprios alunos trouxeram informações com uma linguagem simples, porém correta conceitualmente, o que evidenciou evolução nos conceitos referentes à radioatividade, bem como o esforço dedicado para realização de

pesquisa e no tratamento das informações, as quais foram apresentadas no formato de entrevista com um especialista, com os próprios alunos encenando a repórter e o especialista.

Primeiramente, no jornal, a repórter entrevista um agricultor e lhe pergunta de que forma o uso da radiação contribui com a conservação de alimentos e, em sua resposta, destacamos as seguintes falas:

- A radiação nos alimentos vai diminuir a quantidade de fungos e bactérias aumentando seu tempo de conservação.
- A radiação altera a estrutura molecular das frutas e legumes e isso inibe a maturação.

A próxima especialista, intitulada de especialista em radiação nas indústrias, ao ser indagada pela repórter sobre a forma como a radiação é usada nas indústrias, apresenta em sua resposta as informações:

- No controle de qualidade de peças metálicas é usada a gamografia para verificar se há defeitos ou rachaduras no corpo das peças dos mais variados automotivos.
- Os radioisótopos são usados para rastrear a existência de vazamentos em tubulações de água.

A turma B optou por fazer apresentações de formas diferenciadas. Iniciaram apresentando a bomba atômica com a reprodução de trecho de um vídeo do *YouTube*, editado, informando sobre a invenção da bomba atômica e o lançamento das bombas em Hiroshima e Nagasaki. Chernobyl foi apresentado por meio de *slides*. Uma aluna narrou pontos importantes do acidente, desde os eventos desencadeadores até a movimentação dos moradores da cidade de Pripyat, que foram obrigados a evacuar sem muita compreensão do que estava acontecendo. Da sua fala mais dedicada ao relato dos fatos do evento, podemos destacar as seguintes opiniões emitidas:

- O acidente de Chernobyl parece ter sido resultado de descuido dos trabalhadores.
- Chernobyl é um exemplo do alcance social e ambiental de um acidente com radioatividade.

Por último, foram narrados os acidentes de Fukushima e Goiânia, com destaque para o acidente com o césio 137, sobre o qual a equipe, constituída por cinco alunos (Figura 6), chamou a atenção para os problemas enfrentados pelos envolvidos, principalmente em razão do desconhecimento da radioatividade e do

preconceito estabelecido contra os goianos, após o acidente. A seguir, trazemos algumas opiniões emitidas pela equipe:

- O problema de Goiânia aconteceu porque os catadores não conheciam aquele pó e não achavam que aquela coisa bonita e brilhante fosse perigosa.
- Na época do acidente de Goiânia, parece que os encarregados não sabiam muito o que fazer.
- As pessoas que estavam por perto da região de exposição, além de todo trauma e preocupação, ainda sofreram com o preconceito e ignorância dos outros.

A turma revelou bom desempenho, com os alunos vencendo a insegurança e a timidez, expondo-se perante a escola e conseguindo bom resultado com as apresentações. Essa equipe mostrou o desenvolvimento na comunicação oral, na responsabilidade social, no exercício da cidadania, e valores como solidariedade e generosidade com os colegas mais tímidos.

Nas apresentações da turma B, foi mais fácil identificar indícios de uma evolução no posicionamento em relação ao desenvolvimento científico e tecnológico, visto que os grupos optaram por uma descrição dos fatos sendo finalizada com provocações do líder da equipe referentes às causas e repercussões dos acidentes. Dentre suas provocações, o líder destacou para a plateia a necessidade de as pessoas buscarem informações para não estarem vulneráveis a acidentes nucleares além de dizer que pessoas mais bem informadas podem estar melhor preparadas para lidar com pessoas envolvidas em acidentes nucleares e tratá-las com menos medo e preconceito, evitando que se repita o que houve em Goiânia.

Figura 6 – Foto da Equipe de apresentação da turma B.



Fonte: Arquivo pessoal da pesquisadora.

A equipe de mídia elaborou um jornal eletrônico para a escola, usando o *Facebook* como plataforma (Figura 7). Nessa atividade, houve a necessidade de resolver conflitos quando as duas turmas, que tinham atritos entre si, precisaram definir a mídia a ser usada e trabalhar juntos em sua confecção. Além dos conhecimentos técnicos envolvidos, tivemos aqui a promoção do respeito ao próximo, tolerância e aprendizado colaborativo, produzindo um resultado satisfatório. Nesse quesito, criação do jornal, não houve a receptividade esperada, mas, o projeto de jornal iniciado ficou de legado para a escola, para o caso de algum outro aluno dar continuidade às postagens.

Figura 7 – Abertura do Jornal Radional da turma A.



Fonte: Arquivo pessoal da pesquisadora.

Por último, a equipe de avaliação teve a tarefa de acompanhar o desempenho das equipes e preparar um relatório sobre esse desempenho, incluindo as impressões dos alunos da turma sobre o evento. Para facilitar a tarefa, elaboramos uma série de fichas de avaliação para que eles precisassem somente preenchê-las. Com essa atribuição, os alunos estariam desenvolvendo comunicação escrita, aprendizado cooperativo, reciprocidade, generosidade e respeito ao próximo. As equipes realizaram a tarefa com correção e disponibilizaram o produto no prazo estipulado.

Após a realização do evento, colhemos depoimentos de professores e alunos do terceiro ano sobre as suas impressões em relação ao evento. E embora houvesse poucos professores presentes, fato que atribuímos sobretudo ao momento de finalização das avaliações do bimestre e das correspondentes obrigações envolvidas,

os que compareceram manifestaram satisfação por assistirem ao evento e ainda contribuíram com as suas impressões, que relatamos a seguir:

Me surpreendi. Não esperava um resultado tão bom. Todos estão de parabéns! Só lamento não ter mais professores aqui. (Diretora)

Fiquei tão feliz com esse trabalho. É assim que gosto de ver os alunos. Foi tão legal! Ano que vem vou organizar e convidar outros professores. (Professora participante)

Que trabalho bom! Vou aproveitar para usar como uma nota pra [sic] fechar o bimestre. (Professora A - Artes)

Os alunos estavam agitados, mas felizes e orgulhosos de si mesmos, dos resultados que obtiveram e do reconhecimento dos professores. Trouxemos as falas de dois alunos, expressas no dia do evento: o aluno A era um questionador e defensor de política e sempre entrava em atrito com seus colegas pela defesa de seu posicionamento político, inteligente, porém com uma postura, na maior parte do tempo, desdenhosa, comentou o evento: “Gostei do dia de hoje. Foi realmente legal!”. Enquanto a aluna B, tímida e de pouca interação, conseguiu manifestar sua opinião: “Foi muito bom e me incentivou a estudar mais. Aprendi mais, assim”. Duas situações que consideramos indicativos do êxito da atividade.

Convidamos dois alunos, C e D, a escreverem depoimentos fazendo uma avaliação detalhada do evento, que foram escolhidos pela disposição e boa vontade em colaborar. Suas declarações seguem abaixo transcritas:

A divulgação científica nas escolas é uma das melhores maneiras de a população tomar conhecimento dos benefícios que a ciência tem para oferecer e de quebrar mitos e barreiras impostas pela falta de conhecimento. Os pontos positivos de se fazer esse tipo de trabalho nas escolas: é uma excelente maneira de informar os alunos de que a ciência tem muitos benefícios quando utilizada de forma correta. Os pontos negativos é que essa forma de divulgação não tem o apoio necessário para se fazer ser ouvida por um público mais amplo. A divulgação tecnológica e científica nas escolas é uma excelente maneira de fazer com que os alunos saiam um pouco da rotina monótona da sala de aula e tenham contato com o mundo magnífico que é a ciência. Na minha opinião, é sensacional você apresentar um trabalho de divulgação científica para toda uma escola e sentir por um momento que você está fazendo a diferença, como disse um dos maiores divulgadores da ciência Carl Sagan, ao invés de praguejar contra a escuridão, acenda uma vela. Para mim, a divulgação científica é uma vela em meio a um mundo repleto de escuridão. (Aluno C)

O trabalho foi ótimo, vendo a grande maioria dos alunos trabalhando com vontade pra [sic] fazer o seu melhor, e o assunto foi bastante interessante despertando curiosidades pra adquirir mais conhecimento [pontos positivos]. O normal de toda escola é ter alunos que não se interessa [sic], falta de companheirismo porque fulano não gosta ciclano enfim [pontos negativos]. Nossa!, foi bastante tenso até porque eu sou um pouco tímida. Eu pensei que ia apresentar em grupo mas ã [sic] foi bem assim, pois meu grupo me abandonou e eu fiquei bastante nervosa pra [sic] falar de um assunto no qual eu já tinha um certo conhecimento não só pra escola, para convidados da diretora e professores. Mas ocorreu tudo bem, apresentei sozinha e tive uma nota boa [sobre a apresentação]. (Aluna D)

Perguntamos para a aluna D sobre a avaliação do evento: “É uma boa forma de avaliar?”, e recebemos como resposta: “Muito melhor até porque faz com que o aluno se desempenhe mais, dá uma pressão positiva pro [sic] aluno. A palavra certa acho que seria estimular e não fica sendo sempre uma coisa monótona”. Perguntamos: “Esse formato de aprendizagem e avaliação é mais interessante?”, e a resposta foi: “Sim, bastante, porque estimula e causa curiosidades, eu pelo menos fiquei bastante interessada e é um assunto bastante interessante pra [sic] se ter conhecimento.” (Aluna D).

Os depoimentos dos discentes foram esclarecedores sobre o possível impacto da realização do evento sobre os alunos. As poucas avaliações negativas se resumiram a reclamações sobre a organização e sobre alunos que não ajudaram ou que estavam atrapalhando, embora de forma não significativa.

Em última instância, considerando todos os conteúdos envolvidos nos processos de elaboração e de realização do evento e na participação dos alunos, concluímos que houve indícios de evolução nos aspectos conceituais, de habilidades e atitudinais dos alunos destacados pela abordagem CTS, nas tarefas com as quais os envoltimentos foram majoritários.

Fazemos um paralelo dos aspectos destacados pela abordagem CTS com algumas das competências estabelecidas na BNCC e discutidas no Movimento pela Base Nacional Comum (2018, p. 5) a fim de apresentar habilidades desenvolvidas, durante a aplicação da intervenção, necessárias à promoção das competências básicas. Começando pela competência básica “conhecimento”, ainda precisa ser reconhecida por alguns alunos como importante de ser aprendida para serem capazes de avaliar a pertinência e a confiabilidade de fontes de informação, bem como demonstrar autonomia para aprender. Para a apresentação do trabalho, os alunos do CEAG, sob nossa supervisão, fizeram todo o trabalho de coleta e de preparação do

material de apresentação. Fizeram a busca, seleção e organização das informações a serem apresentadas para a comunidade escolar.

Em relação à competência básica “comunicação”, os alunos tiveram que entender e analisar as informações selecionadas e apresentá-las para a comunidade escolar por meio de vídeos e apresentações ao vivo, de forma coerente e encadeada, transmitindo as informações para seus colegas. Enquanto na competência “empatia e colaboração”, os alunos precisaram colocar de lado as desavenças e trabalhar em equipe para a construção do evento. Precisaram dialogar e cooperar, unir-se em prol de um objetivo comum e foram exitosos no trabalho.

Na competência “responsabilidade e cidadania”, os alunos foram incentivados a construir um evento científico que colaborasse com o processo de divulgação científica, preparando informações que fossem úteis de uma maneira que pudesse atingir a comunidade escolar, plantando a semente da curiosidade e da reflexão, para perceber que as tecnologias podem ser nossas aliadas ou também podem nos trazer problemas, dependendo do direcionamento de seu uso. Eles foram levados a perceber a responsabilidade de disseminar o conhecimento que adquirirem para ajudar a minimizar a ignorância sobre a ciência e a tecnologia que ainda está presente em boa parte da população. E tiveram ainda a oportunidade de refletir sobre as consequências de agir em situações de desconhecimento sobre a ciência e a tecnologia, como no caso do acidente nuclear de Goiânia.

Embora com dificuldades e limitações, constatamos que a realização de um evento científico e tecnológico na escola possui elementos para promover a evolução tanto nas concepções conceituais dos alunos sobre os conteúdos científicos e tecnológicos, nesse caso sobre a radioatividade, quanto na percepção da importância desses conhecimentos no exercício da cidadania. O evento científico é capaz de propiciar experiências que colocam o aluno em uma postura ativa e têm o potencial de aproximar professores e alunos, promovendo a integração e a cooperação, no ensino e na aprendizagem.

As observações e constatações resultantes da realização da prática pedagógica analisada, ao término desta pesquisa, constituem a razão pela qual sentimo-nos motivados a compartilhar as experiências e os conhecimentos colhidos ao longo dessa jornada com os colegas professores do Ensino Médio, para que também tenham o ensejo de vivenciarem práticas com perspectiva de eficácia, a partir de uma proposta didática que promova evolução de seus alunos.

A construção da unidade de estratégias de ensino fundamentada na elaboração de eventos, como resultado da prática que realizamos neste estudo, tem como propósito apresentá-la para professores de Ciências do Ensino Médio como uma possibilidade de atividade que pode ser composta de diversos tipos de ações – para implementação por um ou mais professores, de forma interdisciplinar – para fomentar a aquisição de conhecimentos, o uso de habilidades e o desenvolvimento de valores e princípios da abordagem CTS, que acreditamos propiciar um ensino de ciências mais adequado às necessidades de formação do cidadão dos tempos atuais.

Disposta no Apêndice G, a “unidade de estratégias de ensino fundamentada na elaboração de eventos” foi proposta como sugestão de material para apoio aos professores que tenham a intenção de realizar atividades com seus alunos para promover uma formação cidadã, produto que aqui trazemos em razão de nossa convicção de que a realização de eventos científicos na escola não somente é possível, mas também contribui sobremaneira para a promoção de conhecimentos, habilidades e atitudes, ao permitir que os alunos atuem como sujeitos ativos em todas as fases do processo, desde o planejamento até a avaliação dos resultados, revelando-se como uma estratégia de ensino motivadora com múltiplas possibilidades de aprendizagem.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os produtos advindos do desenvolvimento científico e tecnológico estão modificando as relações sociais e de trabalho dos indivíduos, promovendo benefícios, mas também, muitas vezes, expondo a população a situações de riscos sem que ela tenha conhecimento ou consciência dos riscos. No mundo atual, onde a ciência e a tecnologia são partes intrínsecas da sociedade, os indivíduos precisam estar informados e reconhecerem a importância de ter conhecimento sobre elas para participar de decisões de cunho científico e tecnológico que possam impactar suas vidas, evitando o uso de produtos que causem ameaças à saúde e à qualidade de vida da população. A busca por esse conhecimento, que deve fazer parte de reflexão permanente dos indivíduos, precisa ser incentivada na escola, com ênfase nas aulas de Ciências.

Este trabalho envolve uma proposta didática sobre o tema radioatividade, construída com base nos princípios da abordagem CTS, com o intuito de contribuir na formação de um cidadão crítico, reflexivo, solidário e responsável, auxiliando na construção de uma sociedade responsável e ética, propiciando reflexão e discussão sobre as repercussões do desenvolvimento científico e tecnológico na vida da população. O fenômeno da radioatividade, escolhido para o estudo, está presente entre os conteúdos de Física do Ensino Médio e, pelo seu caráter controverso, é apropriado para instigar os estudantes a participarem de discussões em sala de aula, considerando que as aplicações tecnológicas com fontes radioativas, mesmo quando usadas para o benefício dos indivíduos como na medicina nuclear, causam preocupação devido ao seu caráter inerente de riscos, considerando o uso inadequado ou displicente como na situação de um simples exame com raios X, quando o paciente não foi devidamente protegido durante o exame, quando fez um número grande de exames com raios X, recebendo uma taxa de radioatividade além do recomendável ou utilizando um equipamento desregulado que emita, num único exame, uma taxa de radioatividade não recomendável para a vida humana.

Ao aplicarmos a intervenção, que culminou com a materialização de um evento, acreditamos que atendemos a várias necessidades dos estudantes, tais como o auxílio à formação cidadã; atenuação dos efeitos da ausência de atividades de cunho científico e tecnológico; oportunidade do uso de metodologias inovadoras, nas quais o aluno é posto como protagonista do processo; e a de realização de atividade

integrando a comunidade escolar, proporcionando um trabalho cooperativo, o estreitamento de laços entre alunos-alunos e alunos-professores, fortalecendo as relações pessoais na escola.

Como produto desse trabalho, que consideramos exitoso, em razão da análise que fizemos dos resultados obtidos, elaboramos uma unidade de estratégias de ensino fundamentada na elaboração de eventos com a temática Radioatividade que pode ser utilizada por professores de Ciências do Ensino Médio para planejar e realizar atividades que fomentem a aquisição de conhecimentos, o desenvolvimento de habilidades e de valores, e princípios da abordagem CTS – que acreditamos propiciarem um ensino de ciências mais adequado às necessidades de formação do cidadão da sociedade atual. A unidade de estratégias de ensino fundamentada na elaboração de eventos, disposta no Apêndice G, foi construída a partir da experiência descrita neste trabalho, o que significa que foi uma atividade aplicada e analisada, oportunizando compartilhar formas inovadoras de ministrar os conteúdos de ciências, de professor para professor, evidenciando que nós professores da educação básica somos produtores de conhecimento.

Este estudo é posto como sugestão de material de apoio para professores da educação básica, que tenham a intenção de realizar atividades com seus alunos, contribuindo para promover formação cidadã. Ele é também um incentivo para professores da educação básica pensarem em seu trabalho na escola como fonte de produção do conhecimento que pode ser compartilhamento com todos os interessados em contribuir com a qualidade da educação básica e, conseqüentemente, com a qualidade de vida da população.

REFERÊNCIAS

AIKENHEAD, G. S. **What is STS science teaching?** In: SOLOMON, J., AIKENHEAD, G. *STS education: international perspectives on reform*. New York: Teachers College Press, p. 47-59, 1994.

ARAÚJO, Marcella Campos de; DICKMAN, Adriana Gomes. Energia nuclear e radioatividade: como estes tópicos são abordados pelos professores no Ensino Médio. In: IX ENPEC Águas de Lindóia, 2013, São Paulo. **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. São Paulo, 2013.

ARAÚJO-QUEIROZ, Marcelo Bruno; SILVA, Rodrigo da Luz; PRUDÊNCIO, Christiana Andréa Vianna. ESTUDOS CTS NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA: tendências e perspectivas da produção stricto sensu no Nordeste brasileiro. **Revista Exitus**, v. 8, n. 3, p. 310-339, set./dez. 2018.

BATISTA, Carlos Alexandre dos Santos; SIQUEIRA, Maxwell. A inserção da Física Moderna e Contemporânea em ambientes reais de sala de aula: uma sequência de ensino-aprendizagem sobre a radioatividade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s. l.], v. 34, n. 3, p. 880-902, dez. 2017.

BIZZO, Nelio. **Mais ciência no ensino fundamental (livro eletrônico)**: metodologia de ensino em foco. 1. ed. São Paulo: Editora do Brasil, 2014.

BOFF, Cleber Adelar; BASTOS, Rodrigo Oliveira; MELQUIADES, Fábio Luiz. Práticas experimentais no ensino de física nuclear utilizando material de baixo custo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, [s. l.], v. 34, n. 1, p. 236-247, abr. 2017.

BOGDAN, Robert C.; BIKLEN, Sari Knopp. **Investigação qualitativa em educação**. Coleção Ciências da Educação. Tradução: Maria José Alvares, Sara Bahia dos Santos, Telmo Mourinho Baptista. Porto: Porto Editora Ltda, 1994.

BRASIL. **Base nacional comum curricular**: Ensino Médio. Documento homologado pela Portaria nº. 1.570, publicada no D.O.U. de 21/12/2017, Seção 1, p. 146. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site.pdf. Acesso em: 20 maio 2018.

_____. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=15548-d-c-n-educacao-basica-nova-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 05 jan. 2019.

_____. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº. 9394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm. Acesso em: 13 fev. 2018.

_____. Ministério da Educação. **Portaria Normativa nº 389 de 23 de março de 2017**. Disponível em: http://www.capes.gov.br/tutorial-sucupira/documentos/Portaria389-2017_doutoradoprofissional.pdf. Acesso em: 10 jul. 2019.

_____. **Orientações curriculares para o Ensino Médio**: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. 2006. ISBN 85-98171-43-3.

_____. **Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio**. Bases Legais. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. 2000.

_____. **Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio**. Parte III ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. 2000.

_____. **Plano Nacional de Educação**. Lei nº. 13.005, de 25 de junho de 2014. Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/l13005.htm. Acesso em: 20 jun. 2019.

BRUGLIATO, Érica Talita; ALMEIDA, Maria José P. M. de. Leitura e medição em aulas de Física no Ensino Médio: um estudo sobre o experimento de Rutherford. **Experiências em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 12, n. 5, 2017.

BYBEE, R. W. Science education and the science-technology-society (STS) theme. **Science Education**, [s. l.], v. 71, n. 5, p. 667-683, 1987.

CARVALHO, Vanessa Brasil de; MASSARANI, Luisa. **A ciência na tv brasileira**: reflexões sobre a programação de globo e record. Disponível em: <http://www.comciencia.br/ciencia-na-tv-brasileira-reflexoes-sobre-programacao-da-tv-globo-e-tv-record/>. Acesso em: 30 de setembro de 2019.

CORDEIRO, Marinês Domingues; PEDUZZI, Luiz O. Q. Consequências das descontextualizações em um livro didático: uma análise do tema radioatividade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 35, n. 3, 2013.

_____. Entre os transurânicos e a fissão nuclear: um exemplo do papel da interdisciplinaridade em uma descoberta científica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, p. 536-563, dez. 2014.

DAMASIO, Felipe; TAVARES, Aline. **Perdendo o medo da radioatividade**: pelo menos o medo de entendê-la. Campinas: Autores Associados, 2010.

DAMIANI, Magda Floriana *et al.* Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de Educação, Faculdade de Educação/UFPel**, Pelotas, maio/ago. 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/caduc/article/download/3822/3074>. Acesso em: 3 jun. 2019.

DÍAZ, José Antonio Acevedo; ALONSO, Ángel Vásquez; MAS, M^a Antonia Manassero. Papel de la Educación CTS en una Alfabetización Científica y Tecnológica para todas las Personas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, [s. l.], v. 2, n. 2, 2003.

FAO: fome aumenta no mundo e afeta 821 milhões de pessoas. **Nações Unidas Brasil**, [s. l.], 9 out. 2018. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/fao-fome-aumenta-no-mundo-e-afeta-821-milhoes-de-pessoas/>. Acesso em: 22 jul. 2019.

FILGUEIRA, Sérgio Silva; SOARES, Márlon Herbert Flora Barbosa. O lúdico no ensino de Física: elaboração e desenvolvimento de um minicongresso com tema de física moderna no Ensino Médio. **Experiências em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 10, n. 3, 2015.

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

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Rio Grande do Sul: Editora da UFRGS, 2009. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/cursopgdr/downloadsSerie/derad005.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2019.

GRASSI, Giovanni; QUEIROZ, Glória Regina Pessôa Campello; FERRARI, Paulo Celso. Um centro de Ciências no Centro-Oeste? Memórias do acidente com o Césio-137 em Goiânia. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação e Ciências**, [s. l.], v. 15, n. 2, 2015.

Habitação. BRASIL EM SÍNTESE. **IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, [s. l.], 2019. Disponível em: <https://brasilemsintese.ibge.gov.br/habitacao.html>. Acesso em: 22 jul. 2019.

HEWITT, Paul G. **Física conceitual**. Tradução: Trieste Freire Ricci, Maria Helena Gravina. 9. ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

HOFSTEIN, A., AIKENHEAD, G., RIQUARTS, K. Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. **International Journal of Science Education**, [s. l.], v. 10, n. 4, p. 357-366, 1988.

JAPIASSÚ, Hilton; MARCONDES, Danilo. **Dicionário Básico de Filosofia**. 4. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 2006.

KAPLAN, Irving. **Física Nuclear**. Tradução: José Goldemberg. Colaboração: Clóvis Goldemberg. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois S. A., 1978.

LINSINGEN, I. von. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino — Unicamp**, Campinas, v. 1, p. 1-16, 2007.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marle E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. 2. ed. São Paulo: E.P.U., 2017.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

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

MOREIRA, Marco Antonio. Grandes Desafios para o Ensino da Física na Educação Contemporânea. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Física**, Porto Alegre, 2013. Disponível em: http://www.if.ufrj.br/~pef/aulas_seminarios/seminarios/2014_Moreira_DesafiosEnsinoFisica.pdf. Acesso em: 04 dez. 2016.

MOVIMENTO PELA BASE NACIONAL COMUM. **Dimensões e Desenvolvimento das Competências Gerais da BNCC**. Center for curriculum redesign. Disponível em: http://movimentopelabase.org.br/wp-content/uploads/2018/03/BNCC_Competencias_Progressao.pdf. Acesso em: 20 jun. 2019.

OKUNO, E. **Radiação**: efeitos, riscos e benefícios. São Paulo: Harbra, 2007.

ONU: 4,5 bilhões de pessoas não dispõem de saneamento seguro no mundo. **Nações Unidas Brasil**, [s. l.], 17 jul. 2017. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/onu-45-bilhoes-de-pessoas-nao-dispoem-de-saneamento-seguro-no-mundo/>. Acesso em: 22 jul. 2019.

OSTERMANN, Fernanda; MOREIRA, Marco Antonio. Uma Revisão Bibliográfica sobre a Área de pesquisa “Física Moderna e contemporânea no Ensino Médio”. **Investigações em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. (5)1, p. 23-48, 2000.

PALACIOS, E. M. Garcia *et al.* **Introdução aos estudos CTS**: ciência, tecnologia e sociedade. [S. l.]: OEI (Cadernos de Ibero-América), 2003.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemari Monteiro Castilho Foggiatto; BAZZO, Walter Antonio. **Ciência, tecnologia e sociedade**: a relevância do enfoque CTS para o contexto do Ensino Médio. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 1, p. 71-84, 2007.

RICHARDSON, Roberto Jarry *et al.* **Pesquisa social**: métodos e técnicas. 3. ed. 8. reimp. São Paulo: Atlas, 2008.

ROSA, Cleci Werner da; ROSA, Álvaro Becker da. Ensino de Física: objetivos e imposições no Ensino Médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, [s. l.], v. 4, n. 1, 2005.

SÁ, José Roberto *et al.* Interação da Física das radiações com o cotidiano: uma prática multidisciplinar para o ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, [s. l.], v. 39, n. 1, 2017.

SAGAN, C. **O mundo assombrado pelos demônios**: a ciência vista como uma vela no escuro. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

Saiba como surgiu o bairro Anjo da Guarda. **O IMPARCIAL**, São Luís, 4 set. 2015. Disponível em: <https://oimparcial.com.br/noticias/2015/09/saiba-como-surgiu-o-bairro-anjo-da-guarda/>. Acesso em: 4 jun. 2018.

SANTOS, Raul dos. Proteção Radiológica na utilização de materiais radioativos em laboratórios de pesquisa. *In*: TEIXEIRA, Pedro; VALLE, Silvío. **Biossegurança: uma abordagem multidisciplinar**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2010. cap. 13, p. 265-280.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Significados da educação científica com enfoque CTS. *In*: SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; AULER, Décio (organizadores). **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2011. cap. 1, p. 21-47.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 1-23, dez. 2002.

SCHEFFLER, Guilherme Luiz; PINO, José Cláudio del. A teoria dos campos conceituais de Vergnaud e o ensino de radioatividade. **Experiências em Ensino de Ciências**, [s. l.], v. 8, n. 1, 2013.

SILVA, Flávia Cristiane Vieira da; CAMPOS, Angela Fernandes; ALMEIDA, Maria Angela Vasconcelos de. Concepções alternativas de licenciando em química sobre radioatividade. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 8, n. 1, 2013.

_____. Situação problema sobre radioterapia no ensino superior de química: contextos de uma investigação. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 1, 2017.

SOARES, Antonio Augusto; MORAES, Letícia Estevão; OLIVEIRA, Franciéle Gonçalves. Ensino de matéria e radiação no Ensino Médio com o auxílio de simuladores interativos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 915-933, dez. 2015.

STUMPF, Augusto; OLIVEIRA, Luciano Denardin. Júri Simulado: o uso da argumentação na discussão de questões sociocientíficas envolvendo radioatividade. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 2, 2016.

TEIXEIRA, Ciláine Verônica; MASSONI, Neusa Teresinha; VARGAS, Ghisiane Spinelli. Raios X: um tema instigante para a introdução da Física Moderna e Contemporânea na sala de aula do ensino básico. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 2, 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO. Programa de Pós-Graduação em Gestão de Ensino da Educação Básica/CCSO - PPGEEB. Apresentação. Disponível em: https://sigaa.ufma.br/sigaa/public/programa/apresentacao_stricto.jsf?lc=pt_BR&idPrograma=1381. Acesso em: 24 jun. 2019.

YIN, Robert K. **Pesquisa qualitativa**: do início ao fim. Tradução: Daniel Bueno. Porto Alegre: Penso, 2016.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa**: como ensinar. Tradução: Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998. reimp. 2010.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS



Olá! Estou trazendo um questionário para você. Lembre que faz parte da minha pesquisa para contribuir com a melhoria do ensino de Física.

Quero ressaltar que com o preenchimento do questionário você estará autorizando a utilização das informações e lembro que sua identidade será preservada.

Leia com atenção, responda com caneta, da maneira mais clara e verdadeira possível e, em seguida, devolva ao aplicador. Sua colaboração é muito importante para mim. Espero poder contar com você. Obrigada!

QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS

NOME: _____

01) Gênero:

() Masculino

() Feminino

() Outro: _____

02) Idade: _____

03) Em que cidade e estado você nasceu?

04) Você já foi reprovado(a) alguma vez? (Marque apenas uma resposta)

(A) Não, nunca.

(B) Sim, uma vez.

(C) Sim, duas vezes.

(D) Sim, três vezes ou mais.

05) Ao terminar o ensino médio, você pretende: (Pode marcar mais de uma opção)

(A) fazer faculdade.

(B) trabalhar.

(C) fazer curso técnico.

(D) trabalhar e fazer faculdade.

(E) outro _____

06) Você já ouviu falar sobre radioatividade?

() Sim. Onde? _____ () Não.

07) Para você, o que significa a palavra radioatividade?

08) Cite quatro termos que você associa à palavra "radioatividade":

1. _____

2. _____

3. _____

4. _____

09) Você se considera bem informado(a) sobre a ciência e tecnologia? () Sim () Não

10) Que meios você usa para obter informações científicas e tecnológicas?

11) Você usa esse conhecimento em sua vida diária?

() Sim. De que forma? _____

() Não.

12) Os produtos resultantes do progresso científico e tecnológico estão lhe trazendo benefícios?

() Sim. Exemplifique: _____

() Não.

E malefícios?

() Sim. Exemplifique: _____

() Não.

13) Em sua opinião, que benefícios o conhecimento científico e tecnológico deveria lhe proporcionar? E para a sociedade?

14) Você acha que deveria participar das decisões sobre o uso da ciência e da tecnologia? Justifique sua resposta. _____

APÊNDICE B – FICHA DE AVALIAÇÃO QUALITATIVA

Data: _____ Turma: _____

Atividade realizada: _____

ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO				
CRITÉRIO	AVALIAÇÃO QUALITATIVA			
	RUIM	REGULAR	BOM	ÓTIMO
Interesse				
Participação				
Cooperação				
Disciplina				
Integração				
Respeito				
Conceitos				
Procedimentos				

APÊNDICE C – FICHA DE ORIENTAÇÃO PARA AS EQUIPES
PROJETO I MOCITEC CEAG - CIÊNCIA PARA A CIDADANIA
I MOSTRA DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO CEAG

Equipe: organização

Data: 30 de novembro de 2018

Objetivo do evento: Propiciar a educação científica da comunidade escolar por meio do compartilhamento de informações sobre temas científicos presentes em nosso cotidiano.

CRONOGRAMA:

HORÁRIO	TAREFA	ENVOLVIDOS
7h às 7h50min	Organização do espaço	Equipe de organização
8h	Discurso de abertura	Coordenação
8h10min	Físicos	100/101/200/201
8h40min	Apresentação dos vídeos	100/101/200/201
9h10min	Apresentação sobre radioatividade	300/301
10h16min	Apresentação da mídia	300/301
10h20min	Intervalo	
10h35min	Mostra experimental	Expositores visitantes e turmas 100/101/200/201
11h20min	Encerramento das atividades e limpeza do espaço	Equipe de organização

Tarefas:

- Organização do espaço para a apresentação e da limpeza, tanto antes quanto depois do evento.
- Coordenar a disciplina dos alunos;
- Controlar o uso das turmas pelos alunos;
- Checar se todos os materiais necessários para o andamento das atividades do evento estão disponíveis e prontos;
- Controlar a frequência dos alunos;
- Reportar possíveis problemas que não puder resolver, para a coordenação do evento;
- Informar a equipe de avaliação sobre problemas e suas justificativas para serem colocados no relatório;
- Controlar o horário e tempo das apresentações.

OBS.: problemas e dificuldades devem ser reportados à equipe de avaliação, para serem informados no relatório.



*“Esta é a primeira edição do MOCITEC - **Ciência para a Cidadania** do CEAG. Com empenho e dedicação, colaborando para que tudo dê certo, nos motivando e incentivando nossos colegas para fazerem o seu melhor, teremos um evento de sucesso. Cada um de nós tem papel importante para que o todo funcione, depende de nós, portanto trabalhemos com garra e boa vontade. Que nosso evento seja maravilhoso, contribuindo para o aprendizado e crescimento de todos os envolvidos. E, principalmente, que seja o primeiro de vários.”*

APÊNDICE D – MODELO DE FICHA DE RELATÓRIO PARA A EQUIPE DE AVALIAÇÃO - 3º. ANO

Preencha os espaços de acordo com o que for pedido (algumas respostas serão apenas *sim* ou *não*), com caneta preta ou azul.

AVALIAÇÃO DAS EQUIPES

EQUIPE DE ORGANIZAÇÃO	
Nome dos componentes: 1 _____ 2 _____ 3 _____ 4 _____ 5 _____	1 – A equipe realizou reuniões? _____ 2 – A equipe organizou bem os espaços? _____ 3 – Todos os componentes se engajaram na realização das tarefas de organização do evento? _____ 4 – A equipe manteve a ordem no evento? _____ 5 – A equipe cumpriu com os horários de organização? _____ 6 – A equipe fez a limpeza e organização dos espaços no fim do evento? _____
Pergunte para a equipe e anote aqui quais foram suas maiores dificuldades durante a organização do evento.	Pergunte para os membros da equipe o que deve ser mantido das tarefas da organização.
Sugestões da equipe de organização para que o evento seja melhor em uma edição futura.	
Observações da equipe de avaliação sobre a equipe de organização.	
Desempenho da equipe de organização: Ruim <input type="checkbox"/> Regular <input type="checkbox"/> Bom <input type="checkbox"/> Ótimo <input type="checkbox"/>	

APÊNDICE E – MODELOS DE FICHAS DE AVALIAÇÃO ENTREGUES PARA OS JURADOS E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

AVALIAÇÃO DAS EQUIPES - ORGANIZAÇÃO

Cada critério deve ser avaliado de 0 a 2,0 pontos, preenchidos na tabela, totalizando, no máximo, 10,0.

Turma: _____

CRITÉRIO	PONTUAÇÃO (2,0)
Organização dos espaços	
Limpeza dos espaços	
Controle dos espaços	
Pontualidade	
Desenvoltura na realização das tarefas	
Total	

Avaliador: _____

AVALIAÇÃO DAS EQUIPES - APRESENTAÇÃO

Cada critério deve ser avaliado de 0 a 2,0 pontos, preenchidos na tabela, totalizando, no máximo, 10,0.

Turma: _____ Assunto: _____

CRITÉRIO	PONTUAÇÃO (2,0)
Criatividade	
Recursos	
Domínio do conteúdo	
Pontualidade	
Clareza e coesão	
Total	

Avaliador: _____

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

É importante lembrar que esta é a primeira edição da Mostra de Ciência e Tecnologia do CEAG (MOCITEC) visando à educação científica dos seus cidadãos, por meio da divulgação de conhecimento científico e tecnológico. Para que o evento tenha sucesso, é necessária a colaboração de todos os envolvidos. Trabalhem com empenho e espírito de colaboração para que tudo dê certo. Depende de nós, portanto, trabalharmos com garra e boa vontade. Inicialmente, o evento será utilizado como nota do 4º. bimestre para a disciplina Física, de modo que os trabalhos das turmas serão avaliados.

Crítérios de avaliação:

Disciplinar: comportamento dos alunos, cumprimento das tarefas, pontualidade, uso do tempo estipulado, colaboração e participação nas atividades do evento.

Conceitual: criatividade na apresentação, recursos, clareza e coerência, contextualização, desenvoltura, e domínio do conteúdo.

Criatividade – existência de elementos inovadores na organização e apresentação da tarefa.

Recursos – uso de recursos durante a apresentação.

Clareza e coerência – apresentação do assunto de forma clara e com tópicos bem encadeados entre si, numa sequência lógica, coesa.

Contextualização – o assunto deve estar de acordo com a finalidade do projeto, apresentar a ciência para o exercício da cidadania (conhecimentos úteis e práticos).

Desenvoltura – desembaraço, empenho e vivacidade na apresentação.

Domínio do conteúdo – mostrar firmeza e segurança na apresentação.

APÊNDICE F – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CENTRO DE CIÊNCIAS SOCIAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE ENSINO
DA EDUCAÇÃO BÁSICA (PPGEEB)



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Título da Pesquisa: Radioatividade no Ensino Médio em uma abordagem CTS.

Responsável pela Pesquisa: A pesquisa será desenvolvida por *Elisiany dos Santos Brito* sob a orientação da *Prof.^a Dra. Clara Virgínia Vieira Carvalho Oliveira Marques* e coorientação da *Prof.^a Dra. Maria Consuelo Alves Lima*. A apresentação do termo de consentimento será realizada pela pesquisadora.

Justificativa e Objetivos da Pesquisa: Com o intuito de colaborar na formação do cidadão necessário ao século XXI, com uma postura crítica e ativa, o ensino de ciências precisa passar por transformações; dentre tais, a promoção de um processo de ensino e aprendizagem no qual o aluno seja o protagonista. Outra mudança imprescindível é a abordagem da relação entre ciência, tecnologia e sociedade. Dessa maneira, pretendemos que o aluno perceba que o exercício efetivo de sua cidadania passa não apenas pela compreensão do conhecimento científico e tecnológico, mas também de suas implicações na sociedade.

Procedimentos e Métodos: Os sujeitos participantes da pesquisa são alunos do terceiro ano do ensino médio da escola Centro de Ensino Anjo da Guarda - CEAG, situada em São Luís - MA. Os alunos responderão questionários e participarão da aplicação de uma sequência didática elaborada com atividades que possibilitem a aprendizagem do tema Radioatividade sob o foco de uma formação cidadã.

As respostas aos questionários serão utilizadas somente pela pesquisadora responsável (*Elisiany dos Santos Brito*), pela sua orientadora (*Dra. Clara Virgínia Vieira Carvalho Oliveira Marques*) e pela sua coorientadora (*Dra. Maria Consuelo Alves Lima*). Os dados de pesquisa poderão ser divulgados em eventos de divulgação científica, artigos de pesquisa e na dissertação de mestrado da pesquisadora; porém, os nomes dos entrevistados que responderem aos questionários não serão divulgados.

Resultados e Benefícios Esperados: Espera-se que os alunos compreendam a importância do conhecimento científico, nesse caso particular, sobre radioatividade, para o efetivo exercício da cidadania e que sejam capazes de tomar melhores decisões sobre o tema e sua repercussão no desenvolvimento científico e tecnológico.

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

Riscos: Como a pesquisa será desenvolvida junto a uma disciplina ofertada pela escola Centro de Ensino Anjo da Guarda, com supervisão da Professora responsável e implicará somente aplicação de questionários, participação em aulas e apresentação de trabalhos, consideramos que esta pesquisa apresentará possibilidade de risco desprezível.

Dados e Contatos da Pesquisadora Responsável:

ELISIANY DOS SANTOS BRITO (*elisianydb@gmail.com*) mestranda do Programa de Pós-Graduação em Gestão de Ensino da Educação Básica (PPGEEB), Mestrado Profissional da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), vinculado ao Departamento de Educação desta Instituição.

Endereço para correspondência: Rua Perdizes, Condomínio Lagoa Azul, Ap. 602, Jardim Renascença, São Luís - MA. Fone: (98) 98302-1775.

Dados e Contatos do Comitê de Ética em Pesquisa:

Avenida dos Portugueses, S/N, Campus Universitário do Bacanga, Prédio do CEB Velho, PPPG, Bloco C, Sala 07 – São Luís - MA; Telefone: 3272-8708; e-mail: *cepufma@ufma.br*.

Recebi os esclarecimentos necessários sobre possíveis desconfortos decorrentes da atividade, levando-se em conta que haverá aplicação de questionários. Assim, surgindo quaisquer perguntas que porventura me levem a sentir desconforto ou constrangimento de qualquer natureza, sou livre para, a qualquer momento, recusar-me a respondê-las.

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

É garantido o livre acesso a todas as informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências, enfim, tudo o que eu queira saber antes, durante e depois da minha participação.

Portanto, tendo sido orientado quanto ao teor do aqui mencionado e compreendido a natureza e objetivo do referido estudo, manifesto meu livre consentimento em participar, estando totalmente ciente de que não há valor econômico algum, a receber ou a pagar, por minha participação.

São Luís, ____ de _____ de _____.

Pesquisadora Responsável

Voluntário(a) Participante da Pesquisa

ELISIANY DOS SANTOS BRITO

Nome

Nome

Assinatura

Assinatura (Responsável)

APÊNDICE G – PRODUTO DA PESQUISA

Unidade de Estratégias de Ensino Fundamentada na Elaboração de Eventos:

RADIOATIVIDADE NO ENSINO MÉDIO:

Orientações para a Implementação de uma Proposta Didática com Enfoque CTS

Autora:

Elisiany dos Santos Brito

2019

Universidade Federal do Maranhão - UFMA

Centro de Ciências Sociais - CCSO

Programa de Pós-Graduação em Gestão da Educação Básica - PPGEEB

97



RADIOATIVIDADE

NO ENSINO MÉDIO

**ORIENTAÇÕES PARA A IMPLEMENTAÇÃO DE UMA
PROPOSTA DIDÁTICA COM ENFOQUE CTS**

Elisiany dos Santos Brito

© 2019 - Elisiany dos Santos Brito

Radioatividade no Ensino Médio

**Orientações para a implementação de uma
proposta didática com enfoque CTS**

1ª Edição - 2019

São Luís - MA

☺ SUMÁRIO ☺

1. APRESENTAÇÃO.....	04
2. A RADIOATIVIDADE NO ENSINO MÉDIO.....	05
3. O ENSINO DE CIÊNCIAS E A ABORDAGEM CTS.....	07
4. ESTRUTURA DA ATIVIDADE E AVALIAÇÃO.....	09
5. DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES.....	11
5.1 Encontro 1 - Preparação.....	11
5.2 Encontro 2 - Debate.....	12
5.3 Encontro 3 - Radioatividade - Tópicos Iniciais.....	13
5.4 Encontro 4 - Definição das equipes e das tarefas para o evento.....	13
5.5 Encontro 5 - O evento.....	16
6. ÚLTIMAS RECOMENDAÇÕES.....	18
REFERÊNCIAS.....	19
APÊNDICES.....	20
SUGESTÕES DE CONSULTA.....	37

1. APRESENTAÇÃO

Este guia de orientações, em formato de e-book, é parte integrante da Dissertação de Mestrado da pesquisa realizada como trabalho de conclusão de curso no Programa de Pós-Graduação em Gestão de Ensino da Educação Básica (PPGEEB), na Universidade Federal do Maranhão (UFMA), com título “Radioatividade no ensino médio em uma abordagem CTS (ciência-tecnologia-sociedade)”.

O material produzido foi aplicado com duas turmas de terceiro ano, em uma escola pública de ensino médio do município de São Luís. A proposta é apresentar aos professores de Ciências do ensino médio uma unidade de estratégias de ensino fundamentada na elaboração de eventos (UEEFEE) composta por diversos tipos de tarefas, como uma possibilidade para implementação, por um ou por mais professores, de forma interdisciplinar.

A atividade foi elaborada com o tema radioatividade, de forma que suas tarefas promovessem a aquisição de conhecimentos, o uso de habilidades e o desenvolvimento de valores, princípios da abordagem CTS que foi escolhida por propiciar um ensino de ciências mais adequado às necessidades de formação do cidadão do século XXI.

Os alunos foram organizados em equipes, com tarefas categorizadas em organização, apresentação, produção de mídia, cobertura de evento e avaliação, que contemplavam os princípios relacionados anteriormente, de modo que esperamos que as sugestões apresentadas nessa obra possam colaborar com os professores que queiram implementar o enfoque CTS em suas aulas.

Neste guia, estão contidos os instrumentos utilizados na aplicação da atividade e entendemos que tanto a atividade quanto os referidos instrumentos podem ser adaptados para outras séries do ensino médio, assim como para outras disciplinas.



2. A RADIOATIVIDADE NO ENSINO MÉDIO

A radioatividade é um fenômeno que ocorre no núcleo de átomos instáveis¹. Desde sua descoberta, a radioatividade tem sido estudada de forma intensiva e vem sendo gradativamente empregada em diferentes aplicações, tais como diagnósticos médicos e produção de energia elétrica. No entanto, a partir de 1945, ano em que os Estados Unidos da América lançaram bombas atômicas sobre duas cidades japonesas, Hiroshima e Nagasaki, a radioatividade tem sido também associada a perigos para a população. O poder destrutivo de armamentos bélicos como o da bomba atômica, os riscos advindos do armazenamento inadequado de rejeitos radioativos² e as catástrofes produzidas por acidentes nucleares são alguns dos fatores que têm levado estudiosos a recomendarem cautela no uso de substâncias radioativas, o combustível (matéria-prima) para produção de energia nuclear.

O estudo sobre a radioatividade teve início a partir da constatação de sua existência em 1895, com a descoberta experimental dos raios X por Wilhelm Roentgen. No ano seguinte, Antoine Becquerel apresentou um estudo sobre emissão espontânea de raios do sal de Urânio (OKUNO, 2007). Posteriormente, o fenômeno despertou o interesse de Marie Curie que o selecionou como tema para sua tese de doutorado e, ao estudá-lo, descobriu a emissão espontânea de radioatividade no elemento químico Tório. Curie criou o termo radioatividade e, juntamente com o marido, Pierre Curie, concentrou esforços para compreender o fenômeno.

As aplicações tecnológicas com fontes radioativas, propostas para o benefício dos indivíduos, têm se expandido ao longo dos anos, assim como a preocupação sobre as consequências e repercussões decorrentes do seu uso. Grande parte da população sente temor ao ouvir o termo radioatividade, não sem motivo. Entretanto, é importante a compreensão sobre o assunto, a fim de que o medo não seja apenas resultado de desconhecimento.

Para que os indivíduos convivam com as tecnologias baseadas na radioatividade, faz-se necessário compreender como elas poderão ser benéficas e também perigosas, para, então, opinar quanto ao seu desenvolvimento e uso, considerando tanto os benefícios quanto os riscos que poderão produzir. (DAMASIO, TAVARES, 2010; HEWITT, 2002; OKUNO, 2007).

¹ Átomos instáveis são aqueles nos quais os núcleos instáveis, por possuírem uma quantidade de prótons diferente da de nêutrons, se transformam em outros, procurando estabilidade. (GALETTI; LIMA, 2010, p. 27).

² Popularmente conhecidos por lixo atômico.

A formação para a cidadania preconizada pela LDB (1996), em seu artigo 2º, afirma que a finalidade da educação é “o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho”. Para atingir esses objetivos, a escola precisa acompanhar as mudanças da sociedade e colocar em discussão, para professores e alunos, a criação e o uso das diversas tecnologias que vêm se inserindo no cotidiano das pessoas, tendo em vista que o conhecimento sobre aquelas é imprescindível para compreender suas repercussões na estrutura social e na relação dos indivíduos, que se modifica constantemente com a produção de novos artefatos tecnológicos.

No mundo atual, com o surgimento crescente de novas tecnologias que modificam as relações sociais e profissionais, o cidadão, para ter a possibilidade de intervir na realidade, precisa estar municiado de competências que o auxiliem a ter uma ampla visão de mundo, que o permita compreender os benefícios e os possíveis riscos dessas tecnologias para o ambiente e para a população. A Base Nacional Curricular Comum (BNCC), homologada em dezembro de 2018, reforça a necessidade de uma escola de Ensino Médio diferente, que colabore na formação dos jovens como sujeitos críticos, criativos, autônomos e responsáveis, ao

proporcionar experiências e processos que lhes garantam as aprendizagens necessárias para a leitura da realidade, o enfrentamento dos novos desafios da contemporaneidade (sociais, econômicos e ambientais) e a tomada de decisões éticas e fundamentadas. (BRASIL, 2018, p. 463).

Parece que estamos em um caminho sem volta, as mudanças resultantes do advento de tecnologias são cada vez mais inovadoras, especialmente na área de informação e comunicação, transformando profundamente as relações sociais e econômicas, ampliando a nossa visão de mundo e despertando a nossa percepção para a necessidade de sermos mais éticos, solidários, responsáveis e informados.

O cenário evidencia a urgente necessidade de a população se interessar em conhecer a ciência e a tecnologia, bem como assimilar esse conhecimento para mobilizá-lo em favor da construção de um mundo melhor e da resolução de problemas cotidianos, de forma que as pessoas tenham mais cuidado consigo, com os outros e com o meio ambiente. Os desafios para o Ensino Médio são grandes e a escola precisa reestruturar-se para auxiliar na formação geral dos jovens, com o compromisso, dentre outros, de favorecer

uma preparação básica para o trabalho e para a cidadania, de modo a

proporcionar uma cultura favorável ao desenvolvimento de atitudes, capacidades e valores que promovam o empreendedorismo (criatividade, inovação, organização, planejamento, responsabilidade, liderança, colaboração, visão de futuro, assunção de riscos, resiliência e curiosidade científica, entre outros), entendido como competência essencial ao desenvolvimento pessoal, à cidadania ativa, à inclusão social e à empregabilidade; (BNCC, 2018, p. 466).

Para a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a BNCC propõe que haja no ensino médio um aprofundamento da temática sobre Matéria e Energia, no qual sejam explicados, analisados e previstos os efeitos das interações entre matéria e energia, sugerindo para estudo as consequências de emissões radioativas no ambiente e na saúde (BNCC, 2018), estabelecendo, assim, explicitamente, a preocupação, ao tratar dos conteúdos a serem explorados no Ensino Médio, com a inserção do estudo sobre a radioatividade e suas aplicações, pelo reconhecimento de sua importância no mundo contemporâneo.

3. O ENSINO DE CIÊNCIAS E A ABORDAGEM CTS

O movimento Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) surgiu na década de 1960 como resposta à insatisfação com os rumos do desenvolvimento científico-tecnológico no mundo. Após a Segunda Guerra Mundial, a ciência e a tecnologia (C&T), que eram vistas como áreas de conhecimento neutras e destinadas unicamente ao bem-estar da humanidade, começaram a ser questionadas pelo percurso que traçavam até aquele momento (MORAES; ARAÚJO, 2012).

A evolução do movimento exigiu, dentre outros posicionamentos, a revisão das políticas científico-tecnológicas, que ecoou no sistema educacional, em todos os níveis, em diversos países. As decisões sobre os rumos da C&T não poderiam mais estar nas mãos de poucos, visto que suas consequências atingem a todos e a população precisaria estar preparada, consciente e informada, em condições de opinar com propriedade e exigir sua participação nas decisões de amplitude coletiva.

O enfoque CTS foi sendo inserido no sistema educacional em diversos países, como nos Estados Unidos, Europa e América Latina, chegando ao Brasil. A presença da abordagem CTS na educação auxilia a construção de

uma sociedade responsável e ética, visto que propicia a reflexão e discussão sobre as repercussões do desenvolvimento científico e tecnológico na vida da população.

A educação CTS no Ensino Médio, de acordo com Santos e Mortimer (2002), tem como principal objetivo o desenvolvimento da alfabetização científica e tecnológica dos cidadãos, de forma que o aluno deve ser auxiliado na construção de conhecimentos, habilidades e valores que contribuam na tomada de decisão responsável sobre questões de ciência e de tecnologia na sociedade, atuando na solução dessas questões. Esse objetivo coaduna-se com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), quando ela propõe uma organização curricular que apresente como fundamento pedagógico o foco no desenvolvimento de competências e o compromisso com a educação integral.

Na BNCC, estão definidas aprendizagens essenciais que devem contribuir para desenvolver, nos estudantes, dez competências gerais que consolidam os direitos de aprendizagem e de desenvolvimento. Destacamos que a competência é definida como “a mobilização de conhecimentos (conceitos e procedimentos), habilidades (práticas, cognitivas e socioemocionais), atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida cotidiana, do pleno exercício da cidadania e do mundo do trabalho” (BRASIL, 2018, p. 8). Nesse contexto, resgate-se, ainda, que Santos e Mortimer (2002) ponderam que uma proposta pedagógica que se coadune com os princípios da abordagem CTS deve objetivar aquisição de conhecimentos, utilização de habilidades e desenvolvimento de valores.

As competências gerais apresentadas na BNCC são: conhecimento; pensamento científico, crítico e criativo; repertório cultural; cultura digital; comunicação; trabalho e projeto de vida; argumentação; autoconhecimento e autocuidado; empatia e cooperação; e responsabilidade e cidadania (MOVIMENTO PELA BASE, 2018, p. 2). Na abordagem CTS, os conhecimentos e habilidades a serem desenvolvidos nos alunos são os seguintes: autoestima; comunicação escrita e oral; pensamento lógico e racional para solucionar problemas; tomada de decisão; aprendizado colaborativo/cooperativo; responsabilidade social; exercício da cidadania; flexibilidade cognitiva; e interesse em atuar em questões sociais (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Dentre os valores que precisam ser fomentados aos alunos, por meio da aplicação de atividades embasadas na abordagem CTS, destacam-se: solidariedade; fraternidade; consciência do compromisso social; reciprocidade; respeito ao próximo; e generosidade. Verifica-se, portanto, a harmonização entre os objetivos visados pela formação CTS e os objetivos de aprendizagem

definidos pela BNCC para a formação na educação básica, ou seja, a elaboração de atividades pedagógicas alicerçadas na abordagem CTS está de acordo com os objetivos de formação necessária para o cidadão conviver com as inovações tecnológicas.

Para incentivar uma formação CTS, as estratégias de ensino mais apropriadas são dos tipos: “palestras; demonstrações, sessões de discussão; solução de problemas; jogos de simulação e desempenho de papéis; fóruns e debates; projetos individuais e em grupo; redação de cartas a autoridades; pesquisa de campo; e ação comunitária” (SANTOS; MORTIMER, 2002, p. 12).

Nesse trabalho, foi realizada uma atividade com tarefas que estimulassem a reflexão sobre as possibilidades de uso do conhecimento sobre tecnologias radioativas, provocando a constatação de que um cidadão precisa manter-se informado sobre os rumos do desenvolvimento de conhecimentos desse tipo, além de fomentar a cooperação, o protagonismo e a responsabilidade social.

4. ESTRUTURA DA ATIVIDADE E AVALIAÇÃO

A atividade consiste na realização de um evento de divulgação científica e foi elaborada com o objetivo de contribuir para a formação cidadã dos alunos do ensino médio, sendo composta por diferentes tarefas que fomentam conhecimentos, habilidades e valores apontados por uma educação embasada nos princípios CTS. A abordagem CTS, que está em harmonia com os objetivos de aprendizagem apregoados pela BNCC, requer estratégias de aprendizagem nas quais o aluno seja um sujeito ativo no processo e desenvolva suas capacidades de reflexão, crítica e ação em relação ao desenvolvimento de conhecimentos e produtos científicos e tecnológicos.

A atividade foi concebida para uma escola com uma estrutura pequena, com seis turmas em funcionamento e com média de 30 alunos matriculados por turma. Organizada pela professora titular das turmas e por mim, como pesquisadora, e com apoio dos alunos e da direção, a atividade envolveu todos os alunos da escola e foi realizada no pátio com a participação de toda comunidade escolar.

O elemento motivador foi a informação aos alunos de que eles preparariam material informativo para apresentar a toda comunidade escolar, no intuito de esclarecê-los sobre o tema de estudo escolhido. As etapas para a organização do evento são apresentadas com detalhes nos próximos capítulos.

ETAPAS PARA ORGANIZAÇÃO DO EVENTO



O tema escolhido para essa atividade foi radioatividade, temática atual, que está sugerido na legislação educacional e propicia o surgimento de questões polêmicas, fontes de reflexão. Com a radioatividade, podemos debater tanto sobre os riscos e benefícios da tecnologia quanto sobre as implicações do cenário de passividade da sociedade, relativamente a sua pouca participação nas decisões políticas pertinentes ao desenvolvimento científico e tecnológico. Para oferecer ao professor um apoio teórico e metodológico maior quanto ao tratamento do assunto radioatividade, acrescentamos uma seção de sugestão de materiais de consulta.

Destacamos que essa atividade pode ser realizada com qualquer tema de preferência do professor e que, na avaliação, são usados critérios referentes aos conhecimentos, habilidades e valores, portanto deve ser realizada ao longo de todo o processo. Disponibilizamos neste guia todos os instrumentos que utilizamos ao longo da atividade, inclusive os de avaliação para que sejam usados ou sirvam de referência para a criação de outros.

5. DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES PARA O EVENTO

5.1 Encontro 1 – Preparação (1 horário)

Objetivos:

- ✓ verificar conhecimentos iniciais dos alunos sobre radioatividade;
- ✓ identificar o posicionamento dos alunos sobre o conhecimento e uso das informações científicas como ferramenta de participação social ativa.

Estratégias metodológicas:

Aplicação do questionário de conhecimentos prévios (Apêndice A).

Desenvolvimento:

- a) apresentar proposta aos alunos e anotar sugestões (20 min);
- b) entregar questionários para os alunos responderem (25 min);
- c) receber os questionários.

Observações

- a) Ao apresentar a proposta, explicar aos alunos que será um evento de cunho científico e tecnológico. Motivá-los com a possibilidade de produzir para a comunidade escolar. Dependendo da quantidade de turmas envolvidas e da presença de outros professores, podem ser realizados outros tipos de tarefas, tais como: demonstrações experimentais; apresentações culturais; caracterizações de cientistas; e outros.
- b) Se o evento não puder envolver toda a comunidade escolar, fazer pelo menos com as turmas de cada professor envolvido no projeto. A estrutura foi organizada para que duas turmas de terceiro ano apresentassem a radioatividade, a primeira apontando benefícios e a segunda, seus riscos. Dependendo da quantidade dessas turmas, acrescentar outros conteúdos com o mesmo potencial da radioatividade.
- c) Ao analisar os questionários, avaliar se as ideias dos seus alunos estão conceitualmente corretas, bem como verifique seus posicionamentos em relação ao desenvolvimento de ciência e tecnologia. Lembrar a necessidade de que os alunos compreendam que as tecnologias radioativas trazem com elas, intrinsecamente, benefícios e malefícios, ou seja, que os conhecimentos científicos e tecnológicos não são neutros e que é importante que os cidadãos reconheçam a necessidade de manter-se atentos no que diz respeito aos rumos

tomados pela ciência e tecnologia, pois essas devem ter o papel de proporcionar melhor qualidade de vida à população.

- d) A partir das respostas dos alunos, preparar uma aula para debatê-las e outra para esclarecer os principais conceitos envolvidos na radioatividade.
- e) Lembrar de iniciar a avaliação qualitativa dos alunos por meio da observação de suas habilidades e valores. Disponibilizamos um modelo entre os materiais que pode ser usado para a turma ou individualmente para cada aluno. (Apêndice B)

5.2 Encontro 2 – Debate (1 horário)

Objetivos:

- ✓ compreender o papel do conhecimento científico e tecnológico no mundo atual;
- ✓ reconhecer a importância do conhecimento científico e tecnológico para o cidadão.

Estratégias metodológicas:

Discussão a partir das respostas do questionário prévio.

Desenvolvimento:

- a) apresentar o resultado das respostas dos questionários aos alunos;
- b) discutir com os alunos a ideia de que conhecimentos científicos e tecnológicos não são neutros;
- c) discutir sobre a importância do conhecimento, em especial o científico e tecnológico, para o cidadão da sociedade atual.

Observações:

- a) Nas discussões, partir das respostas dos alunos ir lapidando-as, para levá-los a propor ideias, incentivando a participação de todos.
- b) Fazer avaliação qualitativa, individual ou coletiva, para perceber o desempenho e evolução dos alunos durante as atividades direcionadas ao evento.
- c) Discutir com os alunos exemplos de tecnologias radioativas que podem trazer benefícios e malefícios para a população.

5.3 Encontro 3 – Radioatividade – tópicos iniciais (1 horário)

Objetivo:

- ✓ Conhecer a radioatividade e principais conceitos relacionados a ela.

Estratégias metodológicas:

Aula expositiva dialogada.

Material utilizado: quadro-branco, pincel e apagador ou Datashow, dependendo da disponibilidade.

Desenvolvimento:

- a) apresentar conceitos relacionados a: Diferença entre radiação e radioatividade; Tipos de radiação (alfa, beta, gama) e suas características; Meia vida; Radiações ionizantes; e Efeitos da radiação

Observações:

- a) Com esses conceitos, os alunos terão um bom embasamento inicial para preparar as tarefas para o evento e poderão ter mais confiança ao tratar do tema.
- b) Preparar uma aula rápida, mas bem fundamentada, com a intenção de que os alunos aprofundem os conhecimentos de forma autônoma, visto que prepararão material de divulgação sobre o tema.

5.4 Encontro 4 – Definição das equipes e das tarefas para o evento (1 horário)

Objetivo:

Entender as atividades relacionadas à preparação e realização do evento.

Estratégias metodológicas:

Exposição dialogada.

Desenvolvimento:

- a) Dividir a turma em equipes;
- b) Entregar a lista de tarefas a cada equipe;
- c) Explicar a realização do evento e a forma de avaliação;
- d) Dependendo do porte do evento, definir um nome com a turma e fazer um cronograma de apresentação e um cartaz de divulgação.

Observações:

- a) Nos Apêndices, constam as sugestões de distribuição de tarefas para cada equipe, o modelo de realização do evento e fichas de avaliação. Todas as atividades e fichas foram aplicadas em uma escola, obtendo resultados satisfatórios para os proponentes. As atividades estão como propostas, acompanhando o formato estabelecido do evento.
- b) O evento pode ser de porte pequeno, médio ou grande, dependendo da quantidade de pessoas envolvidas, e os materiais disponibilizados (Apêndices) podem ser adaptados para qualquer situação.
- c) Comunicar à direção e aos professores da escola, convidá-los a participar, dar sugestões, colaborar com os trabalhos e acertar a data no calendário escolar, de preferência perto do fechamento de um bimestre.
- d) Essa atividade tem potencial para ser feita uma ou duas vezes por ano, com um ou mais assuntos, com poucas ou várias turmas, a depender da quantidade de pessoas envolvidas.
- e) Marque o evento para, pelo menos, duas semanas depois desse último encontro e use 10 a 20 minutos dos horários dos próximos encontros para tirar dúvidas e acertar detalhes.
- f) Sugestões de temas de apresentação sobre radioatividade:
 - ✓ Medicina
 - ✓ Indústria e agricultura
 - ✓ Energia elétrica
 - ✓ Bomba nuclear
 - ✓ Acidentes nucleares: Tchernobyl, Fukushima
 - ✓ Acidente nuclear: Goiânia
- g) Inicialmente, programou-se os três primeiros temas para uma turma do terceiro ano e os três últimos temas para a outra turma. Situação que fica a critério do professor titular das turmas.

EQUIPES PARA O EVENTO



A equipe de **organização** é a que possui a maior quantidade de tarefas pois sua função é preparar a parte estrutural do evento assim como manter a ordem no espaço usado durante as apresentações.

A equipe de **apresentação** é encarregada de expor, discutir, criar e desenvolver diferentes atividades sobre a temática para os participantes do evento. Cada atividade pode ocupar no máximo dez minutos, podendo fazer uso de slides ou de vídeo, com informações úteis e importantes sobre os temas sugeridos.

A equipe de **cobertura** deve filmar os bastidores, a organização e a realização do evento, entrevistando os participantes, tirando fotos e filmando as apresentações de sua turma. Em seguida, deve preparar um vídeo editado para ser entregue aos professores responsáveis.

A equipe de **mídia** é responsável por criar um veículo de informações que atenda à escola com o objetivo de mantê-la informada sobre o desenvolvimento científico e tecnológico, esclarecendo pontos controversos desse desenvolvimento. Os assuntos apresentados no evento devem ser os primeiros destaques do veículo.

Por fim, a equipe de **avaliação** deve acompanhar toda a organização e as apresentações do evento e posteriormente elaborar e entregar um relatório sobre o evento contendo fichas de desempenho das equipes, formadas para o evento, como as sugeridas nos apêndices G, H, I, J e K.

Sugerimos informar as tarefas das equipes por meio de um documento impresso ou digital, como o disponibilizado nos Apêndices C, D E e F contendo

detalhadamente as tarefas sugeridas. O número de componentes por equipe pode ser determinado pelo professor, pois dependerá do seu julgamento quanto ao nível de demanda de cada atividade, equanto e da quantidade de alunos por sala.

Este trabalho tem o intuito de propiciar situações de interação e protagonismo dos estudantes que possam demonstrar a evolução em aprendizagens dos conteúdos atitudinais evidenciados pela abordagem CTS, sendo possível fazer uma observação sistemática das opiniões e atuações dos alunos nas atividades grupais, suas manifestações dentro e fora de sala de aula e seu desempenho e responsabilidade na realização das tarefas (ZABALA, 1998).

5.5 Encontro 5 – O evento (Tempo determinado pelo professor)

Objetivos:

- ✓ Compreender a radioatividade como geradora de benefícios e de riscos.
- ✓ Verificar e investigar a presença das radiações na medicina, na indústria, na guerra, na ciência.

Estratégias metodológicas:

Apresentação com uso de slides, vídeos, por demonstrações experimentais e outros instrumentos.

Materiais usados:

Computador, *Datashow*, pinças, fita adesiva, cartolinas, papéis A4, tesouras, extensão, microfone, caixa de som etc.

Desenvolvimento:

- a) O espaço para o evento precisa ser definido com antecedência de forma a atender os planos do professor, pode ser o pátio da escola, sala de vídeo, auditório, a própria sala de aula. O tamanho deve ser adequado à quantidade de público atendido.
- b) No dia do evento marcar para chegar cedo, estipular 1 hora para a equipe de organização e estruturar o local. É importante nos dias anteriores preparar listas de checagem como a do apêndice M: uma com as providências a tomar para realização do evento, outra com materiais que serão usados, outra com as tarefas do dia do evento, etc. Listas facilitam a organização de qualquer trabalho de maneira que os imprevistos diminuam consideravelmente;

- c) Lembrar de definir quem será o apresentador do evento, pode ser o professor ou um aluno, mas é necessário estar com a programação em mãos.
- d) Preparar o local da apresentação e disponibilizar uma mesa para os avaliadores que podem ser professores ou até pessoas convidadas de fora da escola. Entre as possibilidades estão estagiários ou universitários dos cursos de licenciatura das universidades da cidade e participantes de programas como o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) ou Residência Pedagógica. Disponibilizar a programação e as fichas de avaliação para a comissão avaliadora como as sugeridas nos apêndices N e O. No apêndice L apresentamos sugestões de critérios de avaliação que podem ser esclarecidos para os alunos e jurados.
- e) Apesar de toda a preparação esteja pronto para dificuldades e imprevistos, pense que servirão para moldar eventos futuros. Essa é uma atividade enriquecedora para professores e alunos e, é importante lembrar, que tudo é um processo, as dificuldades iniciais vão sendo superadas e quando menos se espera é possível ter um evento bem feito e o melhor com a participação, em todos os momentos, dos alunos que com isso ganharão confiança e trabalharão habilidades úteis para se sair bem no mundo de hoje, como trabalho em equipe, organização, liderança, tomada de decisão etc.
- f) Acompanhar de perto e valorizar o trabalho dos alunos, reconhecer suas vitórias, confortar em suas dificuldades, ajudá-los a crescer, considerar a evolução deles nos conteúdos conceituais, mas também de suas habilidades e valores. Nos materiais sugeridos para consultas, apresentamos livros que tratam com mais profundidade esses conceitos.
- g) Planejar o momento de intervalo, um momento para o lanche, usar essa atividade para melhorar as relações, aproximar-se mais e conhecer os alunos, ajudá-los a se verem como uma equipe no qual todos apoiam uns aos outros. Após as apresentações agradecer a todos, reconhecer os seus trabalhos, elogiar e convocá-los para próximas edições. Por fim, a equipe de organização irá limpar e arrumar o espaço encerrando as atividades do dia.

6. ÚLTIMAS RECOMENDAÇÕES

Este guia tem por objetivo sugerir, inspirar, talvez provocar, professores do Ensino Médio a apoiar atividades que tenham a intenção de contribuir com alunos para promover uma formação cidadã. Trazemos a ideia de uma unidade de estratégias de ensino fundamentada na elaboração de eventos para ser aplicada na escola como atividade possível e elemento motivador para aprendizagem nas aulas de ciências.

Acreditamos que pensar a ciência no âmbito da interdisciplinaridade seja uma necessidade atual. Nesse sentido, apresentamos um material que pode ser um facilitador para o professor, mesmo para aquele que queira vivenciar atividades somente com a ajuda dos seus alunos, que terá a possibilidade de revelar habilidades muitas vezes despercebidas nas aulas tradicionais, às quais ainda estamos presos.

O evento proposto se estruturou de forma a apresentar ideias, às vezes contraditórias, do conhecimento científico e tecnológico, usando temática associada a tecnologias radioativas para mostrar seus riscos e benefícios inerentes a elas e contribuir para uma apropriação de percepção dos alunos em relação à temática.

As atividades do evento também contribuíram para a promoção de conhecimentos, habilidades e atitudes, ao proporcionar aos alunos o desenvolvimento de diversas tarefas como sujeitos ativos do processo, planejando, elaborando, criando, realizando e, principalmente, interagindo e aprendendo a construir conhecimentos em equipe, como estratégia de ensino as atividades oferecem diferentes possibilidades.

Apresentamos sugestões (p. 40) de materiais de consulta para aprofundar os conhecimentos sobre radioatividade e abordagem CTS, além dos diversos instrumentos que elaboramos e aplicamos na escola em que realizamos a pesquisa. No mais, a dissertação com o relato dessa aplicação estará disponível no sítio eletrônico da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), entre as dissertações do Programa de Pós-graduação em Gestão de Ensino da Educação Básica (PPGEEB). Esperamos que esse guia de orientações possa contribuir, com os professores, nos primeiros passos de implementação de atividades com enfoque CTS em suas estratégias de sala de aula.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Base nacional comum curricular**: Ensino Médio. Documento homologado pela Portaria nº. 1.570, publicada no D.O.U. de 21/12/2017, Seção 1, p. 146. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/04/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site.pdf. Acesso em: 20 maio 2018.

_____. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional**. Lei nº. 9394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9394.htm. Acesso em: 13 fev. 2018.

DAMASIO, Felipe; TAVARES, Aline. **Perdendo o medo da radioatividade**: pelo menos o medo de entendê-la. Campinas: Autores Associados, 2010.

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

HEWITT, Paul G. **Física conceitual**; trad. Trieste Freire Ricci e Maria Helena Gravina. 9 ed. Porto Alegre: Bookman, 2002.

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

MOVIMENTO PELA BASE NACIONAL COMUM. **Dimensões e Desenvolvimento das Competências Gerais da BNCC**. Center for curriculum redesign. Disponível em: http://movimentopelabase.org.br/wp-content/uploads/2018/03/BNCC_Competencias_Progressao.pdf. Acesso em: 20 jun. 2019.

OKUNO, E. **Radiação**: efeitos, riscos e benefícios. São Paulo: Harbra, 2007.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio-Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 1-23, dez. 2002.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa**: como ensinar. Tradução: Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: Artmed, 1998. reimp. 2010.

APÊNDICES

APÊNDICE A – APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS

117



Olá! Estou trazendo um questionário para você. Lembre que faz parte da minha pesquisa para contribuir com a melhoria do ensino de Física.

Quero ressaltar que com o preenchimento do questionário você estará autorizando a utilização das informações; e lembro que sua identidade será preservada.

Leia com atenção, responda com caneta, da maneira mais clara e verdadeira possível e, em seguida, devolva ao aplicador. Sua colaboração é muito importante para mim. Espero poder contar com você. Obrigada!

QUESTIONÁRIO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS

NOME: _____

01) Gênero:

() Masculino

() Feminino

() Outro: _____

02) Idade: _____

03) Em que cidade e estado você nasceu?

04) Você já foi reprovado alguma vez? (Marque apenas uma resposta)

(A) Não, nunca.

(B) Sim, uma vez.

(C) Sim, duas vezes.

(D) Sim, três vezes ou mais.

05) Ao terminar o ensino médio, você pretende: (Pode marcar mais de uma opção)

(A) fazer faculdade.

(B) trabalhar.

(C) fazer curso

técnico.

(D) trabalhar e fazer faculdade. (E) outro _____.

06) Você já ouviu falar sobre radioatividade?

() Sim. Onde? _____ () Não.

07) Para você, o que significa a palavra radioatividade?

08) Cite quatro termos que você associa à palavra “radioatividade”:

1. _____ 2. _____

3. _____ 4. _____

09) Você se considera bem informado sobre a ciência e tecnologia? () Sim () Não

10) Que meios você usa para obter informações científicas e tecnológicas?

11) Você usa esse conhecimento em sua vida diária?

() Sim. De que forma? _____

() Não.

12) Os produtos resultantes do progresso científico e tecnológico estão lhe trazendo benefícios?

() Sim. Exemplifique: _____

() Não.

E malefícios?

() Sim. Exemplifique: _____

() Não.

13) Em sua opinião, que benefícios o conhecimento científico e tecnológico deveria lhe proporcionar? E para a sociedade?

14) Você acha que deveria participar das decisões sobre o uso da ciência e da tecnologia?

Justifique sua resposta. _____

APÊNDICE B – FICHA DE AVALIAÇÃO QUALITATIVA

118

Data: _____ Turma: _____

Atividade realizada: _____

ROTEIRO DE OBSERVAÇÃO				
CRITÉRIO	AVALIAÇÃO QUALITATIVA			
	RUIM	REGULAR	BOM	ÓTIMO
Interesse				
Participação				
Cooperação				
Disciplina				
Integração				
Respeito				
Conceitos				
Procedimentos				

**APÊNDICE C – FICHA DE TAREFAS DAS EQUIPES
DE APRESENTAÇÃO E MÍDIA**

119

**NOME DA ESCOLA
NOME DO EVENTO**

Equipe: apresentação/mídia

Data:

Objetivo do evento: Propiciar a educação científica da comunidade escolar por meio do compartilhamento de informações sobre temas científicos presentes em nosso cotidiano.

CRONOGRAMA:

HORÁRIO	TAREFA	ENVOLVIDOS
	Organização do espaço	Equipe de organização
	Discurso de abertura	Coordenação
	Apresentação	Turmas
	Apresentação	Turmas
	Apresentação	Turmas
	Intervalo	
	Mostra experimental	Turmas
	Encerramento das atividades e limpeza do espaço	Equipe de organização

Horário da apresentação de cada equipe:

Turmas	Apresentação	Horário
A	Medicina	
	Indústria e agricultura	
	Energia elétrica	
B	Bomba nuclear	
	Acidentes nucleares: Tchernobyl, Fukushima	
	Acidentes nucleares: Goiânia	
A/B	Apresentação da Mídia	

- ✓ As equipes apresentarão seus trabalhos por meio de slides ou de vídeo, trazendo informações úteis e importantes sobre os temas sugeridos, dentro do tema geral Radioatividade.
- ✓ Cada turma terá 03 temas que deverão ser apresentados em até 10 minutos, cada um.

- ✓ As turmas criarão um veículo de informações que atenda à escola com o objetivo de mantê-la informada sobre o desenvolvimento científico e tecnológico, além de incentivar a comunidade escolar para o exercício da cidadania. A primeira edição será lançada com as informações relacionadas à radioatividade, podendo posteriormente ser acrescentadas as informações, das outras turmas, apresentadas no evento.
- ✓ A mídia digital deve ser votada pelas turmas. Temos como sugestões: Facebook e Instagram. Nela, as informações serão colocadas em forma de textos, vídeos ou imagens, a critério das turmas. Na mídia, deverão constar desenvolvidos os três temas de cada turma.

Observações:

- a) A mídia deverá estar pronta no dia do evento. A equipe da mídia deverá apresentá-la no momento estabelecido no cronograma (podendo usar slides de até 03 minutos) e divulgar seu endereço para a comunidade escolar.
- b) Os problemas e dificuldades das equipes da turma, caso haja, deverão ser reportados à equipe de avaliação para que sejam feitos os devidos registros no relatório.

"Mensagem Motivacional"

**APÊNDICE D – FICHA DE TAREFAS DA EQUIPE
DE AVALIAÇÃO**

121

NOME DA ESCOLA
NOME DO EVENTO

Equipe: avaliação

Data:

Objetivo do evento: Propiciar a educação científica da comunidade escolar por meio do compartilhamento de informações sobre temas científicos presentes em nosso cotidiano.

CRONOGRAMA:

HORÁRIO	TAREFA	ENVOLVIDOS

Tarefas:

Elaborar e entregar um relatório sobre o evento, contendo, dentre outras informações julgadas pertinentes:

- ✓ Resumo das atividades de preparação das equipes com possíveis observações sobre a participação dos integrantes;
- ✓ Principais problemas enfrentados pelas equipes de sua turma e justificativas;
- ✓ Desempenho das equipes, no dia do evento;
- ✓ Pontos positivos e negativos do evento;
- ✓ Sugestões para eventos futuros.

O relatório, por turma, deve ser entregue no prazo de até uma semana após o evento.

Observação:

A equipe receberá fichas que poderão ser usadas na composição do relatório, bem como um cronograma com os horários de apresentação de todas as equipes.

"Mensagem Motivacional"

**APÊNDICE E – FICHA DE TAREFAS DA EQUIPE
DE COBERTURA**

122

NOME DA ESCOLA
NOME DO EVENTO

Equipe: cobertura

Data:

Objetivo do evento: Propiciar a educação científica da comunidade escolar por meio do compartilhamento de informações sobre temas científicos presentes em nosso cotidiano.

CRONOGRAMA:

HORÁRIO	TAREFA	ENVOLVIDOS

Tarefas:

- ✓ Filmar os bastidores de organização das equipes de sua sala;
- ✓ Filmar os bastidores de organização do evento;
- ✓ Filmar as apresentações;
- ✓ Realizar entrevistas com a comunidade escolar sobre o evento;
- ✓ Tirar fotos (pode ser feito um slideshow com fotos do evento, ou fora do vídeo ou depois dos créditos);
- ✓ Editar o vídeo do evento da turma ou com as equipes das outras salas, com no máximo 06 min e entregar no prazo de uma semana depois do evento.

Observação:

Os problemas e dificuldades, caso haja, deverão ser reportados à equipe de avaliação para que sejam feitos os devidos registros no relatório.

"Mensagem Motivacional"

**APÊNDICE F – FICHA DE TAREFAS DA EQUIPE
DE ORGANIZAÇÃO**

123

NOME DA ESCOLA
NOME DO EVENTO

Equipe: organização **Data:**

Objetivo do evento: Propiciar a educação científica da comunidade escolar por meio do compartilhamento de informações sobre temas científicos presentes em nosso cotidiano.

CRONOGRAMA:

HORÁRIO	TAREFA	ENVOLVIDOS

Tarefas:

- ✓ Organização do espaço para a apresentação e da limpeza, tanto antes quanto depois do evento;
- ✓ Coordenar a disciplina dos alunos;
- ✓ Controlar o uso das turmas pelos alunos;
- ✓ Checar se todos os materiais necessários para o andamento das atividades do evento estão disponíveis e prontos;
- ✓ Controlar a frequência dos alunos;
- ✓ Reportar possíveis problemas, que não puder resolver, para a coordenação do evento;
- ✓ Informar a equipe de avaliação sobre problemas e suas justificativas para que sejam registrados no relatório;
- ✓ Controlar o horário e o tempo das apresentações;
- ✓ Organizar a distribuição dos cartazes do Você sabia!?

Observação:

Os problemas e dificuldades, caso haja, deverão ser reportados à equipe de avaliação para que sejam feitos os devidos registros no relatório.

"Mensagem Motivacional"

APÊNDICE G – FICHA DE RELATÓRIO DA EQUIPE DE COBERTURA

124

Preencha os espaços de acordo com o que for pedido, (algumas respostas serão apenas *sim* ou *não*), com caneta preta ou azul.

EQUIPE DE COBERTURA				
<p>Componentes</p> <p>1. _____</p> <p>2. _____</p> <p>3. _____</p> <p>4. _____</p>		Sim	Não	
	1. A equipe realizou reuniões?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	2. A equipe tirou fotos dos eventos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	3. A equipe fez entrevistas durante o evento?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	4. A equipe gravou as atividades do evento?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	5. Todos os membros da equipe contribuíram para a realização da tarefa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	6. A equipe preparou e entregou o vídeo na data estipulada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<p>Pergunte para a equipe e anote aqui quais foram suas maiores dificuldades durante a realização da tarefa, no evento e depois do evento.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>Pergunte para os membros da equipe o que deve ser mantido das tarefas de criação do vídeo.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>			
<p>Sugestões da equipe de cobertura para que o evento seja melhor em uma edição futura</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>				
<p>Observações da equipe de avaliação sobre a equipe de cobertura</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>				
Desempenho da equipe de cobertura	Ruim	Regular	Bom	Ótimo
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

APÊNDICE H – FICHA DE RELATÓRIO DA EQUIPE DE APRESENTAÇÃO

125

Preencha os espaços de acordo com o que for pedido, (algumas respostas serão apenas *sim* ou *não*), com caneta preta ou azul.

Tema da Equipe: _____

EQUIPE DE APRESENTAÇÃO				
Componentes: 1. _____ 2. _____ 3. _____ 4. _____ 5. _____ 6. _____		Sim	Não	
	1. A equipe realizou reuniões?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	2. Recursos usados pela equipe para apresentação do tema	<input type="checkbox"/>	Slide	Vídeo
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	NDA
	3. A equipe apresentou no horário marcado (obedecendo ao cronograma)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	4. A equipe usou o tempo estipulado para a apresentação?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	5. Todos os membros da equipe contribuíram para a realização da tarefa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Pergunte para a equipe e anote aqui quais foram suas maiores dificuldades, durante a realização da tarefa e apresentação no evento. _____ _____ _____ _____ _____ _____	Pergunte para os membros da equipe o que deve ser mantido das tarefas de apresentação. _____ _____ _____ _____ _____ _____			
Sugestões da equipe de apresentação para que o evento seja melhor em uma edição futura				
_____ _____ _____ _____				
Observações da equipe de avaliação sobre a equipe de apresentação				
_____ _____ _____ _____				
Desempenho da equipe de apresentação	Ruim	Regular	Bom	Ótimo
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

APÊNDICE I – FICHA DE RELATÓRIO DA EQUIPE DE MÍDIA

126

Preencha os espaços de acordo com o que for pedido, (algumas respostas serão apenas *sim* ou *não*), com caneta preta ou azul.

EQUIPE DE MÍDIA				
<p>Componentes:</p> <p>1. _____</p> <p>2. _____</p> <p>3. _____</p> <p>4. _____</p> <p>5. _____</p>		Sim	Não	
	1. A equipe organizou as reuniões?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	2. A equipe preparou a mídia a tempo para o evento?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	3. A equipe apresentou a mídia no evento?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	4. Todos os membros da equipe contribuíram para a criação da mídia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<p>Pergunte para a equipe e anote aqui quais foram suas maiores dificuldades, durante a organização da tarefa.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>Pergunte para os membros da equipe o que deve ser mantido das tarefas de mídia para as próximas edições do evento.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>			
<p>Sugestões da equipe de mídia para que o evento seja melhor em uma edição futura</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>				
<p>Observações da equipe de avaliação sobre a equipe de mídia</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>				
Desempenho da equipe de mídia	Ruim	Regular	Bom	Ótimo
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

APÊNDICE J – FICHA DE RELATÓRIO DA EQUIPE DE ORGANIZAÇÃO

127

Preencha os espaços de acordo com o que for pedido, (algumas respostas serão apenas *sim* ou *não*), com caneta preta ou azul.

EQUIPE DE ORGANIZAÇÃO				
<p>Componentes</p> <p>1. _____</p> <p>2. _____</p> <p>3. _____</p> <p>4. _____</p> <p>5. _____</p>		Sim	Não	
	1. A equipe realizou reuniões?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	2. A equipe organizou bem os espaços?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	3. Todos os componentes se engajaram na realização das tarefas de organização do evento?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	4. A equipe manteve a ordem no evento?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	5. A equipe cumpriu com os horários de organização?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	6. A equipe fez a limpeza e organização dos espaços no fim do evento?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<p>Pergunte para a equipe e anote aqui quais foram suas maiores dificuldades, durante a organização do evento.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>Pergunte para os membros da equipe o que deve ser mantido das tarefas da organização.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>			
<p>Sugestões da equipe de organização para que o evento seja melhor em uma edição futura</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>				
<p>Observações da equipe de avaliação sobre a equipe de organização</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>				
<p>Desempenho da equipe de organização</p>	Ruim	Regular	Bom	Ótimo
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

APÊNDICE L – FICHA DE RELATÓRIO DA EQUIPE DE AVALIAÇÃO

128

Preencha os espaços de acordo com o que for pedido, (algumas respostas serão apenas *sim* ou *não*), com caneta preta ou azul.

AUTO AVALIAÇÃO DA EQUIPE				
<p>Componentes:</p> <p>1. _____</p> <p>2. _____</p> <p>3. _____</p>		Sim	Não	
	1. A equipe acompanhou as apresentações?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	2. A equipe foi imparcial e justa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	3. Todos os membros da equipe contribuíram para a realização da tarefa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	4. A equipe observou o cumprimento das regras pelas equipes?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	5. A equipe obedeceu às regras para realização de suas tarefas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<p>Anote aqui suas maiores dificuldades durante a realização da tarefa no evento e depois do evento.</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>	<p>Escreva o que deve ser mantido das tarefas de avaliação</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>			
<p>Sugestões da equipe de avaliação para que o evento seja melhor em uma edição futura</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>				
<p>Observações da equipe de avaliação seu desempenho</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>				
Desempenho da equipe de avaliação	Ruim	Regular	Bom	Ótimo
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**APÊNDICE M – MODELO DE *CHECKLIST* PARA
A EQUIPE DE ORGANIZAÇÃO**

Início da organização: horário de início.

N.	TAREFA	REALIZADA
1	Mesa; tela para projeção; ligação do <i>Datashow</i> e <i>notebook</i> ; microfone; e caixa de som.	
2	Levar as cadeiras para o público sentar-se e assistir às atividades.	
3	Isolar a área das salas de aula e colocar na porta de cada sala: duas mesas e cadeiras para os expositores.	
4	Espalhar os cartazes do Você sabia!? , pela escola.	
5	Recolher as apresentações das turmas e carregar para o <i>notebook</i> .	
6	Orientar as equipes para o cumprimento dos horários.	
7	Evitar que os alunos entrem nas salas de aula.	
8	Chamar as equipes para que estejam a postos no momento de sua apresentação e anunciá-las para o público.	
9	Manter a disciplina dos alunos.	

Fim do evento: horário de finalização.

N.	TAREFA	REALIZADA
1	Desmontar os equipamentos e encaminhá-los para seus locais de destino.	
2	Transportar as mesas e cadeiras para as respectivas salas.	
3	Deixar tudo limpo e nos devidos lugares.	

APÊNDICE N – FICHA COM CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

NOME DA ESCOLA
NOME DO EVENTO

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO

É importante lembrar que esta é a primeira edição da Mostra de Ciência e Tecnologia da escola visando à educação científica dos seus cidadãos, por meio da divulgação de conhecimento científico e tecnológico. Para que o evento tenha sucesso, é necessária a colaboração de todos os envolvidos. Trabalhem com empenho e espírito de colaboração para que tudo dê certo. Depende de nós, portanto, trabalharmos com garra e boa vontade. Inicialmente, o evento será utilizado como nota do bimestre para a disciplina Física, de modo que os trabalhos das turmas serão avaliados.

Crítérios de avaliação:

Disciplinar: comportamento dos alunos, cumprimento das tarefas, pontualidade, uso do tempo estipulado, colaboração e participação nas atividades do evento.

Conceitual: criatividade na apresentação, recursos, clareza e coerência, contextualização, desenvoltura e domínio do conteúdo.

Criatividade – existência de elementos inovadores na organização e apresentação da tarefa.

Recursos – uso de recursos durante a apresentação.

Clareza e coerência – apresentação do assunto de forma clara e com tópicos bem encadeados entre si, numa sequência lógica, coesa.

Contextualização – o assunto deve estar de acordo com a finalidade do projeto, apresentar a ciência para o exercício da cidadania (conhecimentos úteis e práticos).

Desenvoltura – desembaraço, empenho e vivacidade na apresentação.

Domínio do conteúdo – mostrar firmeza e segurança na apresentação.

APÊNDICE O – FICHAS DE AVALIAÇÃO DAS EQUIPES

AVALIAÇÃO DA EQUIPE DE APRESENTAÇÃO

Cada critério deve ser avaliado de 0 a 2,0 pontos, preenchidos na tabela, totalizando, no máximo, 10,0.

Turma: _____ Assunto: _____

CRITÉRIO	PONTUAÇÃO (2,0)
Criatividade	
Recursos	
Domínio do conteúdo	
Pontualidade	
Clareza e coesão	
Total	

Avaliador: _____

AVALIAÇÃO DA EQUIPE DE ORGANIZAÇÃO

Cada critério deve ser avaliado de 0 a 2,0 pontos, preenchidos na tabela, totalizando, no máximo, 10,0.

Turma: _____

CRITÉRIO	PONTUAÇÃO (2,0)
Organização dos espaços	
Limpeza dos espaços	
Controle dos espaços	
Pontualidade	
Desenvoltura na realização das tarefas	
Total	

Avaliador: _____

AVALIAÇÃO DA EQUIPE DE MÍDIA

Cada critério deve ser avaliado de 0 a 2,0 pontos, preenchidos na tabela, totalizando, no máximo, 10,0.

Turma: _____

CRITÉRIO	PONTUAÇÃO (2,0)
Criatividade	
Contextualização	
Clareza e coesão	
Recursos	
Organização das informações	
Total	

Avaliador: _____

AVALIAÇÃO DA EQUIPE DE AVALIAÇÃO

Cada critério deve ser avaliado de 0 a 2,5 pontos, preenchidos na tabela, totalizando, no máximo, 10,0.

Turma: _____

CRITÉRIO	PONTUAÇÃO (2,5)
Organização do relatório	
Clareza e coesão do relatório	
Pontualidade do relatório	
Linguagem do relatório	
Total	

Avaliador: _____

AVALIAÇÃO DA EQUIPE DE COBERTURA

Cada critério deve ser avaliado de 0 a 2,0 pontos, preenchidos na tabela, totalizando, no máximo, 10,0.

Turma: _____

CRITÉRIO	PONTUAÇÃO (2,0)
Criatividade	
Edição	
Contextualização	
Clareza e coesão	
Cumprimento do tempo	
Total	

Avaliador: _____

Sugestões de Vídeos

133



Medicina nuclear e sua aplicação.

<https://www.youtube.com/watch?v=dQ-1e9bque0I>



Importância da medicina nuclear

<https://www.youtube.com/watch?v=Wfq-1fL6s-rs>



Chernobil e a lava radioativa

<https://www.youtube.com/watch?v=3K-8FpaITAF0>



Um dia em Chernobyl

https://www.youtube.com/watch?v=s0B_zeZhVc0



Documentário - Césio 137

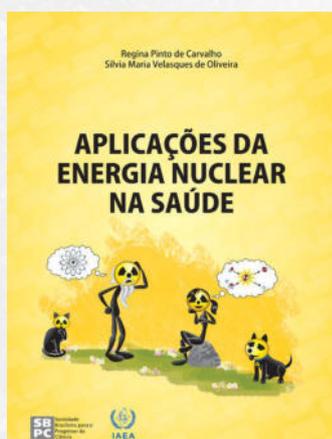
<https://youtu.be/hzcq30Uq4ts?list=PL-G7C1Ag8QdHr3RABX3hALyctF3ws56USt>



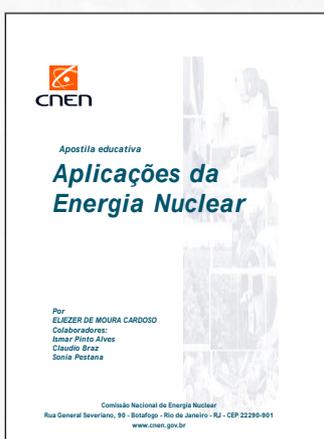
Irradiação de Alimentos

<https://www.youtube.com/watch?v=Ip5d-v6ugvPw>

Sugestões de Livros



CARVALHO, Regina Pinto de; OLIVEIRA, Sílvia Maria Velasques de. **Aplicações da Energia Nuclear na Saúde**. São Paulo: Sociedade Brasileira Para O Progresso da Ciência - Sbpcc, 2017. 68 p. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/imagens/cnen/documentos/educativo/aplicacoes-energia-nuclear-na-saude.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2019



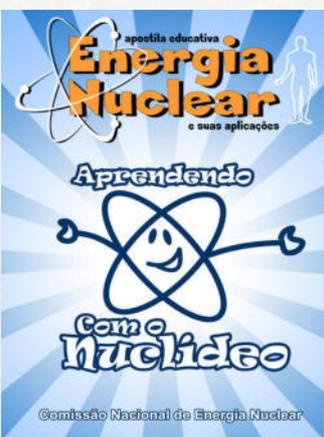
CARDOSO, Eliezer de Moura. **Aplicações da Energia Nuclear**. Rio de Janeiro: Cnen. 18 p. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/imagens/cnen/documentos/educativo/aplicacoes-energia-nuclear-na-saude.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2019.



COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. **História da Energia Nuclear**. Rio de Janeiro: Cnen. 28 p. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/imagens/cnen/documentos/educativo/historia-da-energia-nuclear.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2019.



NOUAILHETAS, Yannick. **Radiações Ionizantes e a vida**. Rio de Janeiro: Cnen. 42 p. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/imagens/cnen/documentos/educativo/radiacoes-ionizantes.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2019.



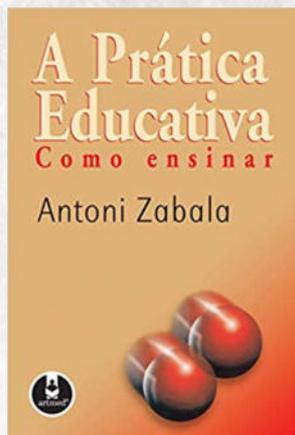
RIO DE JANEIRO. ELIEZER DE MOURA CARDOSO. **Energia Nuclear e Suas Aplicações**. 3. ed. Rio de Janeiro: Cnen, 2012. 54 p. Disponível em: <<http://www.cnen.gov.br/imagens/cnen/documentos/educativo/apostila-educativa-aplicacoes.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2019.



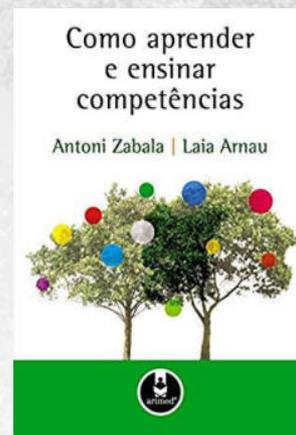
MORAES, José Uilson Pereira; ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de. **O Ensino de Física e o enfoque CTSA: Caminhos para uma educação cidadã**. Livraria da Física.



SANTOS, Wildson Luiz Pereira Dos; AULER, Décio. **CTS e Educação Científica: Desafios, Tendências e Resultados de Pesquisa.** [S. l.]: UnB.

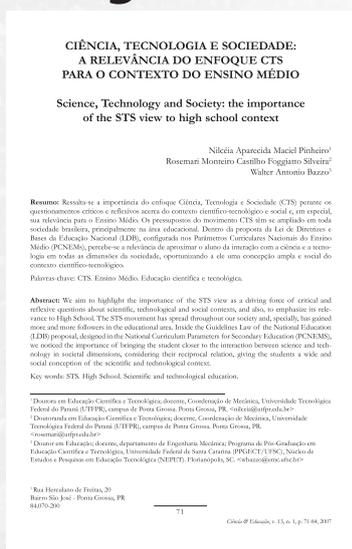


ZABALA, Antoni. **A Prática Educativa: Como Ensinar.** [S. l.]: Penso

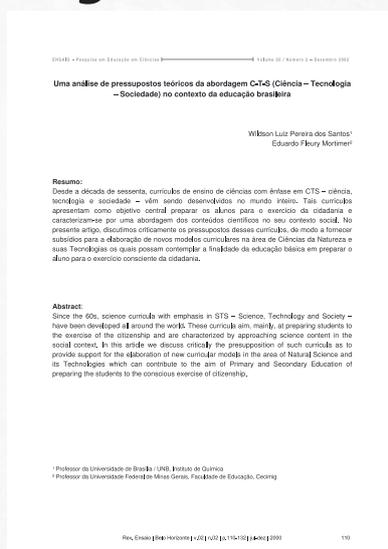


ZABALA, Antoni; ARNAU, Laia. **Como Aprender e Ensinar Competências.** [S. l.]: Penso.

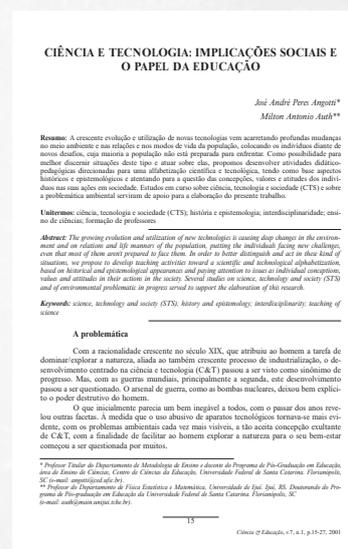
Sugestões de Artigos



PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; SILVEIRA, Rosemar Monteiro Castilho Foggiazzi; BAZZO, Walter Antonio. **CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE: A RELEVÂNCIA DO ENFOQUE CTS PARA O CONTEXTO DO ENSINO MÉDIO.** *Ciência e Educação*, [S. l.], p. 71-84. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v13n1/v13n1a05.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2019.



SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira.** *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*, [S. l.], 18 jul. 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/eppec/v2n2/1983-2117-eppec-2-02-00110.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2019.



AGNOTTI, José André Peres; AUTH, Milton Antonio. **CIÊNCIA E TECNOLOGIA: IMPLICAÇÕES SOCIAIS E O PAPEL DA EDUCAÇÃO.** [S. l.], 18 jul. 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v7n1/02.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2019.