



UNIVERSIDADE  
ESTADUAL DE LONDRINA

---

ANDRÉIA HORNES MACEDO

**ESTUDO DA RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO – UMA  
PROPOSTA HCTS PARA A FORMAÇÃO DE  
PROFESSORES DE FÍSICA**

---

LONDRINA  
2022

ANDRÉIA HORNES MACEDO

**ESTUDO DA RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO – UMA  
PROPOSTA HCTS PARA A FORMAÇÃO DE  
PROFESSORES DE FÍSICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, como requisito para a obtenção do título de Doutora em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Irinéa de Lourdes Batista

LONDRINA  
2022

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

HORNES MACEDO, ANDREIA.

ESTUDO DA RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO - UMA PROPOSTA HCTS PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA / ANDREIA HORNES MACEDO. - Londrina, 2022.  
165 f. : il.

Orientador: IRINEA DE LOURDES BATISTA.

Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, 2022.  
Inclui bibliografia.

1. HCTS - Tese. 2. RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO - Tese. 3. ENSINO DE FÍSICA - Tese. 4. FORMAÇÃO DE PROFESSORES - Tese. I. BATISTA, IRINEA DE LOURDES. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. III. Título.

CDU 53

ANDRÉIA HORNES MACEDO

**ESTUDO DA RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO – UMA  
PROPOSTA HCTS PARA A FORMAÇÃO DE  
PROFESSORES DE FÍSICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, como requisito para a obtenção do título de Doutora em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Orientadora: Prof. Dra. Irinéa de Lourdes Batista  
Universidade Estadual de Londrina (UEL)

---

Prof. Dr. Marcelo Alves de Carvalho  
Universidade Estadual de Londrina (UEL)

---

Profa. Dra. Márcia da Costa  
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

---

Profa. Dra. Ligia Ayumi Kikuchi  
Secretaria Estadual de Educação do Paraná

---

Profa. Dra. Suelen Aparecida Felicetti  
Secretaria Municipal de Francisco Beltrão

Londrina, 13 de julho de 2022.

## **AGRADECIMENTOS**

Inicialmente agradeço a Deus, pela vida que me deu e pelas pessoas maravilhosas que colocou em meu caminho.

À minha orientadora, Dr<sup>a</sup> Irinéa de Lourdes Batista, por acreditar e não desistir de mim, mesmo quando eu mesma já havia desistido. Muito obrigada pela paciência e seriedade com a qual me orientou por estes anos.

Aos membros da banca, Dr<sup>a</sup>. Marcia da Costa, Dr. Marcelo, Dr<sup>a</sup> Lígia e Dr<sup>a</sup>. Suelen, pela generosidade e serenidade com que avaliaram este trabalho. Pelas críticas, sugestões e correções que contribuíram para o aprimoramento desta pesquisa.

Aos especialistas que avaliaram a proposta, apresentando argumentos e questionamentos valiosos para a finalização do trabalho;

Aos integrantes do grupo de pesquisa IFHIECEM, que contribuíram com o aperfeiçoamento desta pesquisa. Em especial, Suelen, Lígia, Amanda, Márcia, Leizi, Gisele, Felipe, Diogo, Mariana, Walter, João .... que contribuíram com esta pesquisa por meios de leituras, materiais, sugestões, decodificações e especialmente com apoio e amizade.

À minha família, meus pais Edison e Geni, por me tornarem a pessoa que sou e aos meus filhos Rafaela e Bruno, que me tornaram ainda melhor.

Em especial, mil agradecimentos ao meu marido Claudio Murilo, por estar do meu lado em todos os momentos dessa caminhada, desde a graduação até o doutorado, comemorando as conquistas e oferecendo consolo nos momentos difíceis.

Aos meus amigos e colegas, sejam eles os de perto ou os de bem longe, que de forma direta ou indireta contribuíram para que mais este sonho fosse alcançado.

Essa conquista merece ser compartilhada com todos que fizeram parte desse processo e seria impossível citar todos os envolvidos. Meus eternos agradecimentos!

*“A mente que se abre a uma nova ideia jamais  
voltará ao seu tamanho original.”*

*Albert Einstein*

## RESUMO

HORNES, Andréia Macedo. **ESTUDO DA RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO – UMA PROPOSTA HCTS PARA A FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE FÍSICA.** 2022. 165 folhas. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2022.

Nesta pesquisa apresentamos a Proposta HCTS – História, Ciência Tecnologia e Sociedade, que traz uma relação entre a História da Ciência e a abordagem CTS para o ensino da Radiação do Corpo Negro. Essa proposta é resultado de uma pesquisa teórico-metodológica no campo da Didática das Ciências e mobilização de Saberes Docentes, considerando que o professor é o sujeito que constrói seus saberes e a sala de aula o meio que possibilita a prática dessa construção. Nesse contexto, disponibilizamos a proposta para que especialistas da área avaliassem, por meio de um questionário, a potencialidade e relevância da mesma na formação de professores, bem como a aplicabilidade da mesma como uma metodologia de ensino construtivista. Como complementação à proposta, apresentamos uma sequência didática modelo, a qual também foi avaliada pelos especialistas, com o objetivo de demonstrar como a proposta HCTS pode ser desenvolvida por professores de educação básica no ensino de Física. Para essa sequência, utilizamos a Radiação do Corpo Negro como conteúdo científico a ser desenvolvido nos aspectos da proposta, visto o debate histórico-científico promovido por esse tema e as discussões entre ciência, tecnologia e sociedade, permeadas pela História da Radiação do Corpo Negro, que ampliam os horizontes, dando início a Física Moderna. Por meio da análise dos registros da avaliação por especialistas, nossas hipóteses de que uma proposta pautada na História da Ciência e nas relações apresentadas pela Abordagem CTS seja relevante para a formação dos professores e potencialmente produtiva para o processo de ensino e de aprendizagem, foram consolidadas. Esses resultados indicam a proposta HCTS como uma contribuição no campo da Didática das Ciências e de saberes docentes na Educação em Ciências.

**Palavras-chave:** Saberes Docentes, HCTS, Radiação do Corpo Negro, Didática das Ciências.

## ABSTRACT

HORNES, Andréia Macedo. **STUDY OF BLACK BODY RADIATION – AN HCTS PROPOSAL FOR TRAINING PHYSICS TEACHERS**. 2022. 165 sheets. Thesis (Doctorate in Science Teaching and Mathematics Education) – State University of Londrina, Londrina, 2022.

In this research we present the HSTS Proposal – History, Science, Technology and Society, which brings a relationship between the History of Science and the STS approach to teaching Black Body Radiation. This proposal is the result of a theoretical-methodological research in the field of Didactics of Science and mobilization of Teaching Knowledge, considering that the teacher is the subject who builds their knowledge and the classroom the means that enables the practice of this construction. In this context, we made the proposal available for specialists in the area to assess, through a questionnaire, its potential and relevance in teacher education, as well as its applicability as a constructivist teaching methodology. As a complement to the proposal, we present a model didactic sequence, which was also evaluated by experts, with the objective of demonstrating how the HCTS proposal can be developed by basic education teachers in Physics teaching. For this sequence, we used Black Body Radiation as scientific content to be developed in the aspects of the proposal, given the historical-scientific debate promoted by this theme and the discussions between science, technology and society, permeated by the History of Black Body Radiation, that broaden horizons, giving rise to Modern Physics. Through the analysis of the evaluation records by specialists, our hypotheses that a proposal based on the History of Science and on the relationships presented by the CTS Approach is relevant for teacher training and potentially productive for the teaching and learning process were consolidated. . These results indicate the HCTS proposal as a contribution in the field of Science Didactics and teaching knowledge in Science Education.

Keywords: Teaching Knowledge, HSTS, Black Body Radiation, Science Didactics.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Representação prática do modelo de corpo negro segundo Kirchhoff - caixa metálica com um pequeno orifício .....76
- Figura 2** – Radiância espectral de um corpo negro em função da frequência da radiação – temperaturas de 1000 K, 1500 K e 2000 K.....77
- Figura 3** – Radiância espectral de um corpo negro em função do comprimento de onda.....79
- Figura 4** – Comparação entre a teoria clássica de Rayleigh-Jeans e experiência...81
- Figura 5** – Comparação da radiação do corpo negro para Wien e Rayleigh .....82

## LISTA DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> – Lei de deslocamento de Wien.....	81
-----------------------------------------------------	----

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Aspectos da Proposta HCTS .....	47
<b>Quadro 2</b> – Relações HCTS para as Máquinas de Voar .....	49
<b>Quadro 3</b> – Protótipos do 14Bis desenvolvidos pelos alunos .....	50
<b>Quadro 4</b> – Aviação - Física e Dobradura .....	51
<b>Quadro 5</b> – Proposta HCTS para o ensino da Termodinâmica .....	53
<b>Quadro 6</b> – Máquina a Vapor – construção e apresentação .....	54
<b>Quadro 7</b> – Protótipos do barquinho a vapor.....	55
<b>Quadro 8</b> – Perspectiva HCTS para o ensino da Óptica .....	57
<b>Quadro 9a</b> – Óptica - produções dos alunos .....	59
<b>Quadro 9b</b> – Óptica - produções dos alunos.....	59
<b>Quadro 10</b> – Perspectiva HCTS para o ensino dos Modelos Atômicos.....	60
<b>Quadro 11</b> – Reconstrução dos modelos atômicos.....	61
<b>Quadro 12</b> – Atividade – diagrama dos modelos atômicos .....	62
<b>Quadro 13</b> – Perspectiva HCTS para o Efeito Fotoelétrico .....	64
<b>Quadro 14a</b> – Atividade - Experimentos Históricos .....	66
<b>Quadro 14b</b> – Atividade: Resumo de vídeo.....	68
<b>Quadro 14c</b> – Atividade: Simulação (PHET) .....	68
<b>Quadro 14d</b> – Atividade - Demonstração prática do Efeito Fotoelétrico .....	69
<b>Quadro 15</b> – Proposta HCTS para o ensino da Radiação de Corpo Negro .....	88
<b>Quadro 16</b> – Sequência Didática para o ensino da Radiação de Corpo Negro.....	106
<b>Quadro 17</b> – Dados referentes à Questão.....	110
<b>Quadro 18</b> – Dados referentes à Questão 2a.....	114
<b>Quadro 19</b> – Dados referentes à Questão 2b.....	115
<b>Quadro 20</b> – Dados referentes à Questão 3.....	117

<b>Quadro 21</b> – Dados referentes à Questão 4.....	118
<b>Quadro 22</b> – Dados referentes à Questão 5a .....	122
<b>Quadro 23</b> – Dados referentes à Questão 5b.....	124

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
DCE	Diretrizes Curriculares Estaduais
DCNE	Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação
HC	História da Ciência
HCTS	História, Ciência, Tecnologia e Sociedade
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PLACTS	Pensamento Latino Americana em CTS
RCN	Radiação do Corpo Negro
SD	Sequência Didática
OC	Orientações Curriculares para o Ensino Médio

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>2</b>	<b>SABERES NECESSÁRIOS AO ENSINO DE FÍSICA</b> .....	16
2.1	SABERES DOCENTES .....	17
2.1.1	Conhecimento do Professor .....	18
2.1.2	Conhecimento Para o Ensino .....	21
2.1.3	Conhecimento da Prática Docente .....	26
<b>3</b>	<b>A PROPOSTA HCTS – HISTÓRIA, CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE</b> .....	
3.1	DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA HCTS .....	31
3.2	A História da Ciência como Norteadora da Proposta .....	32
3.3	Abordagem CTS na Perspectiva da Proposta HCTS .....	35
3.4	A História da Ciência e sua Relação com a Abordagem CTS - A PROPOSTA HCTS .....	38
3.4.1	O Aspecto Histórico .....	41
3.4.2	O Aspecto Científico .....	42
3.4.3	O Aspecto Tecnológico .....	44
3.4.4	O Aspecto Social .....	45
3.5	ORGANIZAÇÃO DA PROPOSTA HCTS .....	46
3.6	PRODUÇÕES HCTS .....	48
3.6.1	Máquinas de Voar .....	48
3.6.2	Máquinas Térmicas .....	52
3.6.3	Luz e Cores .....	56
3.6.4	Modelos Atômicos .....	61
3.6.5	Efeito Fotoelétrico.....	64
<b>4</b>	<b>A PROPOSTA HCTS PARA A RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO</b>	
4.1	PRESSUPOSTOS HISTÓRICO-CIENTÍFICOS DA RCN .....	74
4.1.1	Radiação Térmica .....	75
4.1.2	Corpo Negro e a Radiação de Cavidade .....	76
4.1.3	O Teorema de Kirchoff .....	77
4.1.4	A Lei de Stefan-Boltzmann .....	78

4.1.5	A Lei do Deslocamento de Wien .....	79
4.1.6	Equação de Rayleigh-Jeans .....	81
4.1.7	A Teoria de Planck e a Catástrofe do Ultravioleta .....	82
4.2	PRESSUPOSTOS HISTÓRICO-TECNOLÓGICOS DA RCN .....	84
4.3	PRESSUPOSTOS HISTÓRICO-SOCIAIS DA RCN .....	87
4.4	PRODUÇÃO DA PROPOSTA HCTS .....	88
4.4.1	Delineamento da Sequência Didática .....	90
4.4.2	Produção da Proposta HCTS .....	92
<b>5</b>	<b>DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA</b>	
5.1	INVESTIGAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICO .....	95
5.2	ANÁLISE DE CONTEÚDO DO QUESTIONÁRIO .....	96
5.2.1	Unidades de Contexto e Unidades de Registro .....	98
5.2.2	Sequência Didática (SD): Construindo a Proposta HCTS .....	104
5.2.3	Sequência Didática para a Radiação do Corpo Negro .....	106
<b>6</b>	<b>RESULTADOS, INFERÊNCIAS E INTERPRETAÇÃO</b>	
6.1	APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS .....	110
6.2	INFERÊNCIA E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS .....	128
6.2.1	Proposta HCTS .....	128
6.2.2	Saberes Docentes .....	131
6.2.3	Radiação do Corpo Negro .....	134
6.2.4	Sequência Didática .....	135
6.2.5	Considerações Gerais .....	139
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	142
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	144
	<b>APÊNDICES</b> .....	149
	APÊNDICE A – Questionário enviado aos especialistas .....	150
	APÊNDICE B – Modelo de Quadro HCTS .....	151
	APÊNDICE C – Respostas dadas pelos especialistas .....	152

## 1 INTRODUÇÃO

Estudos voltados ao ensino e aprendizagem de Ciências da Natureza, em especial da Física, compreendem o mundo científico além das dimensões teóricas, muitas vezes resumidas em fórmulas e breves definições. O ensino de Física, apresentado dessa forma, reflete no insucesso da aprendizagem, causa frustração e desconforto a muitos docentes e pesquisadores da área. Ao buscar novas alternativas para mudar esse quadro ou ao menos amenizar o problema, acreditamos que abordagens contextualizadas com a tecnologia, o meio ambiente e o desenvolvimento sociocultural, podem ser alternativas viáveis.

Dessa forma, o conhecimento científico se torna muito mais amplo do que a maneira como se costuma apresentar em sala de aula: quando contextualizamos um tema específico da Física, tornamos possível relacioná-lo com o meio histórico-social, com aspectos ambientais e tecnológicos, bem como proporcionamos aos estudantes a análise crítica a respeito dos conteúdos científicos curriculares e seu vínculo com o cotidiano. Para Batista (2004), na disciplina de Física a dificuldade apresentada pelos alunos está principalmente na compreensão de fenômenos que necessitem de abstração, interpretação e reflexão. Não entender a relevância dos conteúdos estudados para sua formação incorre na desmotivação e, em consequência, no fracasso escolar.

A dificuldade dos professores em contextualizar os conteúdos ou buscar abordagens de ensino diferentes das tradicionais é também um campo de investigação que merece atenção. A formação de professores pode ser estendida ao seu desenvolvimento profissional, considerando que o mesmo está em constante processo de formação. Suas experiências iniciam como estudante, passando então para sua formação inicial e, então, à sua formação em serviço na qual têm validade suas experiências em sala de aula. É nesse contexto que os saberes docentes são assimilados, tendo o professor responsabilidade perante tal consolidação. Para que essa apropriação seja eficiente e produtiva é necessário que ele tenha acesso a materiais e abordagens atualizadas e potencialmente significativas, o que demanda de estudos constantes, por conta própria e em processos de formação.

Para estruturar um ensino contextualizado sem minimizar o conteúdo científico, valorizando as relações da Física com o cotidiano, visando formar cidadãos críticos, reflexivos, ativos e criativos, se faz necessário a contextualização dos conteúdos em saberes científicos e suas relações com o mundo. Segundo a BNCC “A contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimentos humanos e sociais.” (BNCC, p 549)

Dessa forma, para promover a formação, é necessária uma reflexão acerca das relações entre o que é ensinado do ponto de vista científico e pedagógico e o que acontece na sociedade. Na BNCC propõe-se também discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente. (BNCC, p. 549)

Assim, compreendemos a necessidade de abordar os conteúdos científicos de formas diferenciadas. Para Batista (2004), se faz necessário equilíbrio e coerência no que ensinar e como ensinar a Física, pois a redução da Física à pura técnica, seja experimental ou matemática, pode evitar questionamentos conceituais e gerar uma formação limitada, estreita e acrítica. É nessa perspectiva que as investigações em ensino de ciências são direcionadas, buscando alternativas para romper com abordagens tradicionais e descontextualizadas.

Nesse contexto, a partir de uma atividade docente pautada na Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) podemos contemplar essa necessidade de contextualização. Segundo Bazzo e Colombo (2001) “esta é uma área de estudos que a preocupação maior é tratar a Ciência e a Tecnologia, tendo em vista suas relações, consequências e respostas sociais” (BAZZO e COLOMBO, 2001, p. 93).

No entanto, essa abordagem pode não ser suficiente para compreender como o pensamento científico contribui para a construção do conhecimento, sendo necessário um eixo de ligação, o qual pode ser atribuído a História da Ciência. Propomos então a relação entre a História da Ciência e a abordagem CTS, concentrando a pesquisa na elaboração da fundamentação

teórica e na investigação da sua viabilidade e aplicabilidade.

Diante do que foi exposto, levantamos alguns questionamentos norteadores da pesquisa: Quais as implicações que uma abordagem metodológica pautada na perspectiva HCTS, pode proporcionar aos estudantes quanto a aprendizagem dos conceitos da Física? Uma proposta com esse direcionamento pode auxiliar o professor na realização de mudanças na forma de ensinar? A contextualização relacionando os quatro aspectos na proposta HCTS podem contribuir para o ensino e aprendizagem da Física?

Com base nesses questionamentos buscamos desenvolver uma proposta de ensino fundamentada na História da Ciência e na abordagem CTS – Proposta HCTS - História, Ciência, Tecnologia e Sociedade, investigando a relevância e a viabilidade dessa proposta como abordagem didático-metodológica, por meio de uma sequência didática com base na Proposta HCTS elaborada para a Radiação do Corpo Negro.

A ênfase na Proposta HCTS se dá por reconhecer que mesmo sendo ausente dos currículos de Física das escolas públicas, ela é indissociável dos conteúdos, pois responde aos questionamentos acerca da disciplina: quem, quando, onde, como, porque e para quê. As mudanças nas atitudes didático-metodológicas dos professores são necessárias para mudar esse quadro e a opção pela presente proposta se justifica pela dimensão contextual a qual possibilita uma visão renovada para o ensino de Física, trazendo significado aos conteúdos estudados.

Uma proposta que pode auxiliar na modificação da dinâmica da sala de aula a partir da implementação de estratégias diferenciadas, bem como favorecer o diálogo e o comprometimento dos alunos, é capaz de promover uma aprendizagem construtiva, pois a motivação é uma das condições principais para que haja aprendizagem. Podemos considerar que inserir a História da Ciência no contexto educacional, em especial no ensino da Física, fundamentando-a em teorias contemporâneas da aprendizagem e apresentando características contextualistas, além de auxiliar na compreensão de fenômenos, contribui para entender como se deu a construção do conhecimento científico partindo do pensamento científico.

## 2 SABERES NECESSÁRIOS AO ENSINO DE FÍSICA

A compreensão da ação docente tem sido há muito tempo objetivo de pesquisas científicas. Desse modo, é importante conhecer o processo formativo, tanto inicial quanto contínuo, com o intuito de estabelecer relações de ensino e aprendizagem com a prática do professor. Assim, o debate das questões relacionadas aos saberes docentes passa a fazer parte desse cenário, visando perceber e analisar sua mobilização na prática e sua relevância na formação.

Embora alguns saberes possam ser “adquiridos” em livros e disciplinas nas instituições formadoras de docentes, boa parte deles são desenvolvidos ao longo da carreira de docente, tornando-se hábitos, truques, macetes, que se expressam, principalmente na forma do saber-fazer. Esses saberes, de forma geral, são denominados na literatura de saberes docentes ou saberes dos professores (Siqueira, 2012, p. 47)

Para o presente estudo, buscamos respaldo nas pesquisas de diferentes autores no intuito de fundamentar as relações apontadas na ação e na formação docente. Selecionamos alguns autores que estudam e apresentam definições aos saberes docentes a citar, Shulman (1986), Gauthier et al. (1998) e Tardif (2004). Esses autores organizam e classificam os saberes docentes como algo complexo, heterogêneo, difuso, e que decorre de fontes diversificadas. Em termos da pesquisa, focamos a análise nas definições propostas por Tardif, pois direcionamos o estudo para o conhecimento da prática docente.

Segundo Tardif (2002), compreender e pesquisar os repertórios dos saberes profissionais da prática docente é uma tarefa em que se reconhece que os professores são sujeitos do saber e do saber fazer. Nessas investigações, observa-se que tal profissional recorre, mobiliza e articula seus conhecimentos. As pesquisas apontam para as relações que ocorrem entre os diferentes saberes mobilizados, necessários para ensinar e a importância dessas relações para o desenvolvimento profissional.

No ensino de Física, além dos saberes mobilizados que relacionam o ensino com o desenvolvimento profissional, os professores

precisam desenvolver a prática voltada ao enfrentamento de uma situação ímpar: a aversão à disciplina de Física apresentada pelos estudantes. Essa situação é muito comum aos docentes de Física, pois deparam-se cotidianamente com frases tipo “Física é muito difícil”; “Não entendo nada que o professor diz”; “É pior que matemática”; entre outras, que levam a refletir acerca do próprio papel em sala de aula.

Dessa forma, percebemos que há um paradigma instituído para o ensino de física, tanto na graduação quanto na educação básica, constatadas por diferentes meios, entre os quais podemos citar inicialmente os livros-textos, que trazem pouca diferenciação estrutural, mas essencialmente iguais entre si, inclusive seguem o padrão de livros clássicos da graduação (esses livros seriam aqueles mais utilizados como Halliday, Tipler, Moysés entre outros). Outra observação pode ser atrelada aos concursos vestibulares, que também seguem essa mesma estruturação prevista nos livros didáticos.

Diante dessa situação temos o professor de Física em uma formação tradicional, paradigma esse difícil de romper, de transformar. Esse profissional “tradicional” é reflexo das representações e concepções, fontes de resistência a mudança, que os professores apresentam em relação ao ensino e aprendizagem, além de outros aspectos construídos em sua formação, antes mesmo de se tornar docente (TARDIF, 2002).

Então, se na formação inicial temos um padrão normalizado, podemos pensar que a formação em exercícios fará com que o docente reflita e busque superar esse tipo de barreira reformulando seus saberes. Essa superação se faz necessária principalmente diante da necessidade do público discente, para que esse ciclo não se repita. A Física apresentada aos alunos como definições e fórmulas, desconexas da realidade, necessitando de inúmeras habilidades matemáticas, desmotiva o estudante e conseqüentemente o professor.

## 2.1 OS SABERES DOCENTES

No que diz respeito aos estudos dos saberes docentes, os autores Shulman (1986), Gauthier et al (1998) e Tardif (2004) analisam as

investigações centradas na natureza dos saberes subjacentes ao ato de ensinar. Dessa forma, organizamos o estudo em três perspectivas relativas ao conhecimento: o conhecimento do professor, onde buscamos as reflexões de Shulman; o conhecimento para o ensino, embasado em Gauthier e o conhecimento da prática docente, estudos realizados por Tardif.

### 2.1.1 Conhecimento do Professor

Lee Shulman (1986) e seus colaboradores, indicam tipologias para os conhecimentos dos docentes, dando enfoque ao conteúdo, relacionando o que é ensinado pelo professor e sua formação pedagógica. Os autores reconhecem a importância da compreensão pedagógica e da necessidade de combinação desses elementos – conhecimentos científicos do professor e formação pedagógica. Suas discussões partem da epistemologia dos saberes docentes, conectando os conhecimentos científicos acerca do conteúdo com os saberes pedagógicos, e destacam o papel da prática docente para decidir o que ensinar.

Procurando estruturar e desenvolver os domínios de sua pesquisa, Shulman (1986) apresenta possíveis reflexões acerca dos conhecimentos do professor:

Quais são os domínios e categorias de conhecimento do conteúdo na mente dos professores? Como, por exemplo, estão relacionados o conhecimento do conteúdo e o conhecimento pedagógico geral? De que forma são os domínios e categorias de conhecimentos representados nas mentes dos professores? Quais são as formas promissoras de aumentar a aquisição e o desenvolvimento de tal conhecimento? (SHULMAN, 1986, p. 9).

Shulman (1986), propôs uma abordagem com o intuito de investigar como os conhecimentos dos professores são adquiridos, revistos e combinados pois, segundo o autor, questões a respeito da formação profissional vinham sendo ignoradas nas pesquisas. Em situações de ensino, o professor se depara com um conjunto de informações, compreensões, conhecimentos e habilidades, necessárias para sua ação imediata. Assim, considera a experiência profissional como mobilizadora dos conhecimentos diante da complexidade da

ação docente.

Shulman (1986), propôs uma abordagem com o intuito de investigar como os conhecimentos docentes são assimilados, revistos e combinados pois, segundo o autor, essas questões que fazem parte da formação profissional vinham sendo ignoradas nas pesquisas. Em situações de ensino, os professores se deparam com um conjunto de informações, compreensões, conhecimentos e habilidades, necessárias para suas ações imediata. Assim, a experiência profissional torna-se mobilizadora dos conhecimentos diante da complexidade da ação docente.

A distinção entre conhecimento do conteúdo da disciplina, conhecimento pedagógico e conhecimento do currículo, é proposta por Shulman (1986) como a formação da base de conhecimentos do professor, onde o conhecimento do conteúdo da disciplina “refere-se às compreensões do professor acerca da estrutura da disciplina, de como ele organiza cognitivamente o conhecimento da matéria objeto de ensino” (ALMEIDA; BIAJONE, 2007, p. 287).

Dessa forma, podemos considerar que o conhecimento do conteúdo da disciplina é construído por meio da compreensão de seus processos, não se limitando a fatos e conceitos isolados. Para Shulman (1986), esse conhecimento implica na compreensão de aspectos que envolvem os conhecimentos históricos acerca de sua área da atuação, destacando a reflexão teórica e epistemológica que o professor faz a respeito dos conteúdos que ensina.

O domínio do conteúdo a ser ensinado confere autonomia intelectual ao professor, possibilitando uma visão crítica diante dos currículos propostos e dos processos de ensino e aprendizagem mediados por esses currículos. O conhecimento do conteúdo da disciplina pode influenciar nas ações e julgamentos pedagógicos e também, na ênfase dada a cada segmento do conteúdo, refletindo no modo como o professor formula e apresenta o conteúdo aos alunos. Como consequência, a partir do conhecimento pedagógico do conteúdo é possível relacionar “as analogias, ilustrações, exemplos, explicações e demonstrações, em outras palavras, as formas de representação e formulação do assunto que pode torná-lo compreensível” (SHULMAN, 1986, p. 9).

Podemos considerar que a relação entre o conteúdo a ser ensinado e a forma como o ensino é realizado está diretamente relacionada ao sucesso do processo. Articular os conhecimentos com os procedimentos didáticos faz parte da ação docente, assim como perceber o que facilita ou dificulta a aprendizagem dos alunos. O conhecimento pedagógico do conteúdo parte do conhecimento teórico que o professor tem do conteúdo e de suas vivências, e de como ele adapta, reorganiza e reestrutura o conteúdo para facilitar o processo de ensino e aprendizagem.

Esse processo requer constante reflexão e recorre a diversos conhecimentos e saberes presentes na ação do professor. Para Shulman (1986), este conhecimento é de fundamental importância para a ação docente, pois evidencia questões de ensino e aprendizagem, tanto na forma como os conteúdos são desenvolvidos em sala de aula e como são compreendidos pelos alunos.

Em relação ao conhecimento curricular, Shulman (1986) refere-se a compreensão do programa de ensino proposto pela instituição de ensino, dos materiais didáticos disponíveis e as possíveis articulações entre o conteúdo e a evolução curricular. Assim, currículo pode ser a representação dos diversos programas concebidos para o ensino dos conteúdos específicos, relacionados com os materiais didáticos disponíveis. Cabe ao professor, em suas articulações, considerar a profundidade e complexidade que demanda para cada fase de ensino.

Esta preocupação do professor com a compreensão do que está ensinando e as alternativas que encontra, à medida que reflete sobre a sua prática e busca soluções para problemas do cotidiano pedagógico, é que fazem a singularidade da sua prática profissional (GONÇALVES; GONÇALVES, 2003, p. 110).

Com relação aos conhecimentos necessários à prática do professor, Fiorentini (2004), apresenta definições:

- Conhecimento do conteúdo: são aqueles relativos ao conteúdo da disciplina que o professor ministra, suas compreensões dos fatos, conceitos e procedimentos de uma determinada área;
- Conhecimento curricular: engloba o entendimento que o professor tem do

programa, dos materiais que mobiliza para ensinar;

- Conhecimento pedagógico geral: refere-se aos princípios e estratégias que o professor tem para manejar e organizar a classe;
- Conhecimento pedagógico do conteúdo: é o aquele resultante entre conteúdo e pedagogia, ou seja, é o modo de ensinar tal conteúdo e de tornar a disciplina compreensível para os alunos;
- Conhecimento das características cognitivas dos alunos: é o conhecimento que o professor tem de como seu aluno aprende e se desenvolve cognitivamente. Compreendendo esses processos cognitivos, torna-se possível proporcionar uma melhor intervenção pedagógica;
- Conhecimento do contexto educacional: inclui as situações reais de trabalho, a composição do grupo de alunos em sala de aula, a comunidade escolar na qual está inserido, suas características, particularidades, entre outros;
- Conhecimento dos fins educacionais: são os valores, os propósitos educacionais, bem como seus fundamentos históricos e filosóficos.

Dessa forma, os estudos propostos por Shulman a respeito da base de conhecimentos que os professores necessitam ao lecionar contribuem para a estruturação e encaminhamento das questões que se referem aos saberes docentes. Investigar os conhecimentos dos professores acerca dos conteúdos e das relações entre eles com o processo de ensino e aprendizagem, mediante a prática do professor, leva a reflexões relevantes da dinâmica da formação docente, contribuindo para a compreensão do processo visando o sucesso escolar.

### 2.1.2 Conhecimentos para o Ensino

O ensino é um processo que pode mobilizar diferentes saberes, a citar: saberes disciplinares, curriculares, das ciências da educação, da tradição pedagógica, da experiência e da ação pedagógica. Nesse sentido, Clermont Gauthier et al. (1998) enfatizam que os saberes docentes podem ser validados cientificamente e agregados à formação profissional, de modo que ocorra a profissionalização do trabalho. Os autores ressaltam ainda, o quanto é importante a profissionalização do docente, e, para que isso ocorra, o

conhecimento do conteúdo se faz necessário. Ensinar é um processo complexo que requer talento, bom senso, intuição, experiência e cultura.

Nos estudos de Gauthier et al (1998), encontramos também a preocupação com o contexto real em que o ensino ocorre, pois reflete diretamente na construção dos saberes dos professores. Segundo os autores é necessário conhecer o processo de ensino para depois refletir acerca da própria ação. São as atitudes tomadas pelos professores em ação que exercem influência na aprendizagem, entretanto, conhecer os aspectos “do saber profissional docente é fundamental e pode permitir que os professores exerçam o seu ofício com muito mais competência” (GAUTHIER et al., 1998, p. 20).

A profissionalização do processo de ensinar requer uma reflexão acerca dos saberes que fundamentam a prática do professor. Em pesquisas realizadas a partir de 1980 busca-se justamente descrever e compreender a ação docente por meio de investigações realizadas na prática. É nesse contexto que se iniciam os debates acerca dos saberes, das habilidades e das atitudes que os profissionais mobilizam durante sua atuação. Desse modo:

[...] as inúmeras pesquisas realizadas nos últimos anos, com o objetivo de definir um repertório de conhecimentos para a prática pedagógica, podem ser interpretadas como uma série de incentivos para que o docente se conheça enquanto docente, como uma série de tentativas de identificar os constituintes da identidade profissional e de definir os saberes, as habilidades e as atitudes envolvidas no exercício do magistério (GAUTHIER et al., 1998, p. 18).

Para compreender o contexto da atuação do professor é preciso que haja avanço nas pesquisas, principalmente a respeito dos conhecimentos necessários para ensinar, o que é capaz de fornecer elementos importantes às ciências da Educação. Dessa forma, busca-se entender as dificuldades apresentadas pela profissão em revelar seus saberes e os produzidos, que muitas vezes apresentam incoerências. Existe uma lacuna entre a prática docente e as pesquisas em Educação que pode ser minimizada pela compreensão dos saberes e conhecimentos mobilizados na ação pedagógica.

Gauthier et al. (1998) investigam os obstáculos que dificultam a emergência dos saberes profissionais: o ofício sem saberes e os saberes sem

ofício. No primeiro caso, o ensino é confinado à sala de aula, de modo descontextualizado e, para que ocorra é suficiente conhecer o conteúdo e transmiti-lo a um grupo de estudantes.

Com relação aos saberes sem ofício, não basta ter domínio do conteúdo, o ato de ensinar compreende questões como planejar atividades adequadas a cada realidade, adequar o tempo disponível aos conteúdos que devem ser ensinados, organizar o processo educativo, entre outros. Dessa forma,

Pensar que ensinar consiste apenas em transmitir um conteúdo a um grupo de alunos é reduzir uma atividade tão complexa quanto o ensino a uma única dimensão, aquela que é mais evidente, mas é sobretudo negar-se a refletir de forma mais profunda sobre a natureza desse ofício e dos outros saberes que lhe são necessários (GAUTHIER et al., 1998, p. 20-21).

Nesse sentido, apresentamos alguns pontos que podemos associar ao exercício docente, como o talento, importante para qualquer profissão, mas não suficiente para ser professor, uma vez que para a base de sustentação do ensino é preciso considerar a organização, estudo e reflexão. A prática reduzida ao talento do professor pode passar uma ideia equivocada de que os estudos na área da Educação são desnecessários (GAUTHIER et al., 1998).

Outro fator a ser considerado é o bom senso, que é importante, mas não basta para ser um bom professor, mesmo porque é bem pessoal e varia de acordo com as perspectivas de cada um. Em situações de conflitos seja de valores, pontos de vista e opiniões em sala de aula, cabe usar o bom senso para conduzir a discussão respeitando a individualidade do grupo.

Gauthier et al (1998), também consideram que a intuição faz parte do processo, podendo representar um guia para tomar decisões. Para os autores, não basta usar a intuição, é necessário refletir acerca das ações tomadas e ser crítico.

A concepção de que ensinar é um processo que se aprende com a prática, pode indicar erroneamente, que a experiência basta para ser um bom professor. O saber experiencial é importante em todas as profissões, no entanto, somente ele não basta para compor os saberes docentes: é necessário ter como

base o conhecimento formal, que auxilia na interpretação dos acontecimentos e nas intervenções realizadas. O professor não deve adquirir tudo na prática, por erros e acertos, precisa “possuir um corpus de conhecimentos para ler a realidade e a enfrentá-la” (GAUTHIER et al., 1998, p. 24).

Advogar unicamente em favor da experiência é prejudicar a emergência do reconhecimento profissional dos professores, visto que se reconhece uma profissão principalmente pela posse de um saber específico formalizado e adquirido numa formação de tipo universitário (GAUTHIER et al., 1998, p. 24).

Temos ainda, a ideia que para ensinar basta ter cultura. Porém, na visão do autor e seus colaboradores, ter cultura não significa ensinar bem. O saber cultural é fundamental para a ação docente, mas não pode ser tomado como único, “tomá-lo como exclusivo é mais uma vez contribuir para manter o ensino na ignorância” (GAUTHIER et al., 1998, p. 25).

Essas ideias, tomadas individualmente, prejudicam o processo da compreensão dos saberes necessários para a ação docente. É necessário considerar que vários deles compoem a prática profissional e que precisam ser estudados, a fim de romper com o obstáculo que considera o ofício sem saberes.

Esse obstáculo precisa ser analisado com atenção, assim como é um equívoco considerar a profissão do professor como um ofício sem saberes, o inverso também é, pois pode tornar o ensino tão formal que o distancia da realidade. Como salientam Gauthier et al. (1998, p. 26):

Embora as faculdades de educação tenham produzido saberes formalizados a partir dessas pesquisas, esses saberes não se dirigiam ao professor real, cuja atuação se dá numa verdadeira sala de aula, mas a uma espécie de professor formal, fictício, que atua num contexto idealizado, unidimensional, em que todas as variáveis são controladas.

Esse modelo descontextualizado para a formação do professor foi criticado por Schön (1995), pois não considerava a complexidade da situação pedagógica nem o seu contexto real, o que resultou na falta de percepção entre os saberes produzidos pela ciência da Educação e a realidade da ação docente. Esse obstáculo promoveu a ideia entre os professores de que as universidades não agregavam um conhecimento útil e que o ideal seria basear sua na

experiência docente (GAUTHIER et al., 1998, p. 27).

Nesse sentido, Gauthier et al (1998) propõe um repertório de saberes para auxiliar na profissionalização a atividade docente, no intuito de diminuir as dificuldades enfrentadas recorrentes dos obstáculos apresentados:

- Saberes disciplinares: produzidos pelos pesquisadores e cientistas das diversas áreas do conhecimento. São encontrados na forma de disciplinas nas universidades. Não é o professor quem os produz, mas utiliza aqueles de autoria de pesquisadores para seu conhecimento e assim, ter o domínio necessário para ensinar aos alunos.

- Saberes curriculares: presentes nos programas escolares que direcionam o planejamento e avaliação do processo de ensino. Não são produzidos pelos professores, mas por especialistas que selecionam e organizam os saberes produzidos pelas ciências. Esses são transformados em manuais, livros didáticos, cadernos de exercícios, etc., e disponibilizados aos professores.

- Saberes das ciências da Educação: relacionam o funcionamento e organização da escola, o desenvolvimento do aluno e a atividade docente. Não está diretamente voltado a ação pedagógica, mas a forma de como o docente pode ser considerado um profissional.

- Saberes da tradição pedagógica: corresponde a ideia que as pessoas têm da profissão docente, mesmo antes de fazerem um curso de formação em uma universidade. Corresponde ao saber dar aula, desenvolvido durante a vivência como estudante, envolvendo as concepções do que é ser professor,

- Saberes da experiência: desenvolvidos ao longo da carreira docente, a partir das próprias vivências. São pessoais, particulares, construídos pelas experiências rotineiras, restritas a sala de aula. Não são reconhecidos nem testados por métodos científicos, o que representa um fator limitante.

- Saberes da ação pedagógica: correspondem aos saberes da experiência, que são testados por meio de pesquisas realizadas em sala de aula e se tornam públicos. Os resultados de tais pesquisas podem trazer muitas contribuições para a formação docente.

Dessa forma, a ação docente é mobilizada por diversos conhecimentos que necessitam de estudo e análise para contribuir de forma profissional com o trabalho do professor. Esses compõem os saberes que

embasam as ações e decisões pedagógicas no contexto de sua atuação, ou seja, em sala de aula. Para Gauthier et al (1998) a profissionalização se dá pelo estudo e validação dos saberes mobilizados nesse processo.

### 2.1.3 Conhecimentos da Prática Docente

A compreensão dos saberes elaborados pelos professores é também objeto dos estudos de Maurice Tardif (2002). Juntamente com seus colaboradores, investigou a mobilização dos saberes docentes ressaltando a epistemologia da prática, resultado dos saberes experienciais. Os autores consideram a integração dos saberes por processos coletivos, assim, os aspectos que envolvem o ensino devem ser considerados. Tardif (2014) traz que os saberes são plurais e estratégicos: plurais, porque são originários de várias fontes; e estratégicos, por serem utilizados em um contexto específico.

Para o autor, os professores utilizam na sua prática diversos saberes, de modo a atender as necessidades cotidianas, no entanto, apresentam dificuldades em analisar sua própria prática, como consequência, esses saberes são poucos explicitados. Assim, as pesquisas em formação docente precisam direcionar seus estudos para os conhecimentos dos professores usados efetivamente no contexto da sala de aula. Tardif realizou o estudo desses saberes denominando de epistemologia da prática profissional:

Chamamos de epistemologia da prática profissional o estudo do conjunto dos saberes utilizados realmente pelos profissionais em seu espaço de trabalho cotidiano para desempenhar todas as suas tarefas. Damos aqui à noção de “saber” um sentido amplo, que engloba os conhecimentos, as competências, as habilidades (ou aptidões) e as atitudes, isto é, aquilo que muitas vezes chamamos de saber, saber-fazer e saber-ser (TARDIF, 2002, p. 255).

Para Tardif, os saberes docentes não podem ser compreendidos de maneira separada das outras dimensões do ensino, mas são um conjunto de saberes oriundos de diferentes fontes, como livros didáticos, processos de formação, conteúdos, experiência, construídos no contexto de sua profissão, sendo relevante sua história, seu papel na escola e na sociedade (TARDIF, 2002).

No presente trabalho, optamos por detalhar os saberes docentes de acordo com Maurice Tardif, chamados de saberes profissionais, disciplinares, curriculares e experienciais. O autor faz uma diferenciação entre os saberes que são obtidos durante a prática docente (saberes experienciais) e os obtidos nos cursos de formação (saberes profissionais).

Os saberes profissionais são os saberes que ocorrem durante a formação inicial ou em serviço dos professores que constituem “o conjunto de saberes transmitidos pelas instituições de formação de professores” (TARDIF, 2002, p. 36). Esses saberes são embasados na relação das ciências humanas ou da educação e os conhecimentos pedagógicos relacionados às técnicas e aos métodos da prática docente (TARDIF, 2002).

Os saberes disciplinares são aqueles provenientes de diferentes campos do conhecimento, como das disciplinas: matemática, literatura, história, ciências; da tradição cultural e dos grupos sociais produtores de saberes (TARDIF, 2002).

Os saberes curriculares, que são aqueles relacionados com os programas de ensino das instituições, como objetivos, conteúdos, metodologias, etc. Os saberes sociais selecionados pelas instituições refletem nos modelos da cultura erudita e de formação para a cultura erudita.

Estes saberes correspondem aos discursos, objetivos, conteúdos e métodos a partir dos quais a instituição escolar categoriza e apresenta os saberes sociais por ela definidos e selecionados como modelos da cultura erudita e de transformação para a cultura erudita (TARDIF, 2002, p. 38).

Os saberes experienciais são aqueles mobilizados durante a prática docente. São plurais, heterogêneos, individuais, práticos, abertos, personalizados, pouco formalizados, influenciados pelo contexto histórico, social e cultural e vão sendo incorporados à experiência individual ou em trocas no grupo de trabalho. (TARDIF, 2002). A incorporação acontece na prática, formando saberes práticos, próprios da ação docente e do conhecimento que os professores possuem do seu público e do seu meio.

É possível perceber que o professor é o protagonista da sua ação, e que os saberes mobilizados por ele refletem sua vida profissional como um todo. Por exemplo, preciso ter conhecimento da sua disciplina e do seu

programa para um planejamento eficiente, relacionados à pedagogia e ciências educacionais para potencializar sua ação.

A maior parte dos saberes docentes é desenvolvida na prática, em um contexto complexo, nas relações entre alunos e profissionais, o que torna o processo reflexivo da própria ação um grande desafio. Nesse contexto, tais saberes docentes precisam ser formalizados e articulados, para não incorrer em reducionismos, ou seja, novos conhecimentos são produzidos partindo dessas análises.

Para estudar e compreender os saberes docentes não basta apenas elencá-los ou defini-los, é necessário fazer a relação entre o resultado da prática com os estudos teóricos, buscando compreender as atitudes docentes e suas consequências, ancorando com suas perspectivas pessoais e estratégias de trabalho. Nesse sentido, Tardif (2002) propõe que o professor seja sujeito do conhecimento e produtor de seus próprios saberes, em que “a epistemologia da prática profissional sustenta que é preciso estudar o conjunto de saberes mobilizados e utilizados pelos professores em todas as suas tarefas” (TARDIF, 2002, p. 259).

Saberes trabalhados, saberes laborados, incorporados no processo do trabalho docente, que só têm sentido em relação às situações de trabalho e que é nessas situações que são construídos, modelados e utilizados de maneira significativa pelos trabalhadores. O trabalho não é primeiro um objeto que se olha, mas uma atividade que se faz, e é realizando-a que os saberes são mobilizados e construídos (TARDIF, 2002, p. 257).

Nesse sentido, o professor mobiliza e ressignifica os saberes desenvolvidos no contexto do seu trabalho, incluindo nesse processo os saberes da sua formação inicial. Sendo assim, conclui-se que os saberes docentes compreendem as dimensões da prática e também os elementos teóricos e conceituais da disciplina, das ciências da educação e concepções acerca do que é ser professor.

### **3 A PROPOSTA HCTS – HISTÓRIA, CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE**

Diante dos problemas enfrentados no ensino de Ciências e apontados nas pesquisas acadêmicas da área, propôs-se a elaboração de alguns documentos pelo Ministério da Educação, que visam orientar os professores em suas ações docentes, principalmente no que diz respeito ao conteúdo programático dos currículos e que atendam aos anseios da ciência moderna, elencando estratégias que melhorem o ensino e a aprendizagem.

Para o Ensino de Física no Ensino Médio, podemos citar a produção de alguns documentos, em nível nacional, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN, 1999), dos Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio, (PCN+, 2002); o OCEM (Orientações Curriculares para o Ensino Médio, 2006), as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (DCNEB, 2013) e a nível estadual no Paraná a Diretriz Curricular Estadual, (DCE, 2006). Esses documentos apresentam, de um modo geral, um contexto que visa integrar o ensino de Ciências com as necessidades da sociedade.

A inserção da HC no ensino por meio da contextualização histórico-social do conhecimento científico, está presente nos documentos orientadores da educação básica. Tanto PCN quanto a OCEM consideram a importância da HC para que os estudantes compreendam as ciências como uma construção humana e sejam capazes de relacioná-las com o desenvolvimento da sociedade (BRASIL, 2000; 2006). No entanto, nas Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica (2013) não há menção ao estudo da História da Ciência, de sua importância para a contextualização científica e tecnológica para a sociedade, sendo esse documento o norteador das nova Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2017).

Os documentos apontados buscam uma relação entre a ciência e a sociedade moderna, reconhecendo que a realidade atual se encontra embasada principalmente nos conteúdos, engessando a atuação do professor em sala de aula. Portanto, um dos fatores presentes nos textos que se referem ao ensino de Física, é a contextualização sócio-histórica que se encontra diretamente vinculada ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia.

Tendo por base esses documentos e nossas próprias experiências na docência, visamos contemplar essa perspectiva, considerando sua relevância para o ensino de Física, apresentando a proposta HCTS – História, Ciência, Tecnologia e Sociedade. Organizada de modo a considerar a articulação da História da Ciência com os pressupostos da Ciência, Tecnologia e Sociedade, desenvolvida com base nas pedagogias construtivistas com o intuito crítico-transformador. Nesse contexto apresentamos uma abordagem teórico-prática da proposta HCTS, para o estudo da Radiação do Corpo Negro. As ações didático-metodológicas possuem uma organização em unidades articuladas compondo uma sequência didática, conforme apresentamos na sequência.

Apresentamos inicialmente a proposta HCTS, com os elementos de motivação, justificativa, objetivos e o embasamento teórico norteador da proposta. Trazemos a leitura com fundamentação no estudo de autores das áreas de História da Ciência e CTS e também, a organização geral da proposta, com os objetivos de cada aspecto que compõe a proposta HCTS. Na sequência, demonstramos por meio do tema Radiação do Corpo Negro como a ela pode ser desenvolvida considerando o estudo de um conteúdo científico. Trazemos o aporte teórico para o tema escolhido e sua discussão nos termos da proposta HCTS, a fim de explicitar os pressupostos que a mesma representa.

Trazemos também, os passos para que o docente de Física possa elaborar sua própria sequência didática com base na proposta HCTS e utilizá-la em sua aula como um instrumento de ensino potencialmente construtivo, contribuindo para uma situação de aprendizagem proporcionada aos educandos. Como exemplo, apontamos alguns trabalhos já elaborados e desenvolvidos em sala de aula como projetos piloto, os quais serviram de base para nossas reflexões e contribuíram para o trabalho atual. Temos ainda uma sugestão para a elaboração, aplicação e avaliação da proposta HCTS como subsídio para docentes, buscando estimular a reflexão acerca das sequências desenvolvidas, visando futuramente proporcionar oficinas de formação para professores com base na proposta HCTS.

Apresentamos também, uma maneira de avaliar as sequências didáticas elaboradas e apresentadas pelos professores, com algumas

considerações norteadoras de discussões e com o intuito de refletir acerca de sua própria prática, para enriquecer suas aulas inserindo temáticas da atualidade propostas histórica e cientificamente fundamentadas.

### 3.1 DESENVOLVIMENTO DA PROPOSTA HCTS

Nesse capítulo trazemos a fundamentação para a proposta HCTS, apresentando o embasamento teórico que norteia o seu desenvolvimento e contribui para que a proposta seja realmente auxiliadora no processo de ensino e de aprendizagem. O objetivo geral é subsidiar a prática docente a partir de uma metodologia didaticamente elaborada para delinear a oferta de uma situação de aprendizagem.

Conduzimos discussões envolvendo o contexto da História, Ciência, Tecnologia e Sociedade (HCTS), na perspectiva de que os conteúdos estudados nas disciplinas de Física possam ser discutidos em cada aspecto proposto, visto que cada um tem sua importância e relevância no processo, pois estão interrelacionados. A proposta pode ser atribuída para qualquer conteúdo, tema científico ou área do conhecimento, adaptada às necessidades dos docentes e sua realidade escolar.

O ensino de Física, área em que apresentaremos um exemplar, apresenta desafios cuja superação envolve a elaboração de estratégias de ensino que proporcionem, as relações da ciência com o cotidiano, as transformações resultantes das relações entre ciência e tecnologia, os problemas sociais resultantes do domínio científico, os problemas ambientais que possam ser atribuídos aos avanços tecnológico, entre outras expectativas.

Nesse contexto, uma das formas encontradas é potencializar o relacionamento entre ciência, e tecnologia e sociedade, proporcionando aos estudantes uma finalidade aos conteúdos que estão sendo estudados. A História da Ciência, além de possibilitar estabelecer essas relações, colabora para explicarmos porque muitas escolhas foram ou são tomadas pelos cientistas, o que se deve muitas vezes ao contexto político, econômico, religioso ou outro, que atenda às necessidades relevantes no período histórico.

Sob essa perspectiva, consideramos que adotar uma proposta de ensino na perspectiva HCTS proporciona uma interação entre os conceitos estudados, a ciência e o meio em que o estudante se encontra. É possível compreender as relações entre as tecnologias utilizadas com a perspectiva social do processo e, ainda, associar a ciência base desse desenvolvimento, o que passa a fazer sentido quando pautado na História da Ciência motivadora da construção do conhecimento.

### 3.2 A HISTÓRIA DA CIÊNCIA COMO NORTEADORA DA PROPOSTA HCTS

A História da Ciência (HC) é um tema que vem sendo evidenciado nas pesquisas de ensino, principalmente nas questões que relacionam o ensino e a aprendizagem em sala de aula. Seu papel tem sido considerado como adequado para atingir vários propósitos educacionais na formação científica básica, por exemplo, na compreensão da construção sócio-histórica do conhecimento, da dimensão humana da ciência, e, especialmente, promover o entendimento de aspectos da Natureza da Ciência (MATTHEWS, 1992; PEDUZZI, 2001; BATISTA, 2004; FORATO, PIETROCOLA e MARTINS, 2018).

A inserção de História da Ciência, seja por meio de exemplares ou episódios históricos no ensino, pode ser vista como uma forma de apoio ao professor, no sentido de facilitar a aprendizagem, levando os estudantes a refletirem acerca dos conhecimentos necessários para compreender o mundo em que estão inseridos e viverem em sociedade de forma crítica e responsável. De acordo com Beltran et al (2014) e seus colaboradores, “História da Ciência é o estudo da(s) formas(s) de elaboração, transformação de conhecimentos da natureza, das técnicas e as sociedades, em diferentes épocas e culturas” (BELTRAN; SAITO; TRINDADE, 2014, p. 15).

Mesmo conhecida a relevância da HC na prática docente, existem alguns aspectos que dificultam o trabalho pedagógico como: falta de material adequado ao ensino; dificuldade de leitura e interpretação de textos pelos alunos; formação docente insuficiente tanto inicial como em serviço. A maneira como cientistas são, muitas vezes, apresentados nos materiais

didáticos sugere que viviam isolados da sociedade, causando a impressão de que a ciência é algo atemporal, surge de forma mágica e isolada das demais atividades humanas (MARTINS, 2007).

A fim de solucionar essa problemática, o estudo adequado dos episódios históricos permite a compreensão das relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, enfatizando que a ciência faz parte do desenvolvimento histórico e cultural, que influencia e é influenciado pela sociedade. Sem História não se pode conhecer e ensinar a base da Ciência, que é constituída por determinados fatos, observados e argumentados em determinadas épocas.

A disponibilidade de material, acerca de debates e temas histórico, tem aumentado significativamente, e isso se deve ao fato das diferentes pesquisas realizadas por programas de Pós-Graduação. Isso também contribui para solucionar os problemas anteriormente colocados, no entanto, há uma questão principal que envolve definir como levar esses materiais ao conhecimento dos professores que estão atuando na Educação Básica, de forma que sejam compreendidos e promovam discussões e sirvam de base às propostas de ensino de maneira efetiva.

Outro fator importante para observarmos aqui é a flexibilização do currículo escolar. Um currículo engessado, com aulas prontas para o professor seguir, com listas de conteúdo a serem cumpridos em prol de aprovações em vestibulares, ou ainda, de testes específicos, dificultam a inserção de materiais e temas críticos, que levem a questionamentos e discussões. (MARTINS, 2007; SILVA, 2011).

Mesmo ocorrendo barreiras, existem pesquisas em que se expressam preocupação em disseminar a História da Ciência de forma crítica e reflexiva, seja na elaboração de materiais adequados, promoção cursos de formação para professores na área, realização de eventos, encontros, seminários, simpósios de HC, produção e publicação de práticas pedagógicas acerca de temas históricos. Segundo Forato (2018) e seus colaboradores, “é necessário desenvolver ações que preparem o professor para esse desafio, baseadas em pesquisas que tragam fundamentação teórica para inserir tais conhecimentos na formação de professores” (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS; 2018, p. 38-39).

Outra possível alternativa envolve formar grupos de estudo entre professores e pesquisadores da área, pois levantaria questionamentos e discussões levando à reflexão. Dessa forma, os materiais existentes poderiam ser adaptados aos currículos e as necessidades pedagógicas, destacando as abordagens histórico-filosóficas, facilitando o processo de ensino e de aprendizagem.

Essas alternativas auxiliam na construção do conhecimento, evitando: a inserção de uma história da ciência linearizada, reduzida a nomes, datas e anedotas; assumir concepções erradas acerca de métodos científicos; realizar narrativas anacrônicas; usar argumentos de autoridade. Estes e outros fatores demonstram que a produção de material e o emprego da história da ciência é uma tarefa complexa, visto que “é necessário um trabalho de pesquisa para fundamentar o uso adequado da história da ciência no processo educacional (MARTINS; SILVA; 2006).

Além da formação em serviço, a formação inicial de professores também precisa ser repensada, principalmente quando se trata de estratégias para a inserção da HC em sala de aula, pois é muito importante que o currículo da graduação vise o contato com essas estratégias e com metodologias de ensino adequadas. Esse contato com a HC por parte de futuros docentes deve levar em conta diferentes materiais de estudo, como fontes originais de pesquisa, estudos de caso, experimentos históricos, biografias de cientistas, bem como textos presentes em livros didáticos (MCCOMAS, 2013).

Na adoção de algumas estratégias durante a formação inicial e em serviço, convém observar pontos que podem levar ao uso descuidado e equivocado da HC em sala de aula como, o uso de biografias extensas, a ênfase no sucesso dos resultados sem levar em conta a construção científica, o uso de linhas do tempo repletas de datas que valorizam resultados assertivos e omitindo os insucessos vividos. Conhecimentos científicos não surgem de forma inesperada e, muitas vezes, as teorias científicas aceitas hoje foram propostas de forma confusa, falha, desprovida de base observacional e experimental. As ideias vão sendo gradualmente aperfeiçoadas, por meio de debates, críticas e questionamentos, que muitas vezes transformam totalmente os conceitos iniciais e essa rica construção não deve ser negligenciada (MARTINS, 2008, p. 18).

Para evitar o estudo de uma visão equivocada da Ciência, é necessário selecionar materiais de qualidade, que não apresentem erros históricos, atentos aos procedimentos de pesquisas em HC, que podem ser conceituais ou não conceituais (MARTINS, 2005). Nas abordagens conceituais discutem-se os fatores científicos, fatos e evidências de natureza científica, conhecida como história interna. Na abordagem não conceitual são considerados fatores extra científicos, com origem nos contextos sociais, políticos, econômicos, que seria a história externa.

Um estudo de HC de qualidade envolve as duas abordagens, interna e externa, evitando os reducionismos e integrando o conhecimento científico de maneira reflexiva. Matthews (1995) evidenciava que a utilização da mesma pode humanizar as ciências tornando-as mais próximas dos nossos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos. É nesse sentido que observamos a possibilidade interrelação entre os aspectos da Ciência, Tecnologia e Sociedade com a História da Ciência.

### 3.3 A ABORDAGEM CTS NA PERSPECTIVA DA PROPOSTA HCTS

Um dos temas de pesquisa fortemente discutidos no Ensino de Ciências é referente aos estudos da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Nesse contexto, a relação do conhecimento científico com o aspecto social e cultural, potencializa discussões relevantes ao ensino de Ciências, que contribuem para a elaboração de propostas pedagógicas voltadas para a educação científica e tecnológica.

É importante instigar a reflexão acerca das consequências que a tecnologia pode causar, por exemplo, o excesso de uso do celular: quais os reflexos do uso excessivo ao organismo da pessoa como visão, audição (fone de ouvido), distúrbios do sono. Ou ainda, em outra perspectiva: a tecnologia dos aparelhos celulares se renova a cada dia, com isso, a necessidade de trocar o aparelho também, então, como fazer o descarte correto do lixo eletrônico? Para onde vão os aparelhos inutilizados? Outros caminhos para essa discussão: a convivência social, o consumismo, entre outros. Ver onde encaixar esse parágrafo

Uma das linhas do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), tem origem em países capitalistas centrais, como Estados Unidos, Canadá e Inglaterra, em meados do século XX, onde parte da população questionava o modelo de Ciência e Tecnologia (C&T) da época. Esse modelo indicava avanços tecnológicos e soluções para problemas ambientais, econômicos e sociais (CRUZ; ZYLBERSZTAJN, 2001), promovendo bem-estar e desenvolvimento à sociedade. A característica dessa linha era destacar os impactos gerados pela inovação tecnológica e qual a influência na vida dos cidadãos. A principal crítica levantada para esse modelo de C&T era que essas promessas de melhorias escondiam o real interesse político, econômico e militar (PINHEIRO SILVEIRA; BAZZO, 2007).

O enfoque CTS europeu surge no âmbito acadêmico em 1960 e apresenta ênfase na dimensão social que antecede o desenvolvimento científico-tecnológico. Pautado principalmente na contextualização social, facilita analisar fatores como os econômicos, políticos, culturais e ambientais que permeiam o ambiente da produção científica, influenciando nas mudanças científicas e tecnológicas e no desenvolvimento de uma nova tecnologia ou no aprimoramento das já existentes (GARCIA, CEREZO; LÓPEZ, 1996).

No mesmo período, temos o enfoque CTS latino-americano que abrange os países subdesenvolvidos, discutido com base no Pensamento Latino-Americano em CTS (PLACTS). É importante ressaltar que o PLACTS surge das discussões acerca dos pensamentos norte-americanos e europeus, sendo então inseridos ao contexto local. Esse pensamento marca um rompimento com as teorias provenientes das linhas norte-americanas e europeias e enfatiza a autonomia para os países latino-americanos em discutir seu desenvolvimento (SILVA, 2015). Para os autores Pinheiro, Silveira, Bazzo (2007) e Cuevas (2008), nessa perspectiva discute-se temas como educação científica e cidadania, para que os cidadãos tenham acesso às informações científicas e tecnológicas e possam tomar suas decisões no meio em que vivem, considerando que muitas vezes o desenvolvimento científico e tecnológico visa atender somente os interesses da classe dominante.

Segundo Dagnino (2008), as discussões iniciais acerca da ciência e tecnologia começaram no Brasil a partir de meados da década de 1960,

com o intuito de incentivar a população nas decisões que afetam diretamente a sociedade. As pesquisas eram orientadas no sentido de atender as necessidades da época como, por exemplo, a utilização de fontes de energia alternativas, tema presente até os dias de hoje.

Nesse sentido, podemos dizer que o movimento CTS reivindicava mais participação da sociedade nas decisões relativas a C&T, buscando um direcionamento tecnológico cujas decisões sejam mais democráticas e menos tecnocráticas (AULER; BAZZO, 2001; PINHEIRO SILVEIRA; BAZZO, 2007). Desse modo, devido à mudança de percepção em relação ao papel da C&T na vida das pessoas, é que o movimento foi se consolidando e ganhando adeptos.

As reformulações nos currículos da Educação Básica sob essa perspectiva ocorreram na década de 1980, valorizando os conteúdos científicos do cotidiano, sob o consenso de que um dos objetivos da proposta seria de estimular o desenvolvimento do pensamento crítico (AULER; BAZZO, 2001; SANTOS, 2008).

Ainda nesse contexto mas em anos posteriores, autores como Bazzo et al. (2003), Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002), Gil-Pérez e Carvalho (2000) Santos e Mortimer (2002), destacam suas preocupações no sentido de relacionar os problemas do cotidiano com a formação de cidadãos conscientes ativos e participativos da sociedade, estabelecendo dessa forma as relações entre a ciência, tecnologia e sociedade como aspectos que devem ser priorizados inclusive na formação de professores de ciências.

Dentre possíveis definições para a relação entre ciência e tecnologia, podemos dizer que a ciência representa o intelectual, o cognitivo, enquanto a tecnologia se associa com a aplicabilidade técnica. Previamente pensadas, levam a um produto final, assim podemos dizer que tecnologia e ciência são inseparáveis. Uma definição para ciência e tecnologia é dada pela Unesco apud Reis (2004):

“a ciência é o conjunto de conhecimentos organizados dos mecanismos de causalidade dos fatos observáveis, obtidos pelo estudo objetivo dos fenômenos empíricos”; enquanto “a tecnologia é o conjunto de conhecimentos científicos ou empíricos diretamente aplicáveis à produção ou melhoria de bens ou serviços”. (REIS, 2004, p. 33)

A ciência, mesmo que interfira na sociedade, está diretamente associada com a descrição dos fenômenos, publicação de livros, artigos, teses. Enquanto que a tecnologia, corresponde ao domínio de técnicas, processos e materiais úteis na produção, e é atribuída aos impactos socioeconômicos, pois sugere o bem estar da sociedade, e está vinculada a um produto ou processo final (REIS, 2004 p. 35). A ciência e a tecnologia não são neutras, elas sofrem interferências históricas, bem como influenciam e são influenciadas pela sociedade, de acordo com a necessidade da comunidade.

Bazzo (1998 p.19), descreve algumas visões científicas, associadas aos processos de ensino, em que se busca identificar a ciência e as relações significativas originárias de investigações filosóficas, históricas e sociológicas a respeito dela, como um conjunto de aspectos vinculados ao desenvolvimento e às mudanças observadas na ciência e articuladas entre experimentação, observação e teoria. Vislumbra, em tais visões, o papel da observação e da experimentação, em alguns aspectos como conhecimentos restritos, em outros, como processos expansivos ou de construção científica.

#### 3.4 A HISTÓRIA DA CIÊNCIA E SUA RELAÇÃO COM A ABORDAGEM CTS – A PROPOSTA HCTS

A sociedade apresenta uma relação tão intensa com a Ciência e Tecnologia, sem a qual não se saberia mais como viver. Essa dependência leva a reflexões acerca dos objetivos e consequências dessa relação, no sentido de compreender quais as linhas traçadas na busca da humanidade pela praticidade, comodidade e conforto, e qual o papel que a ciência exerce nesse contexto.

A História da Ciência é uma das chaves para compreender essa relação, por fornecer, por exemplo, o conhecimento do processo e do contexto de desenvolvimento dos princípios básicos que embasam uma teoria científica, os caminhos de aperfeiçoamento e desdobramentos dessa teoria, segundo as eventuais demandas socioeconômicas de uma dada época.

A contextualização histórico-científica contempla em diversos momentos os requisitos necessários para potencializar esse processo de relação

HCTS, humanizando o desenvolvimento científico (Matthews, 1995). A inserção da História da Ciência nas aulas facilita articular e integrar o conhecimento científico, contribuindo para uma atuação docente mais desafiadora e para a mediação de aulas mais interessantes. As abordagens histórico-científicas promovem situações favoráveis à aprendizagem e, para tanto, precisam envolver alguns elementos, como proposto por Batista (2016, p. 162-163).

- Detecção e identificação de conhecimentos prévios dos aprendizes;
- Paralelo entre a estrutura cognitiva/epistêmica coletiva com a individual;
- Conteúdo empírico e/ou teórico a ensinar;
- Realidade escolar (tempo didático, identidade estudantil, recursos comunitários, outros);
- Contexto histórico e/ou filosófico (exemplares, episódios, problematização, argumentação, erros, desdobramentos...);
- Linguagens (multimeios, matematização, simbologias, recontextualizações, etc.);
- Referências das Didáticas específicas (Ilhas de Racionalidade, Sequências Didáticas, Unidades Temáticas, Unidades Didáticas, Transposições Didáticas, Engenharia Didática, Invariantes operacionais, Modelagem, dentre outros);
- Avaliação processual (aluno e professor).”

Na prática de ensino, esses elementos processuais pautados numa abordagem histórico-científica contribuem efetivamente para a formação do pensamento crítico e, conseqüentemente, para o entendimento dos conteúdos científicos. Monteiro e Martins (2015), apresentam ainda uma contribuição da História da Ciência ao ser relacionada com a Ciência, Tecnologia e Sociedade. A História da Ciência ajuda na compreensão da construção científica, ordenando o pensamento para a percepção das evidências.

Desenvolver mais essa relação da HC com CTS. Veja que de HC você discutiu um monte. Ai quando vai falar de CTS relacionado a HC tem bem pouquinho. Depois de especificar mais, aprendizagem os parágrafos seguintes, em que fala da abordagem desenvolvida.

Nesse sentido, aqui apresentamos uma abordagem metodológica que estabelece essa relação entre História da Ciência, Ciência,

Tecnologia e Sociedade, identificando as partes para compreender o todo. Trata-se de uma forma de refletir as ações adotadas pelos cientistas em suas épocas e como as consequências afetaram e afetam o desenvolvimento tecnológico que temos hoje. Visamos proporcionar a percepção da interação entre a ciência e o meio em que o estudante se encontra, relacionar a tecnologia utilizada com a perspectiva social que levou a sua produção e ainda, associar a ciência base desse desenvolvimento, com o intuito de motivar a aprendizagem por meio da contextualização histórico-científica.

Dessa forma, a proposta apresentada para a abordagem HCTS está pautada em quatro aspectos relevantes quando se trata do ensino de ciências: aspecto histórico (H), aspecto científico (C), aspecto tecnológico (T) e aspecto social (S), os quais possibilitam uma discussão reflexiva a respeito de como a construção humana descrita pela história da ciência pode relacionar os acontecimentos sociais e o desenvolvimento tecnológico e científico.

Esta proposta vem com o objetivo de estimular o pensamento a respeito dos conteúdos da Física, de modo que o aluno seja levado a relacionar teorias, equações, aplicações práticas com a sociedade, evidenciando, por exemplo, em quais aspectos houve melhorias e em que sentido o desenvolvimento da ciência e da tecnologia pode ter aspectos negativos. Com estudos pautados na História da Ciência, é possível elencar, em cada item ensinado, questões que contemplem esses aspectos. A seguir, expomos esses aspectos em detalhes.

#### 3.4.1 O Aspecto Histórico

O aspecto histórico (H) consiste em ressaltar não só o momento histórico em que os estudos das propriedades científicas acerca da temática tiveram início, mas também resgatar as influências vividas (políticas, religiosas, étnicas, econômicas, culturais, educacionais, por exemplo) pelos pesquisadores em seu contexto, relacionadas ainda com a condição social que permeia o desenvolvimento histórico e tecnológico da ciência. Para Oliveira e Alvim (2017 p. 64), “o conhecimento histórico busca compreender os processos humanos e suas relações com diferentes espaços e tempos, bem como analisar as

diferentes influências sociais, políticas, culturais e ambientais que culminaram na construção das sociedades”.

Nesse sentido, a compreensão dos interesses políticos e sociais envolvidos no processo histórico-científico – que por sua vez, está relacionado aos aspectos CTS, consiste não somente em entender um conteúdo, mas sim despertar o senso crítico necessário para a aprendizagem dos estudantes, pois para um ensino contextualizado se faz necessário inserir os aspectos humanos envolvidos no desenvolvimento científico, inclusive com erros e equívocos. Para Santos (2003), a História da Ciência tem um papel muito importante na abordagem CTS, pois pode oferecer várias situações históricas que ilustram as relações entre ciência-tecnologia-sociedade e que, por isso, proporciona não somente a aprendizagem de um conteúdo em si nessa abordagem, mas também os aspectos tecnológicos e sociais envolvidos.

O aspecto histórico, portanto, é o principal intermediador entre os demais, promovendo o envolvimento integrador necessário ao enfoque CTS. Ao se referir a uma abordagem histórica contextualista do ensino de ciências, Matthews (1995) elenca alguns argumentos dessa contribuição:

- 1) Motiva e atrai os alunos;
- 2) Humaniza a matéria;
- 3) Promove uma compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento;
- 4) Há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais na história da ciência;
- 5) Demonstra que a ciência é mutável e instável e que, por isso, o pensamento científico atual está sujeito a transformações;
- 6) Se opõem a ideologia científicista;
- 7) A história permite uma compreensão mais profícua do método científico e apresenta os padrões de mudança na metodologia vigente.

Esses argumentos trazem sentido a relação HCTS pois, de certa forma, apresenta características para a HC, trazendo sentido ao aspecto CTS. Segundo Martins (2005), a História da Ciência pode ser analisada por meio de duas abordagens, a conceitual, na qual se discutem fatores científicos a respeito

de determinados assuntos e se procura questionar e responder aos conceitos de uma fundamentação teórica, e a não conceitual, na qual consideramos os fatores sociais, políticos, econômicos, analisando se houve aceitação ou rejeição de determinada teoria e porque essa análise levou a tal conclusão. Para um estudo completo da História da Ciência, os dois tipos de abordagem devem ser contemplados.

No entanto, deve-se considerar que: “a prática histórica, especialmente a história da ciência, deve estar aberta a novas interpretações em direção a um diálogo cada vez mais enviesado para o presente e o futuro, sem se deixar encerrar numa objetivação fechada em si mesma no passado” (BELENS; PORTO, 2009, p. 31).

Para Angotti (2001), “uma retrospectiva histórica tende a propiciar condições para perceber como chegamos ao estágio atual de desenvolvimento e onde/como as coisas começaram a seguir um certo “caminho”. O autor ainda enfatiza a importância dos aspectos históricos (como os presentes em propostas pedagógicas de CTS) e como podem auxiliar a compreender que os eventos não são lineares, que outras possibilidades existem. Essa análise é importante para a proposta HCTS principalmente por valorizar a relação entre os aspectos históricos, tecnológicos e científicos ao desenvolvimento social.

#### 3.4.2 O Aspecto Científico

No contexto científico (C) destaca-se os estudos resultantes da pesquisa científica, tanto hipóteses testadas experimentalmente, como também, experiências que resultaram em explicações teóricas. Nesse ponto apresenta-se ainda as definições, equações, deduções pertinentes ao tema estudado, de forma ampla, abrangente e explicativa. A visão mais comum que se tem da ciência é de algo mágico, em que “gênios” produzem leis perfeitas, descobertas maravilhosas, explicando a natureza de forma simples e intuitiva. No entanto, a trajetória da ciência envolve muitos testes, experimentos, cálculos, até se chegar a uma teoria consolidada e aceita entre os cientistas. Assim, estudar conceitos, fórmulas, definições, a respeito de diferentes temas da ciência requer essa

análise, ou seja, uma relação direta com o aspecto histórico.

“A Ciência não é mais um conhecimento cuja disseminação se dá exclusivamente no espaço escolar pela via da transposição didática e informática, nem o seu domínio está restrito a uma camada específica da sociedade, que a utiliza profissionalmente. Faz parte do repertório social mais amplo, está muito presente nos meios de comunicação e influencia decisões éticas, políticas e econômicas que atingem a humanidade como um todo.” (Angotti, 2015, p. 14)

Segundo Mathews (1995), para se discutir o que é a Natureza da Ciência é preciso abordar sua construção em seu contexto, relacionando com o conhecimento científico. A Natureza da Ciência é indissociável do mundo, dos homens e das mudanças que ocorrem, assim, entender a natureza é compreender a essência da construção científica. Alguns aspectos consensuais, envolvidos na construção da ciência e do conhecimento, são importantes para se discutir o significado da Natureza da Ciência.

Entre esses aspectos destacamos o consenso de que a Ciência não é estática, nem um conjunto de verdades absolutas, e sim, mutável, dinâmica, em constante transformação, revendo suas bases e seus modelos, e conseqüentemente, nossa própria concepção em como a Ciência sofre mudanças temporais. Chalmers (1994,) em seus trabalhos, discute os limites da ciência e seu significado nas dimensões sociais e políticas, considerando a ciência não como um corpus rígido e fechado, mas como uma atividade aberta em contínua construção.

O contexto social também influencia a construção da Ciência, o que evidencia que a Ciência não é neutra. Essas influências desempenham uma função importante na aceitação ou não do desenvolvimento de teorias científicas. Bem como o fato de cientistas usarem a imaginação, crenças e outras influências para fazer Ciência, o que é observado ao se analisar a construção da ciência e constatar-se que eles são seres humanos, cometem erros, e utilizam-se de experiências pessoais para elaborar suas ideias.

Nesse sentido, admitir que o conhecimento científico é socialmente construído não significa adotar uma posição relativista da ciência, mas sim, reconhecer que o mesmo se delimita segundo a própria estrutura do

mundo real, considerando que o progresso da ciência tem origens empíricas, e é validado pela sua construção social (SANTOS E MORTIMER, 2002, p. 7).

### 3.4.3 O Aspecto Tecnológico

Quanto ao aspecto da tecnologia (T), enfatiza-se as contribuições que as teorias científicas proporcionaram para o seu desenvolvimento. Inclui-se neste aspecto os procedimentos experimentais, demonstrações, simulações, observações, entre outros, que demonstram de alguma forma os conceitos levantados pela abordagem dos conteúdos. É importante trazer para a discussão as inovações tecnológicas impactantes, as construções e criações que transformaram a vida das pessoas, dando o devido valor aos estudos científicos que se aplicam às criações tecnológicas.

Para Santos e Mortimer (2002), a tecnologia pode ser definida como um conjunto de atividades humanas, associadas a símbolos, instrumentos e máquinas, para a fabricação de produtos por meio do conhecimento sistematizado. Em geral, a tecnologia está associada ao conhecimento científico, de modo que ciência e tecnologia são diretamente relacionadas, levando muitas vezes ao equívoco de reduzir a tecnologia como ciência aplicada ou ao seu aspecto técnico.

Segundo consta na LDB (artigo 36): “[...] destacará a educação tecnológica, a compreensão do significado da ciência, das letras e das artes; o processo histórico de transformação da sociedade e da cultura; a língua portuguesa como instrumento de comunicação, acesso ao conhecimento e exercício da cidadania”. Nesse sentido, o aspecto Tecnológico está relacionado ao aspecto Científico, Histórico e, também, ao Social.

Segundo Angotti (2015), em nosso cotidiano o conhecimento científico se faz presente nos objetos e processos tecnológicos e também na terminologia e divulgação resultantes desses modelos. Porém, esses produtos tecnológicos representam mais do que o processo científico, são resultados de decisões políticas, econômicas e até de estilos de vida. “Compreender mais e melhor as problemáticas de influência direta no modo de vida da população não pode se restringir ao estudo das relações sociais em curso, esses estudos são

também essenciais, nas dimensões coletivas e individuais. (ANGOTTI e AUTH, 2001, p. 18)” A história da ciência descreve a trajetória, quais os avanços, os acertos e os erros implícitos na evolução da ciência, mas também demonstra os resultados obtidos ao aplicar a ciência para o bem-estar da sociedade, por meio dos avanços tecnológicos. Uma análise reflexiva acerca da tecnologia e de sua utilização considera não só os benefícios, mas também, as consequências negativas que podem vir a causar para a sociedade em geral, deixando claro que o aspecto tecnológico não corresponde apenas à ciência aplicada, corresponde também aos anseios da sociedade dominante.

#### 3.4.4 O Aspecto Social

A respeito da Sociedade (S), as relações são efetuadas baseadas principalmente nas contribuições para a comunidade. Nesse aspecto, ressalta-se inclusive as questões ambientais, como poluição, desmatamento, que estão presentes na era de criação das máquinas térmicas, e outros temas, como descarte de lixo eletrônico, reciclagem, impactos climáticos da ação humana, etc. E também a análise de como as tecnologias estão sendo utilizadas pelas pessoas, questões políticas e econômicas que enriquecem as discussões e ampliam a potencialidade da presente proposta. Fica evidente a relação existente entre o aspecto Social, e os demais aspectos, justificando assim a relação HCTS como uma metodologia abrangente, não linear, que dá flexibilidade para os professores de ciências atuarem de acordo com a necessidade.

Nesse contexto, a escolha dos temas a serem levantados, no que correspondem aos conteúdos de Física selecionados, devem ter correspondência com a Ciência e a Tecnologia, sendo embasados pela História da Ciência, a qual deve apresentar uma fluidez ao assunto estudado. Esse aporte mostra como chegamos ao atual estágio da humanidade e possibilita estabelecer prognósticos, alertando os cuidados que devem ser tomados, por exemplo, ao explorar de forma desenfreada os recursos da natureza sem que haja um planejamento científico e social.

A respeito do levantamento dos temas sociais selecionados, Merryfield (1991) e Ramsey (1993) apontam alguns critérios que podem auxiliar no direcionamento das discussões didáticas. Merryfield (1991) propõe a inclusão curricular de temas globais, que podem afetar mundialmente a vida das pessoas, como por exemplo (1) meio ambiente; (2) saúde; (3) economia; (4) comunicação e transportes; (5) gêneros alimentícios e fome; (6) energia; (7) guerras e armamentos. Ramsey (1993) apresenta alguns critérios que ajudam a identificar os temas sociais relativos à ciência: (1) se existem opiniões diferentes a seu respeito; (2) se apresenta significado social; (3) se é relativo à ciência e à tecnologia.

Dessa forma, para cada conteúdo científico estudado é possível elencar possíveis temas para discussão, levando à análise de situações e gerando críticas e opiniões acerca das decisões, produções e direcionamentos que as pesquisas científico-tecnológicas podem desencadear na sociedade em geral, assim como as decisões sociais, políticas e econômicas que impactam o desenvolvimento científico-tecnológico.

### 3.5 ORGANIZAÇÃO DA PROPOSTA

A Proposta HCTS está organizada de forma a facilitar o trabalho do professor em diferentes aspectos, orientando na dinâmica da atividade. Esses aspectos correspondem não só ao conteúdo e aos objetivos que se quer alcançar, mas aos fundamentos teóricos que permeiam esses conteúdos, enfatizando e identificando as potencialidades de cada momento. O desenvolvimento é ponto um importante, pois nele delineamos as estratégias didáticas mais adequadas para cada momento da aula. Quanto à avaliação, é fundamental para sua concretização, tanto para os alunos quanto ao professor, de forma a evidenciar se houve indícios de aprendizagem ao longo do processo educacional. O Quadro 1 apresenta a relação entre os aspectos da Proposta HCTS e o que se espera para cada uma delas.

**Quadro 1: Aspectos da Proposta HCTS**

<b>OBJETIVO GERAL:</b> desenvolver o estudo de um tema ou conteúdo por meio das suas dimensões histórica e científica, bem como suas implicações tecnológicas e seu impacto para a sociedade;		
<b>PERSPECTIVA HCTS</b>	<b>ASPECTO HISTÓRICO</b>	Nesse aspecto cabe ressaltar o momento histórico em que o estudo das propriedades científicas a respeito da temática escolhida teve início, almeja resgatar as influências vividas por cientistas observando sua contextualização. Busca ainda relacionar a condição social que permeia o desenvolvimento histórico e tecnológico da ciência. O aspecto histórico é o principal intermediador entre os demais, proporcionando o envolvimento integrador necessário ao enfoque CTS, visto que por meio desse aspecto pode-se compreender o desenvolvimento dos demais.
	<b>ASPECTO CIENTÍFICO</b>	Nesse aspecto da abordagem destaca-se os estudos resultantes da pesquisa científica, sejam as hipóteses testadas experimentalmente, ou as experiências que resultaram em explicações teóricas. Aqui se apresentam as definições, equações, experimentações, deduções de forma ampla, abrangente e explicativa. A trajetória da ciência envolve muitos testes, experimentos, cálculos, até se chegar a uma teoria consolidada e aceita entre os cientistas. Assim, estudar conceitos, fórmulas, definições, de diferentes temas da ciência requer essa análise, ou seja, buscar historicamente as motivações desses pesquisadores. Aqui aparece a relação direta com o aspecto histórico, a fim de valorizar as contribuições científicas em concordância com as condições de pesquisa da época de sua produção.
	<b>ASPECTO TECNOLÓGICO</b>	Nesse aspecto busca-se enfatizar quais as contribuições que as teorias científicas proporcionaram para o desenvolvimento da tecnologia. Incluímos aqui os procedimentos experimentais, demonstrações, simulações, observações, entre outros, que demonstrem de alguma forma que os conceitos levantados pela abordagem dos conteúdos se relacionam às tecnologias desenvolvidas e disponibilizadas para a sociedade. Apresentamos as discussões a respeito de desenvolvimentos tecnológicos, as construções e criações que transformaram a vida das pessoas, dando o devido valor aos estudos científicos que se aplicam às criações tecnológicas. Nesse sentido, o aspecto Tecnológico está relacionado ao aspecto Científico, pois se utiliza desses estudos para se desenvolver, e ao aspecto Histórico, com o qual está diretamente relacionado para o entendimento das necessidades de cada período.
	<b>ASPECTO SOCIAL</b>	Nesse aspecto, as relações são baseadas principalmente nas contribuições, positivas ou negativas, para a

		<p>sociedade de um modo geral. Ressalta-se aqui as questões ambientais, como poluição, desmatamento, presentes na era de criação das máquinas térmicas, e outros temas, como descarte de lixo eletrônico, reciclagem, efeito estufa, aquecimento global, dentre outros de grande importância na ciência. A análise de como as tecnologias são utilizadas pelas pessoas e como afetam sua vida, sua saúde; e ainda questões políticas e econômicas acerca do desenvolvimento científico e tecnológico enriquecem as discussões e ampliam a potencialidade dessa abordagem. Fica evidente a relação existente entre o aspecto Social, e os demais aspectos, justificando a relação HCTS como uma metodologia abrangente e não linear, que pode enriquecer as discussões e deixar o estudo da Física muito mais consistente.</p>
--	--	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Fonte:** Autoria própria (2022)

A relação apresentada no Quadro 1 pode servir de apoio para o professor de Física e de Ciências, nos diferentes conteúdos que se possa associar com as relações HCTS. Os objetivos, estratégias e avaliação devem ser descritas na Sequência Didática (SD), porém, sem perder o foco das relações delineadoras da proposta. O professor deve elencar os conceitos prévios dos estudantes e desenvolver a SD de acordo com esses conceitos, a fim de estabelecer uma relação significativa com os novos conceitos, caracterizando a proposta como um meio facilitador da aprendizagem.

### 3.6 PRODUÇÕES HCTS

Ao longo da trajetória docente, alguns trabalhos pautados na Proposta HCTS já foram desenvolvidos, documentados e em alguns casos publicados em eventos da área. Esses trabalhos são precursores da proposta, serviram como projetos-piloto, auxiliando na construção e melhoria das ideias inicialmente apresentadas. Na sequência, apresento, de forma resumida, algumas produções.

#### 3.6.1 Máquinas de voar

Uma das primeiras atividades realizadas nessa perspectiva foi desenvolvida com alunos do primeiro ano do Ensino Médio do Colégio São

Mateus em São Mateus do Sul, Paraná. Utilizou-se neste processo a proposta de ensino baseada no enfoque HCTS como meio facilitador da aprendizagem de conceitos relacionados às leis da Gravidade. As atividades norteadas pela perspectiva histórica, científica, tecnológica e social, buscaram demonstrar a aplicabilidade dessas leis, como se deu o processo evolutivo das máquinas de voar e analisar os resultados desse desenvolvimento tecnológico, seja na discussão das vantagens dos meios de transporte aéreos, bem como sua utilidade nas guerras.

A proposta teve como problematização a questão: Quais foram as primeiras ideias que despertaram a vontade do homem voar? Diante dessa problemática, discutiu-se a respeito das controvérsias da autoria do primeiro voo, a importância das invenções de Santos Dumont e a trajetória da construção do 14 Bis. O quadro a seguir é um recorte do projeto e apresenta a relação HCTS para o tema em questão, abordando temas da Física Clássica, como a Força Peso e a Força da Resistência do Ar.

**Quadro 2:** Relações HCTS para as Máquinas de Voar

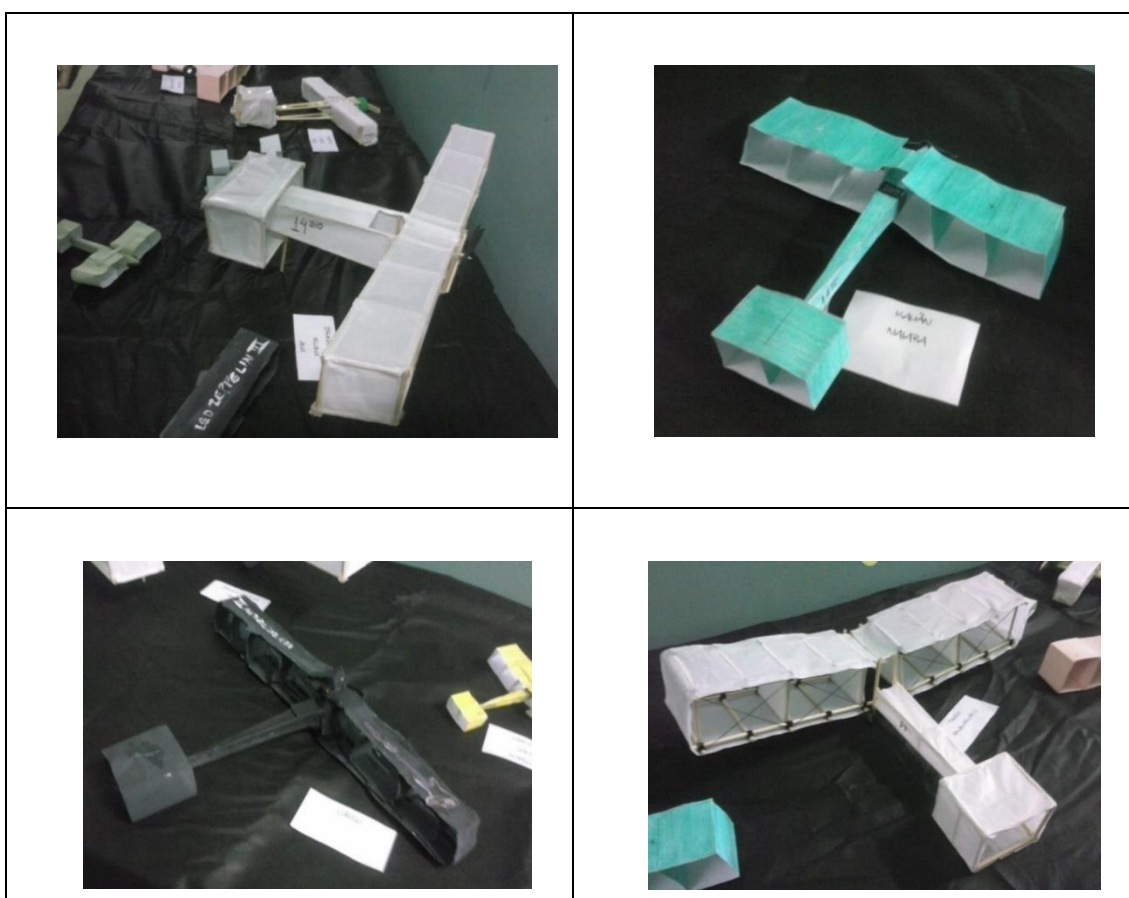
<b>INSTITUIÇÃO DE ENSINO: COLÉGIO ESTADUAL SÃO MATEUS</b>		
<b>DISCIPLINA: FÍSICA</b>		<b>SÉRIE/TURMA: 1A/B</b>
<b>PROFESSOR: ANDRÉIA HORNES</b>		<b>CURSO: ENSINO MÉDIO</b>
<b>UNIDADE TEMÁTICA: GRAVITAÇÃO</b>		<b>Nº DE AULAS: 06 a 08</b>
<b>CONTEÚDO: Lei da Gravidade; Força Peso; Resistência do Ar;</b>		
<b>OBJETIVO GERAL:</b> Relacionar a lei da Gravidade, Peso e Resistência do Ar, com a evolução das máquinas desenvolvidas para voar, compreender o delineamento histórico-científico acerca da construção dessas máquinas e refletir a respeito das contribuições tecnológicas para a sociedade.		
<b>P E R S P E C T I V</b>	<b>ASPECTO HISTÓRICO</b>	- Primeiras ideias que caracterizaram a vontade do homem voar; primeiros escritos a esse respeito.
	<b>ASPECTO CIENTÍFICO</b>	- Relações da força de atrito vertical: Resistência do ar; peso dos corpos; força da gravidade; As leis, suas descrições, equações e aplicações.
	<b>ASPECTO</b>	- Experiências importantes na elaboração de protótipos (balões, aviões e outros aeromodelos) –

<b>A</b>	<b>TECNOLÓGICO</b>	tecnologias aéreas de hoje
<b>H</b> <b>C</b> <b>T</b>	<b>ASPECTO SOCIAL</b>	- Benefícios do transporte aéreo. O uso dos aviões na Guerra. Acidentes aéreos.
<b>S</b>	<b>REFERÊNCIAS:</b>	Livros didáticos; artigos científicos; sites de física e tecnologia;

Fonte: Autoria própria (2022)

Dentre as atividades desenvolvidas, a construção de protótipos do 14Bis resultou em modelos bem criativos. A necessidade da pesquisa para essa construção abordou diferentes aspectos como o histórico e o tecnológico, principalmente pela curiosidade de saber como o avião conseguiu ficar no ar. O quadro apresenta alguns modelos produzidos pelos alunos e colocados em exposição para a comunidade escolar apreciar.

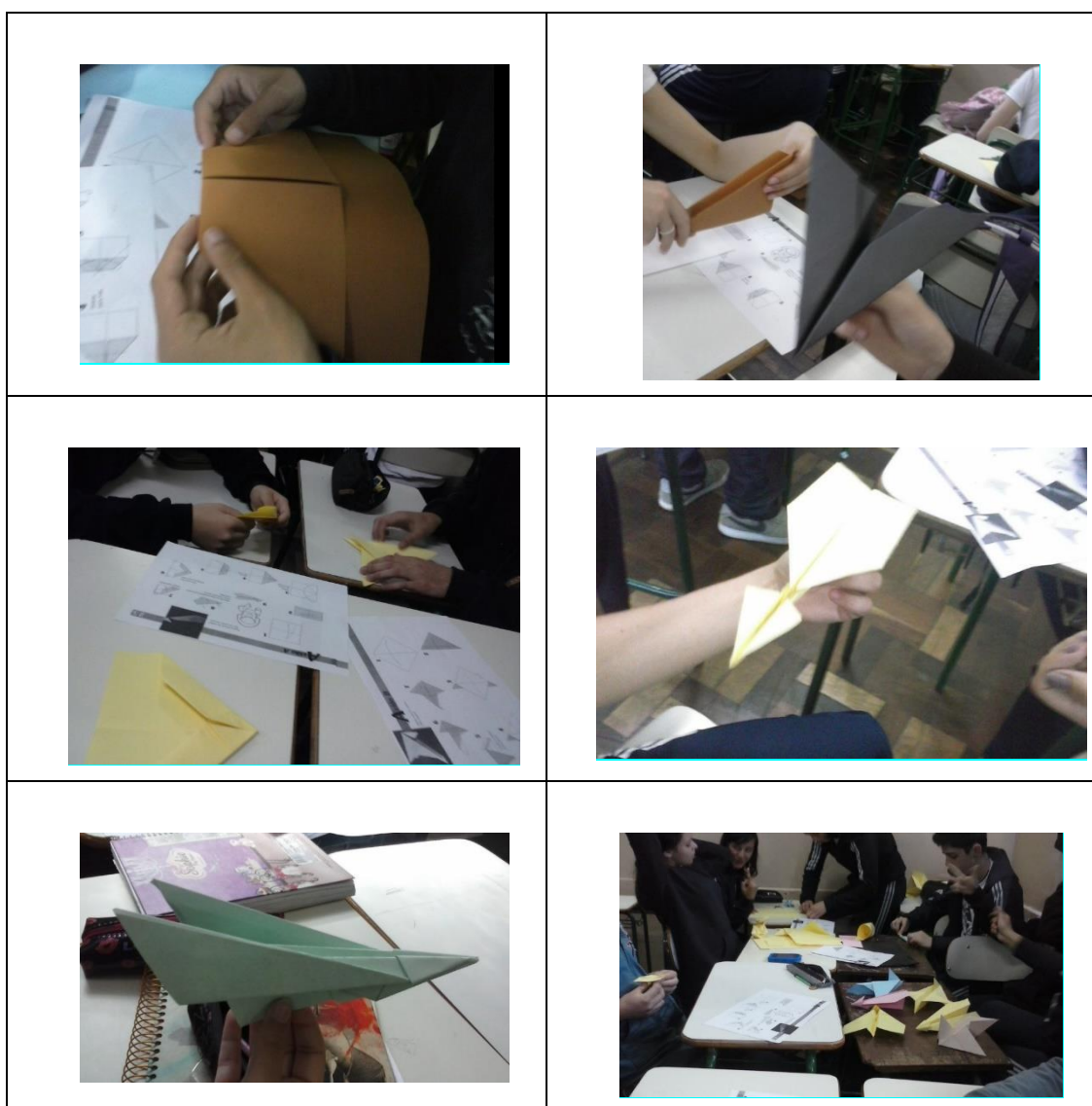
Quadro 3: Protótipos do 14Bis desenvolvidos pelos alunos



Fonte: autoria própria (2022)

Outra atividade prática desenvolvida foi a realização de dobraduras de modelos dos aviões. Ao mesmo tempo que se tornou uma atividade lúdica, levantou observações acerca da aerodinâmica dos modelos aéreos, bem como tamanho, massa, superfície de contato, entre outros aspectos importantes ao estudo proposto. A dinâmica foi bem aceita pelos estudantes e o quadro abaixo apresenta alguns desses momentos.

Quadro 4: Aviação - Física e Dobradura



Fonte: autoria própria (2022)

De um modo geral, essa atividade promoveu a interação dos estudantes com o tema, de forma abrangente, pois os aspectos históricos contemplados desencadearam uma série de questões, principalmente no que

diz respeito a aplicação tecnológica, como era o primeiro avião e como são hoje. Como a ciência contribuiu para que essa evolução fosse possível e como o homem a utiliza, tanto com benefícios para a sociedade, como um meio de transportes rápido, como seu uso nas guerras.

### 3.6.2 Máquinas Térmicas

A atividade foi desenvolvida com alunos do segundo ano do Curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio, do Colégio São Mateus em São Mateus do Sul, Paraná. Foi a primeira proposta apresentada em evento científico, levada ao III Encontro Estadual de Ensino de Física, com apresentação do banner, que despertou o interesse de alguns participantes do evento, principalmente pela letra H antes do CTS, sendo esta a primeira vez que a terminologia HCTS foi levada a público.

Utilizou-se a proposta de ensino baseada no enfoque HCTS como meio facilitador da aprendizagem de conceitos da Termodinâmica. Para tanto, as atividades realizadas foram norteadas pela perspectiva histórica, científica, tecnológica e social, a fim de demonstrar a sua aplicabilidade e analisar os resultados observados. A proposta teve como problematização a questão: Qual a relação histórico-científica existente entre o barco a vapor e o desenvolvimento social e econômico do município de São Mateus do Sul, pelo qual corre o Rio Iguaçu. A proposta levantou aspectos relacionados com as famílias dos estudantes, que por meio de pesquisas e entrevistas, delinearam a trajetória histórica do Vapor Peri, barco a vapor que está em exposição como símbolo da cidade. O quadro 5 traz uma parte do PTD com a relação HCTS para o estudo em questão:

Quadro 5: Proposta HCTS para o ensino da Termodinâmica

<b>INSTITUIÇÃO DE ENSINO: COLÉGIO ESTADUAL SÃO MATEUS</b>		
<b>DISCIPLINA: FÍSICA</b>		<b>SÉRIE/TURMA: 2A</b>
<b>PROFESSOR: ANDRÉIA HORNES</b>		<b>CURSO: TÉCNICO EM QUÍMICA</b>
<b>UNIDADE TEMÁTICA: TERMODINÂMICA</b>		<b>Nº DE AULAS: 10 a 12</b>
<b>CONTEÚDO: MÁQUINAS TÉRMICAS;</b>		
<b>OBJETIVO GERAL:</b> Relacionar as leis da termodinâmica com a evolução das máquinas térmicas, compreender o delineamento histórico-científico acerca da construção das máquinas e refletir acerca de suas contribuições tecnológicas para a sociedade.		
<b>P E R S P E C T I V A H C T S</b>	<b>ASPECTO HISTÓRICO</b>	- Fontes de calor; - Primeiras teorias sobre o uso do calor; - Reconstrução histórica do processo termodinâmico: ideias e aplicações; - Principais investigações para evolução das máquinas térmicas;
	<b>ASPECTO CIENTÍFICO</b>	- Embasamento científico na elaboração das leis da Termodinâmica (bem como fórmulas, equações, gráficos): características e limitações;
	<b>ASPECTO TECNOLÓGICO</b>	- Experiências importantes na elaboração teórica das máquinas: Máquina de Heron; Thomas Savery; Thomas Newcomen; James Whatt;
	<b>ASPECTO SOCIAL</b>	- Como a evolução das máquinas térmicas influenciou no comportamento da sociedade na época e hoje; - Relação ambiental (desmatamento, poluição) - Expansão comercial; - Transporte;
<b>REFERÊNCIAS:</b> Livros didáticos; artigos científicos; sites de física e tecnologia;		

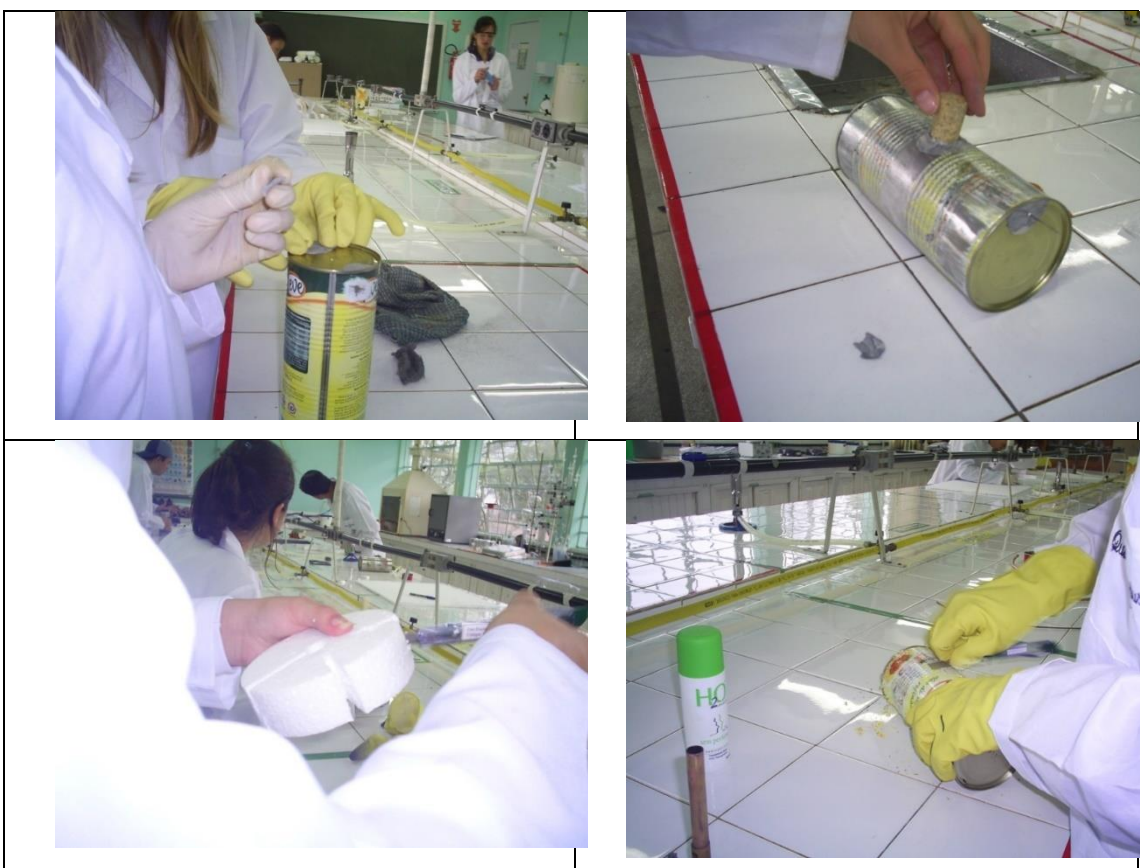
Fonte: HORNES, A. (2015)

Constatou-se nas questões realizadas, que os alunos conhecem um pouco da cultura da cidade, todos citaram o ponto turístico mais importante do tema a ser abordado, que é o vapor Peri. Retratando especificamente o Vapor Peri, apesar de todos já o conhecerem e concordarem que ele é um marco histórico no desenvolvimento econômico e social da cidade, nem todos sabiam descrever corretamente qual a base de seu funcionamento e para que era utilizado. Essa questão foi contemplada com êxito durante o desenvolvimento

das aulas.

A proposta de desenvolver um protótipo didático do barco a vapor motivou os alunos a conhecerem mais a respeito do funcionamento das máquinas, foram mais receptivos ao conteúdo em geral, buscando interagir mais em sala de aula para aprofundar os conceitos da Termodinâmica. Alunos com pré-disposição para aprender obtêm resultados mais satisfatórios, tanto para o aluno quanto para o professor. O quadro 6 apresenta alguns momentos da construção de uma máquina a vapor, utilizando materiais de baixo custo. A confecção e os testes foram feitos em grupos, em contra turno, no laboratório do colégio, a apresentação à comunidade escolar foi feita na forma de mostra científica.

Quadro 6: Máquina a Vapor – construção e apresentação

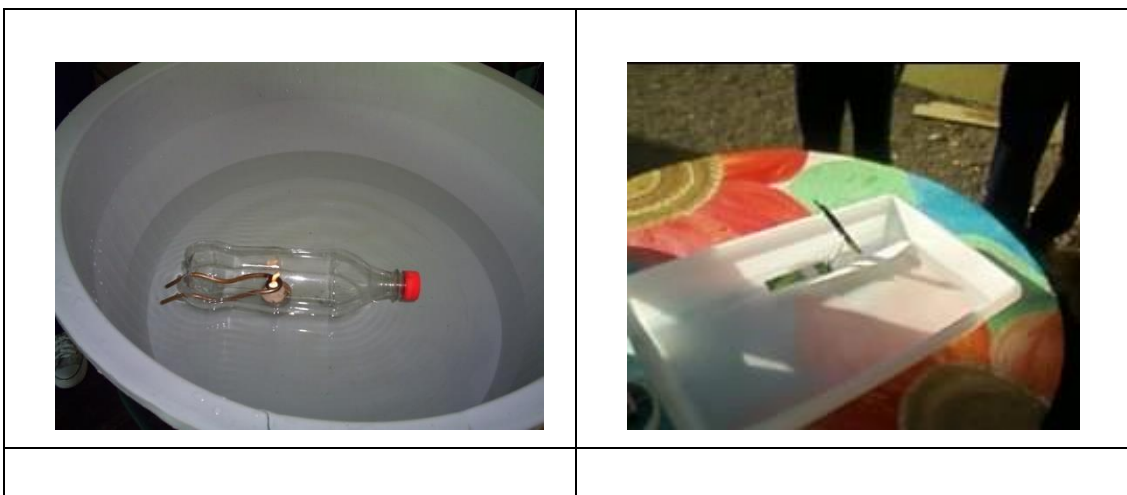




Fonte: autoria própria (2022)

Outra atividade prática foi a confecção de protótipos do barquinho a vapor, quadro 7. De forma criativa os alunos produziram seus barquinhos, alguns mais elaborados, outros mais simples, utilizando materiais acessíveis e os testes foram realizados em sala de aula. Posteriormente realizamos uma corrida de barcos em um recipiente maior (uma piscina infantil), momento de descontração da aula.

Quadro 7: Protótipos do barquinho a vapor





Fonte: HORNES, A. (2015)

Importante destacar também a importância da experimentação em sala de aula. Além do contexto histórico e social ao qual se descreve a trajetória da ciência, vem a associação entre o real e o experimental, ou seja, há a oportunidade de comprovar o que a teoria apresenta montando um protótipo como modelo experimental. Este modelo concretiza os conceitos estudados e portanto, sua contribuição para a apreensão dos conhecimentos abstratos e a fixação ao processo cognitivo do educando.

### 3.6.3 Luz e Cores

A atividade foi desenvolvida com estudantes do segundo ano do Ensino Médio, do Colégio São Mateus em São Mateus do Sul, Paraná. A proposta de ensino norteadada pelo enfoque HCTS foi utilizada como metodologia para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa dos conceitos da Óptica. As atividades realizadas foram pensadas para atender as diferentes perspectivas histórica, científica, tecnológica e social, a fim de demonstrar a sua

aplicabilidade. A proposta teve como problematização inicial a questão: Qual a origem da máquina fotográfica e qual a importância do registro das informações por meio da imagem. O quadro 8 traz o PTD com a relação HCTS para o estudo em questão.

**Quadro 8:** Perspectiva HCTS para o ensino da Óptica

<b>CENTRO ESTADUAL SÃO MATEUS – ENSINO FUNDAMENTAL, MÉDIO E PROFISSIONAL</b>		
<b>DISCIPLINA: FÍSICA</b>		<b>SÉRIE: 2A</b>
<b>PROFESSOR: ANDRÉIA HORNES</b>		<b>CURSO: ENSINO MÉDIO</b>
<b>UNIDADE TEMÁTICA:</b> Física Moderna e Contemporânea		<b>8 a 12 aulas</b>
<b>CONTEÚDO:</b> Óptica		
<b>OBJETIVO GERAL:</b> Estudar a natureza da luz por meio do delineamento histórico-científico analisando suas contribuições tecnológicas para a sociedade.		
<b>P E R S P E C T I V A H C T S</b>	<b>ASPECTO HISTÓRICO</b>	- Natureza da luz e das cores; - Concepções gregas para os fenômenos luminosos, principalmente referentes a visão; - Descobertas científicas (séculos XVII a XIX); - Trabalhos de Einstein, de Broglie e Schrödinger (a partir do século XX);
	<b>ASPECTO CIENTÍFICO</b>	Embasamento científico: - Modelos para a luz; - Reflexão e refração da luz: tipos e leis; - Lentes e Espelhos; - O espectro eletromagnético da luz; - Dualidade onda-partícula;
	<b>ASPECTO TECNOLÓGICO</b>	- Aplicações dos diferentes tipos de lentes e espelhos nos equipamentos ópticos (retrovisores, telescópios, óculos, máquina fotográfica, etc); - As cores; - O olho humano;
	<b>ASPECTO SOCIAL</b>	- Importância dos registros por fotografias; - Correção dos defeitos da visão humana;
<b>REFERÊNCIAS</b> - Livros didáticos; artigos científicos; sites de física e tecnologia;		

Fonte: HORNES, A. (2019)

Para contemplar as relações propostas do quadro 8 e atingir o objetivo geral em todos os seus aspectos, as aulas precisam ser pensadas e organizadas de maneira integrada, para tanto, propomos a organização de uma sequência didática, com objetivos específicos para cada aula, visando os diferentes aspectos da proposta. Nesse contexto, o planejamento contempla o conteúdo de forma geral, detalhando os aspectos estudados enquanto a

sequência didática detalha aula por aula, o que facilita a avaliação, permitindo a intervenção quando necessário.

As atividades desenvolvidas resultaram em inúmeras discussões acerca das propriedades da luz, das mudanças conceituais ocorridas ao longo dos séculos e das inúmeras aplicações desses estudos em nosso cotidiano. A produção experimental desencadeou diversas curiosidades e muitos fenômenos puderam ser analisados e estudados. Abaixo são apresentados algumas das produções dos alunos, quadro 9a e 9b, as quais foram levadas a comunidade escolar por meio de uma Mostra Científica, intitulada Luz e Cores.

Quadro 9a: Óptica - produções dos alunos

 <p>ESPELHOS PLANOS</p>	 <p>CALEIDOSCÓPIO</p>
 <p>ILUSÃO DE ÓTICA</p>	 <p>CALEIDOSCÓPIO – IMAGEM INTERNA</p>
 <p>REFRAÇÃO</p>	 <p>REFRAÇÃO</p>

Fonte: autoria própria (2022)

As atividades apresentadas aqui (quadros 9a e 9b) são alguns dos projetos desenvolvidos pelos alunos do segundo ano do ensino médio, retratam a satisfação de poder realizar experimentos, entender o funcionamento e explicar aos demais colegas da escola. As avaliações realizadas demonstraram evidências de uma aprendizagem significativa, pautada na História da Ciência, Tecnologia, Sociedade e na construção do conhecimento.

### Quadro 9b: Óptica - produções dos alunos

 <p data-bbox="443 1016 715 1048">DISCO DE NEWTON</p>	 <p data-bbox="906 1010 1225 1041">FIGURA DE LISSAJOUS</p>
 <p data-bbox="347 1464 667 1496">FIGURA DE LISSAJOUS</p>	 <p data-bbox="836 1384 1294 1415">FIGURA DE LISSAJOUS - IMAGEM</p>
 <p data-bbox="347 1868 603 1899">CÂMARA ESCURA</p>	 <p data-bbox="836 1816 979 1848">ARCO ÍRIS</p>

Fonte: autoria própria

### 3.6.4 Modelos Atômicos

Essa atividade foi desenvolvida com alunos do terceiro ano do Ensino Médio do Colégio Estadual São Mateus, em São Mateus do Sul, Paraná. A proposta de ensino norteadada pelo enfoque HCTS foi utilizada como metodologia para o estudo da estrutura da matéria, desde a evolução dos modelos atômicos. A proposta teve como problematização a questão: Qual a importância do desenvolvimento das teorias atômicas para compreender a composição das coisas que nos cercam, e quais suas contribuições para a ciência e a tecnologia.

**Quadro 10:** Perspectiva HCTS para o ensino dos Modelos Atômicos

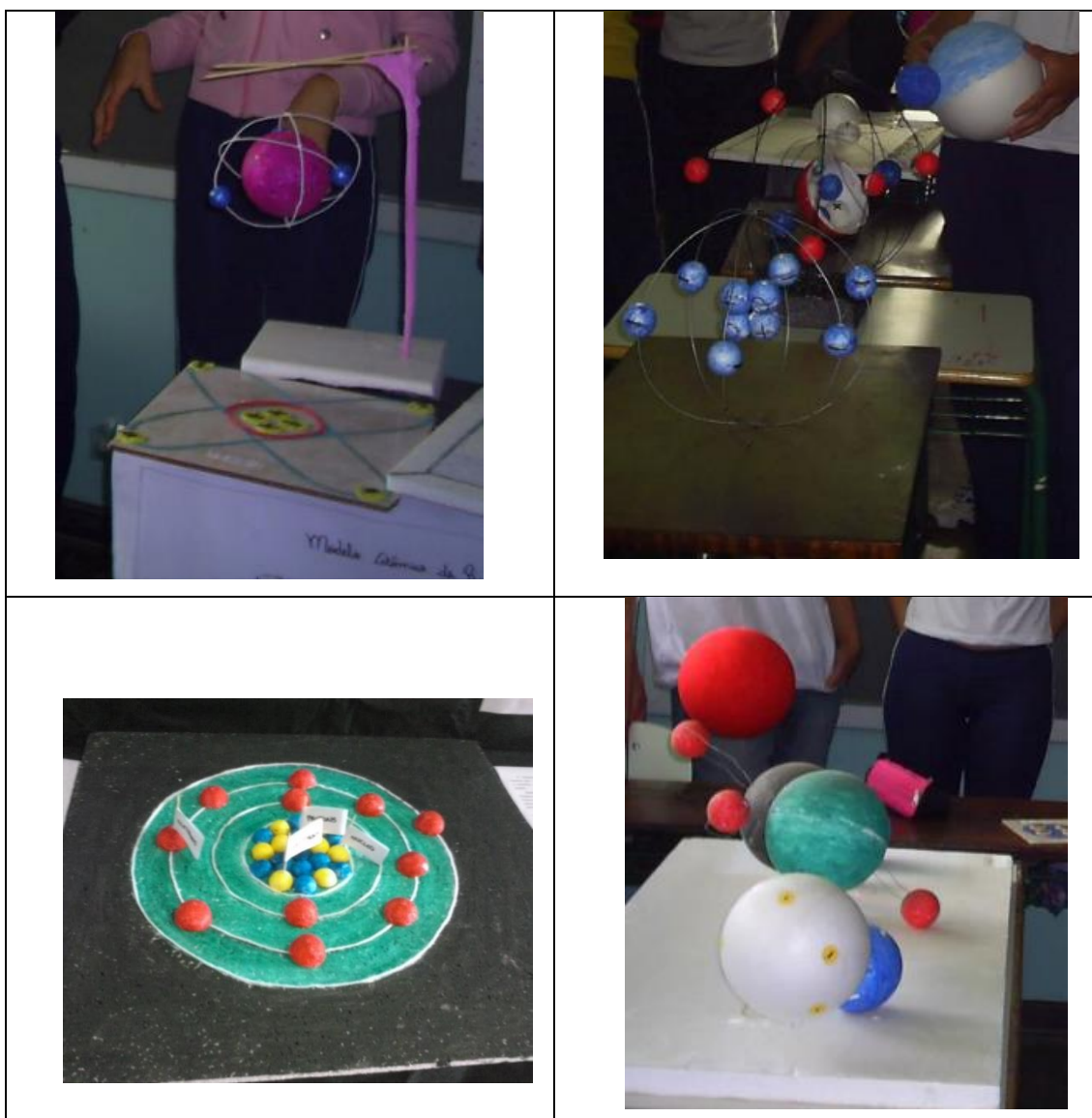
<b>CENTRO ESTADUAL SÃO MATEUS – ENSINO FUNDAMENTAL, MÉDIO E PROFISSIONAL</b>		
<b>DISCIPLINA: FÍSICA</b>		<b>SÉRIE: 3A</b>
<b>PROFESSOR: ANDRÉIA HORNES</b>		<b>CURSO: ENSINO MÉDIO</b>
<b>UNIDADE TEMÁTICA:</b> Física Moderna e Contemporânea		<b>8 a 12 aulas</b>
<b>CONTEÚDO:</b> Estrutura da Matéria		
<b>OBJETIVO GERAL:</b> Conhecer a composição e organização da matéria, bem como o delineamento histórico-científico acerca dos modelos atômicos propostos e suas contribuições tecnológicas para a sociedade.		
<b>P E R S P E C T I V A H C T S</b>	<b>ASPECTO HISTÓRICO</b>	- Primeiras teorias sobre a composição das coisas (Demócrito, Leucipo, Aristóteles); - Principais modelos apresentados para a teoria atômica (Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr, Sommerfield); - Reconstrução histórica do processo evolutivo: discussões de outros modelos (Jeans, Nagaoka, Rayleigh, Schott, Nicholson, Chadwick, Schroedinger) - Principais investigações no final do século XIX e início do século XX e seus contextos;
	<b>ASPECTO CIENTÍFICO</b>	- Embasamento científico na elaboração das teorias: características e limitações;
	<b>ASPECTO TECNOLÓGICO</b>	- Experiências importantes na elaboração teórica: - Raios Catódicos; -Radioatividade; -Geiger-Marsden; - Eletricidade; -Espectroscopia; - Chadwick;
	<b>ASPECTO SOCIAL</b>	- Como a evolução da teoria atômica influenciou no comportamento da sociedade na sua época e hoje; - Aplicação das propostas na vida cotidiana (TV, radiografias, ressonância, etc.)

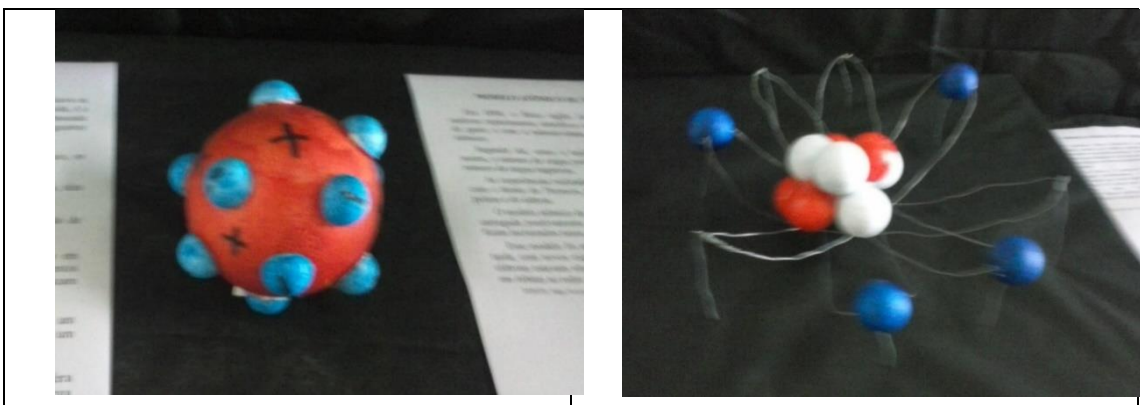
**FONTE:** HORNES, A. (2017)

A importância de se estabelecer modelos para organizar os conhecimentos científicos levou à realização de uma atividade de construção e

reprodução, que na forma de maquetes, buscou representar as interpretações dos alunos referentes aos modelos atômicos. A atividade foi realizada em grupos e seus trabalhos foram expostos para outros alunos do colégio, na própria sala de aula, onde cada grupo explicava as características da teoria que modelou. Segue alguns momentos dessa atividade (quadro 11):

Quadro 11: Reconstrução dos modelos atômicos.

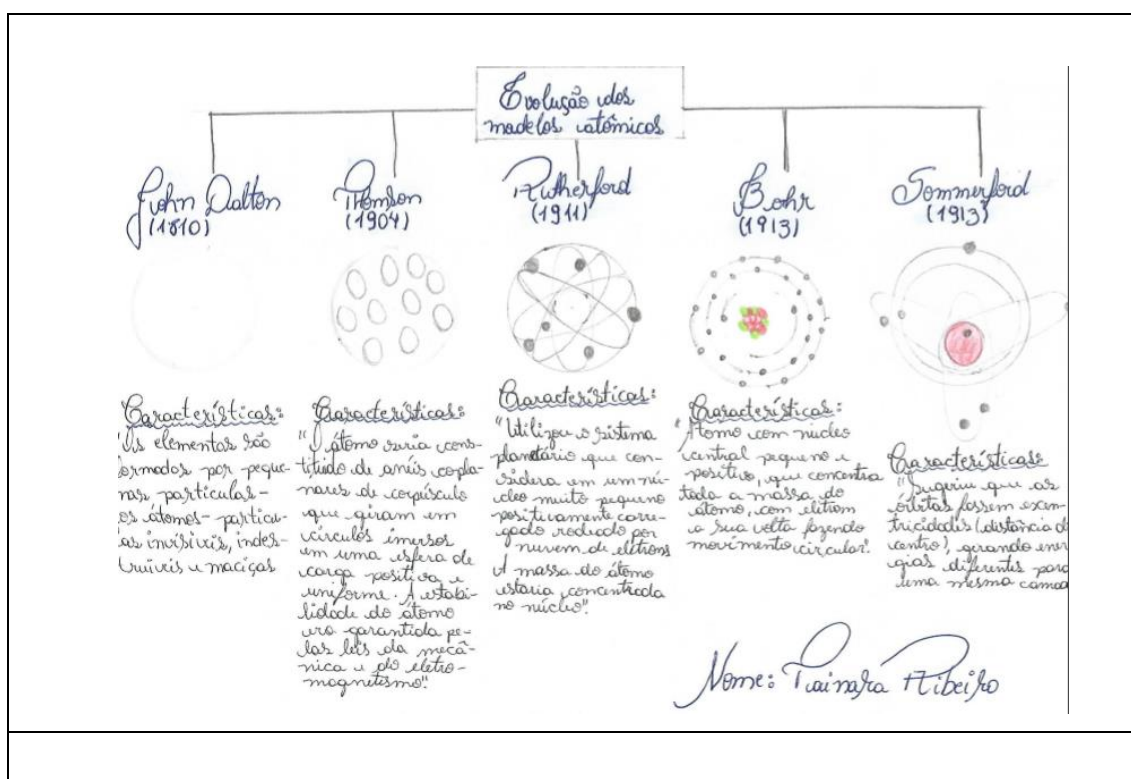


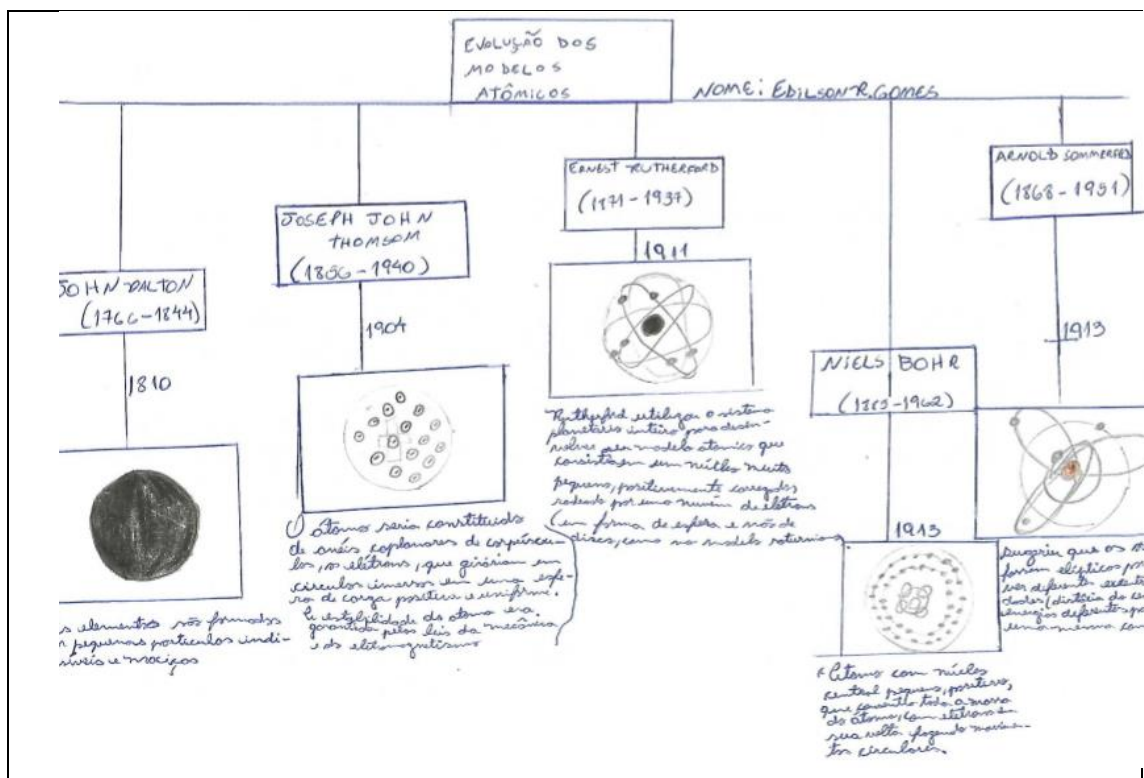


Fonte: Autoria própria (2017)

Outra atividade desenvolvida pelos alunos foi a organização de um diagrama ilustrando os modelos conhecidos por eles, por ser uma turma do terceiro ano do médio, já tinham um conhecimento prévio acerca dos modelos atômicos, visto na disciplina de química, então a ideia era reproduzirem o que lembravam, ou sabiam desses modelos. Dois exemplos dessa atividade são ilustrados no quadro 12.

**Quadro12:** Atividade – diagrama dos modelos atômicos





Fonte: Autoria própria (2022)

### 3.6.5 Efeito Fotoelétrico

O quadro 13 apresenta um plano de ação desenvolvido e utilizado para o Efeito Fotoelétrico, o qual delimita e orienta os assuntos que farão parte da Sequência Didática (SD). Este é um plano geral, com o objetivo de organizar o conteúdo a ser trabalhado, bem como delimitar os assuntos por um objetivo geral. Este plano de trabalho docente não apresenta aula por aula, mas sim, traz uma relação geral para ser trabalhada em pelo menos dez aulas. Dependendo do andamento e de alguma eventualidade, o número de aulas acaba sendo alterado. Isso ocorre também quando se verifica entre os alunos alguma dificuldade maior em compreender algum conceito trabalhado, o processo de ensino e aprendizagem requer que a análise avaliativa seja constante, e que ocorra intervenção quando necessário.

Quadro 13: Perspectiva HCTS para o Efeito Fotoelétrico

<b>CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL AGRÍCOLA GETÚLIO VARGAS - 2016</b>		
<b>DISCIPLINA: FÍSICA</b>		<b>SÉRIE: 3A / 3B</b>
<b>PROFESSOR: ANDRÉIA HORNES</b>		<b>CURSO: TÉCNICO EM AGROPECUÁRIA INTEGRADO AO ENSINO MÉDIO</b>
<b>UNIDADE TEMÁTICA: Física Moderna e Contemporânea</b>		<b>8 a 12 aulas</b>
<b>CONTEÚDO: Efeito Fotoelétrico</b>		
<b>OBJETIVO GERAL: Estudar o efeito fotoelétrico em sua dimensão histórica e científica, bem como suas aplicações tecnológicas e seu impacto para a sociedade;</b>		
<b>PERSPECTIVA HCTS</b>	<b>ASPECTO HISTÓRICO</b>	- Experimentos e esboços realizados por Hertz; - Alberta Einstein e o prêmio Nobel; - Principais investigações no final do século XIX e início do século XX; - Contexto da época: religião, política, economia do período
	<b>ASPECTO CIENTÍFICO</b>	- Efeito fotoelétrico: pacotes de energia; - Conceitos, fórmulas, definições, equações;
	<b>ASPECTO TECNOLÓGICO</b>	- Células fotoemissivas (efeito fotoelétrico); Células fotovoltaicas; Células fotocondutivas; - Aparelhos dotados de células fotoelétricas: aparelhos que permitem abrir ou fechar portas, torneiras; acender ou desligar iluminação; interromper o funcionamento de máquinas, etc. - Experimentações
	<b>ASPECTO SOCIAL</b>	- Conhece equipamentos como descrito? - Onde são encontrados? - Quais os benefícios que esses equipamentos podem trazer? - Quais as pessoas que tem mais acesso a essa tecnologia?
<b>DESENVOLVIMENTO</b>	<b>CONTEÚDO DA AULA</b>	- Efeito fotoelétrico
	<b>OBJETIVO ESPECÍFICO</b>	- Realizar leituras e discussões sobre a temática; Pesquisar temas relacionados; Responder questões e problemas; Fazer experimentações;
	<b>ESTRATÉGIAS DE ENSINO</b>	- Exposição oral; - Leitura e pesquisa dirigida; - Atividade Experimental; - Resolução de questões e problemas;
	<b>RECURSOS DIDÁTICOS</b>	- Textos; - Material de baixo custo; - Datashow; - Resultados das pesquisas;
	<b>AVALIAÇÃO ESPECÍFICA (OPTATIVA)</b>	- Discussão das leituras; - Conclusão dos experimentos; - Respostas da resolução das questões e problemas; Textos das pesquisas;
	<b>AVALIAÇÃO GERAL</b>	Avaliação com questões descritivas, interpretativas e de múltipla escolha;
<b>REFERÊNCIAS - Livros didáticos; artigos científicos; sites de física e tecnologia;</b>		

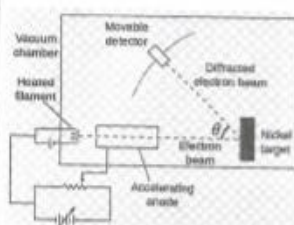
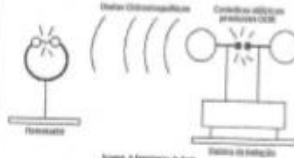
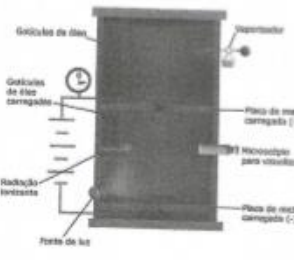
Fonte: Autoria Própria (2017)

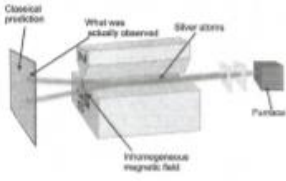
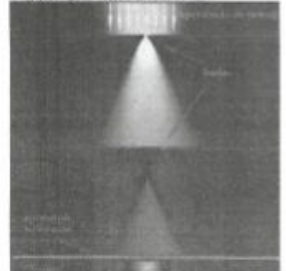
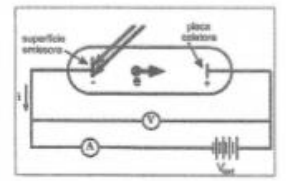
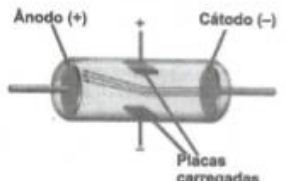
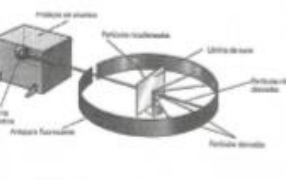
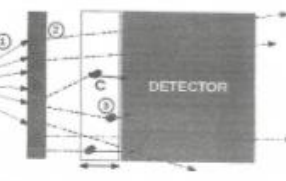
De acordo com a proposta apresentada, a descrição do conteúdo que foi abordado em cada plano é muito importante, pois dependendo do assunto proposto as abordagens quanto ao contexto HCTS serão diferentes. Como a proposta metodológica nesse contexto não é linear, cabe ao professor, dependendo do assunto abordado, organizar os tópicos de forma que os conteúdos sejam alcançados.

Nessa perspectiva, o professor deve pensar no conteúdo de modo que o aluno seja levado a relacionar as teorias, as equações, as aplicações práticas e como esse processo contempla a sociedade, em quais aspectos houve melhorias e em que sentido o desenvolvimento da ciência e da tecnologia pode ter aspectos negativos. É possível elencar em cada item questões que contemplem esses aspectos

Quando se propõe um meio didático para se observar uma aprendizagem significativa, é importante ter em mente que o novo conhecimento deverá se incorporar a um conhecimento já existente na estrutura cognitiva do aluno. A busca dessa relação acontece durante a investigação, apresentado na seção anterior, cujo instrumento utilizado foi um questionário, o qual levou a identificar alguns pontos importantes na elaboração da sequência. Na sequência apresentamos algumas atividades desenvolvidas:

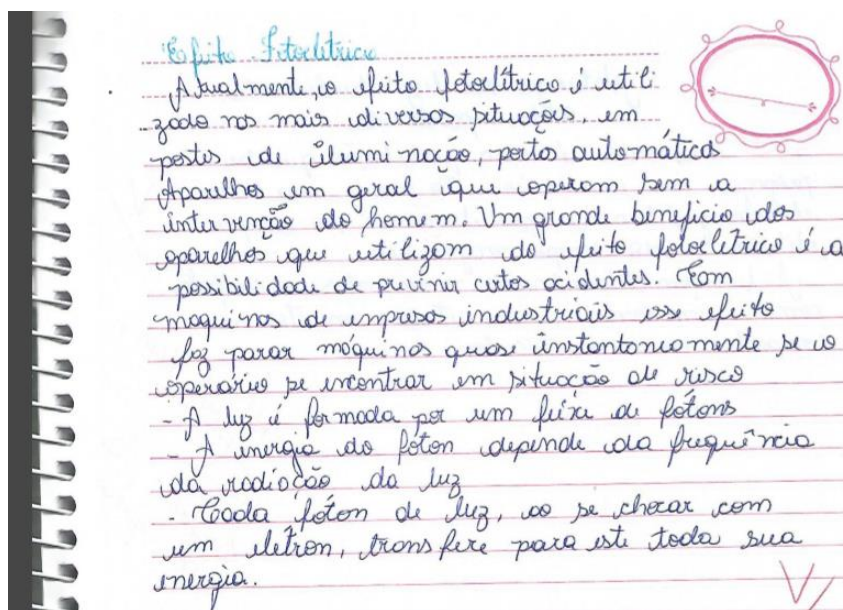
## Quadro 14a: Atividade - Experimentos Históricos

<p>EXPERIÊNCIA DE DAVISSON-GERMER</p> 	<p>Experimento que em 1927 demonstrou que os elétrons se comportam como ondas participando em determinados ângulos devido a interferência de onda.</p>
<p>EXPERIÊNCIA DE HERTZ EXPERIMENTO</p> 	<p>Em 1887, investigou a natureza eletromagnética da luz. Estudando a produção de descargas elétricas entre duas superfícies de metal em potências diferentes, observou que uma faísca proveniente de uma superfície gerava uma faísca secundária na outra.</p>
<p>EXPERIÊNCIA DE MILLIKAN</p> 	<p>Medeu a carga elétrica de elétrons. Ele conseguiu isso balanceando cuidadosamente as forças elétricas e gravitacionais em minúsculas gotas de óleo carregadas suspensas entre duas placas de metal. Enhecando o campo elétrico a carga da gota poderia ser determinada.</p>

<p><b>EXPERIÊNCIA DE STERN-GERLACH</b></p>  <p>Classical prediction: What was actually observed: Silver atoms: Magnet with magnetic field: Detector</p>	<p>• Descrever o experimento de Stern-Gerlach.          • Descrever como se comportam os elétrons na presença de um campo magnético.          • Mostrar que o spin é quantizado.          • Argumentar a partir de dados do experimento que existem dois estados de spin observáveis.</p>
<p><b>EXPERIÊNCIA DA DUALIDADE ONDA-PARTÍCULA</b></p> 	<p>• Descrever o experimento de Young com um feixe de luz que sofre um deslocamento de fase.          • Descrever o experimento de uma fenda de luz que sofre um deslocamento de fase.          • Descrever o experimento de uma fenda de luz que sofre um deslocamento de fase.          • Descrever o experimento de uma fenda de luz que sofre um deslocamento de fase.          • Descrever o experimento de uma fenda de luz que sofre um deslocamento de fase.</p>
<p><b>EXPERIÊNCIA DO EFEITO FOTOELÉTRICO</b></p>  <p>superfície metálica: placa coletora: A: V: <math>V_{stop}</math></p>	<p>• Descrever a descoberta a respeito do efeito fotoelétrico.          • Mostrar a dependência da frequência de emissão de elétrons na frequência da luz.          • Descrever como a frequência de emissão de elétrons depende do módulo do vetor de luz.</p>
<p><b>EXPERIÊNCIA DE THOMSON – RAIOS CATÓDICOS</b></p>  <p>Anodo (+): Cátodo (-): Placas carregadas</p>	<p>At 47          Os raios catódicos são elétrons, que são atraídos pelo cátodo por causa da diferença de potencial existente entre o cátodo e o ânodo, e são atraídos pelo ânodo.</p>
<p><b>EXPERIÊNCIA DE RUTHERFORD</b></p>  <p>Fonte de partículas: Caixa chumbo: Partículas ionizantes: Líquido de teste: Partículas alfa: Placas metálicas</p>	<p>Descrever o experimento de Rutherford com partículas carregadas positivamente e alto nível de energia de partículas alfa em direção ao núcleo.          • Descrever o experimento de Rutherford com partículas carregadas positivamente e alto nível de energia de partículas alfa em direção ao núcleo.</p>
<p><b>EXPERIÊNCIA DE CHADWICK</b></p>  <p>Detector</p>	<p>A descoberta do nêutron ocorreu no ano de 1932. Segundo ele, uma partícula depois de um período com um elétron sugaria uma partícula sem carga elétrica, mas com massa igual à do próton.</p>

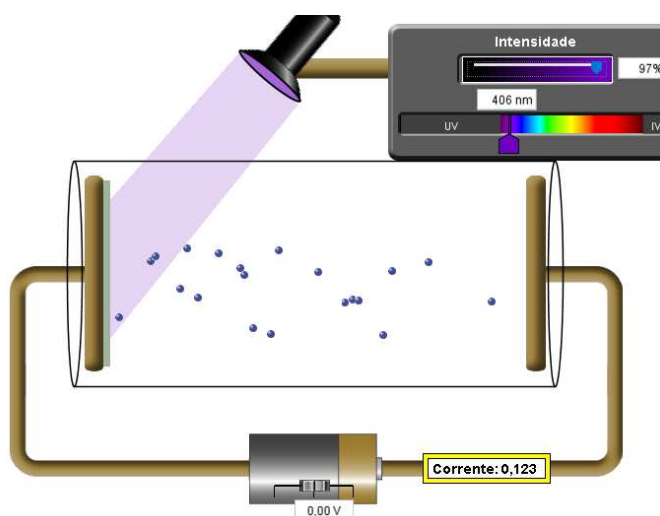
A pesquisa dos experimentos históricos desencadeia inúmeras questões acerca do contexto científico da época, que de alguma maneira contribuíram para definir o perfil da sociedade. Outras atividades desenvolvidas para o estudo do Efeito Fotoelétrico foram leituras, resumos, simulações computacionais e realização de experimentos.

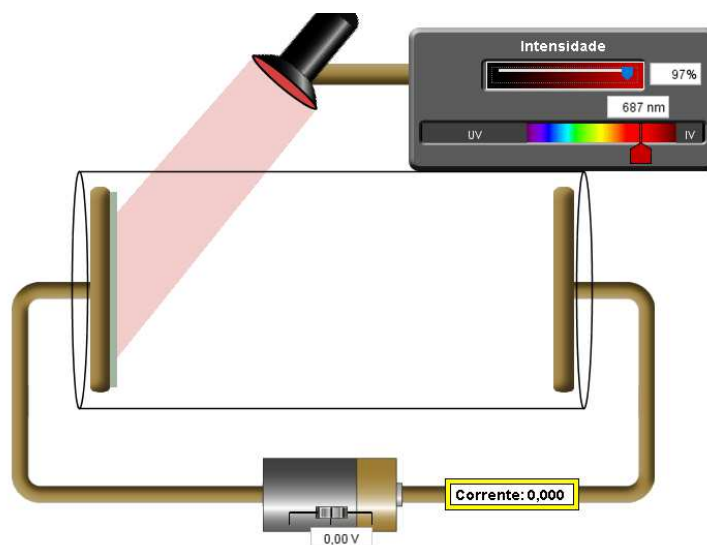
#### Quadro 14b - Atividade: Resumo de vídeo



Fonte: HORNES, A. (20217)

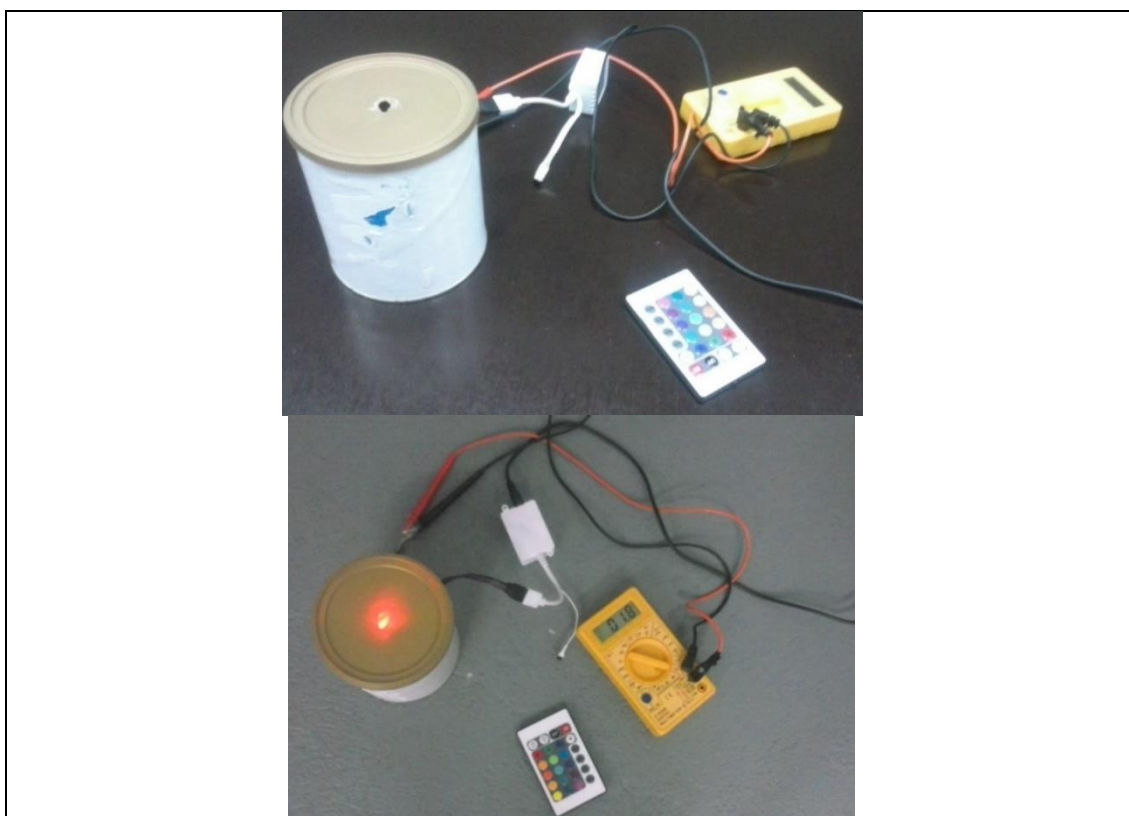
#### Quadro 14c - Atividade: Simulação (PHET)

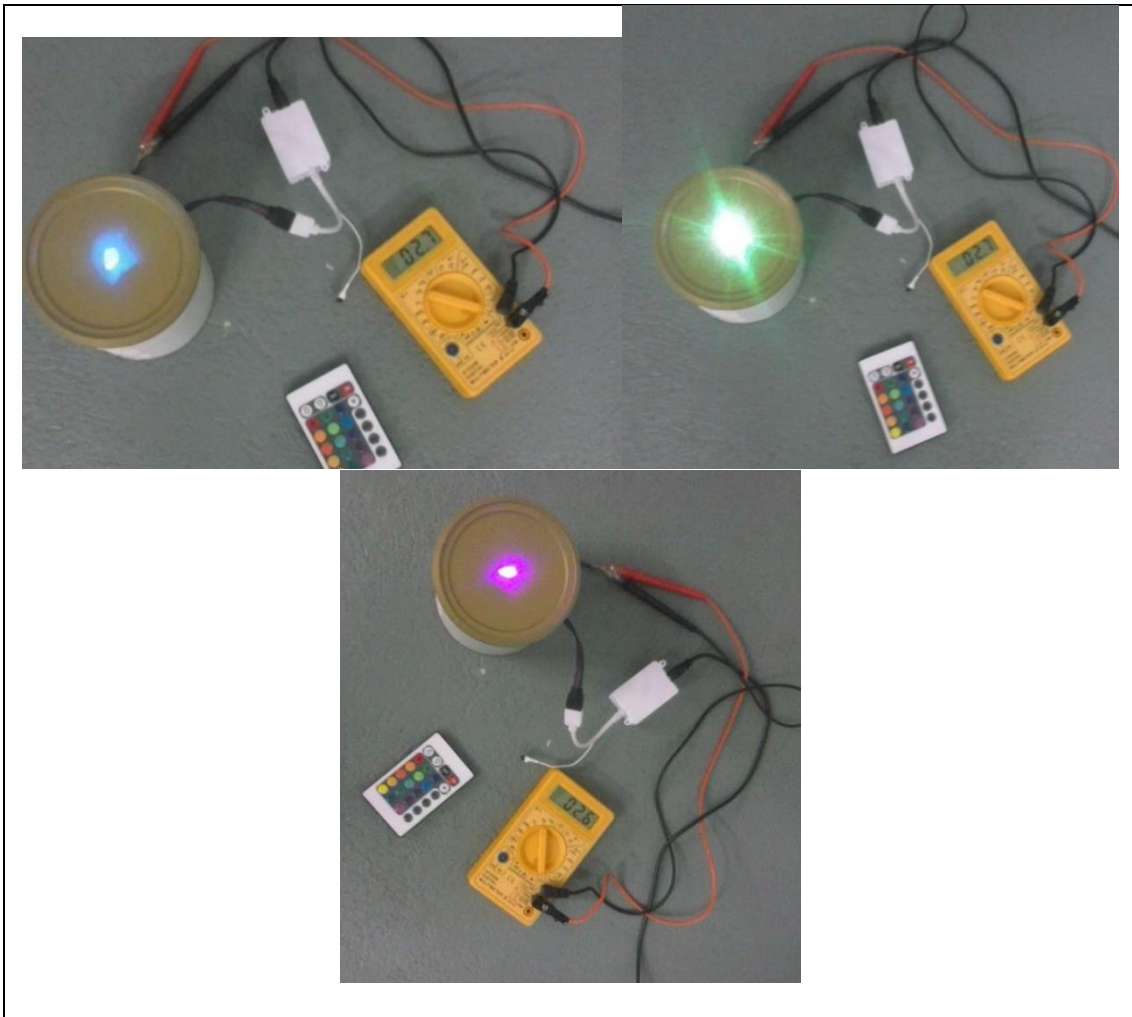




Fonte: HORNES, A. (20217)

#### Quadro 14d: Atividade - Demonstração prática do Efeito Fotoelétrico





Fonte: HORNES, A. (20217)

As atividades foram desenvolvidas em sala de aula, no laboratório de informática e no laboratório de Física, em acordo com a Sequência Didática e visando enfatizar as perspectivas da proposta HCTS, e encontram-se de forma mais detalhada no Material Educacional, produto desta pesquisa.

#### 4 PROPOSTA HCTS PARA A RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO

Apontado como um marco histórico relevante no desenvolvimento da Física Quântica, com base no estudo do Espectro de Radiação do Corpo Negro podemos propor uma construção histórico-científica a partir da investigação dos aspectos fundamentais da distribuição da emissão de energia em função da frequência e da temperatura. Considerando como objeto de estudo os corpos físicos naturais e artificiais, cujas características se aproximem do corpo negro, desenvolveu-se a relação entre teoria e a prática da radiação térmica, resultando nas suas leis fundamentais. Com o intuito de situar historicamente as discussões científicas acerca do tema, buscamos relacionar as influências da sociedade e as suas consequências em termos do desenvolvimento tecnológico.

Um corpo negro pode ser definido como um corpo ideal que permite que a radiação que incide nele passe para seu interior sendo absorvida sem refletir e sem transmitir essa energia. Essa propriedade é válida para todos os comprimentos de onda e todos os ângulos de incidência, caracterizando um absorvedor ideal da radiação que nele incide. Essa propriedade define as demais características qualitativas que determinam o comportamento de um corpo negro (EISBERG, R. M.; RESNICK, R, 1979). Possui ainda outras propriedades importantes, como o equilíbrio térmico, ou seja, se o consideramos com temperatura constante, sob condições de equilíbrio, deve emitir exatamente a mesma quantidade de radiação que absorve.

Por exemplo, considere um corpo negro a temperatura constante, numa cavidade isolada onde suas paredes são consideradas corpos negros ideais, e também estão a uma temperatura constante, porém, diferente do seu interior. Passado algum tempo ocorrerá o equilíbrio térmico e tanto a cavidade como o corpo negro estarão com a mesma temperatura.

Nas condições de equilíbrio, o corpo negro deve emitir exatamente a mesma quantidade de radiação que absorve. Dessa forma, se as energias de radiação de entrada e saída não fossem iguais, a temperatura de um corpo colocado dentro dessa cavidade começaria a aumentar ou diminuir, correspondendo à transferência de calor de um corpo frio para um aquecido,

contrariando a segunda lei da termodinâmica.

Como por definição o corpo negro absorve a máxima quantidade de radiação de qualquer direção de uma cavidade fechada, ele também deve emitir a máxima quantidade possível de radiação, como um emissor ideal. Então, essa situação pode ser esclarecida se tomarmos um corpo menos absorvente, que emite uma quantidade de radiação menor que o corpo negro, para que o equilíbrio seja mantido.

Se tomarmos uma cavidade fechada isotermicamente com paredes pretas, mesmo movendo o corpo, mudando sua posição, a temperatura deve se manter a mesma, pois o sistema permanece isotérmico. Isso significa que o corpo negro deve emitir a mesma radiação que antes, assim, a radiação total recebida pelo corpo negro independe de sua orientação ou posição, bem como a radiação emitida. Ou seja, a radiação térmica de equilíbrio na cavidade do corpo negro é isotrópica (propriedade de isotropia da radiação do corpo negro), para a qual dizemos que o fluxo líquido de radiação será igual a zero.

O corpo negro é um emissor ideal em qualquer comprimento de onda, o que não implica necessariamente em intensidade uniforme de emissão em diferentes comprimentos de onda. Essa propriedade espectral vem a ser explicada pela física quântica, uma vez que as propriedades de emissão de um corpo não dependem das propriedades das paredes da cavidade, sendo função apenas de sua temperatura. Pela segunda lei da termodinâmica, é impossível a transferência de energia de uma superfície fria para uma superfície quente sem que um trabalho termodinâmico seja realizado. Dessa forma, se a energia de radiação emitida por um corpo negro aumentasse com a diminuição da temperatura essa lei seria violada.

Como exemplo para essa situação vamos considerar duas placas pretas ideais, paralelas e infinitas, mantendo a placa superior a uma temperatura maior que a placa inferior. Se a energia da radiação emitida diminuísse com o aumento da temperatura, então a energia da radiação emitida pela placa inferior por unidade de tempo seria maior do que a energia da radiação emitida pela placa superior por unidade de tempo. Como ambas as placas são pretas, cada uma delas absorve toda a radiação emitida pela outra placa. Para manter as temperaturas das placas, a energia deve ser rejeitada da placa

superior por unidade de tempo e adicionada à placa inferior na mesma quantidade. Assim, a energia é transferida de uma placa menos aquecida para uma mais aquecida sem que nenhum trabalho externo seja feito.

De acordo com a segunda lei da termodinâmica, esta situação não pode ocorrer, portanto, a energia emitida por um corpo negro deve aumentar com a temperatura, chegando a conclusão de que a energia total da radiação emitida é proporcional a uma função crescente da temperatura termodinâmica. Essas considerações representam a importância das leis da termodinâmica, porém são análises qualitativas da radiação do corpo negro, visto que a termodinâmica clássica não consegue formular as leis quantitativas para a radiação do corpo negro.

#### 4.1 PRESSUPOSTOS HISTÓRICO-CIENTÍFICOS DA RCN

A mudança de paradigma proporcionada pela Física Quântica no século XX originou uma nova construção científica, pautada na mudança de parâmetros, redirecionando as discussões acerca da Ciência. Hoje existe uma imensa aplicabilidade da teoria quântica, mas seu início nos remete a um trabalho bem específico: a explicação dos aspectos fundamentais da distribuição de intensidades de energia em corpos materiais em função da frequência (ou comprimento de onda) e da temperatura.

No início do século XIX já havia a convicção de que o espaço sideral era preenchido pelo vazio (Gibert, 1982, p. 263). Dessa forma, pela observação direta do calor recebido pelo Sol, era possível explicar a transmissão do calor sem que houvesse um meio de propagação. Experiências realizadas por Rumford, em 1804, e por Prévost, em 1811, foram importantes para a constatação da transmissão do calor independentemente da existência de um meio.

A maioria das experiências realizadas, até esse período, buscavam determinar aferições específicas para os termômetros, separando a propagação do calor por condutibilidade das perdas de calor por radiação. Segundo Gibert (1982), o progresso nos estudos da transmissão do calor por radiação se deu inicialmente pelos chamados “pares termoelétricos”,

desenvolvido por Seebeck em 1822 e utilizado por Oersted em 1823 como sugestão para medir o calor por radiação.

Nesta sessão buscamos situar historicamente os conceitos científicos a respeito da radiação do corpo negro, partindo do conceito proposto por Kirchhoff e apresentando algumas hipóteses apresentadas para o problema da emissão espectral. Entre elas, trazemos as ideias de Stefan-Boltzmann, Rayleigh-Jeans, Wien e Planck.

#### 4.1.1 Radiação Térmica

Todos os corpos, independentemente de sua temperatura, emitem radiação eletromagnética, mas nem todos emitem luz visível. A radiação eletromagnética corresponde ao movimento aleatório das cargas elétricas e a temperatura ao movimento aleatório das moléculas do corpo. Considerando que as moléculas possuem cargas elétricas, podemos concluir que todos os corpos emitem radiação térmica.

A frequência da radiação emitida pelos corpos está diretamente relacionada com a temperatura: quanto maior a temperatura, maior a frequência emitida. Por esse motivo, a maioria dos corpos que observamos no nosso dia a dia não emitem luz própria visível, pois esta corresponde a uma pequena faixa no espectro de possíveis frequências.

Podemos exemplificar essa explicação com eventos do nosso cotidiano, como a chama de um fogareiro, na qual a parte mais interna é azulada e, conseqüentemente, a região com a maior temperatura, as partes mais externas aproximam-se da cor vermelha, que corresponde a frequências mais baixas, temperaturas menores. No caso de uma brasa incandescente, por exemplo, o carvão sendo no tom preto não reflete luz, mas ao entrar em combustão pode alcançar uma temperatura suficiente para emitir luz na região do visível.

Outro exemplo é a emissão do calor proveniente de um ferro elétrico. Neste caso sentimos o calor, mas não o visualizamos, pois a frequência emitida está na região do infravermelho. Esse é o caso da maioria dos corpos terrestres, que em geral, emitem radiação na região do infravermelho. A cor dos

objetos que visualizamos é devido a sua capacidade de reflexão, quando o corpo absorve todo o espectro da luz visível atribuímos o preto como sua cor. No entanto, os objetos que são pretos não absorvem toda radiação, existe sempre uma frequência, alta o suficiente, que não irá interagir com esse corpo.

Em 1859, Gustav Robert Kirchhoff estabeleceu que “a razão entre o poder emissivo e o poder absorvente de um corpo é função do comprimento de onda e da temperatura, sendo a mesma para todos os corpos à mesma temperatura” (Guibert, 1982). Foi ainda Kirchhoff que propôs o conceito de “corpo negro” para os corpos que, independentemente de sua composição, estando à mesma temperatura emitem a mesma radiação térmica, com o mesmo espectro, considerando que o corpo negro ideal absorve toda a radiação que nele incide.

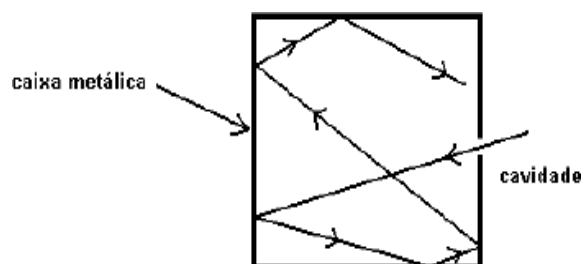
#### 4.1.2 Corpo Negro e Radiação de Cavidade

Antes de chegar à superfície do corpo, a radiação térmica provocada pelo movimento desordenado dos átomos é absorvida e emitida diversas vezes, buscando a condição de equilíbrio, o que leva a observação de um espectro de emissão contínuo. As características do corpo estão diretamente ligadas a emissão da radiação do corpo e do seu potencial de absorção, o que pode ser explicada pela termodinâmica. Para a radiação dos corpos incandescentes, podemos considerar que todo corpo a uma determinada temperatura emite radiação a qual se apresenta na forma de distribuição espectral. Dependendo de quanto sua temperatura aumentar, terá mais picos de frequência máxima. Assim, corpos diferentes emitem radiação térmica de diferentes espectros.

Considerando que um corpo negro é um corpo ideal e que seu espectro de radiação depende de sua temperatura, podemos dizer que para uma mesma temperatura todos os corpos negros emitem o mesmo espectro de radiação térmica, independente das características desse corpo. Para explicar essa situação, Kirchhoff propôs o modelo de radiação de cavidade, reproduzindo assim as características de um corpo negro. Esse modelo consistia numa caixa metálica, com paredes a uma temperatura constante e com um pequeno orifício

onde o raio incidente pode realizar inúmeras reflexões nas paredes, sendo absorvidos por ela. Esse modelo ficou conhecido como “radiação de cavidade”, representado na figura 1:

**Figura 1** – Representação prática do modelo de corpo negro segundo Kirchhoff - caixa metálica com um pequeno orifício



**Fonte:** Attux, Cruz e Soriano (2012, p. 3).

#### 4.1.3 O Teorema de Kirchhoff

Para compreender a contribuição científica dada por Kirchhoff para explicar a radiação térmica dos corpos, vamos considerar um corpo a uma temperatura inicial  $T$ . Para estudarmos o quanto esse corpo emite de radiação em determinada frequência ( $f$ ) por unidade de área e unidade de tempo, dado entre  $f$  e  $df$ , consideramos sua radiância espectral  $R_f$  como a densidade de energia ou potência de radiação para uma determinada frequência. Assim temos a seguinte função:

$$R_f = R_f(f, T) \quad (1)$$

Em que  $f$  é a frequência de radiação e  $T$  a temperatura do corpo negro. Essa relação aparentemente simples mostra que a razão entre a energia de emissão e energia de absorção dependia apenas da frequência de radiação e da temperatura do corpo, não dependendo das propriedades específicas dos corpos. Essa definição representou a grande contribuição de Kirchhoff, influenciando nos estudos futuros.

O destaque conferido ao trabalho de Kirchhoff foi logo consolidado por meio de derivações teóricas e experimentais. O obstáculo para

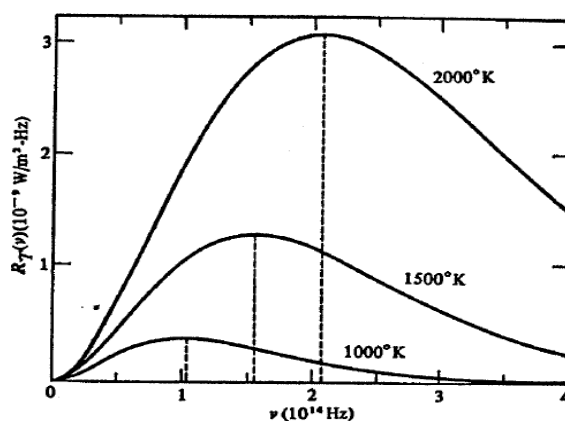
obter a função universal estava na física clássica e para resolver esse problema Kirchhoff propôs o corpo negro ideal, capaz de absorver toda a radiação incidente, em todos os comprimentos de onda. Logo, a solução era determinar qual a emissão de radiação do corpo negro, a uma dada temperatura, emitida em cada frequência, ou seja, determinar a emissão espectral de um corpo negro.

Esse estudo percorreu um caminho de muitas tentativas, algumas empíricas, outras com base teórica, mas nenhuma em concordância com o que a experimentação apresentava. Algumas propostas concordavam para certas faixas espectrais, e em outras falhavam completamente. Diferentes medidas foram tomadas, mas a falta de sucesso nos resultados abria precedentes para ideias fora do padrão clássico até então estudados. Como a física clássica não apresentava uma solução para o problema da emissão espectral do corpo negro, a explicação veio mais tarde, pela emissão discreta de energia.

#### 4.1.4 Lei de Stefan-Boltzmann

As primeiras medições precisas de um instrumento semelhante aos espectrômetros ópticos utilizados hoje, foram realizadas por Lummer e Pringsheim, em 1899 (Mendenhall, C. E. & Saunders, F. A., 1901). A Figura demonstra a correlação observada experimentalmente de  $R_f$  em  $f$  e  $T$ :

**Figura 2** – Radiância espectral de um corpo negro em função da frequência da radiação – temperaturas de 1000 K, 1500 K e 2000 K



Fonte: Eisberg e Resnick (2001, p. 21).

A integral da radiância espectral  $Rf$  das frequências  $f$  é a energia total emitida por unidade de tempo, por unidade de área, por um corpo negro à temperatura  $T$ , é dita  $R_{Total}$ , isto é:

$$R_{total} = \int_0^{\infty} Rf df \quad (2)$$

Como a figura 2 demonstra,  $Rf$  aumenta rapidamente com o aumento da temperatura. Resultado apresentado pela primeira vez em 1879, por Josef Stefan, que estudava a definição do corpo negro dada por Kirchhoff e assim enunciou uma lei empírica que determinava que a energia total irradiada ( $R_{Total}$ ) por unidade de área superficial de um corpo negro era diretamente proporcional à quarta potência de sua temperatura, chamada de lei de Stefan.

$$R_{total} = \sigma T^4 \quad (3)$$

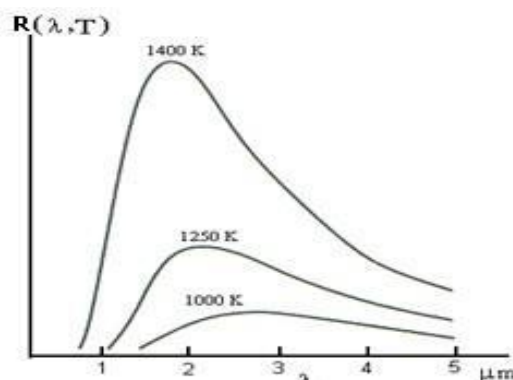
Em que  $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$ , chamada de constante de Stefan-Boltzmann.

Ainda pela figura observa-se que o espectro se desloca para frequências maiores, na medida em que a temperatura aumenta. Esse resultado foi estudado por Ludwig Boltzmann, em 1884, para explicar a lei de Stefan de modo a unir com as ideias de Maxwell, buscando uma conexão entre os fenômenos eletromagnéticos e a termodinâmica.

#### 4.1.5 Lei do Deslocamento de Wien

Ao analisar o método proposto por Stefan-Boltzmann, Wilhelm Wien, em 1893, propôs a lei do deslocamento que caracteriza a frequência máxima de irradiação de um corpo negro numa determinada temperatura. A função é dada pela razão entre  $f$  e  $T$  multiplicada por um termo elevado ao cubo. A atividade experimental era direcionada para a energia do comprimento de onda em função da temperatura,  $E\lambda(\lambda, T)$ , o que já se observava na radiação de cavidade, em que  $E\lambda$  tinha um máximo determinado como comprimento máximo de onda ( $\lambda_{m\acute{a}x}$ ) e que ele diminuía com a temperatura. A figura 3 apresenta a radiância por comprimento de onda:

Figura 3 - Radiância espectral de um corpo negro em função do comprimento de onda



Fonte: Adaptado de:  
<http://www.cursosvirt2.dominiotemporario.com/EaD/qq/aula-4/aula-4.htm>,  
 2012).

Considerando que o comprimento de onda para o qual a radiação é máxima varia de forma inversamente proporcional com a temperatura, a lei do deslocamento pode, então, ser escrita como:

$$\lambda_{\text{máx.}} \cdot T = \text{constante} \quad (4)$$

Sendo a constante de dispersão de Wien igual a  $2,898 \times 10^{-3}$  m.K. A expressão (4) pode também ser escrita em termos da frequência:

$$f_{\text{máx.}} = \text{constante} \cdot T \quad (5)$$

em que a igual a constante é igual a  $5,88 \times 10^{10}$  Hz/K. Quando T aumenta, se desloca para frequências mais altas.

A Tabela 1 representa valores de frequência máxima para um corpo negro a diferentes temperaturas e a respectiva faixa no espectro eletromagnético:

**Tabela 1 – Lei de deslocamento de Wien**

<b>Lei de Wien</b>		
Temperatura (°C)	$\nu_{m\acute{a}x}$ (Hz x 10 <sup>13</sup> )	Cor
20	1,7	Infravermelho
500	4,5	Vermelho
700	5,7	Verde
1000	7,5	Violeta

**Fonte:** Perez (2016, p. 18).

Percebe-se na Tabela 1 que a  $\lambda_{m\acute{a}x}$  desloca de maneira diretamente proporcional à temperatura do corpo. Essa tabela ilustra que corpos a baixas temperaturas possuem baixas frequências e, conseqüentemente, emitem menor energia, de modo que se mantém na faixa infravermelha do espectro eletromagnético. Porém, na medida em que a temperatura vai aumentando, os corpos se deslocam para a faixa de luz visível, e, na continuidade desse aumento de temperatura pode atingir a faixa de ultravioleta no espectro eletromagnético. Logo, a faixa de maior frequência e temperatura para o estudo da radiação dos corpos negros é a faixa ultravioleta.

#### 4.1.6 Equação de Rayleigh-Jeans

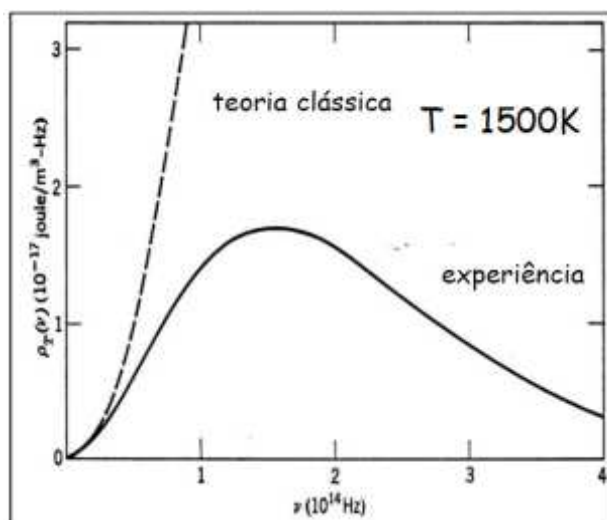
Os pesquisadores, Rayleigh e Jean utilizaram o oscilador harmônico linear de frequência própria  $f$  para tentar explicar os fenômenos experimentais acerca da radiação do corpo negro. Com este oscilador é possível determinar a radiação de energia por segundo, no caso, seria uma radiação equivalente ao dipolo oscilante, e sua equação dada por:

$$R(\lambda) = \frac{c}{4} \frac{8\pi}{\lambda^4} K_B T \quad (6)$$

Sendo essa a previsão clássica para a radiância, ou seja, a Lei de Rayleigh – Jeans, onde  $K_B$  é a constante de Stefan-Boltzmann e  $c$  a velocidade da luz. Esta lei prevê a radiância para comprimentos de onda grandes, e deveria prever que, para comprimentos de onda pequenos, a

radiância se tornaria infinitamente grande. Essa discrepância entre a previsão teórica clássica e a realidade prática foi denominada como catástrofe do ultravioleta, sendo a radiação ultravioleta o maior comprimento de onda a ser considerado. A comparação dessa teoria clássica com os resultados experimentais pode ser vista na figura (4).

Figura 4. Comparação entre a teoria clássica de Rayleigh-Jeans e experiência.



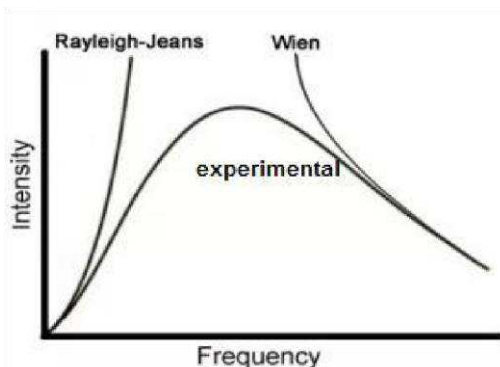
Fonte: Eisberg e Resnick, p.32

Podemos ver que há concordância apenas quando a frequência é muito baixa ou a temperatura muito alta.

#### 4.1.7 Teoria de Planck e a Catástrofe do Ultravioleta

Os avanços nos estudos da radiação do corpo negro dependiam nesse momento em compreender e explicar a discrepância que se observava na equivalência entre teoria e os dados experimentais, a chamada Catástrofe do Ultravioleta. Como a equação de Rayleigh era válida para comprimentos de onda altas e frequências baixas, e a equação do deslocamento de Wien atendia baixos comprimentos de onda e frequências altas. Havia então um problema a ser solucionado, barrando os avanços nesses estudos. A figura 5 apresenta uma comparação entre a visão de Wien e Rayleigh.

Figura 5 – Comparação da radiação do corpo negro para Wien e Rayleigh



Fonte: Guimarães (2018, p. 28).

Para tentar decifrar essa incógnita, Max Planck tomou como base o modelo de corpo negro proposto por Kirchhoff em 1860 e relacionou a oscilação dos átomos das paredes do modelo com a oscilação harmônica. Com isso, Planck mudou a ideia de quantidade de energia na qual a Física Clássica se baseava, pois sua previsão violava a lei de equipartição de energia.

Planck chegou em um resultado em que a energia do elétron deveria ser quantizada, ou seja, apresentar sua variação em números inteiros, e a energia seria resultado da frequência de oscilação das moléculas, definindo o postulado de Planck e o conceito de quantum ao que “[...] a troca seria quantizada: um oscilador de frequência  $f$  só poderia emitir ou absorver energia em múltiplos inteiros de um quantum de energia” (NUSSENZVEIG, 1998, p. 247). Planck admitiu mais tarde ser uma hipótese formal, a qual não teria dado muita atenção, mas ao adotá-la pode apresentar uma explicação teórica para a radiação do corpo negro.

Para a lei de equipartição da energia, a energia média tem valor relacionado de forma independente da frequência, mas Planck observou que a energia média das ondas estacionárias é uma função da frequência, apresentando outro comportamento, contrariando assim a equipartição de energia.

Dessa forma a solução proposta por Planck era substituir a energia média clássica por um valor discreto para a emissão e absorção mínimas de radiação do comprimento de onda, chegando a expressão:

$$E = nhf \quad (7)$$

Em que  $f$  é a frequência de oscilação e  $h$  é a constante de Planck.

A proposta de Planck em relacionar a energia de emissão e absorção de uma onda eletromagnética com o seu comprimento de onda resolveu o problema da radiação do corpo negro e levantou outras questões que levaram finalmente a elaboração da Mecânica Quântica.

A proposta da radiação com caráter corpuscular não é levantada por Planck, mas sim por Einstein em 1905. Pelas experiências realizadas por Compton em 1923, o conceito de fóton foi definitivamente aceito. A dualidade onda-partícula, por sua vez, foi enfim aceita e estendida para a própria matéria pelos estudos de De Broglie, em 1924. Assim, podemos dizer que a hipótese de Planck foi o passo dado para o desenvolvimento da Física Quântica.

#### 4.2 PRESSUPOSTOS HISTÓRICO-TECNOLÓGICOS DA RCN

As tecnologias desenvolvidas pelo estudo dos processos científicos visam auxiliar tanto a própria ciência, como também aplicações que facilitem a vida em sociedade. Pode ser em termos de conforto pessoal, ou ainda em segurança, educação, saúde, etc. O estudo da radiação térmica, em especial, trouxe muitos avanços para a tecnologia, muitas aplicações podem ser relatadas, as quais não seriam possíveis sem esse estudo.

Dessa forma, estamos expostos a vários tipos de radiações em nosso cotidiano, com diferentes comprimentos de onda e portanto, diferentes energias. As radiações que percebemos claramente estão na região do visível, que corresponde a uma pequena faixa, sendo que no espectro eletromagnético podemos perceber uma região significativa de radiação infravermelha e radiação ultravioleta.

A radiação infravermelha recebeu esse nome por sua localização no espectro eletromagnético. Segundo o astrônomo Willian Herschel, a temperatura de um corpo correspondia à medida da agitação térmica de suas partículas e cada uma das cores da região visível apresentavam uma temperatura diferente. Em sua experiência observou que ao colocar um

termômetro de mercúrio na região das cores, a temperatura aumentava de acordo com o grau de incidência da luz. Quanto mais próximo da extremidade vermelha, maior era a agitação das partículas.

Ao colocar o termômetro na região após o vermelho, onde não há cor, percebeu que o aquecimento era ainda maior. Concluiu então que deveria existir um tipo de radiação que o olho humano não poderia perceber, e como ficava antes da faixa vermelha ele denominou de radiação infravermelha (abaixo do vermelho).

Esse tipo de radiação é de baixa energia sendo considerada radiação não ionizante, pois atua abaixo da faixa de energia necessária para que os átomos vibrem para provocar uma reação. O ramo da espectroscopia do infravermelho usa essa radiação para identificar compostos ou composições de amostras químicas, com base nas frequências de vibração específicas das substâncias.

Objetos aquecidos, como o Sol, emitem essa radiação. Apesar de não ser vista, pode ser sentida na forma do calor. Nosso planeta retém por aproximadamente 70% dos raios solares que chegam à superfície da Terra, sendo uma parte é absorvida e o restante é refletida na forma de radiação infravermelha. Uma parte da radiação é absorvida pela atmosfera e causa um efeito estufa natural, responsável por manter o aquecimento praticamente constante, com relativa pouca variação de temperatura entre o dia e a noite. Esse tipo de radiação não causa grandes efeitos no organismo humano pois se trata de uma energia de baixa penetração na pele, porém em excesso, pode causar queimaduras.

Todos os corpos são emissores de radiações infravermelhas, inclusive o corpo humano. Quanto maior a temperatura, maior a emissão de radiação. Ferro de passar roupas e aquecedores são exemplos de aparelhos que emitem radiação na faixa do infravermelho. Lâmpadas infravermelhas são usadas para ativar a circulação sanguínea e diminuir os processos inflamatórios. Lentes de visão noturna conseguem captar a radiação infravermelha emitida pelas áreas mais quentes do corpo. Além disso, vários aparelhos de uso do dia a dia fazem uso dessa radiação, como por exemplo o controle remoto, leitores de código de barras e mouses sem fio.

Nesse sentido, evidenciamos a estudo do corpo negro como de

primordial importância para compreender a radiação térmica e a transferência de energia eletromagnética em todas as bandas e em todos os comprimentos de onda. O corpo negro é usado como padrão para comparar a absorção e a emissão de radiação de corpos reais. Como vimos, a emissão de energia de um corpo está relacionada com sua temperatura, sendo denominada como radiação térmica. Experimentalmente, essa radiação era medida em uma faixa do espectro eletromagnético com comprimentos de onda de forma contínua.

As explicações teóricas para o problema da emissão de radiação térmica dos objetos aquecidos estavam sendo propostas por diversos pesquisadores nesse período, em meados do século XIX. Alguns trabalhos tiveram destaque, como de Stewart e Kirchhoff, que estabeleciam a relação entre emissão e absorção da radiação de um corpo em função do comprimento de onda dessa radiação.

Por meio de observações empíricas, observou-se que, aumentando a temperatura do corpo, a intensidade de radiação térmica emitida também aumentava, e que quanto maior a temperatura do corpo, menor o comprimento de onda. Diante desse fato, foi proposta uma solução para medir altas temperaturas, como por exemplo dos altos-fornos utilizados nas indústrias siderúrgicas, nos quais se usam as cores das radiações térmicas para medir as temperaturas, ou seja, pela luz emitida pelos corpos aquecidos.

As ideias para a radiação do corpo negro, propostas por Kirchhoff em 1860, foram muito importantes não só para o estudo da radiação térmica intrínseca do corpo, mas também para radiações de outras naturezas. Dessa forma, algumas das características apresentadas para esse estudo possibilitaram o seu uso, por exemplo, na radiação eletromagnética artificial (rádio, TV, comunicações).

O termo corpo negro tem raízes históricas, é um termo convencional que para corpos que absorvem a luz e parecem negros ao olho humano, e por isso dificilmente dizemos que por exemplo o Sol, é um quase um corpo negro, pois a luz branca brilhante emitida representa a radiação de equilíbrio do corpo negro. Então, em relação ao espectro óptico, muitas superfícies se aproximam de um corpo ideal por sua capacidade de absorver radiação, por exemplo fuligem, carboneto de silício, platina, etc,

Nas faixas de comprimento de onda de radiação térmica e de radiofrequência, fora da região de luz visível, a maioria das superfícies da Terra (água, gelo, terra) absorvem a radiação infravermelha e assim, esses objetos físicos podem ser considerados corpos negros ideais, considerando a faixa térmica do infravermelho. Na faixa de radiofrequência, as propriedades de absorção indicam a capacidade de informação no que se refere a medidas remotas das micro-ondas.

Ainda no estudo das radiações térmicas, em especial da radiação do corpo negro, podemos mencionar a Cosmic Microwave Background (CMB) do Universo – a flutuação de radiação eletromagnética de fundo que preenche a parte do universo que conhecemos. A contribuição desse estudo está nas investigações das características de emissão da superfície terrestre observadas a partir de espaçonaves.

Em estudos espectrais da radiação nas faixas e visíveis e infravermelhas, indicou-se a presença de radiação térmica de corpo negro como uma temperatura de brilho. No campo eletromagnético, juntamente com a radiação de corpo negro, detectou-se radiações de ruídos não estacionárias, chamadas de tempestades solares.

Temos ainda como exemplo de objeto espacial com radiação de corpo negro a Terra, na qual as superfícies terrestres apresentam propriedades de radiação de corpo negro, exceto na faixa de radiofrequência.

#### 4.3 PRESSUPOSTOS HISTÓRICO-SOCIAIS DA RCN

A evolução científica e tecnológica pode ser associada em muitos casos com as necessidades que a Sociedade requer. Seja no enfrentamento de problemas específicos, ou em casos emergenciais, mas em geral, é a demanda social em determinadas situações que define a trajetória do desenvolvimento científico e tecnológico. A solução de problemas práticos pode levar ao desenvolvimento de novos conceitos teóricos ou modelos experimentais.

Nesse sentido, podemos dizer que a Revolução Industrial teve muita influência nos avanços da Física Quântica. A demanda das indústrias

siderúrgicas nesse período é um exemplo, pois usavam conhecimentos termodinâmicos para a produção de ferro e aço de qualidade.

Em meados do século XIX, o estudo da radiação térmica emitida por corpos aquecidos era um tema de grande interesse para a indústria. Nesse período, o mundo vivia a primeira Revolução Tecnológica, a Revolução Industrial que estava a todo vapor. As máquinas estavam sendo construídas em aço, o que demandava de uma produção de qualidade exigindo um controle preciso da temperatura dos altos-fornos, e a grande dificuldade na época era exatamente medir e controlar as temperaturas de fundição dos minérios.

Nesse sentido, podemos dizer que a Ciência e a Tecnologia promoveram soluções necessárias para os problemas desse período, trazendo para a sociedade avanços nas indústrias, e conseqüentemente na economia, na empregabilidade, no estudo para ocupar a demanda de vagas por especialistas, atingindo assim diversos setores da sociedade. Cabe ressaltar também que o desenvolvimento das máquinas e da indústria em geral, colocou em evidência um outro problema, a poluição ambiental gerada no processo de industrialização nos meios de produção'.

#### 4.4 PRODUÇÃO DA PROPOSTA HCTS

Este é o momento destinado à elaboração das sequências didáticas por professores participantes em uma aplicação desta proposta. Os quais escolhem suas temáticas, conteúdos, assuntos e podem desenvolvê-las conforme os pressupostos HCTS. O termo Sequência Didática é definido por Zabala (1998) como um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de objetivos educacionais, que têm um fim conhecido pelos professores e pelos alunos (ZABALA, 1998, p. 18).

Para Zabala (1998) é importante adotar uma perspectiva de sistematização na elaboração de uma SD, na qual se tem o planejamento vinculado aos objetivos de ensino, e que permite incluir três fases de intervenção reflexiva: planejamento, aplicação e avaliação, considerando ainda a complexidade da prática docente. A reflexão acerca da própria prática permite um constante aperfeiçoamento das ações docentes, sendo a SD a articulação

entre as construções conceituais e a proposta metodológica escolhida, uma aplicação que materializa a pertinência e viabilidade de do material sequenciado e a avaliação, que permite a reflexão e a reelaboração pela análise dos resultados.

Com base nos estudos da Radiação do Corpo Negro, seus aspectos históricos, científicos, tecnológicos e sociais, podemos elaborar a proposta HCTS, como no modelo sugerido. A sugestão se dá com o intuito de organizar as ideias e o assunto de modo a gerar discussões produtivas para a aprendizagem, como apresentamos no quadro abaixo:

**Quadro 15:** Proposta HCTS para o ensino da Radiação de Corpo Negro

<b>UNIDADE TEMÁTICA: TERMODINÂMICA</b>		
<b>CONTEÚDO: RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO</b>		
<b>OBJETIVOS:</b> Relacionar as propriedades de emissão e absorção de radiação dos corpos negros com os aspectos da física térmica e eletromagnética; Compreender o delineamento histórico-científico acerca da construção teórica e refletir acerca de suas contribuições tecnológicas para a sociedade.		
<b>PERSPECTIVA HCTS</b>	<b>ASPECTO HISTÓRICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Primeiras discussões acerca do aquecimento dos corpos - da emissão do calor e uso do calor;</li> <li>- Reconstrução histórica do processo termodinâmico: ideias e aplicações;</li> <li>- Principais investigações para evolução da radiação do corpo negro;</li> <li>- Modelo de Corpo Negro;</li> <li>- Catástrofe do ultravioleta: reflexões acerca do contexto histórico.</li> </ul>
	<b>ASPECTO CIENTÍFICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Embasamento científico na elaboração das leis que descrevem a emissão da radiação, em termos da frequência e do comprimento de onda;</li> <li>- Descrição de fórmulas, equações, gráficos – características, avanços e delimitações;</li> </ul>
	<b>ASPECTO TECNOLÓGICO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Experiências importantes na elaboração da teoria da Radiação do Corpo Negro;</li> <li>- Suas aplicações no cotidiano, ex: Termômetros infravermelhos, leitor de código de barras, controle remoto, etc</li> </ul>
	<b>ASPECTO SOCIAL</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Soluções aplicadas ao problema dos altos-fornos;</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exposição à radiação solar;</li> <li>- Uso de controle remoto (no sentido de conforto e comodidade).</li> </ul>
<b>REFERÊNCIAS:</b> Artigos científicos, livros de física.		

**FONTE:** Autoria própria

O modelo apresentado pode seguir como subsídio ao professor na elaboração de sua proposta HCTS, sempre levando em consideração os pressupostos apresentados anteriormente, fazendo assim a relação entre a História da Ciência e os demais aspectos.

#### 4.4.1 Delineamento da Sequência Didática

Para auxiliar na construção de uma Sequência Didática na proposta HCTS pelo professor, sugerimos seguir algumas etapas, que levam a reflexão e interpretações pessoais acerca da prática docente. Destacamos alguns pontos importantes:

1) Escolha do tema: ao selecionar os conteúdos que serão trabalhados ao longo do período é importante observar a relevância do mesmo para a vida do estudante, e não apenas se está na lista de conteúdos da Proposta Curricular da escola. Um conteúdo aleatório e sem conexão com a realidade pode deixar lacunas no processo de ensino e de aprendizagem. Para Lopes (2012), o ensino dos conteúdos é um processo dinâmico, uma ação recíproca entre a disciplina, o processo de ensino e o estudo dos alunos. Os conteúdos devem ser significativos, isto é, interessantes, expressivos, incluir elementos da vida dos alunos, para serem por eles apropriados de forma ativa e consciente.

2) Motivação: a importância do tema/contéudo a ser trabalhado se refere também ao quanto o professor está disposto e motivado a trabalhar o assunto; é a prática do professor um dos principais fatores que propulsiona uma situação de aprendizagem. Delimitado o tema, é o momento de propor uma situação-problema que possa desencadear questões interessantes acerca da Ciência em seu contexto atual, que leve a reflexões de como o desenvolvimento desse tema se relaciona com a tecnologia e a sociedade.

3) HCTS: após o tema escolhido e o professor motivado, vem o momento mais importante da proposta, descrever as relações de cada aspecto iniciando pela História da Ciência. Nesse momento o professor elabora as ações de forma contextualizada e dinâmica, fazendo as relações com os demais aspectos da proposta, desenvolvendo o corpo da sua sequência didática de forma consistente e bem fundamentada.

4) Objetivos: elabore os objetivos de sua sequência didática, tanto o geral como também os específicos. Eles que indicarão se os resultados de aplicação da proposta foram bem sucedidos ou não. Objetivos alcançados, proposta elaborada com sucesso; caso não se obtenha o resultado esperado, os objetivos não foram atingidos, então cabe analisar, refletir e realinhar a proposta, buscando ajustar o caminho para uma nova avaliação. A reflexão acerca da própria ação docente faz parte do processo de ensino e de aprendizagem.

5) SD: com a proposta HCTS já delineada, agora vem o momento de colocar em prática, de buscar estratégias, propostas de atividades, materiais alternativos, instrumentos avaliativos. As estratégias de ensino correspondem aos meios para se alcançar os objetivos, por isso é importante ter clareza na sua elaboração, considerando que a aprendizagem ocorre de várias maneiras e que nem todos os alunos possuem as mesmas habilidades.

Ao estruturar uma SD, (Apêndice B) propomos o conteúdo pensado na perspectiva HCTS, atendendo a cada um de seus aspectos. Nesse contexto, a problematização inicial é uma peça chave, importante para a motivação, não só para os estudantes, mas também para o professor, que além de instigar a curiosidade e atenção do aluno para o assunto traz sua contextualização, evidenciando a relevância desse estudo.

Uma SD é flexível e deve ser analisada ao final de cada aula, em um primeiro momento para que haja conexão entre as aulas e conseqüentemente para observar a necessidade de possíveis modificações, decorrentes da observação, ou dos resultados de uma avaliação da aula, das dificuldades ou dúvidas apresentadas, das curiosidades levantadas. Um

planejamento estruturado em fases ordenadas temporalmente é difícil de se apresentar, pois, além da flexibilidade, propõe o envolvimento e comprometimento.

No campo reservado para as estratégias de ensino na SD deve ser descrito como será a aula correspondente, quais recursos didáticos serão utilizados, qual procedimento metodológico será adotado, quais as atividades e dinâmicas serão desenvolvidas. No campo avaliação processual, deve ser especificado quais os instrumentos adotados, inovadores, flexíveis e coerentes com a proposta. Dessa forma, o quadro x apresentado acima é uma forma de organizar as aulas, lembrando que o detalhamento de cada etapa é imprescindível.

#### 4.4.2 Apresentação e Avaliação das Propostas

Concluídas as propostas, temos o momento de analisar e refletir a elaboração e a aplicabilidade em sala de aula. É necessário construir materiais de qualidade para que os objetivos sejam alcançados com o maior êxito possível. Algumas questões são sugeridas com o intuito de realizar uma auto análise e também refletir acerca dos pressupostos descritos. Os questionamentos analisam as dificuldades encontradas, qual aspecto foi mais problemático para desenvolver e ainda qual a percepção quanto ao modelo para aplicação em suas aulas.

#### QUESTÕES PRÉVIAS

Apresentamos algumas questões propostas como delineamento para as SD desenvolvidas, com o intuito de levantar reflexões acerca do modelo elaborado e alicerçar as discussões. Segundo Freire (2002) “a prática docente requer indagação, busca e pesquisa”. Nesse sentido, a sala de aula como um ambiente de ensino e de aprendizagem pode ser também um laboratório de investigação, em que o professor reflete a sua própria prática e a modifica quando necessário, pois aprende com suas constatações. Assim, “[...] não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino [...]”. Pesquisa para constatar,

constatando, intervenho, intervindo, educo e me educo. Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço e comunicar [...] a novidade” (FREIRE, 2002, p.32)

Algumas questões norteadoras são sugeridas:

- 1) Pensando no tema escolhido, além de fazer parte do currículo, o que motivou a escolha?
- 2) Houve dificuldade para encontrar referencial teórico? Caso sim, em qual dos aspectos?
- 3) Na sua opinião, a sequência didática atendeu aos objetivos da disciplina?
- 4) O que mudaria para uma nova intervenção?

Dessa forma, é possível organizar as percepções obtidas durante o desenvolvimento das aulas, traçando um caminho para a reflexão e discussão dos resultados obtidos, subsidiando possíveis alterações futuras.

A avaliação é um ponto importante para a prática docente, faz refletir tanto acerca dos objetivos, das ações e dos resultados. Nesse momento, analisamos e avaliamos as propostas apresentadas, observando a viabilidade e a potencialidade para a aprendizagem. As questões propostas a seguir contribuem para as reflexões acerca das conclusões experimentadas por meio dos trabalhos apresentados:

QUESTÕES:

- 1) Descreva suas impressões, tanto positivas como negativas em relação a proposta HCTS,
- 2) Quanto ao processo de ensino e de aprendizagem da Física, qual sua opinião a respeito da aplicabilidade da proposta?

As propostas de ensino pautadas na construção do conhecimento possuem um grande potencial educativo principalmente porque levam o estudante ao pensamento e a reflexão acerca dos conceitos estudados.

No entanto, para que essas percepções se evidenciem, é necessário utilizar diferentes estratégias, métodos e modelos didáticos que organizem sequencialmente o que ensinar e como ensinar. A escolha das estratégias adequadas facilita o processo como um todo, sendo que, um dos fatores responsáveis por essa facilitação é a motivação, desencadeada pela compreensão dos conceitos estudados. Quanto mais o aluno compreende o assunto apresentado, mais motivado ele se sente para aprender novos conceitos sobre o assunto.

Por meio da proposta HCTS é possível fazer relações entre o que a ciência trouxe de avanços para a sociedade, como a ciência foi e está sendo utilizada tecnologicamente e quais os entremeios que delinearão toda essa evolução, o que cabe a história da ciência esclarecer. E esse entendimento do todo promove uma melhor compreensão dos seus fragmentos. Os conhecimentos científicos são construídos pela investigação histórica e social, pela trajetória tecnológica da ciência, levando à concretização dos conceitos estudados e, portanto, sua contribuição à apreensão dos conhecimentos abstratos e a fixação ao processo cognitivo do educando.

## 5 DESENVOLVIMENTO METODOLÓGICO DA PESQUISA

Neste tópico apresentamos o delineamento da investigação onde descrevemos os passos seguidos para concluir a pesquisa. As questões e sua respectiva análise são apresentadas aqui, bem como as Unidades de Contexto e Unidades de Registro utilizadas para embasar as reflexões acerca da proposta.

### 5.1 INVESTIGAÇÃO TEÓRICO-METODOLÓGICA

Desenvolvemos uma pesquisa que pode ser classificada quanto à natureza, como qualitativa e, quanto aos objetivos, como descritiva e exploratória, pois promove o envolvimento ativo, tanto do pesquisador, quanto da ação das pessoas ou grupos que estão envolvidos no problema (GIL, 2009). Na concepção de Bogdan e Biklen (1994) e Lüdke e André (1986), a atenção dos pesquisadores está fortemente relacionada ao processo e seus significados.

No que diz respeito aos dados da pesquisa, Bogdan e Biklen (1994, p. 165) sugerem alguns procedimentos que podem auxiliar na análise dos dados: 1) delimitação progressiva do foco de estudo; 2) formulação de questões analíticas; 3) aprofundamento da revisão de literatura; 4) teste das ideias junto aos sujeitos; e 5) o uso de comentários e observações ao longo da coleta. Essas sugestões estão inseridas nos materiais elaborados, tanto na coleta e análise qualitativa dos dados como na proposta didática.

O trabalho que aqui desenvolvemos, baseia-se na construção do conhecimento com os pressupostos pertinentes ao estudo da História, Ciência, Tecnologia e Sociedade (HCTS). Buscamos evidenciar elementos necessários para subsidiar a estratégia didática apresentada, denominada de Proposta HCTS. Estudos realizados em referenciais teóricos e pelo grupo de pesquisa Investigações em Filosofia e História da Ciência, Educação Científica e Matemática (IFHIECEM), acerca da História da Ciência, dão alguns desses elementos, pois apresentam algumas articulações necessárias para desenvolver o tema HCTS, o qual se diferencia por apresentar a relação entre a História da Ciência e a abordagem CTS, bem como estudos necessários para subsidiar a

construção de ensino e aprendizagem da proposta.

Dessa forma, delineamos um estudo que estabelece a relação entre a teoria e a prática docente no ensino de Física, levando em consideração que a relação HCTS não é evidenciada na formação docente e valorizando a experiência do professor em estudos paralelos à atuação profissional. A abordagem estruturada na pesquisa propõe momentos de ensino e de aprendizagem e formação, buscando oportunizar a compreensão, as reflexões e as relações entre os participantes e os conteúdos abordados.

Com o objetivo de investigar a percepção de especialistas na área a respeito da Proposta HCTS, elaboramos um documento com sua fundamentação para o ensino da Radiação do Corpo Negro e um questionário com cinco questões abertas (APÊNDICE A) em que se investiga a relevância da mesma para a formação em serviço de professores. Para a análise dos dados obtidos, utilizamos a Análise de Conteúdo (BARDIN, 2016). Apresentamos ainda uma Sequência Didática desenvolvida para a Radiação do Corpo Negro, baseada na Proposta HCTS a qual também foi enviada aos especialistas.

## 5.2 ANÁLISE DE CONTEÚDO DO QUESTIONÁRIO

Com o objetivo de investigar o posicionamento dos participantes especialistas a respeito da Proposta HCTS, elaboramos um questionário com cinco questões abertas temáticas, pois possibilitam analisar as respostas de maneira mais ampla. As questões abordavam a relevância do tema para o Ensino de Física, a estrutura da proposta e sua aplicabilidade, levando em consideração a Formação dos Professores.

Para a análise das respostas coletadas utilizamos a Análise de Conteúdo (BARDIN, 2016). Segundo a autora, a análise de conteúdo pode ser definida como um conjunto de técnicas de análise das comunicações em que o principal ponto é a inferência. A inferência na análise de conteúdo pode ser realizada com base nos indicadores de frequência ou indicadores combinados.

Para Bardin (2016), as respostas obtidas por meio de questionários correspondem a um dos domínios para a aplicação da análise de conteúdo, visto que as respostas podem ser submetidas a análise. Segundo a

autora, a análise por categorias considera a totalidade textual submetida a uma classificação pela frequência da presença ou ausência dos elementos de sentido.

A análise é realizada a partir do tratamento dos dados recebidos, a fim de deduzir de maneira lógica os conhecimentos a respeito do emissor dos dados ou do meio. A descrição enumerada das características textuais, que são resumidas após o tratamento das questões, é a primeira etapa necessária e a interpretação é a última fase. Dessa forma, a inferência é o procedimento intermediário, que faz a relação entre as demais etapas.

Assim, podemos organizar a análise de conteúdo, segundo Bardin (2016) em três fases:

1. Pré-análise
2. Exploração do material
3. Tratamento dos resultados, inferência e interpretação

A pré-análise corresponde ao período de intuições, com as ideias iniciais sendo sistematizadas e operacionalizadas para conduzir o desenvolvimento da investigação. É o momento da organização, que segundo a autora, ocorre a escolha dos documentos para a análise, a formulação das hipóteses e objetivos e a elaboração dos indicadores que fundamentam a interpretação final (BARDIN, 2016).

A unidade de registro é o momento da significação e codificação, corresponde ao segmento da análise de conteúdo que será a unidade base. Para Bardin (2016), utiliza-se o tema como unidade de registro com o intuito de estudar as motivações de opinião, atitudes, valores, crenças, tendências, entre outras, frequentemente utilizadas para analisar respostas de questões abertas.

As unidades de contexto auxiliam na compreensão da significação dos itens obtidos por meio da contextualização. Servem como unidades codificadoras dos registros e segmentam as mensagens, em suas dimensões, permitindo analisar a significação exata das unidades de registro (BARDIN, 2016).

Na abordagem qualitativa tanto a presença ou ausência de elementos pode constituir um índice de análise, visto que corresponde a um

procedimento intuitivo, maleável e adaptável, que podem conduzir a índices não previstos anteriormente ou ainda, a evolução das hipóteses (BARDIN, 2016). A análise qualitativa é válida na elaboração das deduções específicas a respeito de um acontecimento ou variável.

Elaboramos um questionário (Questionário 1 – Apêndice A) com cinco questões abertas a respeito da temática, na qual analisamos a relevância da proposta para a formação de professores. Apresentamos ainda junto com a proposta enviada aos especialistas uma Sequência Didática desenvolvida para a Radiação do Corpo Negro baseada na Proposta HCTS. Os enunciados das questões foram decodificados intersubjetivamente nos seus significados por integrantes do grupo de pesquisa IFHIECEM (Investigações em Filosofia e História da Ciência, e Educação em Ciências e Matemática).

### 5.2.1 Unidades de Contexto e Registro

Com base no referencial teórico, elaboramos Unidades de Contexto e de Registro prévias. A partir dessas unidades, classificamos e agrupamos textos das respostas obtidas por meio do Questionário 1. As Unidades de análise também foram decodificadas intersubjetivamente nos seus significados por integrantes do grupo de pesquisa IFHIECEM. A seguir, apresentaremos e explicaremos as questões elaboradas e as Unidades de Contexto (UC) e as Unidades de Registro (UR).

**Questão 1:** Com relação a Proposta HCTS, o estudo da História da Ciência e das relações CTS é um tema relevante para a Formação dos Professores? Por favor, explique sua resposta.

Essa questão foi proposta com o intuito de investigar a opinião dos especialistas participantes da pesquisa no que diz respeito à relevância do tema da pesquisa para a formação dos professores. Nesse contexto é possível obter informações que evidenciem a importância dos saberes docentes para o processo de ensino e aprendizagem.

A Unidade Temática de Contexto 1 (UC1) “**Relevância da**

**Proposta HCTS na formação dos professores**” foi elaborada com o intuito de reunir nas respostas dos participantes da pesquisa textos totais ou parciais que indiquem a relevância do tema. Objetiva-se também, no contexto dessa questão, detectar indícios que estejam relacionados aos saberes docentes, seguindo a literatura apresentada por Maurice Tardif.

UR1.1 **“Relevância da História da Ciência”**: agrupar os registros em que os participantes da pesquisa citam a História da Ciência e sua relevância para a Formação de Professores.

UR1.2 **“Relevância da abordagem CTS”**: agrupar registros textuais em que os participantes citam a relevância da abordagem CTS para a Formação de Professores;

UR1.3 **“Relevância na junção entre HC e CTS”**: para agrupar as respostas nas quais os participantes consideraram a temática HCTS relevante para o ensino de Ciências e para a Formação de Professores.

UR1.4 **“Saberes Docentes Profissionais”**: para agrupar as respostas em que se identifica a importância do tema na formação inicial ou em serviço dos professores.

UR1.5 **“Saberes Docentes Disciplinares”**: para agrupar as respostas em que os participantes citam a relevância da proposta em campos de conhecimentos.

UR1.6 **“Saberes Docentes Curriculares”**: para agrupar as respostas em que os participantes citam a importância do tema nas instituições de ensino,

UR1.7 **“Saberes Docentes Experienciais”**: para agrupar as respostas em que os participantes relacionam o tema com a prática docente.

**Questão 2:** A Proposta HCTS, na forma como está estruturada, contém os elementos necessários para a compreensão e utilização da mesma pelos professores? Por favor, comente sua resposta.

Essa questão foi elaborada para que os participantes avaliem a proposta no sentido da compreensão e aplicabilidade por docentes, que eles observem a estrutura e os elementos necessários para o desenvolvimento da

proposta. Assim, elaboramos duas Unidades Temáticas de Contexto: UC2a e UC2b, para segmentar as opiniões em duas direções, o posicionamento que concorda com a questão e o que não concorda.

A Unidade Temática de Contexto 2a (UC2a) “**Presença dos elementos necessários para o desenvolvimento da proposta por professores**” foi elaborada a fim de reunir respostas que indiquem a estrutura da proposta, bem como a organização e clareza, tanto da proposta como da Sequência Didática.

UR2.1a “**Elementos da Proposta**”: para agrupar as respostas em que os participantes da pesquisa descrevam a presença desses elementos.

UR2.2a “**Organização da Proposta**”: para agrupar as respostas em que os participantes argumentem a respeito da organização da proposta.

UR2.3a “**Clareza da Proposta**”: para agrupar as respostas em que os participantes da pesquisa mencionem se a proposta se apresenta de forma clara e objetiva.

UR2.4a “**Sequência Didática**”: para agrupar as respostas em que os participantes da pesquisa possam relacionar a aplicabilidade da sequência didática pelos professores.

A Unidade Temática de Contexto 2b (UC2b) “**Ausência dos elementos fundamentais**” foi elaborada com o objetivo de reunir respostas apresentadas pelos participantes a respeito dos possíveis motivos da ausência dos elementos da proposta, bem como falta de clareza, objetividade e organização, fatores que possam atrapalhar a utilização da proposta pelos professores.

UR2.1b “**Ausência dos elementos necessários a compreensão da proposta**”: para agrupar as respostas em que os participantes citam a falta de elementos para explicitar a proposta HCTS.

UR2.2b “**Falta de exemplos na fundamentação da**

**proposta**”: para agrupar relatos dos participantes que citem a necessidade de exemplos referentes a proposta ou inapropriação dos exemplos apresentados.

UR2.3b **“Falta de clareza na apresentação da proposta”**: para agrupar as respostas em que os participantes citam confusão na proposta, ou falta de objetivos ou ainda falta de clareza no que foi exposto.

UR2.4b **“Falta de organização na explicação da sequência didática”**: para agrupar as respostas em que os participantes citam a falta de organização da sequência didática apresentada

**Questão 3**: Com relação ao estudo da Radiação do Corpo Negro, o conteúdo apresentado condiz com os elementos da Proposta HCTS? Por favor, especifique.

Essa questão foi proposta para detectar a compreensão pelos participantes da pesquisa da proposta HCTS, a qual foi apresentada por meio do desenvolvimento de um conteúdo específico, descrito e elaborado de acordo com os aspectos HCTS.

A Unidade Temática de Contexto 3 (UC3) **“Relação HCTS no estudo da Radiação do Corpo Negro”** foi elaborada a fim de reunir respostas em que os participantes da pesquisa identificam obstáculos na aplicação da proposta, como por falta de relação entre os aspectos, falta de argumentos ou referenciais para justificar as etapas da proposta.

UR3.1 **“Relação entre os aspectos HCTS e o tema RCN”**: para agrupar os registros em que os participantes afirmaram existir essa relação, de forma clara e coerente.

UR3.2 **“Ausência da relação entre os aspectos HCTS e a RCN”**: para agrupar os registros em que os participantes afirmam que não há essa relação ou que é insuficiente.

UR3.3 **“Relevância do tema RCN para o Ensino de Física”**: para agrupar as respostas em que os participantes relacionem a importância do estudo da Radiação do Corpo Negro no Ensino de Física.

UR3.4 **“Lacuna entre a Proposta HCTS e o modelo apresentado para a RCN”**: para agrupar as respostas em que os participantes mencionam a falta de relação entre os aspectos e o conteúdo específico

estudado.

**Questão 4:** A Sequência Didática apresentada na Unidade 3 da Proposta se mostra adequada e viável para ser trabalhada pelos professores nas suas aulas? Por favor, comente sua resposta.

A melhor forma de esclarecer os pressupostos da proposta é por meio de um exemplar. Nesse caso escolhemos apresentar a Sequência Didática para a Radiação do Corpo Negro, partindo da premissa que seria relevante a abordagem dessa temática. Elaboramos essa questão com o intuito de saber se a proposta HCTS se aplica de maneira eficiente para o ensino e aprendizagem dos conceitos científicos, em que os aspectos se evidenciam e possam trazer praticidade para suas aulas.

A Unidade Temática de Contexto 4 (UC4) “**Viabilidade da Sequência Didática e sua adequação com a proposta HCTS**” foi elaborada com o objetivo de reunir respostas em que os participantes da pesquisa identificam a viabilidade da proposta, clareza, objetivos, aspectos HCTS, referências, contextualização, entre outros aspectos importantes para a validação da proposta.

UR4.1a “**Clareza da Sequência Didática (SD)**”: para agrupar textos relacionados com a SD em que os participantes citam clareza;

UR4.1b “**Clareza da Sequência Didática (SD)**”: para agrupar textos relacionados com a SD em que os participantes citam falta de clareza;

UR4.2 “**Objetivos apresentados na SD**”: para relacionar textos em que os participantes da pesquisa mencionam a relação dos objetivos com a Proposta HCTS e a SD;

UR4.3 “**Adequação do tempo da SD**”: para agrupar respostas em que a adequação do tempo seja citado pelos participantes da pesquisa;

UR4.4 “**Elementos da SD**”: para agrupar respostas em que os participantes da pesquisa questionem a presença dos elementos necessários para a estruturação da SD.

URE4.5 **“Relação entre os aspectos HCTS e a RCN na SD”**: para agrupar as respostas em que os participantes da pesquisa afirmam existir a relação entre os aspectos HCTS, RCN na SD, de forma clara e objetiva.

URE4.6 **“Falta de relação entre os aspectos HCTS e a RCN na SD”**: para agrupar as respostas em que os participantes da pesquisa afirmam não identificar essa relação ou identificar de forma insuficiente para cumprir os objetivos da SD.

URE4. **“Ausência de elementos fundamentais na SD”** para agrupar os registros em que os participantes da pesquisa não identificam um ou mais elementos fundamentais da SD.

**Questão 5:** Por gentileza, deixe seus comentários (aspectos positivos e críticas) a respeito da Proposta HCTS elaborada para a formação de professores de Física, e sugestões de possíveis alterações.

O objetivo dessa questão é deixar o espaço livre para os especialistas avaliarem a proposta comentando os aspectos mais relevantes que observaram durante a leitura e também os pontos que foram mais incômodos e que merecem atenção. Para tanto, dividimos em duas Unidades Temáticas de Contexto: UC5a, que registra os pontos positivos da proposta e UC5b que busca as críticas designadas para a proposta, as quais serão analisadas para melhoria da proposta.

A Unidade Temática de Contexto 5 (UC5a) **“Aspectos positivos da Proposta HCTS”** foi elaborada a fim de reunir registros que corroborem com a proposta, apresentando aceitação como uma metodologia de ensino consistente que contempla do processo de ensino e aprendizagem, colaborando para o trabalho docente.

UR5.1a **“Organização da proposta”**: agrupar os registros referentes à organização didática da proposta, como meio facilitador para a compreensão do processo de construção do conhecimento;

UR5.2a **“Desenvolvimento metodológico”**: agrupar os registros em que os professores indicaram aceitação da proposta, uma vez que esta pode proporcionar uma metodologia diferenciada para o ensino de

Física.

UR5.3a “**Relevância para a formação de professores**”: agrupar as respostas nas quais os participantes citaram que a proposta pode contribuir para a formação de professores.

UR5.4a “**Aceitação da proposta**”: para agrupar as respostas referentes à aceitação da proposta HCTS, relacionando a História da Ciência com o desenvolvimento científico e com os desenvolvimentos tecnológicos da sociedade (seus benefícios e seus problemas);

A Unidade Temática de Contexto 5 (UC5b) “**Críticas à Proposta HCTS**” busca reunir registros que apontem os pontos fracos da proposta, que merecem atenção e podem ser melhorados.

UR5.1b “**Falta de organização da proposta**”: agrupar os registros que indiquem confusão ou falta de compreensão da proposta pela falta de organização da apresentação aos elementos principais.

UR5.2b “**Críticas ao desenvolvimento metodológico**”: agrupar os registros que indiquem falha metodológica e como pode ser corrigida, ou seja, as sugestões que possam ter sido levantadas pelos especialistas.

UR5.3b “**Relevância para a formação de professores**”: agrupar as respostas nas quais os participantes citam a necessidade de reformulação da proposta para que a mesma seja adequada a formação de professores.

URE5.4b “**Negação da proposta**”: para agrupar as respostas dos especialistas no que se refere a não aceitação da proposta HCTS.

### 5.2.2 Sequência Didática (SD): Construindo a Proposta HCTS

Para a construção da proposta HCTS organizamos uma Sequência Didática (SD) em que todos os aspectos sejam contemplados. Nessa organização os conteúdos básicos adotados refletem diretamente nos aspectos históricos, científicos, tecnológicos e sociais do conceito a ser estudado, pois a

construção do conhecimento se dá pela relação entre todos, partindo dos conhecimentos prévios e buscando na história da ciência os aportes necessários para que a mesma ocorra.

A proposta organizada por meio da SD traz os encaminhamentos metodológicos que serão utilizados no processo de ensino e aprendizagem, investigam quais são os conhecimentos prévios e proporcionam a relação com o conteúdo, ou com o novo conhecimento. Neste momento se determina quais as dimensões que o estudo vai tomar, como será a abordagem do conceito com os aspectos tecnológicos, históricos e sociais.

Dessa forma, a importância da SD se dá não apenas para organização do professor, mas para apontar o caminho metodológico necessário para detectar as concepções prévias dos alunos e verificar os indícios de aprendizagem, possibilitando reestruturar a aula quando necessário levando esses fatores em consideração. Os elementos facilitadores da aprendizagem, bem como os instrumentos de avaliação, são também indicados na SD.

Ainda na proposta busca-se facilitar o processo em diferentes aspectos, orientando a evolução da atividade. Esses aspectos correspondem não só ao conteúdo e aos objetivos que se quer alcançar, mas também aos fundamentos teóricos que permeiam o conteúdo, enfatizando a proposta HCTS, identificando as potencialidades de cada momento. O desenvolvimento é ponto importante da proposta pois deve delinear as estratégias didáticas mais adequadas para cada momento da aula. Quanto a avaliação, esta é fundamental para a concretização da proposta, tanto para os alunos quanto para o professor e deve auxiliar na observação para os indícios de aprendizagem.

O quadro 1, apresentado anteriormente, estabelece a relação entre os aspectos da proposta HCTS e o que se espera para cada relação, representa uma visão de cada aspecto da abordagem, identificando suas características e objetivos. A descrição apresentada é base para todos os temas, assuntos, conceitos, que venham a ser trabalhados. Ao utilizar a proposta o professor deve elencar os conceitos prévios dos estudantes e desenvolver sua proposta de acordo com esses conceitos, a fim de estabelecer uma relação significativa com os novos conhecimentos, caracterizando a proposta como um meio facilitador da aprendizagem.

A SD apresentada no quadro 15, propõe que o conteúdo seja pensado na perspectiva HCTS, atendendo a cada um de seus aspectos. Nesse contexto, a problematização inicial é uma peça chave, importante para a motivação, não só para os estudantes, mas também para o professor, que além de instigar a curiosidade e atenção do aluno para o assunto traz sua contextualização, evidenciando a relevância desse estudo.

Uma SD é flexível e deve ser analisada ao final de cada aula, em um primeiro momento para que haja conexão entre as aulas e conseqüentemente para observar a necessidade de possíveis modificações, decorrentes da observação, ou dos resultados de uma avaliação da aula, das dificuldades ou dúvidas apresentadas, das curiosidades levantadas. Um planejamento estruturado em fases ordenadas temporalmente é difícil de se apresentar, pois, além da flexibilidade propõe o envolvimento e comprometimento.

No campo reservado para as estratégias de ensino na SD deve ser descrito como será a aula correspondente, quais recursos didáticos serão utilizados, qual procedimento metodológico será adotado, quais as atividades serão desenvolvidas. No campo avaliação, deve ser especificado qual o instrumento utilizado. Dessa forma, o quadro 15 é uma forma de organizar a aula resumidamente, mas o detalhamento de cada etapa é importante.

### 5.2.3 Sequência Didática para a Radiação do Corpo Negro

No quadro 16 apresentamos o tema da Radiação do Corpo Negro como uma forma de exemplificar o delineamento da abordagem, com uma visão mais completa, representa cada etapa, como elas se complementam. Dessa forma, a Sequência Didática elaborada no quadro 16 apresenta cada aspecto HCTS como uma proposta a ser desenvolvida.

Quadro 16: Sequência Didática para o ensino da Radiação de Corpo Negro

<b>INSTITUIÇÃO DE ENSINO</b>	
<b>DISCIPLINA</b>	<b>SÉRIE/TURMA</b>
<b>PROFESSOR</b>	<b>CURSO</b>
<b>UNIDADE TEMÁTICA: TERMODINÂMICA</b>	
<b>CONTEÚDO: RADIAÇÃO DO CORPO NEGRO</b>	<b>Nº DE AULAS</b>
<p><b>OBJETIVOS:</b></p> <p>Relacionar as propriedades de emissão e absorção de radiação dos corpos negros com os aspectos da física térmica e eletromagnética;</p> <p>Compreender o delineamento histórico-científico acerca da construção teórica e refletir acerca de suas contribuições tecnológicas para a sociedade.</p>	
<b>ABORDAGEM HCTS</b>	<p><b>ASPECTO HISTÓRICO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Primeiras discussões acerca do aquecimento dos corpos - da emissão do calor e uso do calor;</li> <li>- Reconstrução histórica do processo termodinâmico: ideias e aplicações;</li> <li>- Principais investigações para evolução da radiação do corpo negro;</li> <li>- Modelo de Corpo Negro</li> <li>- Catástrofe do ultra violeta: reflexões acerca do contexto histórico</li> </ul>
	<p><b>ASPECTO CIENTÍFICO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Embasamento científico na elaboração das leis que descrevem a emissão da radiação, em termos da frequência e do comprimento de onda;</li> <li>- Descrição de fórmulas, equações, gráficos – características, avanços e limitações;</li> </ul>
	<p><b>ASPECTO TECNOLÓGICO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Experiências importantes na elaboração da teoria da Radiação do Corpo Negro;</li> <li>- Suas aplicações no cotidiano, ex: Termômetros infravermelhos, leitor de código de barras, controle remoto, etc</li> </ul>
	<p><b>ASPECTO SOCIAL</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Soluções aplicadas ao problema dos altos-fornos;</li> <li>- Exposição à radiação solar,</li> <li>- Uso de controle remoto (no sentido de conforto e comodidade)</li> </ul>
<b>DESENV</b>	<p><b>TÓPICOS DE ESTUDO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Temperatura dos corpos</li> <li>- Termômetros</li> <li>- Absorção de calor</li> <li>- Corpo Negro</li> <li>- Emissão de radiação (frequência e</li> </ul>

	comprimento de onda) - UVA e UVB
<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	- Elaborar cartaz dos tipos de termômetros em equipes; - Realizar atividade didático-experimental; - Simular virtualmente o espectro de radiação do corpo negro (catástrofe do ultravioleta)
<b>ESTRATÉGIAS DE ENSINO</b>	- Trabalho em equipe - Atividade experimental - Simulação computacional - Leitura de textos
<b>RECURSOS DIDÁTICOS</b>	- Textos para leitura - Produção de cartaz: tipos de termômetros - Experiência: absorção de calor (lata branca e preta) - Simulação Virtual (PHET – radiação do corpo negro)
<b>AVALIAÇÃO</b>	- Questões investigativas acerca de material de leitura - Produção de material - Descrição e reflexão – simulação - Descrição e reflexão – experimentação
<b>REFERÊNCIAS</b>	
Introdução ao assunto: Artigo da revista Superinteressante - <a href="https://super.abril.com.br/historia/max-planck/">https://super.abril.com.br/historia/max-planck/</a>	
Simulador virtual PHET – Radiação do corpo negro: <a href="https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/blackbody-spectrum">https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/blackbody-spectrum</a>	
Roteiro experimental – autoria própria	
Sites para pesquisa dos tipos de termômetros.	

**Fonte:** Autoria própria

A Proposta HCTS vem com o intuito de direcionar os assuntos que serão trabalhados durante as aulas. A disposição dos conteúdos dependerá muito da particularidade do professor que irá desenvolver a proposta, pois é bastante flexível. A dosagem do aprofundamento nas temáticas de estudo varia muito para cada situação, cabe aqui a experiência do professor em avaliar em cada aula o quanto pode avançar.

O planejamento das ações é importante por esse motivo, pois a aprendizagem é individual, os alunos não aprendem da mesma maneira, da

mesma forma, por isso o ensino tem essa flexibilidade, para atender a todos da melhor maneira. Adotar diferentes estratégias de ensino, utilizando de diferentes materiais, é uma maneira de tornar a aprendizagem acessível a todos.

## 6 RESULTADOS, INFERÊNCIAS E INTERPRETAÇÃO

Neste capítulo trazemos os resultados obtidos na pesquisa, as observações realizadas pelos especialistas com relação ao modelo apresentado para a Proposta HCTS, organizamos os dados de acordo com o questionário elaborado e enviado aos participante, analisamos todos os dados e então realizamos as inferências e interpretações pertinentes, de modo detalhado, por meio do pensamento criterioso e perceptivo por parte dos pesquisadores, interpretando as respostas de forma relevante e fidedigna (BARDIN, 2009).

### 6.1 APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Neste item, apresentamos os dados coletados para a validação da proposta HCTS. Trazemos neste tópico as respostas dadas ao questionário, o qual foi enviado por correio eletrônico (e-mail) para 20 especialistas da área de História da Ciência, Ensino de Física, Ensino de Ciências e CTS, obtendo 12 questionários respondidos.

As respostas do Questionário foram unitarizadas em suas Unidades de Contexto (UC) e de Unidades de Registro (UR) e foram organizadas em quadros para melhor visualização. Para cada quadro apresentamos uma discussão relacionando os resultados obtidos com os referenciais teóricos adotados. As unitarizações foram decodificadas intersubjetivamente por integrantes do grupo de pesquisa IFHIECEM (Grupo de pesquisa Investigações em Filosofia e História da Ciência, e Educação em Ciências e Matemática/UUEL (<http://www.uel.br/grupo-pesquisa/ifhiecem/>)).

Para que as informações possam ser utilizadas mantemos as identidades dos participantes da pesquisa protegidas em anonimato. Portanto, para a discussão dos dados empíricos, os especialistas foram identificados por letras e números: E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E11, E12. Deixamos claro ainda que os dados utilizados na pesquisa foram obtidos por respostas formalmente consentidas, esclarecidas, autorizadas pelos participantes. Algumas respostas foram fragmentadas em mais unidades de registros, assim,

contabilizamos o número de fragmentos e não o número de respostas.

Os quadros que serão apresentados neste item referem-se a unitarização dos registros dos participantes/especialistas. Iniciando pela Questão 1 do Questionário (Apêndice A).

**Quadro 17 – Dados referentes à Questão 1.**

<b>UC1 “Relevância da Proposta HCTS na formação dos professores”</b>	
<b>UR1.1 “Relevância da História da Ciência”:</b> agrupar os registros em que os participantes da pesquisa citam a História da Ciência e sua relevância para a Formação de Professores.	<b>5 registros</b>
	<p>E4: “muito importante! HFC ajudam-nos a compreender como a ciência funciona, com todas as suas articulações com o 'mundo real'.”</p> <p>E5: “a articulação dos conteúdos e contextualização na História da Ciência desde a Formação Docente, por meio da compreensão da evolução da ciência em diferentes contextos culturais e históricos.”</p> <p>E6: “o estudo da história da física pode permitir entender o desenvolvimento de episódios históricos acerca da radiação do corpo negro”</p> <p>E9: “A História da Ciência e relações CTS podem promover um ensino mais contextualizado e reflexivo, com potencialidade de facilitar um ensino crítico. Desse modo, esses temas devem estar presentes na formação inicial/continuada de professores.”</p> <p>E10:” Sim, por meio da História da Ciência é possível fazer uma análise mais crítica a respeito dos desenvolvimentos tecnológicos e sociais com os olhos voltados a realidade da época.”</p>
<b>UR1.2 “Relevância da abordagem CTS”:</b> agrupar registros textuais em que os participantes citam a relevância da abordagem CTS	<b>12 registros</b>
	<p>E2: “É um tema fundamental para a formação de professores”</p>

<p>para a Formação de Professores</p>	<p>E4: “E o enfoque CTS também partilha disso, ao mostrar como a ciência está necessariamente relacionada com as tecnologias e o social.”</p> <p>E12: “Sim, pois embora a abordagem CTS seja ampla e evidencie diversos elementos da realidade vivencial, a história da Ciência nem sempre é abordada</p>
<p>UR1.3 “<b>Relevância na junção entre HC e CTS</b>”: para agrupar as respostas nas quais os participantes consideraram a temática HCTS relevante para o ensino de Ciências e para a Formação de Professores.</p>	<p><b>12 registros</b></p> <p>E1: “Entendo que a relevância da proposta se dá em sua essência, ou seja, o ensino de ciências visa alfabetizar científica e tecnologicamente, para isso, diversos pontos devem ser abordados, como por exemplo a não neutralidade da ciência da tecnologia e como tais fatores afetam e são afetados por fatores sociais.”</p> <p>E4: “a junção de HFC e CTS faz muito sentido para se compreender o que de fato é a ciência, como ela funciona, e como está presente no cotidiano das pessoas”</p> <p>E5: “Este tipo de abordagem favorece a análise crítica e contextualizada dos conteúdos trabalhados na escola e com isso promove uma aprendizagem significativa.”</p>
<p>URE1.4 “<b>Saberes Docentes Profissionais</b>”: para agrupar as respostas em que se identifica a importância do tema na formação inicial ou em serviço dos professores.</p>	<p><b>02 registros</b></p> <p>E1: “Isso só se dá de maneira efetiva quando professores dispõem de conhecimentos e instrumentos teóricos que possibilitem abordar a temática em sala de aula, e esse momento (inicialmente) é justamente em sua formação.</p> <p>E9: “Desse modo, esses temas devem estar presentes na formação inicial/continuada de professores.”</p>
<p>UR1.5 “<b>Saberes Docentes</b></p>	<p><b>04 registros</b></p>

<p><b>Disciplinares</b>”: para agrupar as respostas em que os participantes citam a relevância da proposta em campos de conhecimentos.</p>	<p>E3: “principalmente, por oferecer uma oportunidade para entender as disciplinas científicas como um processo através do qual o conhecimento sobre a natureza é elaborado, descartado e reelaborado. Essa compreensão é importante para dar autonomia às professoras e professores para refletirem sobre e criticarem esse processo.”</p> <p>E6: “Partindo do pressuposto que futuros e atuais professores precisam conhecer a natureza de suas respectivas áreas de formação, neste caso,”</p> <p>E7: “pois possibilita que o professor tenha visão holística do assunto científico que abordará em sala de aula, permitindo que este contextualize e estabeleça relações com a sociedade (podendo trazer, inclusive, uma visão interdisciplinar dos conceitos) e com o desenvolvimento tecnológico”</p> <p>E8: “a História da Ciência junto com as relações CTS podem fornecer aos professores e professoras uma nova abordagem metodológica para se trabalhar com os alunos em sala de aula, de uma maneira que seja possível contextualizar o assunto proposto.”</p>
<p>UR1.6 <b>“Saberes Docentes Curriculares”</b>: para agrupar as respostas em que os participantes citam a importância do tema nas instituições de ensino,</p>	<p><b>02 registros</b></p> <p>E2: “A formação docente nesse sentido ainda se mostra bastante fragilizada, tendendo para uma perspectiva positivista do conhecimento, que acaba tornando seu ensino desinteressante e repetitivo.”</p> <p>E9: “Desse modo, esses temas devem estar presentes na formação inicial/continuada de professores.”</p>
<p>UR1.7 <b>“Saberes Docentes Experienciais”</b>: para agrupar as respostas em que os participantes relacionam o tema com a prática docente.</p>	<p><b>02 registros</b></p> <p>E7: “pois possibilita que o professor tenha visão holística do assunto científico que abordará em sala de aula, permitindo que este contextualize e estabeleça relações com a sociedade (podendo trazer, inclusive, uma visão</p>

	<p>interdisciplinar dos conceitos) e com o desenvolvimento tecnológico.”</p> <p>E8: “A História da Ciência junto com as relações CTS podem fornecer aos professores e professoras uma nova abordagem metodológica para se trabalhar com os alunos em sala de aula, de uma maneira que seja possível contextualizar o assunto proposto.</p>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Fonte:** autoria própria (2022)

A questão 1: Com relação a Proposta HCTS, o estudo da História da Ciência e das relações CTS é um tema relevante para a Formação dos Professores? Evidenciou a importância do tema estudado: todos os especialistas concordam que a História da Ciência e os estudos CTS são de grande importância para o ensino de Ciências. Há ainda o consenso entre os especialistas no que diz respeito à junção entre HC e CTS, que corresponde ao que trazemos na Proposta HCTS.

No que diz respeito à Formação do Professores, os especialistas também concordam com base nas UR 1.1, 1.2 e 1.3 que a proposta HCTS pode trazer contribuições para o processo de ensino e aprendizagem, seja na formação inicial ou em serviço. Tardif (2014), traz que os saberes docentes devem ser plurais e estratégicos: plurais porque são originários de várias fontes e estratégicos por serem utilizados em um contexto específico. Dessa forma, a proposta HCTS traz essa característica, pois é formulada partindo de vários eixos que são direcionados a estudos específicos.

Nas respostas dadas pelos especialistas nas UR 1.4, 1.5, 1.6 e 1.7 foi possível identificar alguns saberes docentes que, segundo Tardif (2002), correspondem ao conjunto de saberes oriundos de diferentes fontes como livros, cursos, estudos, leituras, experiência, que compreendem a totalidade do profissional. Assim, foi possível identificar na fala dos especialistas os saberes profissionais, disciplinares, curriculares e experienciais.

No quadro 19 temos os dados referentes a unitarização dos registros da questão 2a.

Quadro 18 – Dados referentes à Questão 2a.

<b>UC2a “Presença dos elementos necessários para o desenvolvimento da proposta por professores”</b>	
UR2.1a <b>“Elementos da Proposta”</b> : para agrupar as respostas em que os participantes da pesquisa descrevam a presença desses elementos.	<b>09 registros</b>
	E4: “Sim, creio que a proposta apresentada, por meio dos exemplos presentes no texto analisado, possibilita que o professor compreenda os principais aspectos sugeridos e possa planejar, executar e avaliar a forma como irá desenvolver o conteúdo selecionado.” E7: “A proposta HCTS me parece bastante apropriada, pois explicita de maneira clara as 4 dimensões de ensino, o que no momento de sua utilização deve auxiliar os professores na organização do ensino e na elaboração da sequência didática.”
UR2.2a <b>“Organização da Proposta”</b> : para agrupar as respostas em que os participantes argumentem a respeito da organização da proposta.	<b>02 registros</b>
	E5: “sim, uma vez que a estruturação da proposta está condizente com os objetivos pensados. Além disso, E6: “os passos a serem seguidos pelos professores foram bem justificados e introdutoriamente apresentados.”
UR2.3a <b>“Clareza da Proposta”</b> : para agrupar as respostas em que os participantes da pesquisa mencionem se a proposta se apresenta de forma clara e objetiva.	<b>03 registros</b>
	<b>E7: “explicita</b> de maneira clara as 4 dimensões de ensino, o que no momento de sua utilização deve auxiliar os professores na organização do ensino e na elaboração da sequência didática.” <b>E11:</b> “Está bem fundamentada em elementos científicos, históricos, epistemológicos, sociológicos e sociais.” <b>E12:</b> “com relação à base teórica, tudo bem compreensível.”
UR2.4a <b>“Sequência Didática”</b> : para agrupar as respostas em que os participantes da pesquisa relacionam a aplicabilidade da sequência didática pelos	<b>03 registros</b>
	E4: “podem colaborar na formação de ferramentas e metodologias que favoreçam a inserção crítica da proposta HCTS na prática diária do

professores.	professor.” E5: “a utilização do exemplar da Radiação do Corpo Negro como uma espécie de estudo de caso facilita a compreensão das etapas, dos pontos que devem ser pensados para a construção de uma proposta HCTS.” E10: “as sequências didáticas e os planos apresentados no trabalho são favoráveis a compreensão e aplicação pelos docentes.”
--------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

**Fonte:** autoria própria (2022)

A Proposta HCTS foi fundamentada com base nos pressupostos da História da Ciência em consonância com a abordagem CTS, desse modo, os elementos necessários para que os professores possam utilizar a proposta em suas aulas vão além da compreensão dos aspectos HCTS que compõem a base do trabalho. Consideramos também que para a utilização posterior é necessário prever as articulações para o desenvolvimento da proposta, bem como o planejamento das ações que incluem as atividades desenvolvidas e suas avaliações.

Quadro 19 – Dados referentes à Questão 2b.

UC2b “Ausência dos elementos fundamentais”	
UR2.1b “Ausência dos elementos necessários à compreensão da proposta”: para agrupar as respostas em que os participantes citam a falta de elementos para explicitar a proposta HCTS.	<b>01 registro</b>
	E1: “Se formos olhar somente para o quadro 01 e a descrição da Unidade 01 eu diria que não seria o suficiente. Pois, os exemplares que você mostra na unidade 02 e 03 são relevantes para que os professores tenham uma compreensão mais detalhada dos elementos da proposta.”
UR2.2b “Falta de exemplos na fundamentação da proposta”: para agrupar relatos dos participantes que citem a necessidade de exemplos referentes a proposta ou inapropriação dos exemplos apresentados.	<b>Nenhum registro</b>
UR2.3b “Falta de clareza	<b>01 registro</b>

<p><b>na apresentação da proposta</b>”: para agrupar as respostas em que os participantes citam confusão na proposta, ou falta de objetivos ou ainda falta de clareza no que foi exposto.</p>	<p>E6: “Fiquei com a impressão de que, por se tratar de uma sequência bem definida de passos, existe o risco do reducionismo do conhecimento da história à mera contextualização.”</p>
<p>UR2.4b <b>“Falta de organização na explicação da sequência didática</b>”: para agrupar as respostas em que os participantes citam a falta de organização da sequência didática apresentada</p>	<p><b>02 registros</b></p> <p><b>E2:</b> “Penso que para que os professores possam utilizar a proposta HCTS, no caso da Radiação do Corpo Negro, necessitaria de um detalhamento maior nas possíveis atividades a serem realizadas nessa proposta. Por exemplo, talvez alguma atividade experimental para explicar/discutir algum assunto específico, ou uma simulação virtual, ou discussão de textos históricos, etc. Além disso, ajudaria os professores também, na utilização dessa proposta, sugestões de atividades avaliativas, de acordo com a perspectiva HCTS.”</p> <p><b>E3:</b> “Se fazem necessárias informações mais visuais. Figuras, exemplos, que tornem a linguagem menos abstrata, tendo em vista que uma das dificuldades que os professores apresentam é exatamente na transposição didática desses conteúdos para os alunos.”</p>

**Fonte:** autoria própria (2022)

Segundo os especialistas não temos indícios de falta de argumentação ou de embasamento teórico na fundamentação da Proposta HCTS na fundamentação da proposta. No entanto, com relação a Sequência Didática temos alguns pontos para serem considerados e revistos nos aspectos de visualização, experimentação e/ou simulação, sendo necessário algumas mudanças no formato de apresentação do mesmo.

Quadro 20 – Dados referentes à Questão 3.

UC3 “Relação HCTS no estudo da Radiação do Corpo Negro”	
<p>UR3.1 “Relação entre os aspectos HCTS e o tema RCN”: para agrupar os registros em que os participantes afirmaram existir essa relação, de forma clara e coerente.</p>	<p><b>04 registros</b></p> <p>E1: A estruturação da proposta pôde se desenvolver de maneira clara, abordando cada ponto da HCTS de maneira explícita, facilitando assim a compreensão. O quadro no final da Unidade 2 sintetiza bem qual os objetivos da cada etapa da proposta e como eles se entrelaçam de maneira complexa.”</p> <p>E2: Ao explorar o conteúdo, é possível trazer elementos históricos, sociológicos, tecnológicos e sociais. As relações ajudam a compreender melhor o conceito, o que tende a facilitar a aprendizagem significativa aos estudantes. O ensino de física se torna mais simples, pois faz sentido àqueles que a estudam.”</p> <p>E7: “pelo modo como o conteúdo da Radiação de Corpo Negro é apresentado, podemos perceber os elementos da Proposta HCTS e o entrelaçamento a História da Ciência e das relações CTS de maneira evidente.”</p> <p>E10:” Sim, ele apresentou todos os aspectos citados no todo e nas partes de forma contextualizada e clara.</p> <p>E11: “sim, deixou claro a contribuição de cada elemento da HCTS dentro do conteúdo e estudos da RCN”</p> <p>E12: “achei muito boa a forma que traz o conteúdo. Está clara e organizada.”</p>
<p>UR3.2 “Ausência da relação entre os aspectos HCTS e a RCN”: para agrupar os registros em que os participantes afirmam que não há essa relação ou que é insuficiente.</p>	<p><b>01 registros</b></p> <p>E3: “O conteúdo apresentado condiz com o que se apresenta na proposta, principalmente no sentido da apresentação teórica, das justificativas, dos conteúdos relacionados à radiação de corpo negro, mas o intrincamento do processo de construção do conhecimento científico na história não fica claro”.</p>
<p>UR3.3 “Relevância do tema</p>	<p><b>02 registro</b></p>

<p><b>RCN para o Ensino de Física</b>”: para agrupar as respostas em que os participantes relacionem a importância do estudo da Radiação do Corpo Negro no Ensino de Física.</p>	<p>E1: como citado na proposta, o tema da Radiação do Corpo Negro é uma temática que tem grande relevância histórica e impactou diretamente os campos tecnológicos e sociais.” E5: “A radiação de corpo negro é um tema complexo dentro da física, pois situa-se nas origens da física quântica, em que há uma mudança epistemológica, do contínuo para o discreto. Dito isso, penso que o conteúdo do estudo está bem construído.”</p>
<p>UR3.4 <b>“Lacuna entre a Proposta HCTS e o modelo apresentado para a RCN”</b>”: para agrupar as respostas em que os participantes mencionem a falta de relação entre os aspectos e o conteúdo específico estudado.</p>	<p><b>01 registro</b></p> <p>E4: “Sinto falta de uma relação mais bem estabelecida nos pressupostos histórico-tecnológicos.”</p>

**Fonte:** autoria própria. (2022)

A Proposta HCTS para a Radiação do Corpo Negro foi apresentada pelos participantes da pesquisa como um tema relevante para o ensino e a forma como a proposta foi apresentada foi considerada pela maioria que reflete bem a relação entre os aspectos HCTS e a Radiação do Corpo Negro.

Quadro 21 – Dados referentes à Questão 4.

<p>UC4 <b>“Viabilidade da Sequência Didática e sua adequação com a proposta HCTS”</b></p>	
<p>UR4.1a <b>“Clareza da Sequência Didática (SD)”</b>”: para agrupar textos relacionados com a SD em que os participantes citem clareza, adequação.</p>	<p><b>04 registros</b></p> <p>E1: “A estruturação está muito bem feita, pensando no delineamento da construção da proposta bem como o modelo apresentado que explicita os aspectos Científicos, Históricos, Tecnológicos e Sociais. Uma questão que deve ser pensada é que, apesar de ser importante existir uma demarcação em relação aos campos para fins didáticos, também é importante a compreensão dos participantes que muito do que é proposto acontece</p>

	<p>simultaneamente, evitando assim uma visão linear da coisa, isso é um desafio, porém observar tal ponto de maneira complexa ajuda.”</p> <p>E3: “Sim. É possível observar claramente por meio dos exemplos citados como pode ser realizada a proposta HCTS de forma viável e significativa para a aprendizagem. Inclusive, como professora de Biologia e Ciências, vi facilmente que poderia ser transposta para a prática de ensino de Ciências no Ensino Fundamental, bem como na disciplina de Biologia e Química, além de Física que foi a disciplina abordada na proposta. Inclusive considero que este tipo de abordagem deve estar presente desde os primeiros anos do Ensino Fundamental e em projetos transdisciplinares.</p> <p>E11: Sim. Está adequada aos referenciais de sequência didática e a sistematização permite fácil compreensão pelos docentes de física.</p> <p>E12: “Sim, está adequada.</p>
<p>UR4.1b <b>“Clareza da Sequência Didática (SD)”</b>: para agrupar textos relacionados com a SD em que os participantes citem falta de clareza;</p>	<p><b>01 registro</b></p> <p>E8: “não ficou muito claro que é uma sequência didática, são planos de aula que foram sugeridos relacionados ao tema de pesquisa”</p>
<p>UR4.2 <b>“Objetivos apresentados na SD”</b>: para relacionar textos em que os participantes da pesquisa mencionam a relação dos objetivos com a Proposta HCTS e a SD;</p>	<p><b>01 registro</b></p> <p>E10: “Sim, mas para além de meu juízo da proposta, o próprio item 3.4 da proposta corrobora com a viabilidade, já que mostra sequências desenvolvidas pela autora.</p>
<p>UR4.3 <b>Adequação do tempo da</b></p>	<p><b>02 registros</b></p>

<p><b>SD</b>: para agrupar respostas em que a adequação do tempo seja citado pelos participantes da pesquisa;</p>	<p>E6: “a minha impressão sobre a SD é que por limitações de tempo, conhecimentos, leituras prévias sobre história por parte de estudantes, justamente, a parte da história sofre o risco de ficar reduzida à contextualização, no que se refere a aspectos externos, e ao formalismo no que se refere aos seus aspectos internos.”</p> <p>E7: “não fica claro quanto tempo será dedicada à essa proposta, por exemplo, ou quais conteúdos serão efetivamente trabalhados.”</p>
<p>UR4.4 “<b>Elementos da SD</b>”: para agrupar respostas em que os participantes da pesquisa identifiquem a presença dos elementos necessários para a estruturação da SD.</p>	<p><b>Nenhum registro</b></p> <p>E2: “adequada, mas tenho algumas sugestões. Zabala divide a sd em três etapas, que são o planejamento, a aplicação e a avaliação. Mas quando chegamos ao quadro 3, há uma outra divisão. Está boa essa divisão, no entanto, não condiz com o que citou de zabala no tópico anterior. Seria interessante pelo menos mencionar, no item 3.1, algo como "na fase de planejamento, conforme zabala (1998), serão identificados os elementos da abordagem cts", e assim por diante. A avaliação, por exemplo, que zabala traz como um terceiro item, vc coloca dentro do desenvolvimento geral do quadro 3. Seria interessante reorganizar, e o que não puder ser escrito idêntico ao que zabala faz, que pelo menos seja relacionado na escrita do texto.”</p> <p>E5: “a parte do desenvolvimento geral (tópicos de estudo, objetivos específicos, estratégias de ensino, recursos didáticos, avaliação) também poderiam conter sugestões. Acredito que isso poderia fornecer aos professores uma base de como realizar esse desenvolvimento geral, utilizando essa abordagem HCTS.”</p>
<p>URE4.5 “<b>Relação entre os</b></p>	<p><b>01 registro</b></p>

<p><b>aspectos HCTS e a RCN na SD</b>": para agrupar as respostas em que os participantes da pesquisa afirmam existir a relação entre os aspectos HCTS, RCN na SD, de forma clara e objetiva.</p>	<p>E8: "A estrutura norteadora para elaboração da sequência didática me parece adequada, pois delimita processos, os organiza e ao mesmo tempo torna-se uma elemento formativo para os professores, que pode então incluir em seu cabedal didático pedagógico."</p> <p>E5: "Novamente, acredito que para que Sequência Didática possa ser trabalhada pelos professores nas suas aulas, além da parte da "abordagem HCTS" (aspecto histórico, aspecto científico, aspecto tecnológico, aspecto social), a parte do desenvolvimento geral (tópicos de estudo, objetivos específicos, estratégias de ensino, recursos didáticos, avaliação) também poderiam conter sugestões. Acredito que isso poderia fornecer aos professores uma base de como realizar esse desenvolvimento geral, utilizando essa abordagem HCTS.),</p>
<p><b>URE4.6 "Falta de relação entre os aspectos HCTS e a RCN na SD"</b>: para agrupar as respostas em que os participantes da pesquisa afirmam não identificar essa relação ou identificar de forma insuficiente para cumprir os objetivos da SD.</p>	<p><b>nenhum registro</b></p>
<p><b>URE4.7 "Ausência de elementos fundamentais na SD"</b> para agrupar os registros em que os participantes da pesquisa não identificam um ou mais elementos da fundamentais da SD.</p>	<p><b>01 registro</b></p> <p>E8: "a parte da avaliação foi pouco explorada e ela é tão importante quanto o desenvolvimento e os objetivos</p> <p>E1: "Outro ponto a se considerar é o tempo que tais propostas levam, há uma limitação clara do número de aulas e isso pode ser um empecilho na hora da aplicação, deve-se fugir da ideia conteudista claro, mas é importante que seja adequada ao tempo que temos em sala, como fazer uma proposta interessante destas</p>

	caber no tempo que temos?”
	E4: “Após compreender a estrutura da proposta ela é viável para orientar os professores em suas aulas. No entanto, deixo algumas sugestões: na estrutura da SD poderiam ser incluídos os campos "problematização inicial" e "conhecimentos prévios", pois você fala da problematização e ela não aparece no quadro síntese da SD. Em relação aos conhecimentos prévios, você cita referenciais que ressaltam a relevância desse aspecto, no entanto, esse aspecto não aparece na SD. Inclusive, ele poderia ir também no quadro da proposta HCTS.”

**Fonte:** autoria própria (2022)

Com relação a Sequência Didática apresentada, os participantes relataram falta de uma melhor argumentação a respeito de alguns elementos, como o número de aulas, a relação com o tempo disponível para desenvolver a proposta e a relação da avaliação.

Quadro 22 – Dados referentes à Questão 5a.

<b>UC5a “Aspectos positivos da Proposta HCTS</b>	
UR5.1a “ <b>Organização da proposta</b> ”: agrupar os registros referentes à organização didática da proposta, como meio facilitador para a compreensão do processo de construção do conhecimento;	<b>01 registro</b>
	E1: “Seu texto está bem organizado e bem escrito. Parabéns pela proposta, acredito ter um grande potencial.”
UR5.2a “ <b>Desenvolvimento metodológico</b> ”: agrupar os registros em que os professores indicaram aceitação da proposta, uma vez que esta pode proporcionar uma metodologia diferenciada para o ensino de Física.	<b>02 registros</b>
	E6: “Achei bem coerente a proposta.”  E12: que ficou bem fundamentado seu trabalho,

<p>UR5.3a <b>“Relevância para a formação de professores”</b>: agrupar as respostas nas quais os participantes citaram que a proposta pode contribuir para a formação de professores.</p>	<p><b>01 registro</b></p> <p>E11: “Há nessa proposta uma recontextualização histórica no que tange a abordagem CTS, ou seja, a proposta apresentada historiciza as dimensões científica, tecnológica e social, e que por isso é bastante inovador.”</p>
<p>UR5.4a <b>“Aceitação da proposta”</b>: para agrupar as respostas referentes à aceitação da proposta HCTS, relacionando a História da Ciência com o desenvolvimento científico e com os desenvolvimentos da sociedade (seus benefícios e seus problemas);</p>	<p><b>02 registros</b></p> <p><b>E4</b>: “Aspectos positivos: - Abordagem nova e interessante, que pode trazer para a sala de aula conteúdos contextualizados. - Engloba vários aspectos além do conhecimento do conteúdo científico (aspectos históricos, aspectos sociais), podendo ser trabalhado também de maneira interdisciplinar.” .... “Achei as produções HCTS muito interessantes, e nos mostra que é possível utilizar essa abordagem com vários conceitos.”</p> <p><b>E5</b>: “Parabéns pelo trabalho, certamente irá contribuir para a formação dos professores e de suporte para os atuais professores usarem como modelo.” ... “certamente irá contribuir para a formação dos professores e de suporte para os atuais professores usarem como modelo.”</p> <p><b>E9</b>: “Eu gostei do trabalho, achei importante a motivação e ele tem uma grande contribuição a oferecer para professores e professoras da educação básica, num tema carente de relações e conexões como perceber que a ciência também faz parte da história e também é uma cultura.”</p>

**Fonte:** autoria própria (2022)

Pelos registros observados no quadro anterior, em relação aos aspectos positivos da proposta, é possível perceber o alto grau de aceitação e a relevância para o ensino.

**Quadro 23 – Dados referentes à Questão 5b.**

(UC5b) “Críticas à Proposta HCTS	
<p>UR5.1b “<b>Falta de organização da proposta</b>”: agrupar os registros que indiquem confusão ou falta de compreensão da proposta pela falta de organização da apresentação aos elementos principais.</p>	<p><b>06 registros</b></p> <p>E1: Não sei eu me perdi na leitura, ou se não está claro que o professor pode planejar quantas aulas quiser para a SD dele. Se não constar isso, acho interessante acrescentar.”</p> <p>E2: Na Unidade 01 não ficou evidenciado como seria executada a unidade.</p> <p>E3: gostaria de sugerir é acrescentar ao quadro da proposta um campo com o título: questão problematizadora. Apenas para deixar mais evidente a relação do conteúdo com o contexto escolar no qual está inserido e a motivação da escolha do tema, pois acredito que isso está intimamente relacionado com o sucesso na aprendizagem.</p> <p>E7: “sugiro por exemplo, que a autora elabore um quadro, com o mesmo perfil dos modelos sugeridos na sessão 3. Como a radiação de corpo negro será usada? Vai ser apenas apresentada como um exemplo? Serão utilizadas aulas para discutir esse conteúdo com a turma? Quanto tempo os alunos terão para construir suas próprias sequências? A autora avaliará essas sequências de alguma forma?</p> <p>E8: “Uma sugestão, que levantei na questão anterior é justamente a parte do tempo, é um ponto para discussão, de como o tempo para que tais propostas sejam aplicadas é curto, e como se</p>

	<p>pode mudar tal cenário, de que forma?</p> <p>E11: No que tange a formação dos professores e considerando a complexidade do tema, penso que é importante no momento de sua aplicação didatizar o máximo sua exposição/ou processo, em razão do desconhecimento, tempo de formação ou falta de formação que os professores podem estar sujeitos.</p>
<p>UR5.2b “Críticas ao desenvolvimento metodológico”: agrupar os registros que indiquem falha metodológica e como pode ser corrigida, ou seja, as sugestões que possam ter sido levantadas pelos especialistas.</p>	<p><b>01 registro</b></p> <hr/> <p>E9: “- quando se diz: "história da ciência é um tema" - talvez substituir a palavra tema pq implica em reducionismo da história; - quando se diz "concepções erradas acerca do método científico" - problematizar "método científico" à luz da própria história: não é apenas um método, são vários. - tratar da questão da radiação de corpo negro (clássica versus quântica) a partir da perspectiva das controvérsias científicas: como cientistas escolhem teorias (Paul Feyerabend), disputas de poder (Bourdieu ou Foucault), etc. ou por exemplo, a partir das ideias de Thomas Kuhn); - criticar também o processo de construção do conhecimento em história: ele se baseia no uso de fontes, que fontes são essas? o que, quem essas fontes excluem? - mais do que selecionar materiais sem erros históricos, é importante introduzir a dimensão do que significa "anacronismo", ou introduzir a ideia da historicidade dos próprios conceitos; - mais importante do que olhar para os instrumentos e ferramentas, artefatos transpostos do contexto pela técnica, é avaliar os impactos da tecnologia no recrudescimento das desigualdades.”</p> <hr/> <p>E1: Algo importante é verificar se terá um público de professores que aceitem levar essa proposta/atividade de construção de proposta até o fim. Relato</p>

	isso porque estou com uma aluna fazendo algo parecido, mas na área de metodologias ativas, e os professores simplesmente desistem quando precisam 'fazer coisas', como planos de aula, SD, etc. Acho importante pensar antes uma forma de amarrar bem a proposta/curso e a facilidade de participação desses professores, para que tenha uma boa amostra para análise posteriormente.
UR5.3b “ <b>Relevância para a formação de professores</b> ”: agrupar as respostas nas quais os participantes citam a necessidade de reformulação da proposta para que a mesma seja adequada a formação de professores.	<b>Nenhum registro</b>
	- Nessa questão não foi detectado relatos da relevância da proposta, mas em outras questões sim.
URE5.4b “ <b>Negação da proposta</b> ”: para agrupar as respostas dos especialistas no que se refere a não aceitação da proposta HCTS.	<b>Nenhum registro</b>

**Fonte:** autoria própria.

Diante dos registros apresentados nos quadros anteriores neste subitem, percebemos o alcance da proposta, notamos os pontos que precisam de atenção e assim temos a oportunidade de melhorar, trazendo uma nova versão, com as devidas adequações, mas sem perder a sua essência.

## 6.2 INFERÊNCIA E INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

As respostas dadas pelos especialistas à Questão 1 afirmam que a Proposta HCTS é relevante para o ensino de Física. Apresentaram vários apontamentos, entre eles o entendimento da não neutralidade da Ciência e da Tecnologia, e sua relação com os fatores sociais, como registrado por E8. A Ciência enquanto construção humana, numa época em que a tecnologia tem um papel relevante na sociedade leva a compreensão das possibilidades, limites e papel da Ciência, ponto enfatizado por E7, complementado por E5 que destaca ainda que a evolução da ciência pode ser compreendida em diferentes contextos

culturais e históricos.

Ainda nessa perspectiva, E9 justifica a relevância da proposta por oferecer uma oportunidade para entender as disciplinas científicas como um processo por meio do qual o conhecimento acerca da natureza é elaborado, descartado e reelaborado, registro que pode ser complementado por E1, no qual afirma que a junção de HFC e CTS faz muito sentido para se compreender o que de fato é a ciência, como ela funciona, e como está presente no cotidiano das pessoas. A Proposta HCTS ainda permite que se contextualize e estabeleça relações com a sociedade (podendo trazer, inclusive, uma visão interdisciplinar dos conceitos) e com o desenvolvimento tecnológico, como complementado nas respostas de E10.

### 6.2.1 Proposta HCTS

Com relação a Proposta HCTS, na questão 2 buscamos a percepção dos especialistas quanto a fundamentação da proposta, sua organização, clareza e aplicabilidade como uma proposta didática voltada para os professores de Física da Educação Básica. Dessa forma buscamos registros que tragam a importância desse tema para o ensino de Física, tanto relações para a História da Ciência, para a abordagem CTS e a junção que caracteriza a Proposta HCTS,

No que diz respeito a importância da História da Ciência E2 descreve que a relação com a abordagem CTS podem promover um ensino mais contextualizado e reflexivo, com potencialidade de facilitar um ensino crítico. Nas palavras do especialista E1 ajudam-nos a compreender como a ciência funciona, com todas as suas articulações com o 'mundo real, o qual destaca a importância da HFC (História e Filosofia da Ciência) na formação de professores.

Ainda nesse contexto, E3 complementa essa questão dizendo que a articulação dos conteúdos e contextualização na História da Ciência desde a Formação Docente, por meio da compreensão da evolução da ciência em diferentes contextos culturais e históricos são importantes para a formação dos professores de Física. Além disso, por meio da História da Ciência é possível fazer uma análise mais crítica a respeito dos desenvolvimentos tecnológicos e

sociais com os olhos voltados a realidade da época, afirmação realizada por E12. Os registros apresentados estão em consonância a literatura da área, que evidência a História da Ciência como um tema de pesquisa em ensino, que relacionam o processo de ensino e aprendizagem em sala de aula, adequado aos propósitos educacionais que retratam a formação científica, na compreensão da construção sócio-histórica e na dimensão humana da ciência, como destacado pelos pesquisadores MATTHEWS, 1992; PEDUZZI, 2001; BATISTA, 2004; FORATO, PIETROCOLA e MARTINS, 2018.

Com relação a abordagem CTS, os especialistas concordam que se trata de um tema importante para o ensino de Física e para a Formação de Professores. Para o especialista E1 o enfoque CTS mostra como a ciência está necessariamente relacionada com as tecnologias e o social. É um tema fundamental para a formação de professores (E7). Nesse ponto de vista temos o contexto de alguns autores, como BAZZO, DELIZOICOV, ANGOTTI E PERNAMBUCO, 2002, que destacam suas preocupações no sentido de relacionar os problemas do cotidiano com a formação de cidadãos conscientes ativos e participativos da sociedade, estabelecendo dessa forma as relações entre a ciência, tecnologia e sociedade como aspectos que devem ser priorizados inclusive na formação de professores de ciências.

Para os autores AULER, 2002; SILVA e MARCONDES; 2015; VACIOTO, LIMA e MARCONDES; 2019; STRIEDER; WATANABE; SILVA e WATANABE, 2016, a educação estruturada na abordagem CTS requer a reorganização do currículo pela construção do conhecimento científico de forma autônoma pelos estudantes. Dessa forma, a investigação focada na formação é imprescindível, visto que os docentes são os sujeitos ativos na ação e reflexão das práticas em sala de aula

O especialista E11, em sua análise diz que “embora a abordagem CTS seja ampla e evidencie diversos elementos da realidade vivencial, a história da Ciência nem sempre é abordada. Esse registro enfatiza também a importância que a História da Ciência possui na proposta apresentada. A união entre História da Ciência e a abordagem CTS representa uma nova visão para o ensino, caracterizada pela amplitude que pode proporcionar aos professores na preparação de suas aulas. Assim, E1 afirma que a junção de HFC

e CTS faz muito sentido para se compreender o que de fato é a ciência, como ela funciona, e como está presente no cotidiano das pessoas. De forma a complementar esse registro E3 descreve que este tipo de abordagem favorece a análise crítica e contextualizada dos conteúdos trabalhados na escola e com isso promove uma aprendizagem significativa, o que significa que sua inserção no ensino é viável e pertinente.

Pesquisas relacionam que a HC tem uma participação muito limitada nos currículos de formação inicial, havendo uma variedade de pesquisas que investigam as mais complexas relações entre formação do professor de Ciências e a HC (Gomes e Batista, 2021). Enquanto que a abordagem CTS aparece de forma descontextualizada, fragmentada, ressaltando o desconhecimento do assunto por parte dos docentes, mesmo sendo admitida sua importância na construção científica, ainda está em fase de consolidação, pois esses estudos não fizeram parte da formação inicial,

Na análise realizada pelos especialistas, a Proposta HCTS é caracterizada como uma proposta bem fundamentada que apresenta os elementos necessários para embasar os professores quando estes a utilizarem no embasamento de seus planejamentos. Para E2 a proposta apresentada, por meio dos exemplos presentes no texto analisado, possibilita que o professor compreenda os principais aspectos sugeridos e possa planejar, executar e avaliar a forma como irá desenvolver o conteúdo selecionado. Nesse contexto, o especialista 11 complementa evidenciando que a proposta se faz apropriada e está apresentada de forma clara, e no momento de sua utilização deve auxiliar os professores na organização do ensino e na elaboração da sequência didática.

Uma proposta clara e organizada contribui muito para a elaboração dos planos de ensino, delineando um caminho com grande alcance das relações pertinentes aos conteúdos que se pretende ensinar. Assim, E6 destaca que a proposta está bem fundamentada em elementos científicos, históricos, epistemológicos, sociológicos e sociais, o que leva ao ponto evidenciado que é a abrangência que se pode obter a respeito do assunto estudado e conseqüentemente, a percepção ampla que o estudo da Física pode alcançar.

A Sequência Didática é um instrumento que auxilia o professor na organização de suas ideias, direciona o assunto estudado e pode ainda delimitar qual a abrangência que se quer propor aos estudantes. Essa análise depende muito do perfil dos estudantes, o que se percebe não somente pelo diagnóstico intelectual, pelas avaliações realizadas em sala de aula, mas também pelo diagnóstico social, que leva em conta o meio em que o estudante está inserido, a comunidade que a escola faz parte, entre outros pontos. Nesse sentido, Zabala (1998) valoriza a reflexão da própria prática como um aperfeiçoamento constante das ações docentes, sendo a SD a articulação necessária entre a proposta metodológica e as construções conceituais.

Com relação ao que foi proposto, os especialistas registraram suas percepções, e podemos destacar alguns pontos, como colocado por E3, que diz que as sequências didáticas podem colaborar na formação de ferramentas e metodologias que favoreçam a inserção crítica da proposta HCTS na prática diária do professor. Além disso, E12 destaca que as sequências didáticas e os planos apresentados no trabalho são favoráveis a compreensão e aplicação pelos docentes. Esses apontamentos mostram que a sequência didática foi apresentada na proposta de forma clara e coerente.

Para Zabala (1998) é importante adotar uma perspectiva de sistematização na elaboração de uma SD, na qual se tem o planejamento vinculado aos objetivos de ensino, e que permite incluir três fases de intervenção reflexiva: planejamento, aplicação e avaliação.

### 6.2.2 Saberes Docentes

Com relação a formação de professores a Proposta HCTS visa subsidiar os docentes colaborando para que a vivência dos conteúdos em sala de aula tenha um alcance maior e vislumbre de maneira mais efetiva o processo de ensino e aprendizagem. Analisamos esse aspecto embasados na reflexão de M. Tardif acerca dos saberes docentes. Segundo Tardif (2002), os saberes docentes são um conjunto de saberes oriundos de diferentes fontes, como livros didáticos, processos de formação, conteúdos, experiência, construídos no contexto de sua profissão, sendo relevante sua história, seu papel na escola e

na sociedade.

Os saberes docentes propostos por M. Tardif, são os saberes profissionais, disciplinares, curriculares e experienciais, onde o autor faz uma diferenciação entre os saberes que são obtidos durante a prática docente (saberes experienciais) e os obtidos nos cursos de formação (saberes profissionais). Nesse contexto identificamos nas percepções descritas pelos especialistas alguns pontos relacionados aos Saberes Docentes.

Com relação aos Saberes Profissionais, E2 registra que os temas da Proposta HCTS (História, Ciência, Tecnologia e Sociedade devem estar presentes na formação inicial/continuada de professores, e E8 destaca que a construção dos Saberes Profissionais se dá de maneira efetiva quando professores dispõem de conhecimentos e instrumentos teóricos que possibilitem abordar a temática em sala de aula, e esse momento (inicialmente) é justamente em sua formação. Temos assim o registro de que esses saberes ocorrem na formação inicial ou em serviço dos professores constituindo “o conjunto de saberes transmitidos pelas instituições de formação de professores” (TARDIF, 2002, p. 36)

Os Saberes Disciplinares que são provenientes de diferentes campos do conhecimento, como das disciplinas: matemática, literatura, história, ciências; da tradição cultural e dos grupos sociais produtores de saberes (TARDIF, 2002), também têm registros nas percepções dos especialistas quanto a proposta apresentada. Para E9, principalmente, por oferecer uma oportunidade para entender as disciplinas científicas como um processo através do qual o conhecimento sobre a natureza é elaborado, descartado e reelaborado. Essa compreensão é importante para dar autonomia às professoras e professores para refletirem sobre e criticarem esse processo, e nas palavras de E4 a História da Ciência junto com as relações CTS podem fornecer aos professores e professoras uma nova abordagem metodológica para se trabalhar com os alunos em sala de aula, de uma maneira que seja possível contextualizar o assunto proposto.

Segundo E5 partindo do pressuposto que futuros e atuais professores precisam conhecer a natureza de suas respectivas áreas de formação, podemos inferir por meio dos registros que os conhecimentos

referentes ao estudo da História da Ciência e as suas relações com a Tecnologia e a Sociedade, são saberes produzidos e acumulados pela sociedade ao longo da história, administrados pela comunidade científica e cujo acesso deve ser possibilitado por meio das instituições educacionais, logo, a Proposta HCTS pode ser um desses meios, pois possibilita que o professor tenha visão holística do assunto científico que abordará em sala de aula, permitindo que este contextualize e estabeleça relações com a sociedade (podendo trazer, inclusive, uma visão interdisciplinar dos conceitos) e com o desenvolvimento tecnológico, como registrado por E10.

Os Saberes Curriculares, que são aqueles relacionados com os programas de ensino das instituições, como objetivos, conteúdos, metodologias, que se encontram de certa forma previamente determinados, e são explicitados por meio das disciplinas, programas escolares e conteúdos programáticos, também está registrado nas respostas dadas pelos especialistas, que enfatizam a necessidade de um melhor embasamento curricular na formação docente no que diz respeito ao tema da proposta, assim, segundo E7, a formação docente nesse sentido ainda se mostra bastante fragilizada, tendendo para uma perspectiva positivista do conhecimento, que acaba tornando seu ensino desinteressante e repetitivo. Assim, com relação ao estudo da História, Ciência, Tecnologia e Sociedade, para E2 esses temas devem estar presentes na formação inicial/continuada de professores.

Com relação aos Saberes Experienciais, que são mobilizados durante a prática docentes, podemos dizer que estes se apresentam de forma diferenciada, com características individuais, visto que sofre influências do contexto histórico, científico, cultural e social ao qual estão inseridos, tornando-se parte de sua identidade. e práticos,

São experiência diária e suas as relações com os demais saberes. Segundo E4 a História da Ciência junto com as relações CTS podem fornecer aos professores e professoras uma nova abordagem metodológica para se trabalhar com os alunos em sala de aula, de uma maneira que seja possível contextualizar o assunto proposto. E para E10, a Proposta HCTS possibilita que o professor tenha visão holística do assunto científico que abordará em sala de aula, permitindo que este contextualize e estabeleça relações com a sociedade

(podendo trazer, inclusive, uma visão interdisciplinar dos conceitos) e com o desenvolvimento tecnológico.”

### 6.2.3 Radiação do Corpo Negro

Apresentamos a Proposta HCTS para o estudo da Radiação do Corpo Negro, na qual descrevemos os aspectos da Histórica, Ciência, Tecnologia e Sociedade, buscando descrever essa relação como um embasamento. Dessa forma, na questão 3 onde pesquisamos essa relação temos vários registros que a confirmam, na sequência destacamos alguns desses registros.

Para E4 “pelo modo como o conteúdo da Radiação de Corpo Negro é apresentado, podemos perceber os elementos da Proposta HCTS e o entrelaçamento da História da Ciência e das relações CTS de maneira evidente”, esse registro evidencia o entendimento da proposta quando associada ao estudo de um conteúdo ou tema específico.

Segundo o participante E6, ao explorar o conteúdo, é possível trazer elementos históricos, sociológicos, tecnológicos e sociais. As relações ajudam a compreender melhor o conceito, o que tende a facilitar a aprendizagem significativa aos estudantes. O ensino de física se torna mais simples, pois faz sentido àqueles que a estudam. Esse comentário corrobora com a expectativa em relação a Proposta HCTS, de despertar o interesse dos estudantes acerca do estudo da Física, onde conceitos científicos são contextualizados e explorados para além de fórmulas e equações.

Ainda a respeito da organização e estrutura da proposta, o especialista E8 salienta que a estruturação da proposta pôde se desenvolver de maneira clara, abordando cada ponto da HCTS de maneira explícita, facilitando assim a compreensão. O quadro no final da Unidade 2 sintetiza bem qual os objetivos de cada etapa da proposta e como eles se entrelaçam de maneira complexa.

Somente o especialista a E9 retrata falta de clareza da proposta, no ponto da construção do conhecimento atrelado ao estudo da História da Ciência, em suas palavras o conteúdo apresentado condiz com o que se

apresenta na proposta, principalmente no sentido da apresentação teórica, das justificativas, dos conteúdos relacionados à radiação de corpo negro, mas o intrincamento do processo de construção do conhecimento científico na história não fica claro”.

No que diz respeito a relevância do Estudo da Radiação do Corpo Negro, os especialistas registram a relevância do tema para o estudo da Física. Nas palavras de E8, como citado na proposta, o tema da Radiação do Corpo Negro é uma temática que tem grande relevância histórica e impactou diretamente os campos tecnológicos e sociais.” Para E11, a radiação de corpo negro é um tema complexo dentro da física, pois situa-se nas origens da física quântica, em que há uma mudança epistemológica, do contínuo para o discreto. Dito isso, penso que o conteúdo do estudo está bem construído.”

No entanto, o especialista E10 registra que parece existir uma lacuna na proposta, no ponto que a história da ciência se relaciona com os aspectos tecnológicos da proposta. Para E10, sinto falta de uma relação mais bem estabelecida nos pressupostos histórico-tecnológicos. Essa observação requer uma complementação no texto da proposta, com o intuito de fundamentar com mais propriedade essa relação.

#### 6.2.4 Sequência Didática

A Sequência Didática é apresentada na proposta como uma forma de esclarecer o delineamento da Proposta, sugerindo como pode ocorrer. Dessa forma, os registros que evidenciam clareza, organização, objetivos, desenvolvimento e relação com os aspectos HCTS são importantes para a pesquisa, pois demonstram se houve o devido esclarecimento desses elementos na proposta, a fim de disponibilizá-la futuramente.

Com relação a clareza da Sequência Didática em relação a Proposta HCTS, a maioria dos especialistas coloca que a forma como foi descrito está clara e adequada aos objetivos. Para E8, a estruturação está muito bem feita, pensando no delineamento da construção da proposta bem como o modelo apresentado que explicita os aspectos Científicos, Históricos, Tecnológicos e Sociais. Este especialista ainda complementa seu registro fazendo uma

observação, apesar de ser importante existir uma demarcação em relação aos campos para fins didáticos, também é importante a compreensão dos participantes que muito do que é proposto acontece simultaneamente, evitando assim uma visão linear da coisa, isso é um desafio, porém observar tal ponto de maneira complexa ajuda (E8). Esse é um dos pontos abordados na proposta, em que a História da Ciência permeia os aspectos da Ciência, Tecnologia e Sociedade de maneira simultânea.

A percepção dada por E3 leva a reflexão também para a extensão da proposta além do Ensino de Física. Para E3, é possível observar claramente por meio dos exemplos citados como pode ser realizada a proposta HCTS de forma viável e significativa para a aprendizagem. Inclusive, como professora de Biologia e Ciências, vi facilmente que poderia ser transposta para a prática de ensino de Ciências no Ensino Fundamental, bem como na disciplina de Biologia e Química, além de Física que foi a disciplina abordada na proposta. Inclusive considero que este tipo de abordagem deve estar presente desde os primeiros anos do Ensino Fundamental e em projetos transdisciplinares. Esse registro demonstra que houve a compreensão da essência da proposta, que a mesma pode ir além do campo de ensino da Física.

Ainda na questão da clareza da Sequência Didática temos mais alguns registros para destacar. Para o especialista E6, a proposta está adequada aos referenciais de sequência didática e a sistematização permite fácil compreensão pelos docentes de física. Complementando o que já foi mencionado anteriormente. Temos ainda um registro que menciona não estar clara e adequada a forma como a Sequência Didática está proposta, para o especialista E12, não ficou muito claro que é uma sequência didática, são planos de aula que foram sugeridos relacionados ao tema de pesquisa. Este registro leva a percepção de que os exemplos apresentados geraram uma certa confusão na leitura, ponto este que merece atenção e sua devida revisão no texto da proposta.

Com relação aos objetivos da SD em concordância com a Proposta HCTS temos o registro do especialista E5 onde diz que o próprio item 3.4 da proposta corrobora com a viabilidade, já que mostra sequências desenvolvidas pela autora, no registro apresentado por E5 vemos que os

exemplos foram eficientes para sanar dúvidas em relação aos objetivos.

Em relação ao tempo proposto na Sequência Didática, o especialista E9 diz que: a minha impressão sobre a SD é que por limitações de tempo, conhecimentos, leituras prévias sobre história por parte de estudantes, justamente, a parte da história sofre o risco de ficar reduzida à contextualização, no que se refere a aspectos externos, e ao formalismo no que se refere aos seus aspectos internos. Nesse sentido cabe ressaltar que o aprofundamento do tema a ser estudado será delimitada pela experiência do professor em sala de aula e do perfil da sua turma.

É difícil prever como será o direcionamento do estudo após o tema ser proposto, o que se pode orientar são as atividades que serão realizadas, mas quais questionamentos e reflexões dependem muito do momento em sala de aula. Ainda em relação ao tempo, o especialista E7 diz que não fica claro quanto tempo será dedicada à essa proposta, por exemplo, ou quais conteúdos serão efetivamente trabalhados. Nesse ponto os conteúdos devem ser elencados pelo professor ao desenvolver seu planejamento, bem como o tempo que terá para trabalhar o assunto. Depende muito de quantas aulas estarão previstas para o período, mas o importante é começar o assunto e explorar o máximo possível de seus aspectos.

Ainda em relação ao tempo, para E8, outro ponto a se considerar é o tempo que tais propostas levam, há uma limitação clara do número de aulas e isso pode ser um empecilho na hora da aplicação, deve-se fugir da ideia conteudista claro, mas é importante que seja adequada ao tempo que temos em sala, como fazer uma proposta interessante destas caber no tempo que temos?” O número de aulas na proposta são apenas sugestões, como colocado anteriormente, depende muito do andamento geral.

Ao que diz respeito a estrutura da SD, os participantes da pesquisa levantam questões em que para alguns os elementos estão presentes, de forma clara e objetiva, enquanto outros especialistas ainda apresentam dúvidas nessa percepção. Assim, o especialista 1 traz algumas sugestões E1: “adequada, mas tenho algumas sugestões. Zabala divide a SD em três etapas, que são o planejamento, a aplicação e a avaliação. Mas quando chegamos ao quadro 3, há uma outra divisão. Está boa essa divisão, no entanto, não condiz

com o que citou de Zabala no tópico anterior. Seria interessante pelo menos mencionar, no item 3.1, algo como "na fase de planejamento, conforme Zabala (1998), serão identificados os elementos da abordagem cts", e assim por diante. A avaliação, por exemplo, que Zabala traz como um terceiro item, vc coloca dentro do desenvolvimento geral do quadro 3. Seria interessante reorganizar, e o que não puder ser escrito idêntico ao que Zabala faz, que pelo menos seja relacionado na escrita do texto." Essa é uma observação importante, que demonstra que mesmo sendo sugerido no corpo da proposta, a organização que Zabala propõe não ficou clara na SD, vale ressaltar que a proposta apresentada foi adaptada a partir das conceituações de Zabala.

A sugestão dada por E4 se refere aos elementos presentes na própria sequência, sendo relevantes para a proposta. Segundo E4, a parte do desenvolvimento geral (tópicos de estudo, objetivos específicos, estratégias de ensino, recursos didáticos, avaliação) também poderiam conter sugestões. Acredito que isso poderia fornecer aos professores uma base de como realizar esse desenvolvimento geral, utilizando essa abordagem HCTS. Esse registro sugere que a SD seja retomada e seus pontos sejam detalhados a fim de contemplar as explicações necessárias.

Outra observação importante apontada nos registros dos especialistas está na questão da avaliação, segundo E12 a parte da avaliação foi pouco explorada e ela é tão importante quanto o desenvolvimento e os objetivos, realmente esse ponto precisa ser melhor estruturado na proposta.

O especialista E2 deixa algumas sugestões muito pertinentes que devem ser revistas na proposta, para E2 após compreender a estrutura da proposta ela é viável para orientar os professores em suas aulas. No entanto, deixo algumas sugestões: na estrutura da SD poderiam ser incluídos os campos "problematização inicial" e "conhecimentos prévios", pois você fala da problematização e ela não aparece no quadro síntese da SD. Em relação aos conhecimentos prévios, você cita referenciais que ressaltam a relevância desse aspecto, no entanto, esse aspecto não aparece na SD. Inclusive, ele poderia ir também no quadro da proposta HCTS."

Na relação entre a Proposta HCTS, a RCN e a SD levantamos alguns registros. Para E11 "A estrutura norteadora para elaboração da sequência

didática me parece adequada, pois delimita processos, os organiza e ao mesmo tempo torna-se um elemento formativo para os professores, que pode então incluir em seu cabedal didático pedagógico.” Segundo E4 novamente, acredito que para que Sequência Didática possa ser trabalhada pelos professores nas suas aulas, além da parte da "abordagem HCTS" (aspecto histórico, aspecto científico, aspecto tecnológico, aspecto social), a parte do desenvolvimento geral (tópicos de estudo, objetivos específicos, estratégias de ensino, recursos didáticos, avaliação) também poderiam conter sugestões. Acredito que isso poderia fornecer aos professores uma base de como realizar esse desenvolvimento geral, utilizando essa abordagem HCTS. Os registros apresentados aqui enfatizam a relevância e aplicabilidade da proposta, e demonstram que alguns pontos precisam de uma atenção melhor.

#### 6.2.5 Considerações Gerais

Para a avaliação da proposta, a questão 5 levanta os aspectos positivos e também críticas e sugestões que possam contribuir para a melhor organização, fundamentação e apresentação da mesma para os professores de Física. Assim, com relação a organização da proposta segundo E1 seu texto está bem organizado e bem escrito. No que se refere ao desenvolvimento metodológico, fundamentação teórica e coerência da proposta para E6 bem coerente a proposta; e no registro de E12 ficou bem fundamentado.

No contexto da relevância para a formação de professores temos o registro do especialista E11, que diz há nessa proposta uma contextualização histórica no que tange a abordagem CTS, ou seja, a proposta apresentada historiciza as dimensões científica, tecnológica e social, e que por isso é bastante inovador. Esse registro propõe a viabilidade e coerência da proposta.

Nas palavras do especialista E4: “Aspectos positivos: - Abordagem nova e interessante, que pode trazer para a sala de aula conteúdos contextualizados. - Engloba vários aspectos além do conhecimento do conteúdo científico (aspectos históricos, aspectos sociais), podendo ser trabalhado também de maneira interdisciplinar.” .... “Achei as produções HCTS muito

interessantes, e nos mostra que é possível utilizar essa abordagem com vários conceitos.

E o registro dado por E5 diz que, certamente irá contribuir para a formação dos professores e de suporte para os atuais professores usarem como modelo. Ainda, com relação a aceitação da proposta, temos o registro de E9, achei importante a motivação e ele tem uma grande contribuição a oferecer para professores e professoras da educação básica, num tema carente de relações e conexões como perceber que a ciência também faz parte da história e também é uma cultura.

Pelas respostas obtidas é possível perceber o alto grau de aceitação da proposta, na qual se mostra relevante para o ensino de Física e para a formação dos professores, gerando uma grande expectativa para seu desenvolvimento como uma prática de ensino. Ainda com relação a questão 5, destacamos os registros que apresentam críticas ao desenvolvimento da proposta, na organização, desenvolvimento e relevância.

Ainda com relação a organização da proposta, temos alguns registros complementares, acerca principalmente da sequência didática. Sugestão do especialista E3: gostaria de sugerir é acrescentar ao quadro da proposta um campo com o título: questão problematizadora. Apenas para deixar mais evidente a relação do conteúdo com o contexto escolar no qual está inserido e a motivação da escolha do tema, pois acredito que isso está intimamente relacionado com o sucesso na aprendizagem. Sugestão do especialista E8: Uma sugestão, que levantei na questão anterior é justamente a parte do tempo, é um ponto para discussão, de como o tempo para que tais propostas sejam aplicadas é curto, e como se pode mudar tal cenário, de que forma.

Sugestão do especialista E11 para formação dos professores: No que tange a formação dos professores e considerando a complexidade do tema, penso que é importante no momento de sua aplicação didatizar o máximo sua exposição/ou processo, em razão do desconhecimento, tempo de formação ou falta de formação que os professores podem estar sujeitos. Essa observação é importante visto que uma das atividades futuras é a realização de oficinas e mini cursos destinado aos professores.

Um apontamento realizado pelo especialista E1: Algo importante é verificar se terá um público de professores que aceitem levar essa proposta/atividade de construção de proposta até o fim. Nesse caso, em complemento a questão anterior, podemos dizer que o professor irá se inscrever em um curso ou oficina de seu interesse, e portanto, haverá a motivação pessoal. Após compreender o que a Proposta HCTS sugere, o professor irá escolher a melhor forma para trabalhar.

## 7 CONCLUSÃO

As propostas de ensino pautadas na construção do conhecimento possuem um grande potencial educativo principalmente por levarem o estudante ao pensamento e a reflexão acerca dos conceitos estudados. Para que essas percepções se evidenciem, é necessário utilizar diferentes estratégias, métodos e modelos didáticos que organizem sequencialmente o que ensinar e como ensinar. São questões difíceis de solucionar, mas a escolha das estratégias adequadas reduz grande parte dessa jornada. Abordagens diferenciadas associadas ao ensino, visam facilitar o processo como um todo, sendo que, um dos fatores responsáveis por essa facilitação é a motivação, desencadeada pela compreensão dos conceitos estudados. Quanto mais o aluno compreende o assunto apresentado, mais motivado ele se sente para aprender novos conceitos.

A presente pesquisa foi elaborada com base nos estudos teórico-metodológicos até então realizados, o que possibilitou delimitar o objeto de investigação, levantar as hipóteses e os questionamentos norteadores. A construção, formulação e reformulação do trabalho teve o apoio e contribuição efetiva do grupo de pesquisa IFHIECEM durante todo o processo, desde as etapas iniciais até a conclusão. Os temas da História da Ciência e da abordagem CTS vem sendo objeto de estudo dos pesquisadores por vários anos, no entanto, a junção dos termos é uma proposta inédita. Assim temos a Proposta HCTS – História, Ciência, Tecnologia e Sociedade.

A proposta apresentada pode ser considerada um meio didático, que se desenvolve num contexto amplo, mas ao mesmo tempo direcionado ao assunto específico. É possível fazer relações entre o que a ciência trouxe de avanços para a sociedade, como a ciência foi e está sendo utilizada tecnologicamente e quais os entremeios que delinearão toda essa evolução, permeados e esclarecidos pela história da ciência, onde o entendimento do todo promove uma melhor compreensão dos seus fragmentos.

Os conhecimentos científicos são construídos ao longo das etapas da proposta, pela investigação histórica e social, pela trajetória tecnológica da ciência, levando a concretização dos conceitos estudados e,

portanto, sua contribuição para a aprendizagem dos conhecimentos abstratos. No levantamento bibliográfico levantado, para que o processo de ensino e aprendizagem seja produtivo, o professor é a chave para esse avanço. Dele depende o planejamento, a execução e a reflexão acerca da prática. Cabe ainda ao professor as investigações prévias levantando as características e interesses do público que irá ministrar e também a avaliação final do processo realizado.

Nesse contexto ressaltamos a importância dos Saberes Docentes, onde o professor mobiliza e ressignifica os saberes desenvolvidos no contexto do seu trabalho, incluindo nesse processo os saberes da sua formação inicial. Os saberes docentes vão além da experiência, compreendem também as dimensões teóricas e conceituais disciplinares, bem como as concepções acerca do que é ser professor.

Para investigar os saberes docentes desenvolvemos uma proposta didática com a fundamentação teórico-científica e também com exemplares da aplicação prática, com o intuito dar suporte aos docentes em suas aulas de Física. Estudamos o tema da Radiação do Corpo Negro permeado pela proposta HCTS e disponibilizamos a pesquisa para que especialistas da área pudessem fazer suas considerações validando a proposta.

Juntamente com a Proposta HCTS, desenvolvemos uma Sequência Didática, com base em diversos referenciais e adaptada das concepções de Zabala (1998). Com os dados obtidos com a pesquisa foi possível realizar as inferências dedutivas de acordo com os objetivos propostos. Dessa forma, a abordagem didática da Proposta HCTS para a Radiação do Corpo Negro foi analisada por 12 especialistas que fizeram suas considerações.

Assim, desenvolvido qualitativamente e com o objetivo de investigar a construção teórico-metodológica da proposta podemos concluir que a proposta teve o alcance esperado, sendo considerada relevante para o ensino de Física e para a formação de professores.

## REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David P. (1968). Educational psychology: A cognitive view. N. Y.: Holt, Rinehart and Winston

AUSUBEL, David P. NOVAK, Joseph Donald., & HANESIAN, Helen. Educational psychology: A cognitive view. N. Y.: Holt, Rinehart and Winston, 1978 – 733 p.

BARDIN, Laurence. Análise de Conteúdo. Tradução: Luís Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.

BATISTA, Irinéa de Lourdes. Uma adoção da História e Filosofia da Ciência no desenvolvimento dos saberes docentes interdisciplinares. In: BATISTA, Irinéa de Lourdes (org). Conhecimento e saberes na Educação em Ciências e Matemática. Londrina-PR: Editora Uel, 2016. Cap. 2. p. 157-167. Disponível em: <<http://www.uel.br/grupo-pesquisa/ifhiecem/arquivos/HFC.pdf>>. Acesso em: abril 2020.

BATISTA, Irinéa de Lourdes; LAVAQUI, Vanderlei; SALVI, Rosana Figueiredo. Interdisciplinaridade escolar no Ensino Médio por meio de trabalho com Projetos Pedagógicos. Investigações em Ensino de Ciências – V13(2), pp.209-239, 2008.

BATISTA, Irinéa de Lourdes. Reconstruções histórico-filosóficas e a pesquisa interdisciplinar em educação científica e matemática. In: Batista, I.L.; Salvi, R. F. (Org.). Pós-graduação em ensino de ciências e educação matemática: um perfil de pesquisas. 1a ed. Londrina: EDUEL - Editora da Universidade Estadual de Londrina, 2009.

BATISTA, Claudia Regina Gonçalves; GOMES, Jeane Cristina Rotta. A História das Ciências na Formação Docente: uma análise dos trabalhos apresentados nos anais do ENPEC nas edições de 2011 a 2019. XIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XIII ENPEC; 2021.

BELTRAN, Maria Helena Roxo; SAITO, Fumikazu; TRINDADE, Lais dos Santos Pinto. História da Ciência para formação de professores. São Paulo: Livraria da Física, 2014. 128 p.

BOGDAN, Robert; BIKLEN, Sari. Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto, 1994.

BRASIL. Lei nº 9394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

BRASIL/MEC/SEF. Referenciais para formação de Professores. Brasília: SEF, 1999.

BRASIL, 2001. Resolução CNE/CES nº 1301/2001. Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de Ciências Biológicas.

BRASIL. Referenciais para formação de professores. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, 2002.

BRASIL, 2013. Portaria nº 096/2013. Normas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Ministério da Educação. Brasília, 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular – Documento enviado ao Conselho Nacional de Educação. Brasília: MEC, 2017a.

BRASIL Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular – Documento homologado. Brasília: MEC, 2017b.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

CACHAPUZ, António et al. A emergência da didáctica das Ciências como campo específico de conhecimento. In. Revista Portuguesa de Educação, 2001, v.14, n.1, p.155-195.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. A pesquisa no ensino, sobre o ensino e sobre a reflexão dos professores sobre seus ensinamentos. Educação e Pesquisa. 2002, v. 28.

CARVALHO, Ana Maria Pessoa de; GIL-PÉREZ, Daniel. Formação de professores de Ciências: Tendências e Inovações. São Paulo: Cortez, 2011.

CORRÊA, Elocir Aparecida; COSTA, Eliane Picão da Silva; ROSAS, MOREIRA, Ana Lúcia Olivo Rosas. Cts no Ensino de Ciências: o que dizem as publicações acadêmicas sobre a formação inicial docente para os anos iniciais do Ensino Fundamental. Investigações em Ensino de Ciências –V27(2), pp. 176-196, 2022

CUNHA, Emmanuel R. Os saberes docentes ou saberes dos professores. Revista Cocar, v. 1, n. 2, p. 31-39. 2007. CNPq. Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil. A pesquisa no Brasil. Brasília, 2016. Disponível em: <<http://lattes.cnpq.br/web/dgp/por-lideranca-e-sexo>> acessado em fevereiro de 2020.

DELIZOICOV, Demétrio.; ANGOTTI, José André.; PERNAMBUCO, Marta Maria, Ensino de ciências: fundamentos e métodos. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2009.

FAZENDA, Ivani. Interdisciplinaridade: pensar, pesquisar, intervir. São Paulo: Cortez, 2014.

FAZENDA, Ivani. A pesquisa em educação e as transformações do conhecimento. Campinas: Papyrus, 1995.

FAZENDA, Ivani. Dicionário em construção: Interdisciplinaridade. São Paulo: Cortez, 2002.

GAUTHIER, Clermont; MARTINEAU, Stéphane; DESBIENS, Jean-François; SIMARD, Denis. Por uma teoria da pedagogia: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente. Ijuí: UNIJUÍ, 1998.

GARCEZ, Andrea; DUARTE, Rosalia; EISENBERG, Zena. Produção e análise de vídeo gravações em pesquisas qualitativas. Educação e Pesquisa., São Paulo, v. 37, n. 2, p. 249-261, Aug. 2011.

GELSTEIN, Shani, et al. Human Tears Contain a Chemosignal. Science 14, vol. 331, p. 226-230, 2011.

GIL PÉREZ, Daniel et al. Para uma imagem não deformada do trabalho Científico. Ciência e Educação. V.7, n. 2, p. 126,08-153, 2001.

HEERDT, Bettina. Saberes Docentes: Gênero, Natureza da Ciência e Educação Científica. 2014. 240 fls. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

IFHIECEM. Investigações em Filosofia e História da Ciência, Educação em Ciências e Matemática. Disponível: <http://www.uel.br/grupo-pesquisa/ifhiecem/index.html>.

LIMA-LOPES, Rodrigo Esteves de; CÂMARA, Marco Túlio; OLIVEIRA, Maria Luíza Tápias; Reflexões sobre formação de professores, linguagem e tecnologias. Comunicação & Educação, [S. l.], v. 26, n. 1, p. 179-191, 2021. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/comueduc/article/view/174967>. Acesso em: agosto de 2021.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: E.P.U., 1986.

MCCOMAS, Willian. Uma proposta de classificação para os tipos de aplicação da história da ciência na formação científica: implicações para a pesquisa e desenvolvimento. In: SILVA, Cibele Celestino; PRESTES, Maria. Elice. (Orgs.). Aprendendo ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas. 1. ed. São Carlos, SP: Tipografia Editora, 2013. cap. 4, p. 425-448.

MARTINS, Roberto de Andrade. A história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, Cibele Celestino. Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no Ensino. 1ª ed. São Paulo. Livraria da Física, 2006.p.17-30

MATTHEWS, David. Pandemic lockdown holding back female academics, data show. Times Higher Education (THE), 2020. Disponível em: <<https://www.timeshighereducation.com/news/pandemic-lockdown-holding-back->

female-academics-data-show>. Acesso em: julho 2020.

MATTHEWS, Michael. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. Cad. Cat. Ens. Fís., v. 12, n. 03, p. 164-214, 1995.

MENDONÇA, Lêda G. Aprendizagem Significativa Crítica. Porto Alegre, 2010. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/>>. Acesso em: 20 mar. 2020.

MENDONÇA, Lêda G. Aprendizagem Significativa: A Visão Clássica. In: \_\_\_\_\_. Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências: A Teoria da Aprendizagem Significativa. Porto Alegre, 2009. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/>>. Acesso em: 15 mar. 2020.

PIMENTA, Selma Garrido. O estágio na formação de professores. São Paulo: Cortez, 1994.

PIMENTA, Selma Garrido. Saberes pedagógicos e atividade docente. São Paulo: Cortez, 2002.

PIMENTA, Selma Garrido. Professor Reflexivo: construindo uma crítica. In: PIMENTA, Selma Garrido; GHEDIN Evandro (org.). Professor reflexivo no Brasil: gênese e crítica de um conceito. 4ª. Edição, São Paulo: Cortez, 2006.

PIMENTA, Selma G.; GARRIDO, Elsa; MOURA, Manoel. Pesquisa colaborativa

SCHÖN, Donald A. Educando o Profissional Reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem. Trad. Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SCHÖN, Donald A. Formar professores como profissionais reflexivos. In: NÓVOA, A. (coord.) Os professores e a sua formação. Lisboa: Dom Quixote, 1995, p. 77-91.

SCOTT, Joan. O enigma da igualdade. Estudos Feministas, Florianópolis, 13(1): 11-30, janeiro-abril, 2005.

SIQUEIRA, Maxwell Roger da Purificação. Professores de Física em contexto de inovação curricular: saberes docentes e superação de obstáculos didáticos no ensino de física moderna e contemporânea, 2012. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Doi: 10.11606/T.48.2012.tde-04102012-133540. Acesso em 12/08/2022.

TARDIF, Maurice. Saberes docentes e formação profissional. Petrópolis: Vozes, 2002.

TARDIF, Maurice. Saberes docentes e formação profissional. 17 ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2014.

TARDIF, Maurice. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos

universitários: Elementos para uma epistemologia da prática profissional dos professores e suas consequências em relação à formação para o magistério. Revista Brasileira de Educação, Rio de Janeiro, v. 13, n. 5, p. 5-24, 2000. Disponível em: <[http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/jurema/materiais/RBDE13\\_05\\_MAUURICE\\_TARDIF.pdf](http://www.joinville.udesc.br/portal/professores/jurema/materiais/RBDE13_05_MAUURICE_TARDIF.pdf)>. Acesso em: junho 2021.

TARDIF, Maurice. Los saberes del docente y su desarrollo profesional. Narcea Ediciones, 2 de fev. de 2004.

ZABALA, Antoni. A prática educativa. Tradução: Ernani F. da F. Rosa. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

## **APÊNDICES**

## **APÊNDICE A**

Questionário enviado aos especialistas utilizado na análise da Proposta HCTS

1. Com relação a Proposta HCTS, o estudo da História da Ciência e das relações CTS é um tema relevante para a Formação dos Professores? Por favor, explique sua resposta.
2. A Proposta HCTS, na forma como está estruturada, contém os elementos necessários para a compreensão e utilização da mesma pelos professores? Por favor, comente sua resposta.
3. Com relação ao estudo da Radiação do Corpo Negro, o conteúdo apresentado condiz com os elementos da Proposta HCTS? Por favor, especifique.
4. A Sequência Didática apresentada na Unidade 3 da Proposta se mostra adequada e viável para ser trabalhada pelos professores nas suas aulas? Por favor, comente sua resposta.
5. Por gentileza, deixe seus comentários (aspectos positivos e críticas) a respeito da Proposta HCTS elaborada para a formação de professores de Física, e sugestões de possíveis alterações.

## APÊNDICE B

Modelo de Quadro Proposto para a Sequência Didática HCTS

INSTITUIÇÃO DE ENSINO		
DISCIPLINA	SÉRIE/TURMA	
PROFESSOR	CURSO	
UNIDADE TEMÁTICA:		Nº DE AULAS
CONTEÚDO:		
OBJETIVO GERAL:		
ABORDAGEM HCTS	ASPECTO HISTÓRICO	
	ASPECTO CIENTÍFICO	
	ASPECTO TECNOLÓGICO	
	ASPECTO SOCIAL	
DESENVOLVIMENTO GERAL	TÓPICOS DE ESTUDO (TEMAS PROBLEMATIZADORES)	
	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
	ESTRATÉGIAS DE ENSINO	
	RECURSOS DIDÁTICOS	
	AVALIAÇÃO PROCESSUAL	
	REFERÊNCIAS	

Fonte: Autoria própria (2022)

## **APÊNDICE C**

### **Questionário - Respostas dadas pelos especialistas**

**QUESTÃO 1. Com relação à Proposta HCTS, o estudo da História da Ciência e das relações CTS é um tema relevante para a Formação dos Professores? Por favor, explique sua resposta.**

#### **ESPECIALISTA 1 (E1)**

“muito importante! HFC ajudam-nos a compreender como a ciência funciona, com todas as suas articulações com o 'mundo real'. E o enfoque CTS também partilha disso, ao mostrar como a ciência está necessariamente relacionada com as tecnologias e o social. a junção de HFC e CTS faz muito sentido para se compreender o que de fato é a ciência, como ela funciona, e como está presente no cotidiano das pessoas”

#### **ESPECIALISTA 2 (E2)**

Sim. A História da Ciência e relações CTS podem promover um ensino mais contextualizado e reflexivo, com potencialidade de facilitar um ensino crítico. Desse modo, esses temas devem estar presentes na formação inicial/continuada de professores.

#### **ESPECIALISTA 3 (E3)**

Sim, a proposta HCTS é relevante, pois permite a articulação dos conteúdos e contextualização na História da Ciência desde a Formação Docente, por meio da compreensão da evolução da ciência em diferentes contextos culturais e históricos. Este tipo de abordagem favorece a análise crítica e contextualizada dos conteúdos trabalhados na escola e com isso promove uma aprendizagem significativa.

#### **ESPECIALISTA 4 (E4)**

Acredito que sim, pois a História da Ciência junto com as relações CTS podem fornecer aos professores e professoras uma nova abordagem metodológica para se trabalhar com os alunos em sala de aula, de uma maneira que seja possível contextualizar o assunto proposto.

#### **ESPECIALISTA 5 (E5)**

Certamente sim. Partindo do pressuposto que futuros e atuais professores precisam conhecer a natureza de suas respectivas áreas de formação, neste caso, o estudo da história da física pode permitir entender o desenvolvimento de episódios históricos acerca da radiação do corpo negro, bem como a sua relação com a sociedade e a tecnologia.

#### **ESPECIALISTA 6 (E6)**

Sim. Certamente a relevância está em ajudar a explicar e situar os conceitos em relação a complexidade, a visão menos fragmentada, contextualizadas e que

influência na sociedade.

### **ESPECIALISTA 7 (E7)**

É um tema fundamental para a formação de professores. Ainda mais nessa época de "pós verdade" que vivenciamos, a compreensão da Ciência enquanto construção humana, fruto de uma época e inserida em sociedade torna possível compreender as possibilidades e limites da Ciência, bem como seu papel. A formação docente nesse sentido ainda se mostra bastante fragilizada, tendendo para uma perspectiva positivista do conhecimento, que acaba tornando seu ensino desinteressante e repetitivo.

### **ESPECIALISTA 8 (E8)**

Sim é relevante. Entendo que a relevância da proposta se dá em sua essência, ou seja, o ensino de ciências visa alfabetizar científica e tecnologicamente, para isso, diversos pontos devem ser abordados, como por exemplo a não neutralidade da ciência da tecnologia e como tais fatores afetam e são afetados por fatores sociais. Isso só se dá de maneira efetiva quando professores dispõem de conhecimentos e instrumentos teóricos que possibilitem abordar a temática em sala de aula, e esse momento (inicialmente) é justamente em sua formação.

### **ESPECIALISTA 9 (E9)**

O estudo da história das ciências e das relações CTS é relevante para a formação de professores, principalmente, por oferecer uma oportunidade para entender as disciplinas científicas como um processo através do qual o conhecimento sobre a natureza é elaborado, descartado e reelaborado. Essa compreensão é importante para dar autonomia às professoras e professores para refletirem sobre e criticarem esse processo.

### **ESPECIALISTA 10 (E10)**

Sim, pois possibilita que o professor tenha visão holística do assunto científico que abordará em sala de aula, permitindo que este contextualize e estabeleça relações com a sociedade (podendo trazer, inclusive, uma visão interdisciplinar dos conceitos) e com o desenvolvimento tecnológico.

### **ESPECIALISTA 11 (E11)**

Sim, pois embora a abordagem CTS seja ampla e evidencie diversos elementos da realidade vivencial, a história da Ciência nem sempre é abordada.

### **ESPECIALISTA 12 (E12)**

Sim, por meio da História da Ciência é possível fazer uma análise mais crítica a respeito dos desenvolvimentos tecnológicos e sociais com os olhos voltados a realidade da época. A História permeia todas as relações da CTS.

**QUESTÃO 2 - A Proposta HCTS, na forma como está estruturada, contém os elementos necessários para a compreensão e utilização pelos professores? Por favor, comente sua resposta.**

**ESPECIALISTA 1 (E1)**

Sim, com relação à base teórica, tudo bem compreensível.

**ESPECIALISTA 2 (E2)**

Se formos olhar somente para o quadro 01 e a descrição da Unidade 01 eu diria que não seria o suficiente. Pois, os exemplares que você mostra na unidade 02 e 03 são relevantes para que os professores tenham uma compreensão mais detalhada dos elementos da proposta. Inclusive, os exemplares que você mostra na unidade 03 poderiam ser mostrados na unidade 01. Assim, quando os professores passarem para a unidade 02 já poderiam tentar elaborar o quadro referente ao conteúdo de radiação de corpo negro. Acredito que isso facilitaria a compreensão dos professores.

**ESPECIALISTA 3 (E3)**

Sim, creio que a proposta apresentada, por meio dos exemplos presentes no texto analisado, possibilita que o professor compreenda os principais aspectos sugeridos e possa planejar, executar e avaliar a forma como irá desenvolver o conteúdo selecionado. Sendo assim, podem colaborar na formação de ferramentas e metodologias que favoreçam a inserção crítica da proposta HCTS na prática diária do professor.

**ESPECIALISTA 4 (E4)**

Penso que para que os professores possam utilizar a proposta HCTS, no caso da Radiação do Corpo Negro, necessitaria de um detalhamento maior nas possíveis atividades a serem realizadas nessa proposta. Por exemplo, talvez alguma atividade experimental para explicar/discutir algum assunto específico, ou uma simulação virtual, ou discussão de textos históricos, etc. Além disso, ajudaria os professores também, na utilização dessa proposta, sugestões de atividades avaliativas, de acordo com a perspectiva HCTS.

**ESPECIALISTA 5 (E5)**

Acredito que sim, pois os aspectos históricos, científicos, sociais e tecnológicos estão bem delineados e explícitos na proposta.

**ESPECIALISTA 6 (E6)**

Sim. Está bem fundamentada em elementos científicos, históricos, epistemológicos, sociológicos e sociais.

**ESPECIALISTA 7 (E7)**

Em partes. É preciso deixar mais claro que se trata de uma proposta para professores de graduação. Se fazem necessárias informações mais visuais. Figuras, exemplos, que tornem a linguagem menos abstrata, tendo em vista que uma das dificuldades que os professores apresentam é exatamente na transposição didática desses conteúdos para os alunos. Confesso que em vários momentos fiquei confuso, para entender se essa é uma proposta voltada para professores formadores, ou para licenciandos.

### **ESPECIALISTA 8 (E8)**

Acredito que sim, uma vez que a estruturação da proposta está condizente com os objetivos pensados. Além disso, a utilização do exemplar da Radiação do Corpo Negro como uma espécie de estudo de caso facilita a compreensão das etapas, dos pontos que devem ser pensados para a construção de uma proposta HCTS.

### **ESPECIALISTA 9 (E9)**

Sinto que os passos a serem seguidos pelos professores foram bem justificados e introdutoriamente apresentados. Fiquei com a impressão de que, por se tratar de uma sequência bem definida de passos, existe o risco do reducionismo do conhecimento da história à mera contextualização.

### **ESPECIALISTA 10 (E10)**

Sim, o texto possui um potencial de transposição didática interessante, e pode ser transformado em um guia didático para embasar o professor a respeito da RCN.

### **ESPECIALISTA 11 (E11)**

A proposta HCTS me parece bastante apropriada, pois explicita de maneira clara as 4 dimensões de ensino, o que no momento de sua utilização deve auxiliar os professores na organização do ensino e na elaboração da sequência didática.

### **ESPECIALISTA 12 (E12)**

Sim, as sequências didáticas e os planos apresentados no trabalho são favoráveis a compreensão e aplicação pelos docentes.

**QUESTÃO 3. Com relação ao estudo da Radiação do Corpo Negro, o conteúdo apresentado condiz com os elementos da Proposta HCTS? Por favor, especifique.**

### **ESPECIALISTA 1 (E1)**

achei muito boa a forma que traz o conteúdo. Está clara e organizada. Parabéns.

### **ESPECIALISTA 2 (E2)**

Acredito que sim. Embora o texto precise passar por uma revisão, para deixar alguns trechos mais claros e incluir referências, você apresentou os elementos que configuram a proposta HCTS.

### **ESPECIALISTA 3 (E3)**

Sim, ele apresentou todos os aspectos citados no todo e nas partes de forma contextualizada e clara.

### **ESPECIALISTA 4 (E4)**

Sim, pelo modo como o conteúdo da Radiação de Corpo Negro é apresentado, podemos perceber os elementos da Proposta HCTS e o entrelaçamento a História da Ciência e das relações CTS de maneira evidente.

### **ESPECIALISTA 5 (E5)**

Acredito que sim, apesar de não ter conhecimento suficientemente adequado para uma análise qualitativa do estudo da Radiação do Corpo Negro, os elementos de uma proposta HCTS podem ser encontrados na discussão apresentada.

### **ESPECIALISTA 6 (E6)**

Sim. Ao explorar o conteúdo, é possível trazer elementos históricos, sociológicos, tecnológicos e sociais. As relações ajudam a compreender melhor o conceito, o que tende a facilitar a aprendizagem significativa aos estudantes. O ensino de física se torna mais simples, pois faz sentido aqueles que estudam.

### **ESPECIALISTA 7 (E7)**

Sim. Os conteúdos realizam um resgate histórico, tecnológico e de sociedade. Senti falta apenas de uma maior conexão entre esses aspectos, talvez por eles estarem apresentados de forma separada.

### **ESPECIALISTA 8 (E8)**

Sim, como citado na proposta, o tema da Radiação do Corpo Negro é uma temática que tem grande relevância histórica e impactou diretamente os campos tecnológicos e sociais. Com isso a estruturação da proposta pôde se desenvolver de maneira clara, abordando cada ponto da HCTS de maneira explícita, facilitando assim a compreensão. O quadro no final da Unidade 2 sintetiza bem qual os objetivos de cada etapa da proposta e como eles se entrelaçam de maneira complexa.

### **ESPECIALISTA 9 (E9)**

O conteúdo apresentado condiz com o que se apresenta na proposta, principalmente no sentido da apresentação teórica, das justificativas, dos conteúdos relacionados à radiação de corpo negro, mas o intrincamento do processo de construção do conhecimento científico na história não fica claro, diria.

### **ESPECIALISTA 10 (E10)**

Sinto falta de uma relação mais bem estabelecida nos pressupostos histórico-tecnológicos. Os exemplos dos códigos de barras e dos altos-fornos, por exemplo, podem ser melhor explorados que o material didático seja potencialmente significativo.

### **ESPECIALISTA 11 (E11)**

A radiação de corpo negro é uma tem complexo dentro da física, pois situa-se nas origens da física quântica, em que há uma mudança epistemológica, do contínuo para o discreto. Dito isso, penso que o conteúdo do estudo está bem construído.

### **ESPECIALISTA 12 (E12)**

sim, deixou claro a contribuição de cada elemento da HCTS dentro do conteúdo e estudos da RCN

**QUESTÃO 4. Estrutura da Sequência Didática apresentada na Unidade 3 da Proposta se mostra adequada e viável para ser trabalhada pelos professores nas suas aulas? Por favor, comente sua resposta.**

### **ESPECIALISTA 1 (E1)**

Adequada, mas tenho algumas sugestões. Zabala divide a sd em três etapas, que são o planejamento, a aplicação e a avaliação. Mas quando chegamos ao quadro 3, há uma outra divisão. Está boa essa divisão, no entanto, nao condiz com o que citou de zabala no tópico anterior. Seria interessante pelo menos mencionar, no item 3.1, algo como "na fase de planejamento, conforme zabala (1998), serão identificados os elementos da abordagem cts", e assim por diante. A avaliação, por exemplo, que zabala traz como um terceiro item, vc coloca dentro do desenvolvimento geral do quadro 3. Seria interessante reorganizar, e o que não puder ser escrito idêntico ao que zabala faz, que pelo menos seja relacionado na escrita do texto. Outra coisa, a estrutura do quadro 3 traz 'abordagem cts', enquanto os quadros seguintes, onde você traz exemplos, aparece 'perspectivas cts'. Acho interessante padronizar.

### **ESPECIALISTA 2 (E2)**

Sim. Após compreender a estrutura da proposta ela é viável para orientar os professores em suas aulas. No entanto, deixo algumas sugestões: na estrutura da SD poderiam ser incluídos os campos "problematização inicial" e "conhecimentos prévios", pois você fala da problematização e ela não aparece no quadro síntese da SD. Em relação aos conhecimentos prévios, você cita referenciais que ressaltam a relevância desse aspecto, no entanto esse aspecto não aparece na SD. Inclusive, ele poderia ir também no quadro da proposta HCTS.

### **ESPECIALISTA 3 (E3)**

Sim. É possível observar claramente por meio dos exemplos citados como pode ser realizada a proposta HCTS de forma viável e significativa para a aprendizagem.

Inclusive, como professora de Biologia e Ciências, vi facilmente que poderia ser transposta para a prática de ensino de Ciências no Ensino Fundamental, bem como na disciplina de Biologia e Química, além de Física que foi a disciplina abordada na proposta. Inclusive considero que este tipo de abordagem deve estar presente desde os primeiros anos do Ensino fundamental e em projetos transdisciplinares.

#### **ESPECIALISTA 4 (E4)**

Novamente, acredito que para que Sequência Didática possa ser trabalhada pelos professores nas suas aulas, além da parte da "abordagem HCTS" (aspecto histórico, aspecto científico, aspecto tecnológico, aspecto social), a parte do desenvolvimento geral (tópicos de estudo, objetivos específicos, estratégias de ensino, recursos didáticos, avaliação) também poderiam conter sugestões. Acredito que isso poderia fornecer aos professores uma base de como realizar esse desenvolvimento geral, utilizando essa abordagem HCTS.

#### **ESPECIALISTA 5 (E5)**

Sim, mas para além de meu juízo da proposta, o próprio item 3.4 da proposta corrobora com a viabilidade, já que mostra sequências desenvolvidas pela autora.

#### **ESPECIALISTA 6 (E6)**

Sim. Está adequada aos referenciais de sequência didática e a sistematização permite fácil compreensão pelos docentes de física.

#### **ESPECIALISTA 7 (E7)**

Em partes. Se entendi corretamente, trata-se de uma sequência didática onde os alunos deverão construir SD voltadas para a temática HCTS. Mas não fica claro quanto tempo será dedicada à essa proposta, por exemplo, ou quais conteúdos serão efetivamente trabalhados. Acho importante trazer maior clareza para quais são as etapas da proposta da autora.

#### **ESPECIALISTA 8 (E8)**

A estruturação está muito bem feita, pensando no delineamento da construção da proposta bem como o modelo apresentado que explicita os aspectos Científicos, Históricos, Tecnológicos e Sociais. Uma questão que deve ser pensada é que, apesar de ser importante existir uma demarcação em relação aos campos para fins didáticos, também é importante a compreensão dos participantes que muito do que é proposto acontece simultaneamente, evitando assim uma visão linear da coisa, isso é um desafio, porém observar tal ponto de maneira complexa ajuda. Outro ponto a se considerar é o tempo que tais propostas levam, há uma limitação clara do número de aulas e isso pode ser um empecilho na hora da aplicação, deve-se fugir da ideia conteudista claro, mas é importante que seja adequada ao tempo que temos em sala, como fazer uma proposta interessante destas caber no tempo que temos? É um desafio que pode ser pensado durante a aplicação.

#### **ESPECIALISTA 9 (E9)**

Não posso opinar muito aqui por falta de conhecimento prático sobre como trabalhar o tema em aulas da educação básica, do EM, inclusive. Mas insisto que a minha impressão sobre a SD é que por limitações de tempo, conhecimentos, leituras prévias sobre história por parte de estudantes, justamente, a parte da história sofre o risco de ficar reduzida a contextualização, no que se refere a aspectos externos, e ao formulismo no que se refere aos seus aspectos internos.

### **ESPECIALISTA 10 (E10)**

Sim, está adequada

### **ESPECIALISTA 11 (E11)**

A estrutura norteadora para elaboração da sequência didática me parece adequada, pois delimita processos, os organiza e ao mesmo tempo torna-se um elemento formativo para os professores, que pode então incluir em seu cabedal didático pedagógico.

### **ESPECIALISTA 12 (E12)**

Para mim não ficou muito claro que é uma sequência didática, são planos de aula que foram sugeridos relacionados ao tema de pesquisa. Achei que a parte da avaliação foi pouco explorada e ela é tão importante quanto o desenvolvimento e os objetivos.

**QUESTÃO 5. Por gentileza, deixe seus comentários (aspectos positivos e críticas) a respeito da Proposta HCTS elaborada para a formação de professores de Física, e sugestões de possíveis alterações.**

### **ESPECIALISTA 1 (E1)**

1) No quadro 3 há a indicação de 'abordagem cts', e 'desenvolvimento geral'. Você dá vários exemplos da 'abordagem cts' que já realizou em sala. No entanto, não aparece nenhum do 'desenvolvimento geral'. acho que o professor se sentiria mais guiado se visse como de fato deve pensar essa segunda parte do quadro. Eu sugeriria colocar pelo menos um exemplo do quadro completo. 2) Não sei eu me perdi na leitura, ou se não está claro que o professor pode planejar quantas aulas quiser para a SD dele. Se não constar isso, acho interessante acrescentar. 3) Algo importante é verificar se terá um público de professores que aceitem levar essa proposta/atividade de construção de proposta até o fim. Relato isso porque estou com uma aluna fazendo algo parecido, mas na área de metodologias ativas, e os professores simplesmente desistem quando precisam 'fazer coisas', como planos de aula, SD, etc. Acho importante pensar antes uma forma de amarrar bem a proposta/curso e a facilidade de participação desses professores, para que tenha uma boa amostra para análise posteriormente.

### **ESPECIALISTA 2 (E2)**

Algumas sugestões: Na Unidade 01 não ficou evidenciado como seria executada a

unidade. Você traria artigos para os professores lerem (quais artigos)? Faria uma exposição oral da proposta? O mesmo vale para a Unidade 02. Não ficou evidente como você procederia enquanto formadora para executar essa unidade. Outro item que também fez falta foi uma estimativa de tempo para realização das atividades, em ambas as unidades. As equações e símbolos precisam ser formatados de forma padronizada. Na unidade 03, você também poderia trazer um exemplar do quadro da sequência didática, poderia ser com o conteúdo RCN.

### **ESPECIALISTA 3 (E3)**

Como bióloga não posso deixar de citar que caberia ainda no quadro mais um campo: o ambiental, mas claro que compreendo que mesmo não sendo citado, não quer dizer que ele não seja contemplado durante o desenvolvimento do conteúdo. Outro ponto que gostaria de sugerir é acrescentar ao quadro da proposta um campo com o título: questão problematizadora. Apenas para deixar mais evidente a relação do conteúdo com o contexto escolar no qual está inserido e a motivação da escolha do tema, pois acredito que isso está intimamente relacionado com o sucesso na aprendizagem.

### **ESPECIALISTA 4 (E4)**

Aspectos positivos: - Abordagem nova e interessante, que pode trazer para a sala de aula conteúdos contextualizados. - Engloba vários aspectos além do conhecimento do conteúdo científico (aspectos históricos, aspectos sociais), podendo ser trabalhado também de maneira interdisciplinar.

### **ESPECIALISTA 5 (E5)**

Parabéns pelo trabalho, certamente irá contribuir para a formação dos professores e de suporte para os atuais professores usarem como modelo.

### **ESPECIALISTA 6 (E6)**

Em anexo

### **ESPECIALISTA 7 (E7)**

A ideia é apropriada e relevante para a formação de professores, porém ainda carece de alguma organização. O documento apresentado se concentrou muito nos elementos teóricos da proposta, porém não fica tão claro como se dará de fato sua implementação. Nesse sentido, sugiro por exemplo, que a autora elabore um quadro, com o mesmo perfil dos modelos sugeridos na sessão 3. Como a radiação de corpo negro será usada? Vai ser apenas apresentada como um exemplo? Serão utilizadas aulas para discutir esse conteúdo com a turma? Quanto tempo os alunos terão para construir suas próprias sequências? A autora avaliará essas sequências de alguma forma?

### **ESPECIALISTA 8 (E8)**

Uma sugestão, que levantei na questão anterior é justamente a parte do tempo, é um ponto para discussão, de como o tempo para que tais propostas sejam aplicadas é

curto, e como se pode mudar tal cenário, de que forma?

### **ESPECIALISTA 9 (E9)**

Quando se diz: "história da ciência é um tema" - talvez substituir a palavra tema pq implica em reducionismo da história; - quando se diz "concepções erradas acerca do método científico" - problematizar "método científico" à luz da própria história: não é apenas um método, são vários. - tratar da questão da radiação de corpo negro (clássica versus quântica) a partir da perspectiva das controvérsias científicas: como cientistas escolhem teorias (Paul Feyerabend), disputas de poder (Bourdieu ou Foucault), etc. ou por exemplo, a partir das ideias de Thomas Kuhn); - criticar também o processo de construção do conhecimento em história: ele se baseia no uso de fontes, que fontes são essas? o que, quem essas fontes excluem? - mais do que selecionar materiais sem erros históricos, é importante introduzir a dimensão do que significa "anacronismo", ou introduzir a ideia da historicidade dos próprios conceitos; - mais importante do que olhar para os instrumentos e ferramentas, artefatos transpostos do contexto pela técnica, é avaliar os impactos da tecnologia no recrudescimento das desigualdades.

### **ESPECIALISTA 10 (E10)**

Fiz as considerações nas questões anteriores, mas, em linhas gerais, considero que a proposta está adequada

### **ESPECIALISTA 11 (E11)**

Há nessa proposta uma recontextualização histórica no que tange a abordagem CTS, ou seja, a proposta apresentada historiciza as dimensões científica, tecnológica e social, e que por isso é bastante inovador. No que tange a formação dos professores e considerando a complexidade do tema, penso que é importante no momento de sua aplicação didatizar o máximo sua exposição/ou processo, em razão do desconhecimento, tempo de formação ou falta de formação que os professores podem estar sujeitos.

### **ESPECIALISTA 12 (E12)**

O seu objetivo geral é apresentar uma proposta, então, para mim faltou apresentá-la como um todo. Desde o início até o fim. Deixar mais claro como pode ser desenvolvida na prática, quais instrumentos podem ser utilizados, quais possíveis avaliações, os procedimentos metodológicos. Algo mais real para que o docente leia e consiga reproduzir ou identificar o que ele pode adaptar ou alterar. A proposta parece mais possíveis planos de aula do que uma sequência. O seu tema é proposta HCTS para a RCN, eu estava esperando UMA proposta, no fim você coloca que foram atividades que podem ser aplicadas como oficina, talvez deixar mais claro que é uma "proposta de oficina voltada para a HCTS no ensino de física: radiação do corpo negro".

### **Considerações finais**

**Agradeço sua participação! Caso queira, deixe seu comentário final.**

### **ESPECIALISTA 1 (E1)**

“Seu texto está bem organizado e bem escrito. Alguns errinhos de português passaram, mas na revisão certamente serão corrigidos. Notei também algumas palavras iguais na mesma frase, mas nada grave, e facilmente substituível. Parabéns pela proposta, acredito ter um grande potencial. No entanto, como já comentei, você depende que professores se dediquem a criarem as SD para você, e isso é um grande desafio. Esses professores só farão isso se for muito importante para eles. Você precisará criar essas condições de importância: certificação com várias horas, não atrapalhar o horário de aula deles, não atrapalhar os fins de semana. Isso é bem complicado. Tomara que você já tenha um grupo certo e participativo! Boa sorte.”

#### **ESPECIALISTA 2 (E2)**

“Comentário particular: Força, vai dar certo!”

#### **ESPECIALISTA 4 (E4)**

“Achei as produções HCTS muito interessantes, e nos mostra que é possível utilizar essa abordagem com vários conceitos.”

#### **ESPECIALISTA 6 (E6)**

“Achei bem coerente a proposta.”

#### **ESPECIALISTA 7 (E7)**

“Parabenizo pela pesquisa, e desejo sucesso no doutorado.”

#### **ESPECIALISTA 8 (E8)**

“Obrigado pelo convite, espero ter ajudado :)”

#### **ESPECIALISTA 9 (E9)**

“Eu gostei do trabalho, achei importante a motivação e ele tem uma grande contribuição a oferecer para professores e professoras da educação básica, num tema carente de relações e conexões como perceber que a ciência também faz parte da história e também é uma cultura. Agradeço pela oportunidade e, apesar de não conhecer especificamente o episódio do desenvolvimento das ideias relacionadas a radiação de corpo negro, me disponho a contribuir. =)”

#### **ESPECIALISTA 11 (E11)**

“Desejo uma boa continuidade no trabalho.”

#### **ESPECIALISTA 12 (E12)**

“achei que ficou bem fundamentado seu trabalho, muito interessante você ter apresentado algo que já aplicou, isso te dá segurança. Alguns pontos precisam ser melhorados, mas pelo curto tempo, achei que fez um ótimo trabalho! Torço muito por você!!! Um beijo”

