

RESSALVA

Atendendo solicitação do autor, o texto completo deste documento será disponibilizado somente a partir de 28/04/2028.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS
CÂMPUS DE BAURU**

IGOR MACHADO NOSSA

**EDUCAÇÃO PARA O RISCO NA
FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE FÍSICA**

Bauru
2026

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA

IGOR MACHADO NOSSA

EDUCAÇÃO PARA O RISCO NA
FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE FÍSICA

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
de Bauru – Unesp como parte dos requisitos
para obtenção do título de Doutor.

Orientador: **Leandro Londero da Silva**

N897e	Nossa, Igor Machado EDUCAÇÃO PARA O RISCO NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE FÍSICA / Igor Machado Nossa. -- Bauru, 2026 412 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, Bauru Orientador: Leandro Londero da Silva 1. Educação para o risco. 2. Ensino de física. 3. Formação de professores. 4. Sociedade de risco. 5. Teoria cultural do risco. I. Título.
-------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp.
Dados fornecidos pelo autor(a).

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE IGOR MACHADO NOSSA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 28 de abril de 2026, às 14h, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de TESE DE DOUTORADO de IGOR MACHADO NOSSA, intitulada "Educação para o Risco na Formação Inicial de Professores de Física". A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Prof. Dr. LEANDRO LONDERO DA SILVA (Orientador(a) - Participação Presencial) do(a) Departamento de Educação / UNESP / Câmpus de São José do Rio Preto - Ibilce, Prof(a). Dr(a). JULIA SILVIA GUIVANT (Participação Virtual) do(a) Sociologia Política / UFSC - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA, Prof. Dr. ERNANI VASSOLER RODRIGUES (Participação Virtual) do(a) Departamento de física / Universidade do Espírito Santo, Prof. Dr. SAMUEL MOLINA SCHNORR (Participação Virtual) do(a) ICB - Instituto de Ciências Biológicas / Universidade de Brasília, Profa. Dra. ANA CAROLINA PONTALTI MONARI (Participação Virtual) do(a) Instituto de Computação -Departamento de Sistemas de Informação / Unicamp, Após a exposição pelo doutorando e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, o discente recebeu o conceito final _ . Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.



Prof. Dr. LEANDRO LONDERO DA SILVA

IMPACTO POTENCIAL DESTA PESQUISA

Alinhada à Educação de Qualidade, a tese impacta a sociedade ao capacitar futuros professores de Física na Educação para o Risco. A pesquisa promove o pensamento crítico sobre as implicações sociais e éticas do desenvolvimento científico-tecnológico, preparando cidadãos para tomarem decisões em contextos de incerteza.

IGOR MACHADO NOSSA

EDUCAÇÃO PARA O RISCO NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE FÍSICA

Tese apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, Bauru, para obtenção do título de Grau acadêmico Doutor em Educação para a Ciência.

Área de Concentração: Educação para a Ciência

Data da defesa: 28/04/2026

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Leandro Londero da Silva
UNESP - Faculdade de Ciências - Câmpus de Bauru

Profa. Dra. Ana Carolina Pontalti Monari
Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

Prof. Dr. Ernani Vassoler Rodrigues
Universidade Federal do Espírito Santo (UFES)

Profa. Dra. Julia Silvia Guivant
Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

Prof. Dr. Samuel Molina Schnorr
Universidade de Brasília (UnB)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, por toda dedicação, carinho e educação, que me possibilitaram chegar até aqui. Tudo o que sou devo a vocês.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Leandro Londero da Silva, pelos inúmeros ensinamentos acadêmicos, culturais e humanos ao longo de toda essa jornada. Por tanta dedicação, paciência e coerência em tudo que se dispõe a fazer. As leituras atentas, as sugestões precisas e as orientações generosas foram fundamentais para o meu amadurecimento enquanto pesquisador e educador. Este trabalho carrega a sua marca em cada página.

A todos os meus professores, desde a pré-escola até a pós-graduação, por tudo que me ensinaram e pelo exemplo que foram e continuam sendo para mim. A docência que defendo nesta tese é, antes de tudo, reflexo daquilo que aprendi com vocês.

A todos os colegas da equipe de pesquisa “Susana Lehrer de Souza Barros”, pela companhia agradável, pelas discussões instigantes e pelos muitos ensinamentos que tornaram esta caminhada mais rica e menos solitária.

Aos membros da banca examinadora, Profa. Dra. Ana Carolina Pontalti Monari, Prof. Dr. Ernani Vassoler Rodrigues, Profa. Dra. Julia Silvia Guivant e Prof. Dr. Samuel Molina Schnorr, pela disponibilidade e pelas contribuições que certamente enriquecerão este trabalho.

Aos licenciandos que participaram desta pesquisa, por compartilharem suas percepções, inquietações e ideias com tanta generosidade. Sem vocês, este trabalho não existiria.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

RESUMO

Relatamos um estudo que investigou a inserção da “Educação para o Risco” na formação inicial de professores de Física, com o objetivo de analisar como os licenciandos constroem suas percepções sobre o tema e de que maneira essa construção se reflete em suas propostas de práticas pedagógicas. A pesquisa parte da constatação da crescente importância do conceito de risco na sociedade contemporânea, marcada por desafios globais como mudanças climáticas, pandemias e controvérsias sobre novas tecnologias. Diante desse cenário, argumentamos que a formação inicial de professores de Física precisa capacitar os futuros educadores a mediar discussões críticas sobre as implicações sociais, éticas e políticas do desenvolvimento científico-tecnológico. Para tanto, baseamo-nos nas teorias sociológicas e culturais do risco, com especial destaque para as contribuições de Ulrich Beck, Mary Douglas e Deborah Lupton, por meio de seus referenciais para analisar as percepções dos licenciandos ao longo de uma disciplina específica sobre “Educação para o Risco”. Buscamos produzir subsídios para a reflexão sobre o desenvolvimento curricular na formação de professores de Física, com destaque de elementos que possam contribuir para a institucionalização de práticas pedagógicas voltadas à Educação para o Risco. A metodologia adotada consistiu em um estudo de caso qualitativo, desenvolvido ao longo de uma disciplina optativa de quinze aulas oferecida a licenciandos em Física. Os instrumentos de coleta incluíram questionários, mapas mentais, matrizes analíticas e análises de notícias científicas produzidos pelos estudantes. Os resultados evidenciaram uma evolução significativa nas concepções dos licenciandos, que transitaram de uma visão restrita do risco, associada exclusivamente a perigo e calculabilidade técnica, para uma compreensão sociológica mais ampla, capaz de articular aspectos técnicos da Física com fatores sociais, culturais e políticos. Os mapas mentais e matrizes elaborados demonstraram a capacidade dos estudantes de relacionar conteúdos físicos específicos a situações de risco e reconhecer a influência de valores e crenças na percepção social. Contudo, a pesquisa também identificou resistências vinculadas à visão positivista da ciência, arraigada na formação tradicional dos cursos de Física, especialmente no que se refere à incorporação dos aspectos emocionais e subjetivos propostos por Deborah Lupton. A disciplina mostrou-se viável e necessária para uma formação docente crítica, que integre a incerteza e a subjetividade como componentes legítimos do

processo educativo, preparando professores aptos a lidar com os desafios de uma sociedade permeada por riscos.

Palavras-chave: Educação para o Risco, Sociedade de Risco, Teoria Cultural do Risco, Ensino de Física, Formação de Professores.

ABSTRACT

We report a study that investigated the insertion of “Risk Education” into initial Physics teacher training, aiming to analyze how undergraduate students construct their perceptions of the theme and how this construction is reflected in their proposals for pedagogical practices. The research stems from the observation of the growing importance of the risk concept in contemporary society, marked by global challenges such as climate change, pandemics, and controversies regarding new technologies. Given this scenario, we argue that initial Physics teacher training must empower future educators to mediate critical discussions on the social, ethical, and political implications of scientific-technological development. To this end, we draw on sociological and cultural theories of risk, highlighting the contributions of Ulrich Beck, Mary Douglas, and Deborah Lupton as frameworks to analyze students’ perceptions during a specific course on “Risk Education.” We seek to provide insights for reflection on curricular development in Physics teacher education, emphasizing elements that can contribute to the institutionalization of pedagogical practices focused on Risk Education. The methodology adopted consisted of a qualitative case study developed throughout a fifteen-lesson elective course offered to Physics undergraduates. Data collection instruments included questionnaires, mind maps, analytical matrices, and student-produced analyses of scientific news. The results showed a significant evolution in the students’ conceptions, transitioning from a restricted view of risk, associated exclusively with danger and technical calculability, to a broader sociological understanding capable of articulating technical aspects of Physics with social, cultural, and political factors. The mind maps and matrices produced demonstrated the students’ ability to relate specific physical content to risk situations, recognizing the influence of values and beliefs on social perception. However, the research also identified resistance linked to a positivist view of science, deeply rooted in traditional Physics training, especially regarding the incorporation of emotional and subjective aspects proposed by Deborah Lupton. We conclude that the course proved to be viable and necessary for critical teacher training that integrates uncertainty and subjectivity as legitimate components of the educational process, preparing teachers capable of dealing with the challenges of a society permeated by risks.

Keywords: Risk Education, Risk Society, Cultural Theory of Risk, Physics Teaching, Teacher Education.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Diagrama Grade-Grupo proposto por Mary Douglas.....	102
Figura 2	- Diagrama Grade-Grupo proposto por Schwarz e Thompson....	104
Figura 3	- Mapa mental desenvolvido pelos alunos 5 e 10.....	186
Figura 4	- Mapa mental desenvolvido pelos alunos 6, 12 e 15.....	188
Figura 5	- Mapa mental desenvolvido pelos alunos 4 e 11.....	190
Figura 6	- Mapa mental desenvolvido pelo aluno 8.....	188
Figura 7	- Mapa mental desenvolvido pelos alunos 2 e 9.....	192
Figura 8	- Mapa mental desenvolvido pelo aluno 13.....	197

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	Exemplo de resposta esperada para a atividade “Matriz de Tópicos Científicos”.....	147
Quadro 2	- Dimensões analíticas dos Limites de Tolerância.....	156
Quadro 3	- Mídia Social e Risco Positivo: dimensões de análise na perspectiva de Deborah Lupton.....	166
Quadro 4	Mídia Social e Risco Positivo: dimensões de análise na perspectiva de Deborah Lupton.....	170
Quadro 5	Categorias analíticas, referenciais teóricos e aplicação ao corpus.....	370
Quadro 6	Síntese das oito atividades analisadas.....	371
Quadro 7	Achados consolidados das oito atividades.....	373

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	18
1.1 O RISCO COMO CATEGORIA ANALÍTICA NA SOCIEDADE CONTEMPORÂNEA	19
1.2 OBJETO DE INVESTIGAÇÃO E ARTICULAÇÃO COM OS REFERENCIAIS TEÓRICOS	22
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA, OBJETIVOS E QUESTÕES NORTEADORAS	24
1.4 ESTRUTURA DA TESE	26
 2 RISCO NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS	 29
2.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS: O CONCEITO DE RISCO	32
2.1.1 A COMPLEXIDADE DA PERCEPÇÃO DO RISCO	35
2.1.2 EDUCAÇÃO E MODERNIDADE.....	37
2.2 DESAFIOS PARA UMA FORMAÇÃO CIENTÍFICA CRÍTICA.....	39
2.2.1 A INTEGRAÇÃO DE QUESTÕES SOCIOCIENTÍFICAS NO ENSINO DE RISCO.....	40
2.2.2 O RISCO COMO OBJETO DE ENSINO	42
2.2.3 DESAFIOS NA FORMAÇÃO DOCENTE	44
2.3 ESTRATÉGIAS DE ENSINO SOBRE RISCO	45
2.3.1 INVESTIGANDO A FORMAÇÃO	48
2.4 FORMAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PROFESSORES	50
2.5 CONTEXTOS ESPECÍFICOS DE RISCO NA EDUCAÇÃO	52
2.5.1 RISCOS TECNOLÓGICOS: ENERGIA NUCLEAR E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	53
2.5.2 RISCOS DE DESASTRES NATURAIS E TECNOLÓGICOS	54
2.5.3 RISCOS À SAÚDE E EDUCAÇÃO PARA A SAÚDE.....	56
2.6 CONVERGÊNCIAS E DIVERGÊNCIAS NA LITERATURA	57
2.7 LACUNAS IDENTIFICADAS.....	59
2.8 SÍNTESE E JUSTIFICATIVA.....	61
 3 TEORIA DA SOCIEDADE DO RISCO DE ULRICH BECK.....	 63
3.1 DEFINIÇÃO DE RISCO	65
3.2 MODERNIZAÇÃO REFLEXIVA	68
3.2.1 INTRODUÇÃO À MODERNIZAÇÃO REFLEXIVA	68
3.2.2 MODERNIZAÇÃO REFLEXIVA NA PERSPECTIVA DE BECK.....	69
3.2.3 GIDDENS E A REFRAÇÃO DA MODERNIDADE	73
3.2.4 INTERSECÇÕES E DIVERGÊNCIAS ENTRE BECK E GIDDENS.....	76
3.2.5 IMPLICAÇÕES DA MODERNIZAÇÃO REFLEXIVA.....	77
3.3 CALCULABILIDADE E INCALCULABILIDADE NA SOCIEDADE DE RISCO DE ULRICH BECK.....	78
3.3.1 A RESPOSTA SOCIAL À INCALCULABILIDADE	80
3.4 LIMITES DE TOLERÂNCIA	81

3.5 IMPLICAÇÕES DAS QUESTÕES DE RISCO PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS	84
3.6 IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO DE FÍSICA	88
3.7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	96
 4 TEORIA CULTURAL DO RISCO DE MARY DOUGLAS.....	 98
4.1 ANÁLISE DE GRADE-GRUPO	101
4.2 O RISCO COMO OBJETO DE PERCEPÇÃO.....	106
4.3 DINÂMICAS DE RISCO EM ESTRUTURAS SOCIAIS	111
4.3.1 LEIGOS VERSUS ESPECIALISTAS	112
4.3.2 SOCIEDADE VERSUS POLÍTICOS.....	114
4.4 VIÉS CULTURAL	116
4.5 IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO DE FÍSICA	117
4.6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	119
 5 TEORIA DO RISCO DE DEBORAH LUPTON	 121
5.1 RISCO E CULTURA.....	125
5.2 SÍMBOLOS E SENTIDOS DO RISCO CULTURAL	130
5.3 RISCO E MODERNIZAÇÃO REFLEXIVA.....	132
5.4 RISCO E SUBJETIVIDADE	137
5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	141
 6 METODOLOGIA.....	 144
6.1 SUJEITOS DE PESQUISA E PROFESSOR IMPLEMENTADOR.....	145
6.1.1 O PROFESSOR IMPLEMENTADOR.....	146
6.1.2 Os SUJEITOS COLABORADORES.....	147
6.1.3 CONDIÇÕES DE REALIZAÇÃO DA PROPOSTA INVESTIGATIVA.....	149
6.2 ESTRUTURA DA DISCIPLINA	151
6.2.1 BLOCO I - FUNDAMENTOS TEÓRICOS SOBRE RISCO (AULAS 1 A 5)	152
6.2.2 BLOCO II - EDUCAÇÃO PARA O RISCO NO ENSINO DE CIÊNCIAS (AULAS 6 A 9)	156
6.2.3 BLOCO III - TEMAS ESPECÍFICOS E APLICAÇÕES PRÁTICAS (AULAS 10 A 12)	160
6.2.4 BLOCO IV – CONSOLIDAÇÃO E AVALIAÇÃO (AULAS 13 A 15)	163
6.3 ANÁLISE DE DADOS	164
6.3.1 Os “LIMITES DE TOLERÂNCIA” COMO FERRAMENTA ANALÍTICA	165
6.3.2 O DIAGRAMA GRADE-GRUPO COMO INSTRUMENTO ANALÍTICO	167
6.3.3 SUBJETIVIDADE DO RISCO COMO CATEGORIA ANALÍTICA	170
 7 RESULTADOS	 173
7.1 QUESTIONÁRIO INICIAL: ANÁLISE DAS CONCEPÇÕES INICIAIS	174
7.1.1 SÍNTESE DA ATIVIDADE 1	183
7.2 ANÁLISE DO MAPA MENTAL SOBRE RISCO NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS	184

7.2.1 ANÁLISE DO MAPA MENTAL PRODUZIDO PELOS ALUNOS 5 E 10.....	185
7.2.2 ANÁLISE DO MAPA MENTAL PRODUZIDO PELOS ALUNOS 6, 12 E 15	187
7.2.3 ANÁLISE DO MAPA MENTAL PRODUZIDO PELOS ALUNOS 4 E 11.....	189
7.2.4 ANÁLISE DO MAPA MENTAL PRODUZIDO PELO ALUNO 8.....	191
7.2.5 ANÁLISE DO MAPA MENTAL PRODUZIDO PELOS ALUNOS 2 E 9.....	193
7.2.6 ANÁLISE DO MAPA MENTAL PRODUZIDO PELO ALUNO 13.....	195
7.2.7 PADRÕES IDENTIFICADOS NOS MAPAS MENTAIS PRODUZIDOS PELOS ALUNOS.....	198
7.2.8 SÍNTESE DA ATIVIDADE DO MAPA MENTAL	199
7.3 ANÁLISE DAS MATRIZES PRODUZIDAS PELOS ALUNOS.....	201
7.3.1 CATEGORIZAÇÃO DOS RISCOS E CONTEÚDOS FÍSICOS	201
7.3.2 ANÁLISE DAS ESTRATÉGIAS PEDAGÓGICAS PROPOSTAS.....	206
7.3.3 TENSÕES E SUBJETIVIDADE NA PERCEPÇÃO DO RISCO.....	207
7.3.4 SÍNTESE DA ATIVIDADE	208
7.4 ANÁLISE DAS APRESENTAÇÕES DE NOTÍCIAS CIENTÍFICAS.....	209
7.4.1 APLICAÇÃO DOS CONCEITOS TEÓRICOS NAS NOTÍCIAS.....	209
7.4.2 SÍNTESE DAS APRESENTAÇÕES	214
7.5 ANÁLISE DO ESTUDO DE CASO SOBRE RISCOS RADIOLÓGICOS	215
7.5.1 ANÁLISE DAS QUESTÕES.....	215
7.5.2 SÍNTESE DA ATIVIDADE	226
7.6 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO SOBRE ALIMENTOS IRRADIADOS.....	228
7.6.1 ANÁLISE DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS.....	228
7.6.2 SÍNTESE DA ATIVIDADE	239
7.7 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO SOBRE RISCO ALIMENTAR.....	241
7.7.1 ANÁLISE DAS RESPOSTAS DOS ALUNOS.....	242
7.7.2 SÍNTESE DA ATIVIDADE	251
7.8 ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO FINAL.....	253
7.8.1 ANÁLISE DA PRIMEIRA QUESTÃO.....	254
7.8.2 ANÁLISE DA SEGUNDA QUESTÃO	262
7.8.3 ANÁLISE DA TERCEIRA QUESTÃO	273
7.8.4 ANÁLISE DA QUARTA QUESTÃO	281
7.8.5 ANÁLISE DA QUINTA QUESTÃO	292
7.8.6 ANÁLISE DA SEXTA QUESTÃO	301
7.8.7 ANÁLISE DA SÉTIMA QUESTÃO.....	311
7.8.8 ANÁLISE DA OITAVA QUESTÃO.....	321
7.8.9 ANÁLISE DA NONA QUESTÃO	329
7.8.10 ANÁLISE DA DÉCIMA QUESTÃO.....	337
7.8.11 ANÁLISE DA DÉCIMA PRIMEIRA QUESTÃO	347
7.8.12 ANÁLISE DA DÉCIMA SEGUNDA QUESTÃO	358
<u>8 SISTEMATIZAÇÃO E ARTICULAÇÃO DOS RESULTADOS.....</u>	<u>369</u>
8.1 CATEGORIAS DE ANÁLISE MOBILIZADAS.....	369
8.2 SISTEMATIZAÇÃO DAS ATIVIDADES ANALISADAS	372
8.3 SÍNTESE DOS ACHADOS POR ATIVIDADE	374
8.3.1 CONCEPÇÕES INICIAIS.....	377

8.3.2 APROPRIAÇÃO CONCEITUAL.....	377
8.3.3 APLICAÇÃO A CASOS CONCRETOS.....	378
8.3.4 SÍNTESE FORMATIVA	379
8.4 ARTICULAÇÃO TEÓRICA INTEGRADA	380
8.4.1 OS DADOS EM DIÁLOGO COM ULRICH BECK	381
8.4.2 OS DADOS EM DIÁLOGO COM MARY DOUGLAS.....	382
8.4.3 OS DADOS EM DIÁLOGO COM DEBORAH LUPTON	383
8.5 SÍNTESE ARTICULADA.....	385
 9 LIMITAÇÕES TEÓRICAS DOS REFERENCIAIS ADOTADOS.....	 386
 10 CONSIDERAÇÕES FINAIS	 392
 REFERÊNCIAS.....	 397
 APÊNDICE A – MATERIAL UTILIZADO EM SALA DE AULA	 406
 ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	 407
 ANEXO B – DECLARAÇÃO DE ACEITE	 408
 ANEXO C – USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	 409

1 INTRODUÇÃO

O trabalho que apresento resulta de inquietações acadêmicas vivenciadas desde a graduação, período em que desenvolvi uma pesquisa voltada ao Ensino de Física das Radiações Ionizantes (EFRI), realizada na Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, especificamente no Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas (IBILCE).

Na ocasião, realizei um amplo levantamento bibliográfico acerca das pesquisas desenvolvidas sobre o Ensino das Radiações, concentrando esforços, primeiramente, em mapear o cenário brasileiro, para em seguida ampliar esse levantamento aos estudos realizados em âmbito internacional. Essa investigação inicial permitiu identificar o estado da arte relativo ao tema pesquisado, contudo, revelou também um aspecto inesperado: poucos trabalhos identificados mencionavam explicitamente conceitos relacionados ao “Risco” e à “Educação para o Risco”. Essas escassas pesquisas sinalizavam, entretanto, a possibilidade de abordar o EFRI por perspectivas diferenciadas das tradicionais, ao trazerem elementos reflexivos sobre os riscos envolvidos no ensino das radiações ionizantes. Naquele momento inicial, meu entendimento sobre o conceito de “risco” ainda era limitado, restrito essencialmente a uma definição probabilística tradicional, que o encarava exclusivamente como a possibilidade de ocorrência de eventos indesejáveis.

Diante dessa constatação, nosso grupo de pesquisa identificou a necessidade de buscar referenciais teóricos mais abrangentes que permitissem compreender o conceito de risco em suas diferentes definições. Assim, passamos a estudar trabalhos que abordassem o risco sob perspectivas sociológicas mais amplas, bem como aqueles que propunham explicitamente inserir a discussão sobre Risco no Ensino de Ciências. Nesse momento, contudo, outra inquietação emergiu: poucos trabalhos brasileiros exploravam essas temáticas, sendo escassas pesquisas nacionais que relacionassem explicitamente os conceitos de risco e Educação para o Risco ao EFRI. Essa lacuna acadêmica se configurou como a motivação principal que norteou minha dissertação de mestrado.

O período do mestrado revelou-se fundamental em meu desenvolvimento acadêmico e intelectual, marcado pelo aprofundamento conceitual acerca da noção sociológica de risco, especialmente pela teoria da Sociedade de Risco, proposta pelo sociólogo alemão Ulrich Beck. Inspirado por esse referencial, analisei em que medida

a apresentação das Radiações Ionizantes em materiais didáticos impressos, destinados ao Ensino de Ciências da Natureza, aprovados no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), permite aos alunos avaliarem e lidarem com situações de risco. Durante esse período de intensa formação acadêmica, também tive contato com outros autores cujas contribuições se tornaram importantes para minha trajetória investigativa, tais como Mary Douglas, que me apresentou a Teoria Cultural do Risco, e Deborah Lupton, que desenvolveu uma perspectiva cultural dos riscos ao dialogar diretamente com as propostas teóricas de Beck e Douglas.

Essas reflexões teóricas levaram-me a questionar sobre qual formação científica poderia proporcionar aos futuros professores de Física, especialmente em relação ao desenvolvimento de uma visão crítica sobre riscos nas aulas do Ensino Médio. Reconheci, nesse processo, que minha própria formação inicial estava profundamente impregnada por uma racionalidade cientificista tradicional, a qual encara a ciência como resposta inequívoca para os problemas sociais e tecnológicos contemporâneos. Assim, tornou-se imprescindível repensar criticamente essa perspectiva tradicional, visando não reproduzir essa racionalidade acrítica nas futuras gerações de professores.

Em razão disso, busco aprofundar essas inquietações por meio de um estudo mais amplo, tomando por base as teorias sociológicas e culturais do risco, especialmente as contribuições conceituais de Ulrich Beck e as reflexões complementares de Mary Douglas e Deborah Lupton.

1.1 O RISCO COMO CATEGORIA ANALÍTICA NA SOCIEDADE CONTEMPORÂNEA

A noção de risco impôs-se como uma categoria analítica incontornável para decifrar a complexidade da vida contemporânea, operando como um princípio organizador que estrutura desde as mais íntimas decisões biográficas até as mais vastas decisões ao redor do mundo. Longe de se apresentar como um conceito unívoco ou uma métrica objetiva de perigo, o risco emerge como uma construção social dinâmica, cuja elucidação exige aprofundar-se nas vertentes teóricas.

A própria modernidade, ao se desdobrar, provocou uma ruptura paradigmática na natureza das ameaças que nos cercam. O projeto moderno, antes ancorado na promessa de controle e previsibilidade, passou a gerar de maneira sistemática e compulsória os seus próprios paradoxos, materializados em riscos endógenos que

não mais se originam de uma exterioridade natural ou divina, mas do próprio cerne do progresso técnico-científico (Beck, 2011).

Entramos, assim, naquilo que Ulrich Beck (2011) chamou de “Sociedade de Risco”, um estágio da modernidade em que a lógica da produção social de riqueza é sobreposta pela lógica da produção social de riscos. Essas novas ameaças, como a contaminação química de ecossistemas, a radioatividade invisível ou as transformações climáticas globais, possuem uma ontologia particular: caracterizam-se por sua latência, sua desterritorialização e sua capacidade de transcender as fronteiras temporais, geográficas e sociais. São perigos que não podem ser plenamente calculados pelos modelos probabilísticos tradicionais e cujo “efeito bumerangue” ameaça atingir a todos e corroer as antigas distinções de classe e nação na partilha dos prejuízos. Esse cenário impõe à sociedade um estado de “Modernização Reflexiva”, uma autoconfrontação permanente com os efeitos colaterais de suas próprias ações, forçando uma renegociação contínua das bases sobre as quais repousam a ciência, a política e a própria noção de responsabilidade em um mundo globalizado (Beck, 2011).

Entretanto, a simples existência de uma ameaça, ainda que validada por rigorosos aparatos científicos, não é condição suficiente para que ela seja socialmente reconhecida como um risco. A passagem do perigo ao risco é um ato de tradução cultural, um processo de seleção profundamente político e simbólico. As coletividades humanas escolhem seus perigos, e essa escolha não é aleatória, mas funcional à manutenção de sua coesão interna, de seus valores e de suas formas de organização social (Douglas e Wildavsky, 2012).

O que uma sociedade decide temer, e como ela o faz, revela mais sobre sua própria estrutura e suas ansiedades morais do que sobre a natureza objetiva da ameaça em si. A percepção do risco atua, portanto, como uma espécie de tecnologia social que classifica o mundo e estabelece fronteiras simbólicas entre o puro e o impuro, a ordem e a desordem, o nós e os outros (Douglas, 1966). Ao focar em determinados riscos uma cultura está simultaneamente definindo responsabilidades, atribuindo culpas e legitimando hierarquias. O debate sobre risco torna-se, assim, uma arena para disputas sobre o modelo de sociedade desejado, em que a definição do que é perigoso é mobilizada para validar certas formas de autoridade e para estigmatizar modos de vida considerados desviantes.

Essa definição cultural, por sua vez, é animada e atravessada por dimensões discursivas, emocionais e subjetivas que lhe conferem vida e circulação social. As narrativas sobre o risco são constantemente produzidas, negociadas e contestadas em uma esfera pública saturada por discursos midiáticos, experiências pessoais e regimes afetivos (Lupton, 2024).

A mídia não apenas reporta riscos; ela os enquadra, dramatiza e amplifica e pode fabricar pânico morais que orientam a percepção e a conduta coletiva. Para além da cognição, o risco é, fundamentalmente, sentido. A subjetividade é, portanto, um campo de análise crucial, pois sentimentos como a ansiedade, o medo, a confiança ou a esperança são indissociáveis dos modos como os indivíduos vivenciam um mundo percebido como arriscado. Essa dimensão afetiva explica por que certas tecnologias ou fenômenos provocam reações sociais tão díspares e apaixonadas.

Adicionalmente, o risco não se resume à sua face negativa, de ameaça a ser evitada. Ele possui uma ambivalência constitutiva, apresentando-se também como uma fonte de prazer, de desafio e de construção identitária. A busca voluntária pelo risco, observada em práticas como os esportes radicais ou os investimentos de alto risco, subverte a lógica puramente prevencionista e revela-se como um campo para a experiência de emoções intensas, para o teste de limites pessoais e para a afirmação da agência individual em um mundo percebido como excessivamente regulado (Lupton, 2024).

Diante da confluência dessas ricas e complexas perspectivas, nossa pesquisa posiciona-se ao adotar um eixo analítico que permita dialogar com essas diferentes dimensões. Para tanto, a noção de risco será operacionalizada a partir da definição proposta por Veyret (2007), que a concebe como um objeto eminentemente social e perceptivo. Para a autora:

O risco, objeto social, define-se como a percepção do perigo, da catástrofe possível. Ele existe apenas em relação a um indivíduo e a um grupo social ou profissional, uma comunidade, uma sociedade que o apreende por meio de representações mentais e com ele convive por meio de práticas específicas. Não há risco sem uma população ou indivíduo que o perceba e que poderia sofrer seus efeitos. Correm-se riscos, que são assumidos, recusados, estimados, avaliados, calculados. O risco é a tradução de uma ameaça, de um perigo para aquele que está sujeito a ele e o percebe como tal (Veyret, 2007, p. 11).

A adoção desta definição é metodologicamente estratégica, pois ela oferece um ponto de articulação entre os referenciais teóricos mobilizados. Ao postular o risco como a “tradução de uma ameaça”, Veyret (2007) reconhece a existência de perigos materiais, muitos deles socialmente manufaturados, como adverte a sociologia dos riscos de Beck (2011, 2012), mas condiciona sua existência enquanto “risco” a um processo ativo de percepção e interpretação. Esse processo é necessariamente mediado por representações mentais que são, por sua vez, culturalmente situadas e seletivas, ecoando a ênfase de Douglas (1985, 1986, 1992) e Douglas e Wildavsky (2012) na escolha social dos perigos. Adicionalmente, a forma como uma sociedade “convive” com o risco, por meio de suas práticas, é atravessada pelas dimensões discursivas e subjetivas que Lupton (2022, 2024) destaca como centrais na experiência contemporânea. O risco, portanto, não é o perigo em si, mas o que uma sociedade faz dele por meio de suas normas culturais e práticas sociais.

1.2 OBJETO DE INVESTIGAÇÃO E ARTICULAÇÃO COM OS REFERENCIAIS TEÓRICOS

Estabelecida a concepção de risco como um objeto social, percebido, traduzido e vivenciado, cabe explicitar o objeto desta investigação e o modo como ele se articula aos referenciais teóricos mobilizados. O objeto de pesquisa desta tese é o processo de inserção da Educação para o Risco na formação inicial de professores de Física, examinado a partir das percepções de licenciandos que cursaram uma disciplina optativa concebida e ministrada especificamente para esse fim. Este objeto não é tratado de forma genérica, mas investigado em sua materialidade pedagógica: como os licenciandos se apropriam dos conceitos de risco, que continuidades, rupturas e resistências se manifestam em suas concepções, e de que modo tais concepções se traduzem (ou não) em propostas de práticas pedagógicas para o Ensino de Física.

Compreendemos que esse objeto exige uma sustentação teórica plural, capaz de capturar as múltiplas dimensões pelas quais o risco se manifesta no contexto da formação docente. A escolha por articular Beck, Douglas e Lupton não decorre de mera justaposição de autores, mas de uma decisão analítica deliberada: cada referencial apresenta uma dimensão distinta e complementar do fenômeno investigado. Em conjunto, eles fornecem o aparato conceitual necessário para

interpretar dados que, isoladamente, escapariam a qualquer uma das três perspectivas tomadas individualmente.

A teoria da Sociedade de Risco de Ulrich Beck (2011, 2012) oferece a estrutura macrossociológica que sustenta a pertinência do objeto. É Beck quem nos permite compreender por que a Educação para o Risco é uma demanda contemporânea e não um tema pedagógico opcional. Os conceitos de modernização reflexiva, riscos manufacturados, incalculabilidade e limites de tolerância tornam visível o paradoxo que estrutura a formação docente em ciências: a mesma racionalidade técnico-científica que se quer transmitir aos futuros professores é, ela própria, uma das fontes dos riscos contemporâneos que esses professores precisarão ajudar seus alunos a compreender. A modernização reflexiva, em particular, fornece a chave interpretativa para analisar como os licenciandos lidam com a autoconfrontação da ciência consigo mesma, ou seja, como eles aceitam, negociam ou resistem à ideia de que a ciência produz riscos ao mesmo tempo em que se apresenta como instrumento de seu controle. Conteúdos próprios da Física, como radiações ionizantes, energia nuclear, eletromagnetismo e mudanças climáticas, são exatamente aqueles em que essa autoconfrontação se manifesta com maior intensidade, o que confere ao Ensino de Física um lugar privilegiado para a investigação proposta.

A Teoria Cultural do Risco de Mary Douglas e Aaron Wildavsky (2012), por sua vez, fornece o aparato analítico para examinar como os licenciandos selecionam e interpretam os riscos a partir de seus pertencimentos culturais. Se Beck (2011) explica por que a sociedade contemporânea é uma sociedade de risco, Douglas e Wildavsky (2012) explicam por que diferentes sujeitos, expostos aos mesmos perigos objetivos, constroem percepções distintas a respeito deles. O diagrama grade-grupo, com suas quatro racionalidades culturais (hierarquismo, igualitarismo, individualismo e fatalismo), permite mapear como os licenciandos posicionam-se diante de questões como confiança em órgãos reguladores, papel das normas técnicas, responsabilidade individual versus coletiva e atitude frente à incerteza. Essa dimensão é particularmente fértil em um grupo heterogêneo de licenciandos, já que suas trajetórias formativas distintas tendem a se traduzir em viéses culturais diferenciados na seleção e na avaliação dos riscos. Para a formação docente, esse referencial é decisivo, pois evidencia que ensinar sobre risco não é apenas transmitir conteúdos, mas também lidar com sistemas culturais de classificação que professores e alunos já trazem consigo.

A perspectiva de Deborah Lupton (2024), por fim, permite acessar as dimensões subjetivas, midiáticas e afetivas do risco que escapam às outras duas abordagens. Em uma sociedade em que as percepções de risco são cada vez mais constituídas por discursos digitais, regimes afetivos e narrativas midiáticas, torna-se imprescindível compreender como os licenciandos significam o risco emocionalmente, como mobilizam ou contestam fontes digitais de autoridade, como lidam com a circulação acelerada de desinformação e como, eventualmente, narram o risco em sua dimensão positiva, como experiência voluntária e construção identitária. A escolha por incluir Lupton (2024) se justifica, ainda, por uma hipótese pedagógica: a formação tradicional em Física, marcada por uma racionalidade tecnicista e positivista, tende a oferecer poucos recursos para que os futuros professores reconheçam e legitimem as dimensões subjetivas do risco. Investigar como os licenciandos respondem a esse referencial é, portanto, investigar os limites da própria formação docente em ciências.

Articulados, os três referenciais permitem uma análise tridimensional do objeto. Beck oferece a estrutura, Douglas oferece a cultura e Lupton oferece a subjetividade. As três dimensões correspondem, no plano analítico, às categorias que serão operacionalizadas no Capítulo 6 (limites de tolerância, diagrama grade-grupo e subjetividade do risco) e que organizam a apresentação dos resultados nos capítulos subsequentes. Essa articulação permite ultrapassar a descrição das percepções dos licenciandos, avançando para a interpretação das lógicas que estruturam essas percepções e das implicações que delas decorrem para a formação inicial de professores de Física.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA, OBJETIVOS E QUESTÕES NORTEADORAS

A sociedade contemporânea é inegavelmente atravessada por uma série de riscos complexos e interconectados que desafiam as esferas da vida pública e privada. Das mudanças climáticas e pandemias globais às controvérsias sobre novas tecnologias e segurança alimentar, os cidadãos são constantemente convocados a interpretar informações, avaliar perigos e tomar decisões em cenários de profunda incerteza. Nesse contexto, a educação científica assume uma responsabilidade social de formar indivíduos capazes de compreender os conceitos e leis que regem o mundo natural, bem como engajar-se criticamente com as implicações sociais, éticas e políticas do desenvolvimento técnico-científico.

A formação tradicional em Física, contudo, tem se mostrado insuficiente para essa tarefa. Ao apresentar a ciência como um corpo de verdades neutras e acabadas, ela não prepara os estudantes para os dilemas do mundo real, em que as “respostas certas” são raras e as decisões devem ser ponderadas em meio a uma pluralidade de valores e interesses. A lacuna entre a ciência ensinada na escola e os desafios da sociedade de risco torna-se, assim, um problema pedagógico e cívico que precisa ser enfrentado já na formação inicial dos professores que atuarão na Educação Básica. É justamente esse o ponto de articulação entre o referencial teórico aqui mobilizado e o objeto investigado: se o risco é um fenômeno estrutural, cultural e subjetivo da modernidade tardia, a formação docente em Física precisa ser examinada quanto à sua capacidade de preparar futuros professores para mediar pedagogicamente essa complexidade.

Interessa-nos, fundamentalmente, compreender como futuros educadores interpretam e recontextualizam as complexas ameaças do mundo contemporâneo, e como esse processo pode vir a influenciar suas práticas pedagógicas e, consequentemente, a percepção de risco das novas gerações. A partir da constatação de que a percepção de risco é um fenômeno complexo e central para a cidadania contemporânea, e reconhecendo o papel crucial dos professores de Física como mediadores de saberes que carregam implicações sociais, nosso estudo se debruça sobre a inserção da Educação para o Risco no âmbito da formação de professores.

A partir dessas considerações, emerge o problema de pesquisa que orienta esta tese:

Como se configura o processo de inserção da Educação para o Risco na formação inicial de professores de Física e que fatores de ordem conceitual, cultural e pedagógica condicionam a apropriação dessa temática pelos licenciandos?

Para responder a esse problema, foi delineado o seguinte objetivo geral:

Analisar o processo de inserção da Educação para o Risco na formação inicial de professores de Física a partir das percepções de licenciandos sobre o tema e a maneira como elas se refletem em propostas de práticas pedagógicas.

Para alcançar esse objetivo, delineamos os seguintes objetivos específicos:

a) Caracterizar o processo de apropriação dos conceitos de risco pelos licenciandos ao longo de uma disciplina optativa, com a identificação de continuidades, rupturas e transformações em suas concepções;

b) Identificar as delimitações da abordagem pedagógica adotada, por meio da análise da mobilização de referenciais teóricos pelos licenciandos em suas produções e discussões;

c) Avaliar a contribuição das teorias socioculturais do risco para a análise dos dados coletados;

d) Elaborar subsídios sobre o desenvolvimento curricular na formação de professores de Física, com a definição de elementos que possam favorecer a institucionalização da Educação para o Risco.

Para orientar o percurso investigativo, formulamos as seguintes questões norteadoras:

a) Como se caracteriza o processo de apropriação dos conceitos de risco pelos licenciandos em Física ao longo de uma intervenção pedagógica específica?

b) De que modo as percepções dos licenciandos e os referenciais teóricos mobilizados influenciam a construção de propostas pedagógicas voltadas à inserção da Educação para o Risco?

c) Quais são as potencialidades e os desafios que emergem da inserção da Educação para o Risco em um contexto de formação inicial de professores de Física?

Responder a essas perguntas torna-se um passo fundamental para compreender a lacuna educacional existente entre os objetivos da formação de professores e as demandas cívicas e sociais do mundo atual. O enfrentamento dessa lacuna, que se estabelece entre o ensino de ciências tradicional e as demandas da sociedade de risco, é o desafio central que motiva esta tese.

1.4 ESTRUTURA DA TESE

Neste Capítulo 1, foram apresentados a introdução ao tema da Educação para o Risco, a articulação do objeto investigado com os referenciais teóricos mobilizados, o problema de pesquisa que norteia este trabalho e seus objetivos gerais e específicos. Com essa base fundamental estabelecida, detalhamos a seguir como a tese foi organizada para aprofundar a discussão teórica, apresentar a metodologia e analisar os dados coletados.

No Capítulo 2, realizamos uma revisão sistemática da produção acadêmica dos últimos cinco anos sobre Educação para o Risco no Ensino de Ciências. A partir da análise de 28 artigos oriundos de bases de dados internacionais (Web of Science,

Scopus, SciELO e ERIC), mapeamos como o campo tem respondido aos desafios impostos pela sociedade de risco, abordando fundamentos teóricos, percepção de risco e formação de professores. A síntese dessa produção permitiu identificar uma lacuna crítica na literatura: a escassez de pesquisas voltadas a intervenções pedagógicas práticas na formação inicial de professores de Física, constatação que justifica e fundamenta a necessidade da presente investigação.

Dando seguimento, no Capítulo 3 apresentamos a Teoria da Sociedade de Risco de Ulrich Beck. Nesse capítulo exploramos os conceitos fundamentais de Modernização Reflexiva, incalculabilidade dos novos perigos e a noção de limites de tolerância, com o estabelecimento das bases para compreender os riscos manufaturados pela própria modernidade e suas implicações para o Ensino de Ciências.

A seguir, no Capítulo 4, expomos a Teoria Cultural do Risco de Mary Douglas, no qual detalhamos como a percepção de risco é um processo de seleção social e cultural. Ainda, apresentamos o modelo analítico grade-grupo como ferramenta analítica para compreender as diferentes visões de mundo que moldam o que cada sociedade decide temer.

O Capítulo 5 é dedicado à Teoria do Risco de Deborah Lupton, a qual complementa as perspectivas anteriores ao focar nas dimensões subjetivas, midiáticas e afetivas do fenômeno. Apresentamos o papel da cultura na construção do risco, a influência das emoções e a maneira como o risco é vivenciado na modernidade tardia.

No Capítulo 6, apresentamos os procedimentos metodológicos que orientaram a pesquisa. Descrevemos o desenho da investigação, de natureza qualitativa, cujo cerne reside na concepção, implementação e análise de uma disciplina sobre “Educação para o Risco” ofertada a licenciandos em Física, e detalhamos os instrumentos de coleta e as estratégias de análise de dados.

No Capítulo 7, é apresentada a análise dos resultados dos dados coletados junto aos participantes da pesquisa. Neste momento, discutimos as informações obtidas por meio de questionários, mapas mentais, matrizes analíticas e atividades de produção de notícias e estudos de caso desenvolvidas ao longo da disciplina optativa. Os dados revelam uma evolução significativa nas concepções dos licenciandos, que transitaram de uma visão estritamente técnica e probabilística do risco, associada à ideia de cálculo exato, para uma compreensão sociológica fundamentada nas teorias

de Ulrich Beck e Mary Douglas. Entretanto, os resultados também evidenciaram resistência por parte dos participantes em incorporar a perspectiva subjetiva e emocional proposta por Deborah Lupton. Tal resistência foi atribuída à base positivista e tecnicista característica da formação tradicional em Física.

O Capítulo 8 é dedicado à sistematização e articulação dos resultados. Nele, consolidamos os achados das atividades analisadas por meio de quadros e esquemas, conectando o material empírico de forma integrada aos referenciais, o que oferece uma leitura transversal do percurso formativo dos licenciandos.

No Capítulo 9, discutimos as limitações teóricas dos referenciais adotados. Apresentamos uma reflexão crítica sobre os alcances e as restrições da aplicação das teorias sociológicas do risco na realidade específica da formação inicial de professores de Física no Brasil.

Por fim, no Capítulo 10, apresentamos as considerações finais da tese, nas quais sintetizamos os principais achados da investigação. Os resultados confirmam que a Educação para o Risco na formação inicial de professores de Física é viável e necessária, ainda que a assimilação das teorias de Beck e Douglas tenha se mostrado mais acessível do que a incorporação das contribuições de Lupton, a qual apresentou desafios pedagógicos específicos. Reconhecemos as limitações do estudo, especialmente o caráter breve da intervenção frente a anos de formação tradicional, e argumentamos em favor de um currículo de licenciatura que integre, de forma mais consistente, a incerteza e a subjetividade como elementos constitutivos da prática científica e docente.

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente investigação teve como propósito central analisar o processo de inserção da Educação para o Risco na formação inicial de professores de Física, com foco nas percepções dos licenciandos sobre o tema e na maneira como essas percepções se materializaram em propostas de práticas pedagógicas. Para tanto, foi concebida, implementada e analisada uma disciplina optativa estruturada em quinze aulas, fundamentada em três eixos teóricos complementares: a Teoria da Sociedade de Risco de Ulrich Beck (2011), a Teoria Cultural do Risco de Mary Douglas e Wildavsky (2012) e a abordagem sociocultural do risco proposta por Deborah Lupton (2024).

Os resultados obtidos permitem afirmar que os objetivos da pesquisa foram alcançados, ainda que com nuances que merecem consideração detalhada. Em relação ao primeiro objetivo específico, que consistia em caracterizar o processo de apropriação dos conceitos de risco pelos licenciandos, os dados revelam uma trajetória de transformação conceitual significativa. O ponto de partida dos estudantes foi marcado por uma concepção restrita de risco, vinculada predominantemente à ideia de perigo iminente, de ameaça quantificável e de evento negativo passível de previsão e controle por meio de instrumentos técnicos. Essa visão inicial, identificada nas respostas ao questionário aplicado no início da disciplina, reflete a formação científica tradicional dos cursos de licenciatura em Física, historicamente orientados para a transmissão de conhecimentos apresentados como objetivos, universais e neutros.

Ao longo das atividades propostas, observamos uma progressiva ampliação dessa compreensão. Os mapas mentais produzidos pelos licenciandos na etapa intermediária da disciplina demonstraram a capacidade de articular aspectos técnicos da Física com fatores sociais e políticos envolvidos nas situações de risco. A análise desses mapas evidenciou que os estudantes passaram a reconhecer o risco como um fenômeno construído socialmente, mediado por processos de seleção cultural e atravessado por disputas de poder. Essa transformação representa um avanço relevante, pois indica que a intervenção pedagógica foi capaz de deslocar os licenciandos de uma posição tecnicista para uma posição mais reflexiva e crítica.

As matrizes elaboradas pelos estudantes, nas quais relacionaram conteúdos físicos específicos a situações de risco, confirmaram essa tendência de apropriação

dos referenciais teóricos. Os licenciandos demonstraram habilidade para identificar como a mesma situação de risco pode ser interpretada de modos distintos por diferentes grupos sociais, o que depende de seus valores, de suas crenças e de sua posição na estrutura social. A mobilização do modelo grade-grupo de Mary Douglas (1970) foi particularmente expressiva nesse contexto e permitiu aos estudantes compreenderem por que determinadas sociedades ou grupos priorizam certos riscos em detrimento de outros.

A teoria de Ulrich Beck (2011), centrada nos conceitos de Sociedade de Risco e modernização reflexiva, foi a que apresentou maior facilidade de assimilação pelos licenciandos. Os estudantes demonstraram compreensão adequada da tese de que os riscos contemporâneos são produzidos pelo próprio desenvolvimento científico e tecnológico, distinguindo-se qualitativamente das ameaças enfrentadas em períodos históricos anteriores. A noção de que vivemos em uma sociedade na qual a ciência é simultaneamente produtora e mitigadora de riscos foi incorporada de modo consistente nas produções dos estudantes, especialmente nas análises de notícias científicas e nos estudos de caso sobre riscos radiológicos.

A teoria de Mary Douglas e Wildavsky (2012), por sua vez, ofereceu aos licenciandos uma ferramenta analítica para compreender a seletividade cultural na percepção de riscos. Os estudantes apropriaram-se da ideia de que o que uma sociedade decide temer revela mais sobre sua própria organização e seus valores do que sobre a natureza objetiva da ameaça em si. Essa compreensão se manifestou nas discussões sobre risco alimentar, nas quais os licenciandos identificaram como os mesmos dados científicos sobre irradiação de alimentos podem ser interpretados de formas opostas por grupos com diferentes orientações culturais.

Em contrapartida, a apropriação do referencial de Deborah Lupton (2024) apresentou maiores dificuldades. A ênfase dessa autora nos aspectos emocionais, subjetivos e afetivos da experiência do risco encontrou barreiras na racionalidade científica que caracteriza a formação dos estudantes de Física. As análises das respostas ao questionário final evidenciaram que, embora os licenciandos reconhecessem teoricamente a importância das emoções na percepção de risco, eles apresentaram resistência em incorporar essa perspectiva em suas propostas pedagógicas. A tendência predominante foi tratar a subjetividade como um elemento a ser superado pela informação científica correta, e não como uma componente legítima e constitutiva da relação dos indivíduos com situações de risco.

Essa resistência à abordagem de Lupton (2024) pode ser interpretada como sintoma de um conflito mais profundo, identificada como segundo achado relevante da pesquisa: a persistência de uma visão tecnicista entre os licenciandos. Apesar dos avanços conceituais documentados, parte significativa dos estudantes manteve, em diferentes momentos da disciplina, a crença de que a ciência constitui a instância privilegiada para a resolução de problemas relacionados ao risco. Essa crença se manifestou na tendência a considerar que a divulgação adequada de informações científicas seria suficiente para modificar percepções equivocadas de risco na população.

A análise dos dados permite identificar essa persistência tecnicista como produto da formação disciplinar dos licenciandos. Os cursos de Física, historicamente estruturados em torno de uma concepção positivista de ciência, tendem a apresentar o conhecimento físico como um corpo de verdades objetivas e universais, dissociado de contextos sociais, políticos e culturais. Essa orientação formativa sedimenta uma racionalidade que resiste a abordagens que relativizem a autoridade especialista da ciência ou que atribuam legitimidade a formas não científicas de conhecimento e avaliação de riscos.

O terceiro achado significativo refere-se à lacuna teórica identificada na apropriação do aspecto emocional e subjetivo do risco. Os licenciandos demonstraram maior facilidade em operar com categorias analíticas de caráter estrutural, como as propostas por Beck (2011), ou cultural, como as desenvolvidas por Douglas e Wildavsky (2012). A abordagem de Lupton (2024), que exige considerar como os sujeitos sentem e vivenciam o risco para além de suas avaliações cognitivas, permaneceu como o ponto de maior fragilidade nas produções dos estudantes. Essa lacuna pode indicar que futuras intervenções pedagógicas na formação de professores de Física devem dedicar atenção especial a essa perspectiva, desenvolvendo estratégias que permitam aos licenciandos reconhecer e trabalhar pedagogicamente com as emoções associadas ao risco.

Em relação às implicações para a área de formação de professores de Física, os resultados desta pesquisa sustentam a tese de que a inclusão de discussões sobre incerteza e subjetividade constitui uma necessidade curricular. O ensino de Física, tradicionalmente orientado para a transmissão de certezas científicas, de leis universais e de relações causais determinísticas, mostra-se insuficiente para preparar professores que atuarão em uma sociedade marcada por riscos complexos,

interconectados e de difícil previsão. A formação inicial precisa contemplar não apenas os conteúdos físicos específicos, mas também as ferramentas conceituais que permitam aos futuros docentes mediar discussões sobre as implicações sociais, éticas e políticas do desenvolvimento científico-tecnológico.

A disciplina implementada demonstrou ser viável e produtiva no contexto da formação inicial de professores. Os licenciandos manifestaram, em diversos momentos, o reconhecimento de que o contato com as teorias ampliou sua compreensão sobre o papel do professor de Física na sociedade contemporânea. As propostas pedagógicas elaboradas pelos estudantes, analisadas no capítulo de resultados, evidenciaram tentativas de articular conceitos físicos com questões sociais relevantes, superando a mera transmissão de conteúdos descontextualizados.

Entretanto, é necessário reconhecer as limitações desta pesquisa. A intervenção pedagógica realizada consistiu em uma única disciplina optativa, com duração de um semestre letivo. A transformação de mentalidades já fundamentadas na formação científica tradicional requer processos formativos mais longos e sistemáticos. Os avanços conceituais identificados representam um passo inicial importante, mas uma mudança efetiva na postura dos futuros professores demanda a articulação de múltiplas disciplinas e experiências formativas ao longo de todo o curso de licenciatura.

Além disso, a resistência tecnicista identificada indica que a força da formação tradicional em Física não pode ser subestimada. Os licenciandos chegam à disciplina sobre Educação para o Risco após anos de socialização em uma cultura acadêmica que valoriza a objetividade, a quantificação e o controle experimental. Desconstruir essa racionalidade e construir uma visão mais complexa sobre as relações entre ciência e sociedade constitui um processo lento, que não se completa em uma única experiência pedagógica.

A principal contribuição desta tese reside na demonstração de que é possível e necessário inserir a temática do risco na formação inicial de professores de Física. Os resultados obtidos fornecem subsídios para o desenvolvimento curricular e indicam quais aspectos teóricos apresentam maior facilidade de assimilação e quais demandam abordagens pedagógicas mais elaboradas. A dificuldade específica com a perspectiva de Lupton (2024) sugere que futuras intervenções devem desenvolver estratégias que permitam aos licenciandos experienciar, e não apenas conhecer, a importância das emoções na relação com o risco.

Investigações futuras podem expandir este trabalho em diversas direções. Uma possibilidade consiste no acompanhamento longitudinal dos licenciandos que participaram da disciplina, com a verificação se e como os conceitos apropriados se manifestam em suas práticas docentes efetivas. Outra linha promissora envolve a elaboração de propostas curriculares que integrem a Educação para o Risco em várias disciplinas do curso de licenciatura e supere o modelo de disciplina optativa isolada. Estudos comparativos com outros contextos formativos, o que inclui outras áreas das Ciências da Natureza, também podem contribuir para compreender as especificidades e os desafios da inserção dessa temática na formação de professores.

Em síntese, a presente investigação demonstrou que a Educação para o Risco constitui um campo pertinente e produtivo para a formação inicial de professores de Física. A disciplina mostrou-se como espaço formativo para promover transformações conceituais significativas nos licenciandos. Ao mesmo tempo, os resultados evidenciaram a persistência de resistências vinculadas à formação científica tradicional e indicaram que a mudança de mentalidade requerida para formar professores aptos a lidar com a incerteza constitui um processo que transcende uma única intervenção pedagógica. O que defendemos é que a formação de professores de Física precisa incorporar, de modo sistemático e transversal, discussões sobre risco, incerteza e subjetividade e preparar os futuros professores para mediar os desafios complexos da sociedade contemporânea com seus alunos.

REFERÊNCIAS

ADAMS, J. **Risco**. São Paulo: Ed. Senac, 2009.

ADGER, W. N. et al. Are there social limits to adaptation to climate change? **Climatic Change**, v. 93, n. 3-4, p. 335–354, 20 nov. 2009. <https://doi.org/10.1007/s10584-008-9520-z>

AHRARI, S.; AL-ISSA, S. Developing an Ethical Framework for Youth. In: **Youth, Faith, and Artificial Intelligence**. Hershey: IGI Global Scientific Publishing, 2025. Cap. 10, p. 259-260.

AIKENHEAD, G. S. Research into STS science education. **Educación Química**, México, v. 16, n. 3, 2005. DOI: 10.22201/fq.18708404e.2005.3.66101.

BECK, U. **Sociedade de risco: rumo a uma outra modernidade**. São Paulo: Editora 34, 2011.

BECK, U. **Sociedade de risco mundial**: em busca da segurança perdida. Tradução de Marian Toldy e Teresa Toldy. Lisboa: Edições 70, 2016.

BECK, U.; GIDDENS, A.; LASH, S. **Modernização reflexiva**: política, tradição e estética na ordem social moderna. São Paulo: Editora Unesp, 2012.

BENNETT, J. W. Anticipation, Adaptation, and the Concept of Culture in Anthropology. **Science**, v. 192, n. 4242, p. 847–853, 28 maio 1976. DOI: 10.1126/science.192.4242.84

BENNETT, J.; LUBBEN, F.; HOGARTH, S. Bringing science to life: A synthesis of the research evidence on the effects of context-based and STS approaches to science teaching. **Science Education**, v. 91, n. 3, p. 347–370, maio 2007. <https://doi.org/10.1002/sce.20186>

CAMPBELL, S. Risk and the subjectivity of preference. **Journal of Risk Research**, v. 10, n. 1, p. 45-56, 2007. DOI:10.1080/13669870600603147.

CANDELA-RODRÍGUEZ, B. F. La investigación basada en el diseño en contexto del Bildung: perspectiva que orienta el diseño de propuestas de enseñanza emancipadoras. **Praxis**, Santa Marta, v. 21, n. 1, p. 113-131, 2025. DOI: 10.21676/23897856.5916.

CHANG, J. et al. Development and Validation of an Instructional Model for Risk Response in Science Education. **Asia-Pacific Science Education**, [S. l.], v. 11, p. 229–260, 2025. DOI: 10.1163/23641177-bja10094.

CHOI, Y. et al. Assessing Hazard Literacy in Adults: Science Education for Disaster Risk Reduction and Preparedness. **Asia-Pacific Science Education**, [S. l.], v. 11, p. 295–331, 2025. DOI: 10.1163/23641177-bja10103.

CHRISTENSEN, C. Risk and school science education. **Studies in Science Education**, v. 45, n. 2, p. 205–223, set. 2009. <https://doi.org/10.1080/03057260903142293>.

CLUCAS, P.; SJÖSTRÖM, J. Traces of Bildung in Upper Secondary Science Education: A Critical Investigation of Chemistry Teachers' Orientation Towards Promoting Bildung in Chemistry Education. **Science & Education**, [S. l.], v. 34, p. 2225–2250, 2024. DOI: 10.1007/s11191-024-00510-6.

COOKE, M.; PRESS, F.; WONG, S. Educators' risk-taking in high quality early childhood education. **International Journal of Early Years Education**, [S. l.], v. 33, n. 2, p. 1–17, 2020. DOI: 10.1080/09669760.2020.1848531.

DAKE, K. Myths of Nature: Culture and the Social Construction of Risk. **Journal of Social Issues**, v. 48, n. 4, p. 21–37, jan. 1992. <https://doi.org/10.1111/j.1540-4560.1992.tb01943.x>

DOUGLAS, M.; WILDAVSKY, A. **Risco e cultura**: um ensaio sobre a seleção de riscos tecnológicos e ambientais. Rio de Janeiro: Campus, 2012.

DOUGLAS, M. Four Cultures: The Evolution of a Parsimonious Model. **GeoJournal**, v. 47, n. 3, p. 411–415, 1999. <https://doi.org/10.1023/A:1007008025151>.

DOUGLAS, M. **How institutions think**. Nova Iorque: Syracuse University Press, 1986.

DOUGLAS, M. **Natural symbols**: explorations in cosmology. London; New York: Routledge, 1970.

DOUGLAS, M. **Purity and Danger**: An Analysis of Concepts of Pollution and Taboo. Londres: Routledge & Kegan Paul, 1966.

DOUGLAS, M. **Risk acceptability according to the social sciences**. Nova Iorque: Russell Sage Foundation, 1985.

DOUGLAS, M. **Risk and Blame**: Essays in Cultural Theory. Londres: Routledge, 1992.

DOUGLAS, M. **Natural symbols**: explorations in cosmology. London: Routledge, 2003. Publicado originalmente em 1970.

DOUGLAS, M.; CALVEZ, M. The Self as Risk Taker: A Cultural Theory of Contagion in Relation to AIDS. **The Sociological Review**, v. 38, n. 3, p. 445–464, 1 ago. 1990. <https://doi.org/10.1111/j.1467-954X.1990.tb00919.x>

DUCKETT, M.; RUSHTON, A. C.; LÖFSTEDT, R. Where is risk education? Exploring risk education in secondary schools in England. **Journal of Risk Research**, [S. l.], 2025. DOI: 10.1080/13669877.2025.2496225.

DUCLOS, D. Quand la tribu des Modernes sacrifie au dieu Risque. **Déviance et société**, v. 18, n. 3, p. 345–364, 1994.

EIJKELHOF, H. M. C. Dealing with acceptable risk in science education: The case of Ionizing radiation. In: FRAZER, M. J.; KORNHAUSER, A. (Ed.). **Ethics and Social Responsibility in Science Education**. Oxford: Pergamon Press, p. 189-199, 1986.

EIJKELHOF, H. M. C. **Radiation and risk in physics education**. 1990. 232 p. Tese (ENERGY PLANNING, POLICY AND ECONOMY) - Rijksuniversiteit Utrecht, Netherlands, 1990.

EIJKELHOF, H. M. C. Radiation Risk and Science Education. **Radiation Protection Dosimetry**, v. 68, n. 3, p. 273–278, 1 dez. 1996. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.rpd.a031878>

FARDON, R. **Mary Douglas: An Intellectual Biography**. Londres: Routledge, 1999.

FISCHHOFF, B. Risk Perception and Communication Unplugged: Twenty Years of Process'. **Risk Analysis**, v. 15, n. 2, 1995. DOI: 10.1111/j.1539-6924.1995.tb00308.x

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

GARDNER, G. E.; M. G. JONES. Science Instructors' Perceptions of the Risks of Biotechnology: Implications for Science Education. **Research in Science Education**, v. 41, n. 5, p. 711–738, 8 set. 2011. DOI: 10.1007/s11165-010-9187-0

GARDNER, G. et al. Students' Risk Perceptions of Nanotechnology Applications: Implications for science education. **International Journal of Science Education**, v. 32, n. 14, p. 1951–1969, 18 nov. 2009. DOI:10.1080/09500690903331035

GARGIULO, M.V. *et al.* Standardising risk perception assessment: The CORE APP training and competition evaluation protocol. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [S. l.], v. 116, 105071, 2025. DOI: 10.1016/j.ijdrr.2024.105071.

GARTHWAITE, K.; BIRDSALL, S.; FRANCE, B. Exploring risk perceptions: a new perspective on analysis. **Cultural Studies of Science Education**, [S. l.], v. 18, p. 1195–1222, 2023. DOI: 10.1007/s11422-023-10199-8.

GERLACH, L.; RAYNER, S. Culture and the Common Management of Global Risks. **Practicing Anthropology**, v. 10, n. 3-4, p. 15–18, jul. 1988. <https://doi.org/10.17730/praa.10.3-4.d772535101163884>

GIDDENS, A. **As Consequências da Modernidade**. 1. ed. São Paulo: Editora UNESP, 1991.

GIDDENS, A. **Modernidade e identidade**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2002.

GRENDSTAD, G. Comparing political orientations: Grid-group theory versus the left-right dimension in the five Nordic countries. **European Journal of Political Research**, v. 42, n. 1, p. 1–21, jan. 2003. <https://doi.org/10.1111/1475-6765.00072>

GUIVANT, J. S. A teoria da sociedade de risco de Ulrich Beck: entre o diagnóstico e a profecia. **Estudos Sociedade e Agricultura**, 2001.

GUIVANT, J. S. O Legado de Beck. **Ambiente & Sociedade**. São Paulo. v. XIX, issue 1. pp. 229-240. Jan-Mar, 2016. <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOC150001ExV1912016>

HANSEN, J.; HAMMANN, M. Risk in Science Instruction. **Science & Education**, v. 26, n. 7-9, p. 749–775, 16 set. 2017. DOI: 10.1007/s11191-017-9923-1

HANSSON, S. O. Risk: objective or subjective, facts or values. **Journal of Risk Research**, v. 13, n. 2, p. 231-238, 2010. <https://doi.org/10.1080/13669870903126226>.

HONG, O.; CHANG, J.; KIM, J. Risk Response Competencies in Science Education: A Delphi Study of Experts. **Research in Science Education**, [S. l.], 2025. DOI: 10.1007/s11165-025-10253-1.

HURD, P. D. Scientific literacy: New minds for a changing world. **Science Education**, v. 82, n. 3, p. 407–416, jun. 1998. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199806\)82:3<407::AID-SCE6>3.0.CO;2-G](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199806)82:3<407::AID-SCE6>3.0.CO;2-G)

KAHAN, D. M. et al. Cultural cognition of the risks and benefits of nanotechnology. **Nature Nanotechnology**, v. 4, n. 2, p. 87–90, 7 dez. 2008. DOI: 10.1038/nnano.2008.341

KAHAN, D. M. et al. Culture and Identity-Protective Cognition: Explaining the White-Male Effect in Risk Perception. **Journal of Empirical Legal Studies**, v. 4, n. 3, p. 465–505, nov. 2007. DOI:10.1111/j.1740-1461.2007.00097.x

KIM, J.; KANG, D.; KIM, C. Analysing the quality of risk-focused socio-scientific arguments on nuclear power using a risk-benefit oriented model. **Research in Science Education**, [S. l.], v. 55, p. 1205–1228, 2025. DOI: 10.1007/s11165-024-10219-9.

KOLSTØ, S. D. Patterns in Students' Argumentation Confronted with a Risk-focused Socio-scientific Issue. **International Journal of Science Education**, v. 28, n. 14, p. 1689–1716, 17 nov. 2006. DOI:10.1080/09500690600560878

KOMSANY, A. *et al.* Integrating Cancer Prevention into Science Education: Development of the CARES4You School-based Curriculum. **Journal of Cancer Education**, [S. l.], 2025. DOI: 10.1007/s13187-025-02812-x.

LASH, S. **Risk, Environment & Modernity : towards a new ecology**. London: Sage Publ, 2000.

LATIP, A. et al. The thrill and the fear: How curiosity, risk, and ethics shape the purchase intention of 3D-printed food. **International Journal of Gastronomy and Food Science**, [S. l.], v. 42, 101329, 2025. DOI: 10.1016/j.ijgfs.2024.101329.

LAZRUS, H. Risk Perception and Climate Adaptation in Tuvalu: A Combined Cultural Theory and Traditional Knowledge Approach. **Human Organization**, v. 74, n. 1, p. 52–61, abr. 2015. DOI:10.17730/humo.74.1.q0667716284749m8

LI, Z.; LI, L. Types and evolution of public risk perception of Artificial Intelligence: a global perspective analysis. **Journal of University of Electronic Science and Technology of China** (Social Sciences Edition), [S. l.], v. 26, n. 6, p. 21-33, 2024. DOI: 10.14071/j.1008-8105(2024)-5011.

LIMA, B. Limites do racionalismo científico e a sociedade de risco: possibilidades de diálogo entre Ulrich Beck e Paul Feyerabend. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 31, e25029, 2025. DOI: 10.1590/1516-731320250029.

LIN, Y.; CHEN, H. Urbanization and migrant workers: Assessing social risks and crafting preventive strategies in eastern China for sustainable development. **Physics and Chemistry of the Earth**, [S. l.], v. 139, 103932, 2025. DOI: 10.1016/j.pce.2025.103932.

LUPTON, D. 'Precious cargo': foetal subjects, risk and reproductive citizenship. **Critical Public Health**, v. 22, n. 3, p. 329-340, 2012. DOI:10.1080/09581596.2012.657612

LUPTON, D. **COVID Societies: Theorising the Coronavirus Crisis**. London: Routledge, 2022.

LUPTON, D. Entrevista. **Reciis – Revista Eletrônica de Comunicação, Informação & Inovação em Saúde**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 4, p. 924-937, out./dez. 2023. Disponível em: <https://homologacao-reciis.iciet.fiocruz.br/index.php/reciis/article/view/4036>. DOI: <https://doi.org/10.29397/reciis.v17i4.4036>

LUPTON, D. **Risk and emotion: towards an alternative theoretical perspective**. *Health, Risk & Society*, v. 15, n. 8, p. 634–647, 2013. DOI:10.1080/13698575.2013.848847

LUPTON, D. **Risk**. 3. ed. London: Routledge, 2024.

LUPTON, D.; LEWIS, S. Sociomaterialities of health, risk and care during COVID-19. **Social Science & Medicine**, v. 293, 2021. DOI: 10.1016/j.socscimed.2021.114669

LUPTON, D.; SOUTHERTON, C.; CLARK, M.; WATSON, A. **The Face Mask in COVID Times: A Sociomaterial Analysis**. Berlin: De Gruyter, 2021. <https://doi.org/10.1515/9783110723717>

LUPTON, D.; TULLOCH, J. 'Risk is part of your life': risk epistemologies among a group of Australians. **Sociology**, v. 36, n. 2, p. 317-334, 2002. DOI:10.1177/0038038502036002005

LUPTON, D.; TULLOCH, J. Life would be pretty dull without risk: voluntary risk-taking and its pleasures. **Health, Risk & Society**, v. 4, n. 2, p. 113-124, 2010. DOI:10.1080/13698570220137015

LYNG, S. **Action and edgework: risk taking and reflexivity in late modernity**. *European Journal of Social Theory*, v. 17, n. 4, p. 443-460, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1177/1368431013520392>.

LYNG, S. **Edgework**: a social psychological analysis of voluntary risk taking. *American Journal of Sociology*, v. 95, n. 4, p. 851-886, 1990. DOI: <https://doi.org/10.1086/229379>

MANSANO, S. R. V.; PIGA, T. R.; NOGUEIRA, E. DE F. Crise ambiental e sociedade de risco: um estudo sobre mariana e brumadinho na perspectiva de Ulrich Beck. **Organizações e Sustentabilidade**, v. 9, n. 1, p. 56–74, 2021. DOI: <https://doi.org/10.5433/2318-9223.2021v9n1p56-74>

MATSUO, P.; SILVA, R. Desastres no Brasil? Práticas e abordagens em educação em redução de riscos e desastres. **Educar em Revista, Curitiba**, v. 37, e78161, 2021. DOI: 10.1590/0104-4060.78161.

MCNEELEY, S. M.; LAZRUS, H. The Cultural Theory of Risk for Climate Change Adaptation. **Weather, Climate, and Society**, v. 6, n. 4, p. 506–519, 1 out. 2014. DOI:10.1175/WCAS-D-13-00027.1

MENDES, J. M. Ulrich Beck: a imanência do social e a sociedade do risco. **Análise Social**, v. 214, n. 1, p. 211-215, 2015. DOI: <https://doi.org/10.31447/AS00032573.2015214.12>

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento**: pesquisa qualitativa em saúde. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2014.

MONTANHER, Valter César. **Aprendizagem baseada em casos nas aulas de física do ensino médio**. 2012. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2012.

NIEMINEN, J.; BAGGER, A.; ALLAN, J. Discourses of risk and hope in research on mathematical learning difficulties. **Educational Studies in Mathematics**, [S. l.], v. 113, p. 341-357, 2023. DOI: 10.1007/s10649-022-10204-x.

NOSSA, I. M. **Avaliação de riscos no ensino das radiações ionizantes**: uma análise das obras aprovadas do programa nacional do livro e do material didático (2021-2024). 2022. 161 f. Orientador: Leandro Londero da Silva. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista (UNESP). Bauru, 2022.

NOWLIN, M. C.; RABOVSKY, T. M. A Cultural Theory of Partisanship and Policy Attitudes. **Social Science Quarterly**, v. 101, n. 2, p. 878–892, mar. 2020. <https://doi.org/10.1111/ssqu.12750>

OLTEDAL, S.; MOEN, B.-E.; KLEMPE, H.; RUNDMO, T. **Explaining Risk Perception: An Evaluation of Cultural Theory**. Trondheim: Norwegian University of Science and Technology, 2004.

PARK, J. *et al.* Investigating south korean students' risk perception related to the development of science and technology. **Asia-Pacific Science Education**, [S. l.], v. 10, p. 5–35, 2024. DOI: 10.1163/23641177-bja10075.

PEDUZZI, L. O. Q. Sobre a resolução de problemas no ensino da Física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 14, n. 3, p. 229–253, dez. 1997.

PIETROCOLA, M; RODRIGUES, E; BERCOT, F; SCHNORR, S. Risk society and science education: lessons from the Covid-19 pandemic. **Science & Education**, v. 30, n. 2, p. 209-233, abr. 2021. DOI 10.1007/s11191-020-00176-w.

PIETROCOLA, M.; SCHNORR, S.; RODRIGUES, E. Science education in a risk society: addressing challenges and opportunities in an uncertain future. **Research in Science Education**, [S. l.], v. 55, p. 941–960, 2025. DOI: 10.1007/s11165-025-10238-0.

PINTO, C. M. A Sociedade de Risco na Visão de Ulrich Beck e Suas Conexões com o Direito e Meio Ambiente. **Revista de Direito e Sustentabilidade**, v. 7, n. 1, p. 73, 20 ago. 2021. <http://orcid.org/0000-0002-8918-5464>

RASA, T. **Futurising science education: Technology, agency and scientific literacy**. 2023. Tese (Doutorado) – University of Helsinki, Helsinki, 2023. ISBN 978-951-51-9368-1.

RAYNER, S. A Cultural Perspective On the Structure and Implementation of Global Environmental Agreements. **Evaluation Review**, v. 15, n. 1, p. 75–102, fev. 1991. <https://doi.org/10.1177/0193841X9101500105>.

RAYNER, S. Management of Radiation Hazards in Hospitals: Plural Rationalities in a Single Institution. **Social Studies of Science**, v. 16, n. 4, p. 573–591, 1986. DOI:10.1177/030631286016004002

REDMILL, F. **Risk analysis: a subjective process**. *Engineering Management Journal*, v. 12, n. 2, p. 91-96, 2002.

RYDER, J. Identifying Science Understanding for Functional Scientific Literacy. **Studies in Science Education**, v. 36, n. 1, p. 1–44, jan. 2001. DOI:10.1080/03057260108560166

SCHENK, L. *et al.* Socioscientific Issues and Risk in Science Education. **Risk Analysis**, [S. l.], v. 41, n. 12, p. 2209-2219, 2021. DOI: 10.1111/risa.13737.

SCHENK, L. et al. Teaching and discussing about risk: seven elements of potential significance for science education. **International Journal of Science Education**, v. 41, n. 9, p. 1271–1286, 23 abr. 2019. DOI:10.1080/09500693.2019.1606961

SCHMIDT, P.; LAES, T. Policy entrepreneurship. In: **The Transformative Politics of Music Education**. London: Routledge, 2025. p. 92-98.

SCHNORR, S.; RANNIERY, T. Educação para o risco: regulando a docência em ciências na era da insegurança. **Currículo sem Fronteiras**, [S. l.], v. 21, n. 3, p. 1350-1373, 2021. DOI: 10.35786/1645-1384.v21.n3.20.

SCHWARTZ, S. H. Universals in the Content and Structure of Values: Theoretical Advances and Empirical Tests in 20 Countries. **Advances in Experimental Social**

Psychology, v. 25, n. 25, p. 1–65, 1992. [https://doi.org/10.1016/S0065-2601\(08\)60281-6](https://doi.org/10.1016/S0065-2601(08)60281-6)

SCHWARZ, M.; THOMPSON, M. **Divided we stand**: redefining politics, technology, and social choice. Pensilvânia: University of Pennsylvania Press, 1990.

SETTY, E. The compromises and contradictions of ‘feminist’ sex and relationships education in the home: empowerment vs. protection in digital risk societies. **Sex Education**, [S. l.], v. 25, n. 6, p. 902-918, 2024. DOI: 10.1080/14681811.2024.2403115.

SLOVIC, P. Perception of risk. **Science**, v. 236, n. 4799, p. 280–285, 17 abr. 1987. doi: 10.1126/science.3563507.

SLOVIC, P. **The Perception of Risk**. London: Earthscan, 2000.

SLOVIC, P.; FISCHHOFF, B.; LICHTENSTEIN, S. Rating the Risks. **Environment: Science and Policy for Sustainable Development**, v. 21, n. 3, p. 14–39, abr. 1979. DOI:10.1080/00139157.1979.9933091

SOLOMON, J. Risk: Why Don't They Listen to Us? **Studies in Science Education**, v. 39, n. 1, p. 125-141, 2003. <https://doi.org/10.1080/03057260308560198>

SPICKARD, J. V. A Guide to Mary Douglas's Three Versions of Grid/Group Theory. **Sociological Analysis**, v. 50, n. 2, p. 151, 1989. <https://doi.org/10.2307/3710986>

SUN, C.; REN, Q.; GE, Y. Local response to global risk: a case study of risk perception and communication on Chinese social media regarding Fukushima's treated radioactive water discharge. **Scientific Reports**, [S. l.], v. 15, art. 18136, p. 1-16, 2025. DOI: 10.1038/s41598-025-02845-8.

THOMPSON, M; ELLIS, R. J.; WILDAVSKY, A.; WILDAVSKY, M. **Cultural Theory**. 1. ed. Boulder; Londres: Routledge, 1990.

THOMPSON, M.; RAYNER, S. Risk and Governance Part I: The Discourses of Climate Change. **Government and Opposition**, v. 33, n. 2, p. 139–166, 1998. DOI:10.1111/j.1477-7053.1998.tb00787.x

THOMPSON, P. B. Risk objectivism and risk subjectivism: when are risks real? **Risk: Issues in Health & Safety**, v. 1, n. 1, p. 3-19, Winter 1990.

TULLOCH, J.; LUPTON, D. **Television, AIDS, and Risk: A Cultural Studies Approach to Health Communication**. Sydney: Allen & Unwin Academic, 1997.

VEYRET, Y. **Os riscos**: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. São Paulo: Contexto, 2007.

WILDAVSKY, A. **Searching for Safety**. Nova Iorque: Routledge, 1988.

WILDAVSKY, A. The Three Cultures: Explaining Anomalies in the American Welfare State. **The Public Interest**, v. 69, 1982.

WOJCIK, A. *et al.* Educating about radiation risks in high schools: towards improved public understanding of the complexity of low-dose radiation health effects.

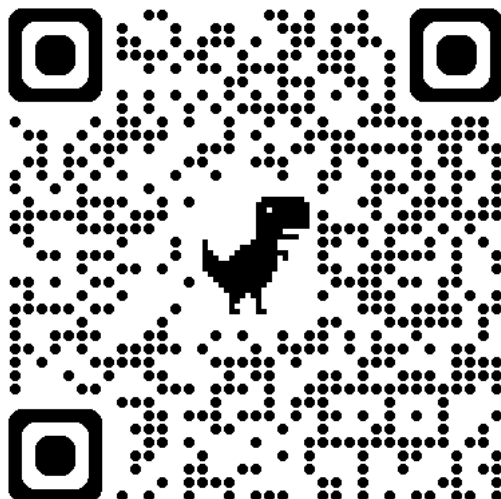
Radiation and Environmental Biophysics, v. 58, n. 1, p. 13–20, 22 nov. 2019.
<https://doi.org/10.1007/s00411-018-0763-4>

YAMADA, K. Public response to news reports on the Mount Kusatsu-Shirane volcanic eruption: A content analysis of online reader comments. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, [S. l.], v. 43, 101388, 2020. DOI: 10.1016/j.ijdrr.2019.101388.

APÊNDICE A – Material utilizado em sala de aula

Para acesso à íntegra dos materiais didáticos, apresentações e instrumentos pedagógicos utilizados na intervenção, utilize o QR Code abaixo ou o link disponível:

https://drive.google.com/drive/folders/1U_kIDFNILrjAayEvQPnUtBcKs2LOP386?usp=drive_link



ANEXO A – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho"

Faculdade de Ciências

Programa de Pós-graduação em
Educação para a Ciência



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)

(Conselho Nacional de Saúde, Resolução nº 510/2016)

Você está sendo convidado(a) a participar, de forma voluntária, da pesquisa intitulada "Educação para o Risco na Formação Inicial de Professores de Física", sob a responsabilidade dos pesquisadores Leandro Londero da Silva e Igor Machado Nossa. O objetivo deste estudo é analisar as potencialidades e limitações de uma disciplina optativa denominada "Educação para o Risco". A sua participação consistirá no acompanhamento de quinze aulas, bem como na realização de atividades propostas pelos pesquisadores responsáveis, tais como questionários, produções escritas, entre outras. Os possíveis riscos associados à sua participação nesta pesquisa são mínimos, estando relacionados apenas à possibilidade de eventual desconforto ou constrangimento ao realizar as atividades. Caso sinta necessidade, você poderá interromper sua participação a qualquer momento, inclusive após já ter realizado alguma atividade, sem que isso acarrete qualquer prejuízo acadêmico ou institucional. Não há benefícios financeiros diretos decorrentes da sua participação, nem qualquer direito a compensações sobre os eventuais resultados obtidos pela pesquisa. Entretanto, este estudo é relevante porque seus achados poderão subsidiar futuras discussões sobre a inserção do tema "Riscos" no currículo do curso de Licenciatura em Física, considerando que, atualmente, essa abordagem não é obrigatória na estrutura curricular. Todas as informações fornecidas por você durante a pesquisa serão tratadas com sigilo e confidencialidade. Os resultados obtidos serão utilizados exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, podendo ser divulgados em reuniões, congressos e publicações científicas, sem identificação nominal dos participantes. Você terá acesso a todos os resultados obtidos, independentemente de o seu conteúdo influenciar ou não sua decisão de continuar participando da pesquisa. Caso tenha dúvidas ou deseje esclarecimentos adicionais, você poderá entrar em contato com os pesquisadores responsáveis por meio de e-mail, WhatsApp, presencialmente ou pelo telefone institucional.

Nome: _____ R.G. _____

Endereço: _____ Fone: _____

São José do Rio Preto, ____ de _____ de 2025

Assinatura do Participante

Assinatura do Pesquisador Responsável

Nome dos Pesquisadores: Leandro Londero da Silva, Igor Machado Nossa	Cargo/Função: Professor, Estagiário docente
Instituição: IBILCE – UNESP Endereço: Rua Cristóvão Colombo, 2265. Bairro: Jardim Nazareth. São José do Rio Preto/SP – Departamento de Educação – Sl.11 – Fone: (17)3221-2751	
Pesquisa submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências/UNESP-Bauru.	

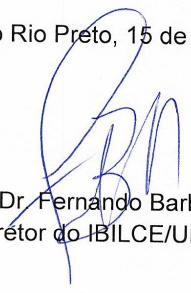
ANEXO B – Declaração de Aceite

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Campus de São José do Rio Preto

**DECLARAÇÃO**

Declaro, para os devidos fins, que o pesquisador (a) Leandro Londero da Silva (RG 52.544.043-4) e seu orientando de doutorado Igor Machado Nossa (RG 53.813.628-5), do Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência, da Faculdade de Ciências da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", campus de Bauru, estão autorizados a realizar a pesquisa intitulada "Educação para o Risco na formação inicial de professores de física", no Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", localizado na Rua Cristóvão Colombo, número 2265, Bairro Jardim Nazareth, em São José do Rio Preto/SP, CNPJ 48031918/0011-04, na disciplina nomeada "Metodologias para o Ensino de Física e Estágio Curricular Supervisionado II".

São José do Rio Preto, 15 de março de 2024.


Prof. Dr. Fernando Barbosa Noll
Diretor do IBILCE/UNESP

ANEXO C – Uso de Inteligência Artificial

DECLARAÇÃO DE USO DE FERRAMENTAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Em conformidade com as orientações do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), notadamente a Portaria CNPq nº 2.664, de 6 de março de 2026, que institui a Política de Integridade na Atividade Científica, em particular as diretrizes do Art. 9º, inciso I, alíneas “c” a “f”, sobre o uso responsável de Inteligência Artificial Generativa (IAG) na pesquisa científica, declaro, na qualidade de autor desta tese, o uso de ferramentas de Inteligência Artificial em etapas específicas do trabalho, conforme detalhamento apresentado nas seções subsequentes.

Reafirmamos, ainda, a integral responsabilidade autoral pelo conteúdo final do trabalho, incluindo concepção teórica, análise de dados, interpretação dos resultados e redação, em consonância com o disposto no Art. 9º, inciso I, alínea “f”, da referida Portaria CNPq nº 2.664/2026.

1. Ferramentas de Inteligência Artificial Utilizadas

Ao longo do desenvolvimento desta pesquisa de doutorado, foram utilizadas, de forma pontual e instrumental, as ferramentas de Inteligência Artificial Generativa relacionadas a seguir, todas baseadas em Modelos de Linguagem de Grande Porte (Large Language Models — LLMs):

Ferramenta	Desenvolvedora	Versão / Modelo	Período de uso
ChatGPT	OpenAI	GPT-4 e GPT-4o	2024–2026
Gemini	Google	Gemini 1.5 / 2.0	2025–2026

O uso das ferramentas mencionadas restringiu-se a finalidades de apoio acessório à pesquisa, sem que o conteúdo gerado por elas fosse incorporado de forma direta e não revisada ao texto final da tese. Toda contribuição produzida com auxílio dessas ferramentas foi submetida à revisão crítica, à reescrita e à validação do autor, que assume integral responsabilidade pelo produto final, conforme determina o Art.

9º, inciso I, alínea “d”, da Portaria CNPq nº 2.664/2026, que veda a submissão de conteúdo gerado por IAG como se fosse de autoria humana.

2. Etapas do Trabalho e Finalidades de Uso

O quadro a seguir sistematiza, de forma transparente, as etapas da pesquisa em que houve emprego de ferramentas de Inteligência Artificial, bem como as respectivas finalidades. Esta organização busca atender ao princípio da transparência preconizado pela Portaria CNPq nº 2.664/2026.

Etapas do trabalho	Finalidade do uso da IA	Ferramenta(s)
Revisão de literatura	Apoio à organização de fichamentos, sugestão de termos de busca em bases de dados (Web of Science, Scopus, SciELO e ERIC) e identificação preliminar de pontos de convergência entre artigos. As leituras, fichamentos finais e a síntese crítica foram realizadas integralmente pelo autor.	ChatGPT
Apoio à escrita e revisão textual	Revisão gramatical, ortográfica e estilística de trechos redigidos pelo autor; sugestões de reorganização sintática para maior clareza e coesão; verificação de consistência terminológica entre capítulos. Não houve geração automatizada de parágrafos integrais sem revisão, reescrita e validação autoral.	ChatGPT, Gemini
Tradução e versionamento de trechos em língua estrangeira	Tradução assistida de excertos de obras estrangeiras (sobretudo de Beck, Douglas e Lupton, originalmente em inglês), com posterior conferência manual junto às edições brasileiras consagradas e às fontes originais. Apoio à	Gemini

Etapa do trabalho	Finalidade do uso da IA	Ferramenta(s)
	elaboração do resumo em inglês (abstract).	
Formatação e padronização	Apoio à conferência de aderência às normas da ABNT, padronização de citações e referências, formatação de quadros e tabelas, geração de versões em formato editável.	Gemini

3. Limites do Uso e Finalidades Não Empregadas

Em respeito aos princípios de integridade científica estabelecidos pela Portaria CNPq nº 2.664/2026, as ferramentas de Inteligência Artificial NÃO foram utilizadas para as seguintes finalidades:

- Concepção do problema de pesquisa, formulação dos objetivos e elaboração das questões norteadoras, que são produtos exclusivos da trajetória investigativa do autor;
- Definição da arquitetura teórica da tese, articulação entre os referenciais de Ulrich Beck, Mary Douglas e Deborah Lupton e construção das categorias analíticas originais (Limites de Tolerância; Grade-Grupo; Subjetividade do Risco);
- Coleta de dados empíricos junto aos licenciandos, aplicação dos questionários e mediação pedagógica da disciplina “Educação para o Risco”, integralmente conduzidas pelo autor na qualidade de pesquisador e professor implementador;
- Interpretação dos dados, atribuição dos códigos analíticos às respostas dos sujeitos de pesquisa e elaboração das inferências teóricas e educacionais;
- Avaliação por pares ou inserção de projetos de pesquisa de terceiros em ferramentas de IAG, conforme veda expressamente o Art. 9º, inciso I, alínea “e”, da Portaria CNPq nº 2.664/2026;
- Geração automatizada de citações, referências bibliográficas ou dados empíricos. Todas as referências foram conferidas junto às fontes originais, e

todas as falas dos licenciandos foram preservadas em sua íntegra, sem qualquer alteração ou síntese automatizada.

4. Postura Crítica e Responsabilidade Autoral

Reconhecemos, em consonância com as reflexões apresentadas no relatório da CAPES sobre Inteligência Artificial na pesquisa e no fomento (Brasil, 2025), que o uso de ferramentas de IAG na produção científica exige cautela, transparência e postura crítica permanente. As ferramentas mencionadas operam por inferências probabilísticas sobre padrões linguísticos, sendo passíveis de gerar imprecisões, vieses, atribuições incorretas e até mesmo informações fabricadas. Por essa razão, todo conteúdo produzido com apoio dessas ferramentas foi submetido a verificação manual junto às fontes primárias, à literatura consolidada e ao conhecimento construído ao longo da formação do pesquisador.

Assumo, portanto, integral e exclusiva responsabilidade pelo conteúdo desta tese, incluindo eventuais imprecisões, equívocos interpretativos ou inadequações conceituais que nela possam subsistir. As ferramentas de IA mencionadas constituíram apoio instrumental ao trabalho intelectual; em nenhuma circunstância substituíram a autoria, a interpretação ou o juízo crítico do pesquisador.

5. Referências Normativas e Documentais

BRASIL, André. **A inteligência artificial na pesquisa e no fomento: desafios e oportunidades**. Brasília, DF: CAPES, 2025. 18 p. (Texto para Discussão). DOI: 10.21713/IApesquisa.

BRASIL. Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Portaria CNPq nº 2.664, de 6 de março de 2026. Institui a Política de Integridade na Atividade Científica do CNPq. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, p. 4, 11 mar. 2026.