



Educação CTS e Risco - possíveis aproximações em materiais produzidos por licenciandos de Química

STS education and risk - possible approaches in materials produced by chemistry undergraduates

Educación CTS y riesgo: posibles enfoques en materiales producidos por estudiantes de química

Deine Bispo Miranda

Universidade de Brasília (UnB)
Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal
deine_miranda@hotmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-3922-8294>

Patrícia Fernandes Lootens Machado

Universidade de Brasília (UnB)
pootens@unb.br
<https://orcid.org/0000-0003-0219-1472>

Jheniffer Micheline Cortez

Universidade de Brasília (UnB)
jheniffer.cortez@unb.br
<https://orcid.org/0000-0003-0219-1472>

Resumo

O objetivo deste trabalho foi analisar a inserção do risco em aulas de química para o Ensino Médio, sob a perspectiva da Educação CTS. As propostas didáticas foram elaboradas por três grupos de estudantes do curso de Licenciatura em Química vinculados ao Programa Residência Pedagógica (PRP) da Universidade de Brasília. Professores e estudantes discutiram reiteradamente os planos de aulas dessas propostas antes delas serem desenvolvidas em contexto de sala de aula. Nesse manuscrito, foram objeto de investigação uma avaliação realizada pelos grupos de alunos sob o alcance teórico das propostas e alguns planos de aula, utilizando-se da metodologia Análise Textual Discursiva. Pode-se dizer que a inserção do risco foi contemplada nos planos de aula como um aspecto favorável a discussões e reflexões das relações CTS. Além disso, a compreensão da tríade conhecimento, valores e atividade no trabalho com o risco mostrou-se importante aliada na formação dos envolvidos, ressignificando o papel e os limites da ciência e da tecnologia. Apesar dos avanços das propostas didáticas, identificamos nos estudantes dificuldade em romper com aulas centradas em conteúdos descontextualizados. Estas aulas, tão comuns ao modelo tradicional de ensino de ciências, não atendem a



necessidade de se pensar e debater, minimamente, a sociedade atual e os riscos decorrentes dos avanços científicos e tecnológicos.

Palavras-chave: Risco Sociológico; Programa Residência Pedagógica; Educação em Ciências; Formação de Professor

Abstract

This work aimed to analyze the inclusion of risk in high school chemistry lesson plans, from the STS education perspective. The teaching proposals were prepared by three groups of students from the Chemistry degree course linked to the Pedagogical Residency Program (PRP) at the University of Brasília. Teachers and students discussed repeatedly lesson plans from these proposals before they were developed in the classroom. In this manuscript, Textual Discourse Analysis methodology was used to evaluate an assessment carried out by student groups under the theoretical scope of the proposals and some lesson plans. The inclusion of risk was covered in the lesson plans as a favorable aspect for discussions and reflections on STS relations. Furthermore, understanding the triad of knowledge, values, and activity in working with risk proved to be an important ally in training those involved, re-signifying the role and limits of science and technology. Despite the advances in teaching proposals, we identified students' difficulty in breaking away from classes focused on decontextualized content. These classes, common to the traditional science teaching model, do not answer to minimally think about and debate today's society and the risks arising from scientific and technological advances.

Keywords: Sociological Risk; Pedagogical Residency Program; Science education; Teacher training

Resumen

El objetivo de este trabajo fue analizar la inclusión del riesgo en las clases de Química en la enseñanza media desde la perspectiva de la educación CTS. Tres grupos de estudiantes desarrollaron las propuestas didácticas de la carrera de Química vinculada al Programa de Residencia Pedagógica (PRP) de la Universidad de Brasília. Profesores y alumnos discutieron repetidamente los planes de clase de esas propuestas antes de que fueran desarrolladas en un contexto de aula. En este manuscrito, se investigó la evaluación de los grupos de estudiantes sobre el alcance teórico de las propuestas y algunos planes de clase usando la metodología de Análisis Textual Discursivo. Se puede afirmar que la inclusión del riesgo se incluyó en los planes de clase como un aspecto favorable para las discusiones y reflexiones sobre las relaciones CTS. Además, la comprensión de la tríada conocimiento, valores y actividad en el trabajo con el riesgo demostró ser un importante aliado en la educación de los involucrados, resignificando el papel y los límites de la ciencia y la tecnología. A pesar de los avances en las propuestas didácticas, encontramos dificultades para que los alumnos se desprendieron de las clases centradas en contenidos descontextualizados. Estas clases, tan comunes al modelo tradicional de enseñanza de las ciencias, no responden a la necesidad de pensar y debatir mínimamente sobre la sociedad actual y los riesgos derivados de los avances científicos y tecnológicos.

Palabras clave: Riesgo Sociológico; Programa de Residencia Pedagógica; Enseñanza de las ciencias; Formación docente





Introdução

Os propósitos da Educação Científica mudam com o contexto sócio-histórico e, segundo Santos (2011), muitos deles vão ao encontro da Educação CTS. Sendo assim, é relevante olharmos criteriosamente para contextos de sala de aula, porque essa aproximação ocorre na reflexividade da sociedade contemporânea a partir do suporte informacional da ciência e da tecnologia (C&T), em um modelo de desenvolvimento fundamentado na lógica da riqueza, que, segundo Demajorovic (2003), pode invisibilizar riscos.

Para uma análise de “perspectivas educacionais e diferentes maneiras de abordar as relações CTS” em contexto escolar, Strieder e Kawamura (2017, p. 49) propuseram uma matriz de referência, apresentando parâmetros e propósitos, com os quais analisaram aulas de ciências. No trabalho destas autoras, a obra Sociedade de Risco do sociólogo alemão Ulrich Beck (2011) foi citada como contribuinte do debate em Educação CTS, devido à reflexão que suscita acerca da nova sociedade a partir do conceito de risco decorrente dos avanços da C&T. Para Beck, a modernização não trouxe apenas o “progresso”, mas também riscos, incertezas e efeitos colaterais, que perpassam meio ambiente, saúde, economia, mercado de trabalho, família, educação, política e, evidentemente, ciências.

A discussão acerca do risco sociológico vem se tornando objeto de pesquisa e, como meio de sistematização das diversas possibilidades de sua inserção no ensino de ciências, Schenk et al. (2019) propuseram um modelo conceitual de risco para a dimensão educacional, constituído por três elementos base (atividade, conhecimento e valores), além de quatro elementos centrais (incerteza, probabilidade, gravidade e consequência).

Para que resultados de pesquisas cheguem às salas de aula de ciências é necessário pensar em uma formação docente voltada e sensível a tais questões. Para Nóvoa (2019), a formação docente é potencializada pela interação de três pilares: Universidade, Escola e Professores, devendo ocorrer concomitantemente em três etapas: formação inicial de professores, indução profissional e profissionalização continuada.

No Brasil, o Programa de Residência Pedagógica (PRP), criado em 2018 pela Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e, voltado para atender estudantes dos anos finais dos Cursos de Licenciaturas, configura-se um bom exemplo da triangulação sugerida por Nóvoa (2019). Isso porque o PRP tem por finalidade apoiar Instituições de Ensino Superior na implementação de propostas que estimulem a articulação teoria-prática no contexto da formação profissional docente, por meio de parcerias entre universidades e escolas da Educação Básica.

Dadas essas características, o contexto do PRP em Química da Universidade de Brasília (UnB) foi escolhido para a realização dessa pesquisa de cunho qualitativo, cujo objetivo é analisar a inserção do risco em propostas didáticas de Educação CTS em aulas de química do Ensino Médio.



Contextualização Teórica

A pesquisa apresentada está fortemente apoiada nos trabalhos de Strieder e Kawamura (2017), Schenk et al. (2019) e Beck (2011). Primeiramente, porque a matriz de referência proposta por Strieder e Kawamura (2017) estabeleceu parâmetros da Educação CTS que permitem sintetizar os diferentes olhares para os debates acerca da ciência, da tecnologia e da sociedade, e propósitos, que possibilitam analisar perspectivas educacionais distintas e seus significados.

Como parâmetros da Educação CTS, as autoras elencam três elementos: (i) racionalidade científica; (ii) desenvolvimento tecnológico; e (iii) participação social. Enquanto, indicaram outros três como propósitos, sendo eles: (i) percepções entre o conhecimento científico escolar e o contexto do aluno; (ii) questionamentos sobre situações sociais relacionadas à cidadania; e (iii) compromissos sociais diante de problemas ainda não estabelecidos.

Vislumbramos uma aproximação dos parâmetros de Strieder e Kawamura (2017) com as discussões de Beck (2011) sobre a nova sociedade a partir do conceito dos riscos decorrentes dos avanços científico-tecnológicos. Dado que para o sociólogo, o “progresso” trazido pela modernização ocorreu numa lógica distributiva de riquezas, que buscou superar a carência material por meio de um suporte informacional das ciências como tão somente solucionadoras de problemas. No entanto, esse caráter salvacionista das ciências não se sustentou socialmente frente às catástrofes iminentes. O que levou Beck a considerar a racionalidade científica no deslocamento de uma cientificação simples para uma reflexiva, ou seja, a ciência deixou de ser considerada exclusivamente como solucionadora de problemas e passou a ser vista igualmente como produtora deles.

Em aproximação dos propósitos CTS de Strieder e Kawamura (2017), relacionamos algumas discussões levantadas por Beck (2011). Dentre essas, encontra-se o fato de alguns riscos ou efeitos colaterais decorrentes do “progresso” perderem sua latência, à medida que retornam igualmente aos que os produzem e/ou lucram com eles, como num “efeito bumerangue”, confrontando as validações respaldadas nas ciências. No entanto, esses riscos e seus efeitos concretos atingem primeiramente os menos privilegiados e são postergados para os mais abastados. Contudo, basta que alcancem estes últimos ou deixem de ser lucrativos, para que se restaure o debate sociopolítico.

Importa destacar que, mesmo diante do conhecimento sobre os riscos, eles podem ser invisibilizados frente à carência material, ao desemprego, à fome, visto a urgência em sobreviver. Com isso, Beck (2011) questiona a força social mobilizadora frente aos riscos futuros diante das inúmeras desigualdades e injustiças sociais que incomodam no presente.

Em busca de pensar possíveis mudanças, o sociólogo defende a relevância de enxergar as Ciências no seu duplo papel: político e técnico, capaz de organizar a sociedade não mais na restrição exclusiva das classes sociais. Ele afirma que frente aos riscos promovidos pelas Ciências, faz-se imprescindível engendrar maior participação social. No entanto, Beck alerta que essa participação está prejudicada, devido ao enfraquecimento das instituições sociais (como família, religião e classe), das relações de trabalho em direção a um processo de diluição das identidades coletivas, e o fortalecimento de uma individualização exacerbada. Tais aspectos afetam a distri-



buição dos riscos de forma a pesá-los mais sobre os indivíduos e menos sobre as organizações que os produzem, o que leva a uma conseqüente privatização de riscos e desoneração do Estado.

Ainda, outras questões são colocadas por Beck (2011) acerca dos limites impostos pelas Ciências Naturais, desconsiderando aspectos sociais, culturais e econômicos. Frente ao cenário atual, o autor destaca a necessária articulação entre as Ciências Naturais e as Sociais para dar conta das demandas da nova modernidade.

Importa destacar que o conceito sociológico de risco é discutido sobre o alicerce de outras correntes teóricas e, considerando o vasto campo Schenk et al. (2019) apresentam uma análise detalhada de como o risco é tratado na literatura acadêmica e, ressaltam aspectos de seu gerenciamento e uso para análise de decisão. A partir dos resultados dessas análises, estes autores propõem um modelo conceitual de risco para a dimensão educacional. Eles apontam ainda um modelo para uso desse conceito no ensino de ciências, constituído por três elementos-base e quatro elementos centrais citados anteriormente. Este modelo educacional considera que risco tem um caráter multifacetado, podendo ser empregado em diferentes situações, além de ser dual, não podendo ser reduzido a uma questão de fato objetivo ou subjetivo. Os elementos-base conhecimento e valores mostram-se como apoio para a atividade, ou seja, para a tomada de decisão. Enquanto os demais elementos centrais (consequência, probabilidade, incerteza e gravidade), nos exemplos práticos, por vezes, misturam-se, a ponto de dificultar o limite conceitual de cada um deles.

Relembrando, os riscos caracterizam-se como incertezas decorrentes de ações humanas relativas ao desenvolvimento científico-tecnológico, que acabam reconfigurando a sociedade. Essas novas possibilidades de ameaças e perigos impõem tomadas de decisão diante de diversos aspectos contemporâneos, sejam eles ambientais, econômicos, políticos, do mercado de trabalho, do papel da escola ou da individualização.

Na análise realizada por Schenk et al. (2019), foi explicitado também o uso do conceito de risco na educação científica e, os autores enumeram alguns trabalhos que defendem a inclusão desse conceito para promoção da alfabetização científica, ou como uma das ideias centrais sobre ciências, ou como parte constituinte de modo explícito do Movimento CTS, ou ainda como característica de Questões Sociocientíficas (Christensen, 2009; Kolstø, 2006; Levinson et al., 2011). No entanto, estes autores afirmam que, de maneira geral, embora crescente, ainda é discreto a presença do conceito de risco na literatura de educação científica.

Entretanto, enfatizam que, praticamente não há país no mundo que não garanta, em seus documentos legais, o acesso de seus cidadãos à educação escolar como condição fundante da cidadania. Nas sociedades que desejam ser democráticas, os cidadãos assumem seus direitos e exercem seus deveres e, a qualidade das decisões tomadas por não especialistas é de fundamental importância.

Mesmo assim, algumas abordagens acerca da temática risco são observadas na Educação em Ciências, dentre elas, discussões e sugestões de currículos, visando a alfabetização científica. Igualmente, destacam-se aspectos sociais e epistemológicos da ciência para a alfabetização científica, associados ao Movimento CTS; questões sociocientíficas (Simonneaux et al., 2013) que exigem alguma análise de custo-benefício, do qual o risco interage com valores (Kolstø,



2006; Levinson et al., 2011); avaliação de riscos (Levinson et al., 2012), como parte da educação científica; educação científica para a cidadania (Christensen, 2009) e outros.

Sendo assim, a formação de indivíduos, cientificamente alfabetizados, de acordo com Magalhães e Tenreiro-Vieira (2006), passa pela intervenção na formação de professores que adota práticas didático-pedagógicas fundamentadas na inter-relação entre ciência, tecnologia e sociedade. Diante disso, as autoras alertam para a importância das intervenções na formação de professores que rompam com possíveis perspectivas simplistas ou distorcidas do ensino de ciências, para o favorecimento da tomada de consciência e da disposição dos professores para adoção de práticas pedagógicas com orientação CTS. A perspectiva almejada deve ser comprometida como uma concepção de C&T falíveis, não neutras e que atuam com diálogo e não soberanamente.

Diante disso, o presente estudo está orientado pela pergunta: Em que medida a inserção do risco foi contemplada em propostas em Educação CTS no contexto da sala de aula de Química?

Metodologia

Esta pesquisa, de cunho qualitativo, tem como ponto central da investigação a compreensão dos significados dada às ações individuais bem como do contexto de sua realização. Essa abordagem confronta a concepção positivista da ciência, priorizando a interpretação, a mensuração, a descoberta, a constatação e assumindo a inter-relação entre fatos e valores que impossibilitam a neutralidade da posição do pesquisador (Gatti & André, 2010). Quanto à natureza do trabalho, por Gil (2010) denominada finalidade, propusemos uma pesquisa aplicada, que embora dependente da pesquisa pura, tem maior compromisso com aplicação em uma realidade circunstancial em detrimento do desenvolvimento de uma teoria universal. O delineamento do objetivo da pesquisa é explicativo, tendo compromisso com o aprofundamento sobre o conhecimento acerca da realidade e como “preocupação central identificar os fatores que determinam ou que contribuem para a ocorrência dos fenômenos” (Gil, 2010, p. 27).

O campo de observação para este estudo desenrolou-se dentro do Programa de Residência Pedagógica (PRP) da Licenciatura em Química da UnB, cujos participantes foram selecionados por meio do Edital nº 24/2022 dessa instituição. Integram este coletivo 15 licenciandos em Química, três professores preceptores de escolas públicas da Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal e a Coordenadora do PRP, docente do Instituto de Química (IQ). Cada um dos preceptores trabalhou com cinco licenciandos. As reuniões entre licenciandos e coordenação aconteciam semanalmente e a participação dos preceptores nesses encontros ocorria quinzenalmente. Para esta investigação, as pesquisadoras acompanharam todas as reuniões de julho a dezembro de 2023.

Utilizamos a Análise Textual Discursiva – ATD (Moraes & Galiuzzi, 2007) para avaliação sistematizada dos dados, buscando novas compreensões sobre os fenômenos e discursos. Esta escolha foi direcionada pelos princípios hermenêuticos e fenomenológicos compartilhados e pertencentes a todos os demais momentos da pesquisa. A hermenêutica, para Galiuzzi e Sousa



(2022), revelada por inúmeras nuances, destaca-se no compromisso em superar a perspectiva positivista de investigação e em interpretar, esclarecer e revelar sentidos daqueles fenômenos que aparecem à consciência viabilizando assim, a sua exploração. Quanto à segunda compreensão, “[...] assume pressupostos da fenomenologia, de valorização da perspectiva do outro, sempre no sentido da busca de múltiplas compreensões dos fenômenos” (Moraes & Galiazzi, 2007, p. 80).

Na ATD, o pesquisador é ressignificado, sendo considerado participante, não apenas observador. Conforme Galiazzi e Sousa (2022), tal metodologia produz um discurso social, que ao analisar os dados levantados, permite a produção de achados emergentes, não necessariamente contemplados na fundamentação teórica apresentada, que por sua relevância pode convidar mais vozes para o debate, mesmo em fase da análise.

O processo de aproximação, observação e coleta de dados ocorreu em sete etapas denominadas de E1 a E7 e explicitadas no Quadro 1. As etapas E1, E2, E3, E4, E5 e E7 foram realizadas no Laboratório de Pesquisas em Ensino de Química do IQ/UnB. Enquanto a E6 foi desenvolvida nas salas de aula das três escolas parceiras do PRP localizadas no Distrito Federal. Cada etapa teve duração variável.

Quadro 1: Descrição das etapas da pesquisa

ETAPA	DESCRIÇÃO
E1	Contato com os componentes do PRP e construção da proposta de trabalho
E2	Fundamentação teórico-metodológica da Educação CTS e do risco sociológico
E3	Escolha das temáticas e elaboração das propostas didáticas (PD) pelos grupos das escolas
E4	Apresentação das PD elaboradas pelos grupos das escolas
E5	Discussão e ajustes das PD com preceptores, coordenadora e pesquisadoras
E6	Aplicação das PD nas salas de aula das escolas parceiras
E7	Avaliação dos estudantes acerca da aplicação da PD a partir do referencial teórico

Na E1, as pesquisadoras comunicaram-se com a orientadora do PRP e com os três professores preceptores das escolas parceiras. Após apresentação do projeto, delineou-se uma proposta de trabalho conjunta, para atingir tanto os objetivos da pesquisa quanto os de ensino e formação docente. Na E2, realizaram-se discussões com todo o grupo sobre os aspectos teórico-metodológicos da Educação CTS e do risco sociológico. Já na E3, após a escolha das temáticas pelos grupos de estudantes residentes (Combustível – G1, Indústria – G2 e Medicamento – G3), começaram a ser elaboradas três propostas didáticas (PD), comprometidas com a inserção do risco para uma Educação CTS, contemplando principalmente conteúdos de química orgânica para o terceiro ano do Ensino Médio. As PD foram apresentadas pelos residentes para o coletivo do PRP na E4, havendo discussões e ajustes na E5. Em continuidade, na E6, as PD foram aplicadas pelos residentes e supervisionadas pelos preceptores nas salas de aula por quatro a cinco semanas. Enquanto as PD eram desenvolvidas nas escolas, os encontros semanais do grupo



possibilitaram ajustes nas propostas de ensino e discussões enriquecidas das experiências dos residentes no contexto de sala de aula com os alunos da Educação Básica.

Na E7, foi realizada uma avaliação centrada nas análises reflexivas dos licenciandos acerca do processo e dos resultados alcançados no desenvolvimento das PD, tendo por critério os parâmetros e propósitos da Educação CTS (Strieder & Kawamura, 2017), os elementos do modelo educacional de risco (Schenk et al., 2019) e os aspectos da obra de Beck (2011). Para isso, utilizou-se uma planilha orientadora com as especificações de cada um desses referenciais (a ser vista no Quadro 2). Os dados analisados no presente manuscrito limitam-se à autoanálise dos residentes realizado em E7 (Quadro 2), aos planos de aula elaborados pelos residentes em E3 e às anotações das pesquisadoras captadas nas reuniões.

Resultados

Foram apresentadas em E4, três propostas didáticas distintas. O Grupo 1 (G1), a partir da temática *combustíveis*, problematizou questões do transporte público, da produção de CO₂, dos riscos das mudanças climáticas e do efeito estufa. Na PD de G2, com a temática *indústria*, as aulas foram desenvolvidas em módulos individuais para segmentos da indústria e questionou-se o que era a atividade industrial, como ocorreu seu avanço no Brasil e como pode-se perceber a poluição provenientes da produção de petróleo, álcool etílico, sabão e fertilizantes. Enquanto a PD de G3, acerca da temática *medicamentos*, analisou os riscos da automedicação e os aspectos culturais relacionados.

Tais propostas foram avaliadas pelos residentes baseadas nos referenciais teóricos estudados desde E2, utilizando a ferramenta apresentada no Quadro 2. Em E7, cada grupo realizou, com base nessa matriz de análise, uma autoavaliação de sua PD desenvolvida em sala de aula.



Quadro 2: Resultados das análises dos grupos após a aplicação das propostas didáticas

EDUCAÇÃO CTS							
Grupos							
Referencial				1	2	3	
Strieder e Kawamura (2017)	Parâmetros da Educação CTS	Racionalidade científica	(1R) explicitar a presença da ciência no mundo;	X	X	X	
			(2R) discutir malefícios e benefícios dos produtos da ciência;	X	X	X	
			(3R) analisar a condução das investigações científicas;	X	-	X	
			(4R) questionar as relações entre as investigações científicas e seus produtos;	X	X	X	
			(5R) abordar as insuficiências da ciência.	-	-	-	
		Desenvolvimento tecnológico	(1D) abordar questões técnicas;	X	X	X	
			(2D) analisar organizações e relações entre aparato e sociedade;	X	X	X	
			(3D) discutir especificidades e transformações acarretadas pelo conhecimento tecnológico;	X	X	X	
			(4D) questionar os propósitos que tem guiado a produção de novas tecnologias;	-	-	X	
			(5D) discutir a necessidade de adequações sociais.	-	-	-	
		Participação social	(1P) adquirir informações e reconhecer o tema e suas relações com a ciência e a tecnologia;	-	X	X	
			(2P) avaliar pontos positivos e negativos associados ao tema, envolvendo decisões individuais e situações específicas;	-	X	X	
			(3P) discutir problemas, impactos e transformações sociais da ciência e da tecnologia envolvendo decisões coletivas;	-	X	-	
			(4P) identificar contradições e estabelecer mecanismos de pressão;	-	-	-	
			(5P) compreender políticas públicas e participar no âmbito das esferas políticas.	-	X	-	
	Propósitos da Ed. CTS	Desenvolvimento de percepções	X	X	X		
		Desenvolvimento de Questionamentos	X	X	X		
		Participação social	-	-	-		
	RISCO						



Schenk et al. (2019)	Modelo conceitual de risco para a dimensão educacional	Conhecimento	X	X	X
		Valores	X	X	X
		Atividade	X	X	X
		Incerteza	X	-	X
		Gravidade	X	X	X
		Consequência	X	X	X
		Probabilidade	-	X	X
Beck (2011)	Sociedade de Risco	Perspectiva Ambiental	X	X	-
		Racionalidade científica e social	X	-	X
		Risco específico de classe	X	X	X
		Riscos globalizados	X	X	-
		Efeito bumerangue	X	-	-
		Percepção versus Produção de riscos	X	X	X
		Cegueira em relação aos riscos	X	X	X
		As vozes dos efeitos colaterais	X	X	-
		Desigualdade individualizada	X	X	X
		Desemprego	-	X	-
		Educação	X	X	X
		Homem e Mulher	-	-	-
		Cientificação simples e reflexiva	X	-	X
		Desmonopolização do conhecimento	X	X	-
		Supressão de causas ou tratamento de sintomas	X	X	X
Política e subpolítica	X	X	-		

O resultado da avaliação dos residentes no Quadro 2 foi confrontado com os planos de aula das PD, submetidos a ATD. Os planos de aula foram utilizados como *corpus* para identificação de unidades significativas (empíricas) e relacionadas a unidades teóricas de Beck (2011) e Strieder e Kawamura (2017). Como consequência, emergiram categorias e o modelo de Schenk et al. (2019) foi utilizado para avaliar de que maneira a inserção do risco compareceu no debate CTS.

No Quadro 3 apresentamos uma síntese das Unidades Empíricas retiradas do plano de aula 1 de G1, G2 e G3. Paralelamente, cada Unidade Empírica foi associada a Unidades Teóricas relacionadas com o pensamento social de Beck (2011) e com os parâmetros e propósitos estabelecidos por Strieder e Kawamura (2017). A partir disso, emergiram, categorias que explicitam os elementos do modelo conceitual de risco para a dimensão educacional de Schenk et al. (2019).



Quadro 3: Análise dos planos de aula por meio da ATD

Categoria emergente que se comunica com elementos de Schenk et al. (2019)	Unid. Teórica (Beck, 2011)	Unid. Teórica (Strieder & Kawamura, 2017)	Unidade Empírica
Conhecimento e o risco como incerteza	A. Percepção x produção de riscos B. Cegueira em relação aos riscos C. Racionalidade e científica e social D. Cientificação simples e reflexiva	Racionalidade Científica Desenvolvimento de Percepção	G1.1.1 - O professor pergunta para os alunos o que eles entendem sobre o aquecimento global . [...] o professor pergunta se os alunos acham que o aquecimento global é verdade ou um mito . A, B, (1R), G1.1.2 - O professor sugere ver o que um texto científico diz sobre o assunto. Então, o professor projeta (no slide) uma fake news que defende o aquecimento global como um mito. C, D, (3R), (4R) G1.1.3 - O professor chama atenção para alguns aspectos do texto que transmitem credibilidade: mencionam o nome de um cientista e usam termos da ciência . Então, o professor pergunta o que os alunos acharam do texto... após escutar e discutir as impressões dos alunos, o professor revela que o texto é na verdade uma fake news . C, D, (3R), (4R) G3.1.1 - "Os nomes apontados são remédios ou medicamentos ? Existe diferença entre remédio e medicamento? Quais são as diferenças? A, (1R) G3.1.3 - Como vocês sabem com que frequência ingerir um medicamento não prescrito por um profissional da saúde?" A, (1R), (2R)
Diálogo entre conhecimento e valores e compreensão do risco como incerteza	E. Perspectiva Ambiental F. Riscos globalizados	Desenvolvimento tecnológico Desenvolvimento de Questionamentos	G1.1.1 - O professor pergunta para os alunos o que eles entendem sobre o aquecimento global . [...] o professor pergunta se os alunos acham que o aquecimento global é verdade ou um mito . E, F, (1D), (2D) G1.1.2 - O professor sugere ver o que um texto científico diz sobre o assunto. Então, o professor projeta (no slide) uma fake news que defende o aquecimento global como um mito. E, F, (1D), (2D) G1.1.3 - O professor chama atenção para alguns aspectos do texto que transmitem credibilidade: mencionam o nome de um cientista e usam termos da ciência . Então, o professor pergunta o que os alunos acharam do texto... após escutar e discutir as impressões dos alunos, o professor revela que o texto é na verdade uma fake news . E, (4D)
Conhecimento e o risco como consequência	A. Percepção x produção de riscos B. Cegueira em relação aos riscos C. Racionalidade e científica e social D. Cientificação simples e reflexiva	Racionalidade Científica Desenvolvimento de Percepção	G2.1.1- Perguntar para a turma quais eles acreditam que sejam as principais causas de mortes no Brasil e no mundo . Anotar as respostas no quadro para uma discussão posterior. A, (1R) G2.1.2 - Perguntar aos estudantes como eles definiriam a indústria e como ela surgiu. Indagar também quais foram os benefícios da vinda de indústrias para o Brasil . Baseado nessas respostas, construir, junto aos estudantes, uma definição correta de indústria, seu surgimento e seus impactos positivos e negativos . A, B, C, D, (2R), (3R) G2.1.4 - Exemplificar para os estudantes os vários tipos de poluição que podem ser causados pelas indústrias (atmosférica, hídrica, solo, sonora, luminosa, radioativa...). A, B, D, (2R), (3R), (4R) G3.1.2 - O que a dosagem significa? Vocês acham que existem consequências de ingerir um medicamento com dosagem inferior e superior? (obs.: esta pergunta deve ser contextualizada com imagens do mesmo medicamento, porém com diferentes dosagens). A, (1R), (2R)
Diálogo entre conhecimento e valores e compreensão do risco como consequência	E. Perspectiva Ambiental F. Riscos globalizados		



		Desenvolvimento tecnológico Desenvolvimento de Questionamentos	G2.1.1- Perguntar para a turma quais eles acreditam que sejam as principais causas de mortes no Brasil e no mundo . Anotar as respostas no quadro para uma discussão posterior. F, (2D) G2.1.2 - Perguntar aos estudantes como eles definiriam a indústria e como ela surgiu. Indagar também quais foram os benefícios da vinda de indústrias para o Brasil . Baseado nessas respostas, construir, junto aos estudantes, uma definição correta de indústria, seu surgimento e seus impactos positivos e negativos . E, F, (1D), (2D) G2.1.4 - Exemplificar para os estudantes os vários tipos de poluição que podem ser causados pelas indústrias (atmosférica, hídrica, solo, sonora, luminosa, radioativa...). E, F, (3D), (5D) G3.1.2 - O que a dosagem significa? Vocês acham que existem consequências de ingerir um medicamento com dosagem inferior e superior? (obs.: esta pergunta deve ser contextualizada com imagens do mesmo medicamento, porém com diferentes dosagens). F, (1D)
Conhecimento e o risco como gravidade	B. Cegueira em relação aos riscos C. Racionalidade e científica e social D. Cientificação simples e reflexiva G. Supressão de causas ou tratamento de sintomas	Racionalidade Científica Desenvolvimento de Percepção	G2.1.3 - Reproduzir vídeo (https://www.youtube.com/watch?v=otld-LDF6oA) e retomar a primeira pergunta feita no começo da aula [referente a causa de mortes no Brasil]. Apresentar dados da seguinte reportagem: https://www.correiobraziliense.com.br/ciencia-e-saude/2022/05/5008547-poluicao-mata-9-milhoes-de-pessoas-por-ano-diz-estudo.html . B, C, D, G, (4R), (5R)
Diálogo entre conhecimento e valores e compreensão do risco como gravidade	E. Perspectiva Ambiental F. Riscos globalizados H. Efeito Bumerangue	Desenvolvimento tecnológico Desenvolvimento de Questionamentos	G2.1.3 - Reproduzir vídeo (https://www.youtube.com/watch?v=otld-LDF6oA) e retomar a primeira pergunta feita no começo da aula. Apresentar dados da seguinte reportagem: https://www.correiobraziliense.com.br/ciencia-e-saude/2022/05/5008547-poluicao-mata-9-milhoes-de-pessoas-por-ano-diz-estudo.html . E, F, H, (3D), (4D)

Uma das categorias emergentes da Unidade Empírica G1.1.1 identifica um diálogo sobre o **conhecimento** e os **valores** acerca do aquecimento global, colocando o risco como uma **incerteza**. A emergência dessa categoria ocorreu ao analisarmos o primeiro Plano de aula de G1, que buscou investigar e confrontar o **conhecimento** prévio com os **valores** dos estudantes, por meio da invisibilidade de alguns riscos e da percepção de impactos ambientais. No plano também constavam questionamentos que levariam a pesquisar como tais aspectos poderiam ser entendidos pelos estudantes e se eles conseguiriam depreender de onde poderia vir a denúncia sobre possíveis prejuízos dos fenômenos climáticos. A abordagem acerca dos riscos do aquecimento global defendida por G1 incluía o risco expondo-o como **incerteza**, visto que o debate foi posto questionando o fenômeno como “verdade” ou mito.

Ainda, no Plano de aula 1 de G1 foi possível analisar uma defesa de argumento amparada no **conhecimento** científico. Pois, a discussão sobre o texto (*fake news*) abriu espaço para questionamentos, visto que as **incertezas**, defendidas como verdades absolutas e respaldadas pela



“ciência”, ofereceram a oportunidade de se compreender a importância de questionar as fontes de informações, para que se perceba interesses camuflados, limites e as **incertezas** intrínsecas ao **conhecimento** científico.

Com isso, a categoria emergente evidencia riscos decorrentes dos avanços científicos e tecnológicos. Amparado no modelo educacional de Schenk e colaboradores (2019), tais riscos foram abordados sobre o olhar de três elementos: o **conhecimento**, os **valores** e a **incerteza**. O primeiro aparece recorrentemente nas análises das demais Unidades Empíricas, relacionados aos critérios de Beck (2011) e aos mesmos parâmetros e propósitos de Strieder e Kawamura (2017) citados acima. Os **valores** são observados no confronto com o **conhecimento**. Enquanto a **incerteza**, elemento-central, não foi tão regular nas demais Unidades Empíricas, pois ora aparece como **gravidade**, ora como **consequência** ou **probabilidade**.

Portanto, essa análise evidenciou algumas aproximações entre os referenciais teóricos de Beck (2011) e Strieder e Kawamura (2017) com as abordagens adotadas nas propostas didáticas dos três grupos (G1, G2 e G3). Importa reforçar que foi possível traçar um paralelo das categorias emergentes com os elementos-base (conhecimento, valores e atividade) do modelo educacional de Schenk et al. (2019). O mesmo não aconteceu com os elementos centrais (gravidade, consequência, incerteza e probabilidade), pois não apresentaram regularidade suficiente para a intersecção. Pode-se entender que os elementos centrais do modelo de Schenk et al. (2019) contribuem para a compreensão do sentido atribuído ao risco pelos residentes em seus Planos de aula. Isso porque, segundo Christensen (2009) e Levinson et al. (2012), os professores de ciências ao abordarem o risco são influenciados por suas concepções e pela forma como estas se ligam ao conhecimento. Assim sendo, essas aproximações para abordagem do risco como meio de promoção da Educação CTS foram construídas e estabeleceram-se na relação entre as unidades teóricas e os elementos-base do modelo educacional de Schenk et al. (2019).

A primeira aproximação é percebida entre a racionalidade científica e o desenvolvimento de percepções, de Strieder e Kawamura (2017), com as discussões de Beck (2011) sobre racionalidade científica e social; percepções e produções de riscos; cegueira em relação aos riscos; as vozes dos efeitos colaterais; cientifização simples e reflexiva e desmonopolização do conhecimento. Essa articulação entre os parâmetros e propósitos e o pensamento social nos levaram a categoria emergente associada ao elemento conhecimento do modelo de Schenk et al. (2019).

A segunda aproximação entre os referenciais teóricos foi construída a partir do parâmetro desenvolvimento tecnológico e do propósito desenvolvimento de questionamentos, de Strieder e Kawamura (2017), relacionados à perspectiva ambiental, riscos globalizados e efeito bumerangue, discussões trazidas por Beck (2011). Consideramos essa aproximação, relacionada ao elemento valor de Schenk e colaboradores (2019), a partir dos destaques nas categorias emergentes.

Por fim, a terceira aproximação revelou-se o maior obstáculo encontrado na produção das três Propostas didáticas. Isso foi apontado tanto nos formulários de autoavaliação pelos grupos como identificado na análise dos Planos de aula das PD (G1, G2 e G3). A dificuldade está relacionada à participação social de Strieder e Kawamura (2017), cujo diálogo perpassa pelo necessário aprofundamento das discussões baseados em Beck (2011), que evidenciam os riscos específicos de classe; o enfrentamento das desigualdades, antes organizados em classe, para formas mais



individualizadas; além do crescente fenômeno do desemprego e do subemprego flexível, da discrepância de oportunidades para homens e mulheres e do local político e subpolítico da ciência. Essa categoria relaciona-se ao elemento atividade do modelo educacional de Schenk et al. (2019).

Isso posto, observa-se a necessidade de se trabalhar, no processo de formação de professor, a ressignificação do papel da ciência, incluindo a compreensão dos limites e da colaboração do conhecimento científico, por entender que o desprendimento disciplinar e a visão multidisciplinar viabilizam o ensino voltado à reflexividade necessária no combate das desigualdades, cada vez mais enfrentadas de maneira individualizada. São situações em que a educação não pode ser omissa para a manutenção da lógica de culpabilização dos sujeitos diante de riscos coletivos que desoneram o Estado e fortalecem o mercado. Essa análise aponta que a Educação em Ciências, pautada nos objetivos da Educação CTS, coloca-se como uma importante aliada no desenvolvimento de uma sociedade reflexiva e mais bem preparada para lidar com os riscos da modernidade.

Outro aspecto evidenciado na análise das PD e em excertos, conforme destacados a seguir, de diálogo com os residentes de todos os grupos na E5 foi o excesso de conteúdo químico em detrimento das temáticas escolhidas, denotando dificuldade já destacado por Pedrosa e Henriques (2003), que denuncia a cultura enrijecida e tradicional de fazer e ensinar ciências. Segundo essas autoras, a implementação de práticas que incluam valores associados a atividades científicas e tecnológicas, a interrelações CTS pressupõem concepções epistemológicas, que rompam com o modelo de neutralidade e soberania da ciência, bem como a configuração rígida dos papéis para professores e estudantes da escola tradicional. Complementarmente, deve-se responsabilizar também as políticas que regulamentam o acesso ao ensino superior, que mantém forte valorização da compreensão disciplinar por meio dos exames de seleção, mantendo a cultura conteudista.

“Não está isso no currículo em si, mas está no que, se o aluno não tiver, ele não vai fazer uma prova bem de vestibular. E aí, eu acho que a nossa maior dificuldade foi conciliar essas duas coisas, porque era muito... era um conflito muito grande entre... eu não vou passar tal conteúdo de Química, porque não vai dar tempo, a gente não tem tempo para passar. Para eu ter uma discussão mais frutífera com eles mesmo, só que aí, eu vou deixar de ensinar uma coisa que vai prejudicar eles no Enem¹, vai prejudicar eles no PAS². Ah, então vamos voltar para o tradicional, vamos ensinar tudo o que dá. Mas aí, sem ensinar isso, a gente vai destruir todo um aprendizado que é importantíssimo para a vida dele” (Residente A1).

“Nós não chegamos nunca ao final da aula, pois todos querem participar com opiniões sobre as questões levantadas. Isso acontece até na turma mais complicada. Eles estão conseguindo absorver e debater. Então tem sido uma experiência muito positiva em todas as turmas, mas as aulas [conteúdos de química] vão ficando **atrasadas**, pois não podemos cortá-los” (Preceptor B)

¹ ENEM - Exame Nacional do Ensino Médio - prova de admissão à educação superior realizada pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, autarquia vinculada ao Ministério da Educação do Brasil.

² PAS - Programa de Avaliação Seriada - processo seletivo de acesso à Universidade de Brasília, realizado ao longo dos três anos do ensino médio regular.



Ainda pelos relatos, a vivência da triangulação defendida por Nóvoa (2019) ocorrida no PRP- Química mostrou-se com espaço potente para formação inicial e continuada. Tantos os residentes quanto os preceptores relataram que o estudo sobre risco desenvolve condições para promoção de discussões satisfatórias acerca da relação entre ciência, tecnologia e sociedade em sala de aula, trazendo maior participação dos estudantes em sala de aula.

“...eu acho que eles gostaram bastante, porque a turma que eu peguei nesse semestre, ela é uma turma que a professora tinha relatado que ela não é participativa, a turma gosta muito de dormir. Só que quando a gente começou a trabalhar essa temática, desde a aplicação do filme, de ouvi-los mesmo, de perguntar opiniões deles, eu reparei que eles não estavam mais dormindo, eles estavam participativos. Eles tinham muitas, muitas contribuições que às vezes impediam até da aula continuar. Então, eu acho que eles gostaram, foi uma contribuição diferente para eles, porque eles até relataram que tinham química como uma matéria chata, de [Química] Orgânica, enfim.... Acho que quando a gente pegou nessa perspectiva ambiental, social, eles tinham muitas contribuições. Eu acho que isso favoreceu e ficou mais fluido, mais leve, para eles tentarem. Acho que isso foi bom, eu gostei disso” (Residente B2).

Desse modo, entendemos que trazer o risco para o centro da Educação em Ciências é descolá-lo do conhecimento objetivo e aproximá-lo da demanda social de seu uso. A reflexão construída em torno do risco permite uma compreensão ampliada da sociedade na segunda modernidade, dado que busca perceber as novas configurações da escola, do mercado de trabalho, da política, da economia, das ciências, da tecnologia, dentre outros. Assim, entendemos que o estudo sobre o risco e a sociedade, que se desenvolve a partir dessa concepção e, fundamentado na importância de compreender a relação entre ciência, tecnologia e sociedade, é um ponto de partida de estruturada e profunda reflexão capaz de direcionar caminhos de mudanças, para que se mantenha o constante diálogo crítico e reflexivo com e entre as ciências e impacte diretamente a educação em ciências.

Considerações Finais

Como consequência das análises, podemos afirmar que a inserção do risco foi contemplada nas propostas didáticas como um aspecto favorável a discussões e reflexões das relações CTS, mostrando o potencial do contexto em que a pesquisa foi desenvolvida. Nesse sentido, destacamos a triangulação defendida por Schenk et al. (2019) entre conhecimento, valores e atividade como meio de viabilizar ações nas propostas didáticas. Além disso, a compreensão dessa tríade no trabalho com o risco em sala de aula mostrou-se importante aliada na formação profissional dos envolvidos, ressignificando o papel e os limites da ciência e da tecnologia.

Vale destacar a relevância da interlocução entre os licenciandos, os professores da Educação Básica e da Universidade. Essa articulação possibilitou discussões ponderadas pelo contexto da integração universidade-escola, propiciando avanços nos modos de planejar e desenvolver aulas



de química, tendo como ponto de partida temáticas ao invés de conteúdos descontextualizados. Isso nos permite apostar que espaços, como o *lócus* dessa pesquisa, têm potencial para viabilizar uma nova realidade para as instituições educacionais, evitando responsabilizações individuais e desonerações institucionais.

Apesar dos avanços considerando a aproximação escola-universidade-professores, sugerida por Nóvoa (2019), existem diversos desafios a serem enfrentados no ensino de ciências, dentre eles a necessidade de se pensar e debater a sociedade atual e os riscos decorrentes dos avanços científicos e tecnológicos. Isso exige uma ruptura com o modelo tradicional de ensino, que não contempla debates acerca da não neutralidade da ciência e da tecnologia, das intencionalidades neoliberais na produção do conhecimento e suas consequências sociais.

Reiteramos a importância da Educação em Ciências, para preparar-se para a tomada de decisões e participação social na sociedade de risco e antecipar-se para lidar com as questões que entrelaçam ciências, tecnologia e sociedade. Desse modo, a Educação CTS em aproximação com o risco coloca-se como uma importante aliada para o desenvolvimento de uma sociedade reflexiva, apta a lidar com os riscos da segunda modernidade. Para isso, a formação de professores deve ser contemplada para além de esforços individuais, mas como prioridade coletiva com política, orçamento e estrutura para sua efetiva realização.

Contribuições dos autores

Conceptualização: Deine Bispo Miranda e Patrícia Fernandes Lootens Machado; Metodologia: Deine Bispo Miranda e Patrícia Fernandes Lootens Machado; Análise formal: Patrícia Fernandes Lootens Machado; Investigação: Deine Bispo Miranda e Patrícia Fernandes Lootens Machado; Escrita - Esboço original: Deine Bispo Miranda, Patrícia Fernandes Lootens Machado e Jheniffer Micheline Cortez; Escrita - Revisão e Edição: Patrícia Fernandes Lootens Machado e Jheniffer Micheline Cortez; Supervisão: Patrícia Fernandes Lootens Machado e Jheniffer Micheline Cortez; Captação de financiamento: Patrícia Fernandes Lootens Machado e Jheniffer Micheline Cortez; Gestão do projeto: Jheniffer Micheline Cortez.

Agradecimentos

A todos os integrantes do Programa Residência Pedagógica de Química da Universidade de Brasília e à Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal.



Financiamento

Instituto de Química - Universidade de Brasília (IQ – UnB), Decanatos de pesquisa e inovação e de Pós-Graduação (UnB - DPI/DPG) e Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAP-DF).

Referências

- Beck, U. (2011). *Sociedade de Risco: rumo a uma outra modernidade*. São Paulo: Editora 34.
- BRASIL. (2018). Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Base Nacional Comum Curricular: Ensino Médio. Brasília: MEC/SEB.
- Christensen, C. (2009). Risk and school science education. *Studies in Science Education*, 45(2), 205-223.
- Demajorovic, J. (2003). *Sociedade de risco e responsabilidade socioambiental: perspectivas para a educação corporativa*. São Paulo: Senac.
- Galiazzi, M. D. C., & Sousa, R. S. D. (2022). *Análise textual discursiva: uma ampliação de horizontes*. Ijuí: Unijuí,
- Gatti, B., & André, M. (2010). A relevância dos métodos de pesquisa qualitativa em Educação no Brasil. In W. Weller, & N. Pfaff, *Metodologias da Pesquisa Qualitativa em Educação - Teoria e Prática* (pp. 29-52). Petrópolis-RJ: Vozes.
- Gil, A. C. (2021). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social*. 7. ed. São Paulo: Atlas.
- Kolstø, S. D. (2006). Patterns in students' argumentation confronted with a risk-focused socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, 28(14), 1689-1716.
- Levinson, R., Kent, P., Pratt, D., Kapadia, R., & Yogui, C. (2011). Developing a pedagogy of risk in socio-scientific issues. *Journal of Biological Education*, 45(3), 136-142. <https://doi.org/10.1080/00219266.2011.576260>
- Levinson, R., Kent, P., Pratt, D., Kapadia, R., & Yogui, C. (2012). Risk-based decision making in a scientific issue: a study of teachers discussing a dilemma through a microworld. *Science Education*, 96(2), 212-233. <https://doi.org/10.1002/sce.21003>
- Magalhães, S. I., & Tenreiro-Vieira, C. (2006). Educação em Ciências para uma articulação Ciência, Tecnologia, Sociedade e Pensamento Crítico. Um programa de formação de professores. *Revista Portuguesa de Educação*, 19(2), 85-110. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/374/37419205.pdf>
- Moraes, R., & Galiazzi, M. C. (2007). *Análise Textual Discursiva* (1ª ed.). Editora Unijuí.
- Nóvoa, A. (2019). Os professores e a sua formação num tempo de metamorfose da escola. *Educação & Realidade*, 44(3), e84910. <https://doi.org/10.1590/2175-623684910>
- Pedrosa, M. A., & Henriques, M. H. (2003). Encurtando distâncias entre escolas e cidadãos: enredos ficcionais e educação em ciências. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 2(3), 271-292.
- Santos, W. L. P. (2011). Significados da Educação Científica com Enfoque CTS. In W. L. P. Santos, & D. Auler (Orgs.), *CTS e Educação Científica: Desafios, Tendências e Resultados de Pesquisas* (pp. 21-47). Universidade de Brasília.



- Schenk, L., Hamza, K. M., Enghag, M., Lundegård, I., Arvanitis, L., Haglund, K., & Wojcik, A. (2019). Teaching and discussing about risk: seven elements of potential significance for science education. *International Journal of Science Education*, 41(9), 1271–1286. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1606961>
- Simonneaux, L., Panissal, N., & Brossais, E. (2013). Students' perception of risk about nanotechnology. After an SAQ teaching strategy. *International Journal of Science Education*, 35(14), 2376–2406. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.635164>
- Strieder, R. B., & Kawamura, M. R. (2017). Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 10(1), 27–56. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2017v10n1p27>