

**EDUCAÇÃO CIENTÍFICA ORIENTADA PARA O FUTURO: RISCOS,
INCERTEZAS E IMAGINÁRIOS JUVENIS****FUTURE-ORIENTED SCIENCE EDUCATION: RISKS, UNCERTAINTIES, AND
YOUTH IMAGINARIES****EDUCACIÓN CIENTÍFICA ORIENTADA AL FUTURO: RIESGOS,
INCERTIDUMBRES E IMAGINARIOS JUVENILES**

Stella Cândida Ferreira¹, Samuel Molina Schnorr²

Resumo

Este artigo discute os potenciais da educação científica orientada para o futuro, a partir da experiência de uma disciplina eletiva do Novo Ensino Médio intitulada *Qual o futuro da Terra?*, desenvolvida em uma escola pública do Distrito Federal. Fundamentado na perspectiva da sociedade de risco e em referenciais que articulam ensino de ciências e pensamento prospectivo, o estudo analisou produções textuais e mocumentários elaborados pelos estudantes. A investigação, de natureza qualitativa, utilizou a Análise Textual Discursiva para interpretar as percepções estudantis sobre riscos, incertezas e cenários futuros. Os resultados revelam a predominância de visões pessimistas, mas também a emergência de posicionamentos críticos e esperanças coletivas. Evidenciamos, assim, a urgência de uma educação científica que dialogue com os desafios do tempo presente e contribua para formar sujeitos capazes de se posicionar diante das incertezas e de atuar diante dos riscos.

Palavras-chave: Sociedade de Risco; Educação em Ciências; Futuro.

Abstract

This article discusses the potential of future-oriented science education, based on the experience of an elective course in the Brazilian New High School curriculum entitled *What is the future of Earth?*, developed in a public school in the Federal District. Grounded in the perspective of the risk society and in frameworks that connect science education with futures thinking, the study analyzed written texts and mockumentaries produced by students. This qualitative investigation employed Discursive Textual Analysis to interpret students' perceptions of risks, uncertainties, and future scenarios. The results reveal a predominance of pessimistic views, but also the emergence of critical perspectives and collective hopes. The findings highlight the urgency of a science education that engages with present-day challenges and contributes to the formation of individuals capable of positioning themselves in the face of uncertainty and acting in response to risks.

Keywords: Risk Society; Science Education; Future.

Resumen

Este artículo discute los potenciales de una educación científica orientada hacia el futuro, a partir de la experiencia de una asignatura electiva del Nuevo Bachillerato titulada *¿Cuál es el futuro de la Tierra?*, desarrollada en una escuela pública del Distrito Federal de Brasil. Basado en la perspectiva de la sociedad del riesgo y en marcos teóricos que articulan la enseñanza de las ciencias con el pensamiento prospectivo, el estudio analizó textos escritos y mocumentales elaborados por estudiantes. La investigación, de carácter cualitativo, utilizó el Análisis Textual Discursivo para interpretar las percepciones estudiantiles sobre riesgos, incertidumbres y escenarios futuros. Los resultados revelan una predominancia de visiones pesimistas, pero también la emergencia de posturas críticas y esperanzas colectivas. Se evidencia así la urgencia de una educación científica que dialogue con los desafíos del presente y contribuya a formar sujetos capaces de posicionarse frente a la incertidumbre y actuar ante los riesgos.

Palabras clave: Sociedad del Riesgo; Educación Científica; Futuro.

¹ Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências (PPGEDuC), Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil. E-mail: ferreiracstella@gmail.com

² Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências (PPGEDuC), Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil. E-mail: samuel.schnorr@unb.br

*O tempo nos faz esquecer
O que nos trouxe até aqui
Mas eu lembro muito bem
Como se fosse amanhã
Engenheiros do Hawaii*

1. Introdução

Historicamente, prevaleceu a concepção de que a ciência é capaz de promover o progresso contínuo do conhecimento, o controle eficiente sobre o mundo natural e a resolução de problemas humanos (Funtowicz; Ravetz, 1997). Durante a modernidade, essa confiança foi reforçada, consolidando o conhecimento científico como uma base sólida para a tomada de decisões (Giddens, 1991). No entanto, nas últimas décadas, esse cenário foi alterado com o surgimento do que Anthony Giddens (1991) denomina de modernidade tardia, marcada por incertezas crescentes e transformações aceleradas.

Nesse contexto, o sociólogo Ulrich Beck (2013) denomina esse momento de sociedade de risco, caracterizada por processos altamente complexos, dinâmicos e incertos. O desenvolvimento acelerado da ciência e da tecnologia impulsionou não somente avanços significativos, mas também a produção de novos riscos, que extrapolam fronteiras nacionais, como crises econômicas, pandemias, alimentos transgênicos e mudanças climáticas (Covitt; Anderson, 2022). A sociedade passa a depender cada vez mais dos sistemas peritos para lidar com situações que escapam ao entendimento comum. Como destaca Giddens (1991), os leigos confiam nos especialistas porque já não conseguem, por si sós, compreender ou explicar as inovações. Ainda assim, essa confiança é instável, uma vez que nem mesmo os especialistas têm respostas definitivas para os desafios emergentes (Cazelli; Franco, 2001). Diante da crescente incerteza, torna-se fundamental repensar o papel da educação científica. Mais do que transmitir conhecimentos, ela deve promover a autonomia e a capacidade de tomada de decisão, fortalecendo a participação social dos sujeitos que, em breve, “serão chamados a intervir em decisões sobre as quais os especialistas não têm a resposta certa” (Cazelli; Franco, 2001, p. 180).

A sociedade de risco é marcada por instabilidades globais que impactam diretamente o contexto local. Nesse cenário, é essencial que a educação em ciências estimule uma compreensão ampliada do saber científico, reconhecendo suas potencialidades e limitações (Schnorr et al., 2024). A ciência, embora permeada por incertezas, continua sendo uma ferramenta fundamental para lidar com riscos sociocientíficos (Covitt; Anderson, 2022). Estudos recentes, como o de Laherto e Rasa (2022), demonstram que atividades científicas orientadas para o futuro, baseadas em pensamento sistêmico, contribuem para os discentes ampliarem suas percepções, imaginarem possibilidades e aprendam a navegar pelas incertezas. Discutir riscos, incertezas e cenários futuros, portanto, ultrapassa a dicotomia de confiar ou não na ciência. A ciência pós-normal considera o conhecimento científico, no entanto, desconsidera a supremacia da racionalidade científica devido sua limitação frente às incertezas

contemporâneas (Funtowicz; Ravetz, 1997). Quando os especialistas não são capazes de oferecer soluções conclusivas para problemas complexos, os “leigos” também devem ser incluídos no diálogo, visto que a ciência tradicional é apenas uma das maneiras de compreensão do mundo e a ciência deve ser complementada a partir de conhecimentos, críticas e questionamentos de mundo dos sujeitos (Funtowicz; Ravetz, 1997).

A imprevisibilidade que marca a sociedade de risco reforça a necessidade de olhar para o futuro como um espaço de análise, planejamento e esperança (Delanty, 2024). É nesse horizonte que se situam as possibilidades de enfrentamento dos desafios atuais, pois a consciência do risco está inevitavelmente ligada aos cenários futuros (Beck, 2013). Nesse sentido, a abordagem de problemáticas socioambientais no ensino pode contribuir para ampliar as dimensões éticas e sociais do conhecimento, logo “[a discussão] não se trata apenas do que nós ‘podemos’ ou ‘poderíamos’ fazer, mas também sobre qual é a decisão ‘certa’, ou seja, o que ‘devemos’ fazer” (Hodson, 2018, p. 41). Pensar em cenários futuros por meio de ferramentas como o *future thinking* permite que os estudantes analisem tendências, identifiquem causas e problemas, e construam visões de futuros preferenciais (Hodson, 2018). Contudo, a crescente onda de incertezas, como guerras, mudanças climáticas e pandemias, desafia uma visão otimista do futuro (Delanty, 2024). Por isso, incorporar tais discussões na educação científica é cada vez mais pertinente. Como destacam Laherto e Rasa (2022, p. 97), “na verdade, o ensino orientado para o futuro pode auxiliar os alunos a avaliar os impactos positivos e negativos da ciência e da tecnologia na sociedade e no ambiente e a aprofundar a sua compreensão da complexidade destas interações”.

A educação apoiada em uma ciência pós-normal deve rejeitar a ciência como dogma inquestionável e passar a compreendê-la como fonte complexa, questionável, incerta e controversa de conhecimento (Funtowicz; Ravetz, 1997). Desse modo, discutir as implicações da modernidade tardia no âmbito da educação científica contribui para preparar os estudantes não apenas para compreender conceitos científicos, mas para se posicionarem diante das incertezas e refletirem criticamente sobre o futuro (Levrini et al., 2019). A inserção dessa temática permite explorar dimensões da ciência nem sempre abordadas no ensino, como seus modelos causais, a abordagem de imprevisibilidades e a tomada de decisão em contextos de incerteza. A ciência pós-normal no espaço escolar pode contribuir para expandir a discussão científica e democratizar o conhecimento (Funtowicz; Ravetz, 1997). Assim, essa investigação objetivou analisar como estudantes do ensino médio percebem e abordam as incertezas e os cenários futuros, por meio do trabalho pedagógico com problemáticas socioambientais.

2. Procedimentos metodológicos

Este estudo se caracteriza como uma pesquisa qualitativa de natureza exploratória, desenvolvida em uma escola pública do Distrito Federal (DF), Brasil. A investigação foi realizada no contexto de uma disciplina eletiva do Novo Ensino Médio intitulada: *Qual o futuro da Terra?*, ofertada aos estudantes da primeira série do Ensino Médio. Os discentes que participaram da pesquisa o fizeram de forma voluntária, compondo uma amostragem por conveniência, sendo convidados a assinar um termo de assentimento livre e esclarecido. Foi garantido o anonimato, bem como, o direito de desistência a qualquer momento, conforme os princípios éticos da pesquisa com seres humanos. A disciplina ocorreu durante dois bimestres letivos, com encontros semanais de duas horas, durante dez semanas. Vinte e oito estudantes se inscreveram na disciplina, quinze identificados com o gênero masculino e treze com o gênero feminino, com faixa etária entre quinze e dezesseis anos. Os discentes foram identificados de A1 a A28 com o objetivo de manter o anonimato dos participantes.

A coleta dos dados foi condicionada à presença dos discentes na eletiva. A amostragem foi composta por estudantes que pertenciam a quatro turmas de primeiro ano diferentes. A coleta de dados foi realizada no primeiro e no último encontro, com atividades intermediárias que sustentaram a construção conceitual ao longo do processo. O Momento Inicial (individual) e o Momento Final (em grupo) foram analisados por meio da Análise Textual Discursiva (ATD), proposta por Moraes e Galiazzi (2006). A ATD transita entre a análise de conteúdo e a análise de discurso, e permite a emergência de categorias interpretativas a partir de unidades de sentido. A análise aconteceu em três etapas principais: (1) unitarização, em que os textos foram fragmentados em unidades de significado; (2) categorização, com agrupamento das unidades em categorias emergentes; e (3) produção de metatextos, nos quais se sintetizaram as compreensões construídas ao longo do processo interpretativo.

2.1 Momento Inicial: produção escrita individual

No início da disciplina, os estudantes foram convidados a produzir um texto individual com o tema: *Como será a vida em 2040?* Os estudantes tiveram liberdade de escrever sobre qualquer aspecto. Essa proposta permitiu ampla liberdade de expressão, incentivando os discentes a compartilharem ideias, preocupações, expectativas e sentimentos sobre o futuro. A atividade foi inspirada na pesquisa de Rasa, Palmgren e Laherto (2022) e teve como objetivo identificar conhecimentos prévios, percepções iniciais e eventuais lacunas conceituais sobre os riscos e as incertezas relacionadas ao futuro. A escolha da temática foi influenciada por projetos europeus como o *I SEE* e o *FEDORA* (www.fedora-project.eu), voltados à educação científica orientada para o futuro.

Após a primeira coleta de dados, ao longo da disciplina eletiva, os estudantes participaram de discussões sobre diversas problemáticas socioambientais, como consumo e consumismo, poluição do ar e do solo, e o avanço da tecnologia. No entanto, a temática central

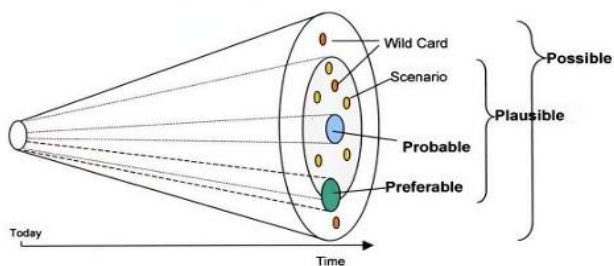
da disciplina foram as mudanças climáticas, por sua relevância em abordagens que envolvem controvérsias científicas. No encontro subsequente ao Momento Inicial, realizamos uma roda de conversa com base em um mapa mental intitulado mudanças climáticas, estruturado a partir de duas setas principais: causas e consequências. Ainda que essa distinção seja didaticamente útil, destacou-se aos estudantes a complexidade dessa separação, uma vez que “os efeitos retroagem sobre as causas, fortalecendo-as (*feedback* positivo) ou suavizando-as (*feedback* negativo)” (Levrini et al., 2019, p. 10). O mapa mental permitiu identificar a percepção dos estudantes sobre causas e efeitos centrais das mudanças climáticas. Além de causas e efeitos diretos, surgiram percepções subjetivas relacionadas ao individualismo e a ausência de empatia diante da necessidade de transformação coletiva. Além disso, os discentes apontaram a irresponsabilidade governamental na formulação e implementação de políticas públicas. A relação entre tecnologia e aquecimento global também foi debatida, com destaque para a produção em larga escala de plásticos e a obsolescência programada. O modelo econômico vigente foi problematizado, sendo o estímulo ao consumo excessivo identificado como uma estratégia de mercado que contribui diretamente para a degradação ambiental.

Os estudantes foram incentivados a reconhecer a circularidade entre causas e consequências, bem como, as inter-relações entre os diferentes tópicos abordados no mapa. É relevante destacar que os estudantes já demonstravam uma compreensão inicial sobre aspectos epistemológicos das mudanças climáticas, o que contribuiu significativamente para o desenvolvimento das discussões ao longo da disciplina e para a construção do Momento Final, permitindo à professora-pesquisadora identificar saberes prévios e aprofundar os debates de maneira ampla.

2.2 Momento Final: produção de documentário em grupo

Também durante a disciplina, os estudantes foram introduzidos ao conceito de cone dos futuros (Fig. 1), proposto por Voros (2003), visando desenvolver competências de prospecção e pensamento sistêmico. A proposta metodológica buscou ampliar a compreensão dos discentes sobre a pluralidade de futuros possíveis, rompendo com a noção linear e determinista do tempo.

Figura 1: Cone de futuros adaptado por Voros (2003).



Fonte: Voros, 2003.

Inicialmente, os estudantes participaram de uma discussão em grupo mediada pela professora-pesquisadora, na qual foram convidados a refletir sobre o que pensam quando ouvem a palavra “futuro” e a interpretar o cone dos futuros. O debate buscou favorecer a compreensão coletiva dos conceitos envolvidos e gerar consensos entre os grupos sobre os significados atribuídos aos diferentes futuros. Foram discutidas, conforme conceituadas por Voros (2003): futuros preferíveis: aquilo que gostaríamos que acontecesse; futuros plausíveis: o que pode acontecer, com base no conhecimento atual; futuros prováveis: o que é mais provável de acontecer, dadas as tendências existentes; futuros possíveis: o maior intervalo, engloba aquilo que poderia acontecer, mesmo que improvável; futuros potenciais: cenários alternativos que extrapolam as demais categorias, incluindo os chamados “futuros absurdos” ou desconhecidos.

Além disso, foi trabalhado o conceito de curingas, eventos de baixíssima probabilidade, mas de alto impacto, que ultrapassam as barreiras da imaginação. Segundo Voros (2003), “brincar com o que as pessoas consideram ‘impossível’ é uma boa maneira de cutucar o limite do possível” (p. 14). Exemplos de curingas incluem desde eventos plausíveis como um impacto de asteroide com a Terra até possibilidades mais remotas, como viagens espaciais interestelares. Tais discussões incentivaram os estudantes a explorar futuros improváveis para expandir seu pensamento sobre riscos e incertezas. A atividade buscou desnaturalizar a ideia de um único futuro, reforçando a compreensão de que se ignorarmos essa premissa o cone colapsa (Voros, 2003).

A professora-pesquisadora também explicou a dinâmica do cone dos futuros, destacando que a ampliação das possibilidades está diretamente relacionada à passagem do tempo. Foram abordados os chamados futuros potenciais, àqueles que não se enquadram nas demais categorias do cone e que, por seu caráter incerto ou até “absurdo”, podem gerar estranhamento inicial, mas são fundamentais para trabalhar o pensamento criativo. Para facilitar a compreensão, no presente estudo, o termo futuro absurdo foi adotado como sinônimo de curingas, que incluem o futuro potencial, com base na ideia de que mesmo os cenários mais improváveis ainda são possibilidades a serem consideradas. Esse trabalho teórico-prático possibilitou que os estudantes se aproximassem da ideia de múltiplos futuros alternativos, desenvolvendo habilidades de imaginação, análise crítica e tomada de decisão diante das incertezas. Assim, o uso do cone funcionou como uma ferramenta didática para introduzir a complexidade inerente aos riscos sociocientíficos no ensino de ciências.

Na etapa final da disciplina, os estudantes foram orientados a produzir um mocumentário em grupos. O termo, derivado de *mockumentary*, refere-se a um formato de documentário fictício que permite a simulação de realidades, misturando elementos factuais e imaginários (Fahle, 2020). A proposta buscou estimular a criatividade, o engajamento com as incertezas do futuro e a consciência ampla sobre os impactos da ciência e da tecnologia. A atividade também visou desenvolver o trabalho em equipe e o pensamento complexo diante de desafios contemporâneos (Christensen, 2009). Os resultados coletados nesta etapa foram registrados por meio da transcrição das informações dispostas nos vídeos, tanto em formato de áudio quanto de imagens, e posteriormente foram organizadas em documentos analíticos para aplicação da ATD. Os mocumentários foram avaliados qualitativamente com base em critérios,

tais como: coerência com as categorias do cone dos futuros, clareza da argumentação, criatividade na construção dos cenários e pertinência em relação aos problemas discutidos ao longo da disciplina. Os dados gerados nessa etapa foram analisados em conjunto com os registros discursivos dos grupos e das produções textuais, buscando compreender as convergências, divergências e as formas de argumentação mobilizadas pelos estudantes ao lidar com as problemáticas socioambientais. A metodologia adotada permitiu organizar compreensões e percepções dos estudantes sobre o futuro, os riscos e as incertezas, bem como, avaliar o potencial da abordagem da educação científica orientada para o futuro como ferramenta didática inovadora no contexto da educação científica.

3. Resultados e discussão

A seção apresenta os dados organizados a partir das produções dos estudantes nos dois momentos centrais da disciplina: o *Momento Inicial*, com foco nas percepções individuais sobre o futuro expressas por meio de textos escritos, e o *Momento Final*, materializado na elaboração coletiva de mocumentários. As análises foram conduzidas à luz da ATD, permitindo a emergência de categorias interpretativas que revelam concepções, tensões e imaginários sobre ciência, tecnologia, sociedade e riscos futuros. Para cada momento, as categorias foram agrupadas para evidenciar as dimensões subjetivas, cognitivas e sociopolíticas das percepções estudantis. Além disso, os dados são discutidos à luz de autoras(es) que tratam da educação científica em contextos de incerteza e da construção de futuros possíveis.

3.1 *Momento Inicial: Percepções Individuais de Futuro*

Nesse momento inicial, emergiram dez unidades de significado, agrupadas em quatro categorias principais. A categoria *Percepção de Futuro* engloba os futuros presentes no cone de Voros (2003), além das percepções que os estudantes têm dos cenários futuros como previsões ou desejos pessoais. A segunda categoria é *Seres Humanos*, em que os discentes definem como será a realidade mundial no futuro, destacando aspectos subjetivos, sentimentos e a condição da saúde humana. A terceira categoria envolve unidades de significado que sublinham o papel da *Ciência e Tecnologia* no futuro. A última categoria, *Impactos Futuros*, destaca os aspectos sociais e ambientais que os seres encontrarão em 2040.

3.1.1 *Percepção de Futuros (PF1)*

A categoria reúne 16 redações que abordam diferentes concepções de futuros: preferível, provável, plausível, possível e potencial. Nos enunciados, notamos que cada modo de projetar o amanhã carrega implicações para a capacidade de agir, confirmando a observação de Rasa, Palmgren e Laherto (2022) de que as representações de futuro moldam profundamente a agência das pessoas. No futuro plausível, o estudante A6 o define como “um tempo que não

chegou, mas podemos adivinhar coisas visíveis”, evidenciando uma percepção de mudanças já em curso na Terra, quase sempre associadas a catástrofes contínuas. No futuro provável, as falas revelam expectativas de continuidade: A5 afirma que a “Terra [vai] continuar do jeito que está” e A16 vê o presente como um marcador para projetar o amanhã, ponderando sobre a persistência dos problemas e a possibilidade de progresso. A2 reforça uma visão linear e pré-definida ao afirmar: “levando em conta o momento atual e os caminhos que a sociedade humana vem seguindo como um todo, o futuro não aparenta ser muito otimista”. Já no futuro possível, as respostas de A3 e A12 indicam abertura para imaginar cenários radicalmente distintos, mesmo sem especificar quais elementos mudariam, como em “inquestionavelmente diferente daqui a alguns anos” (A3) e “daqui a 40 anos vai mudar bastante coisa [...]” (A12). Esses exemplos mostram que, enquanto alguns estudantes ancoram suas projeções na continuidade e previsibilidade do presente, outros se permitem considerar rupturas mais drásticas, distinção que, como apontam Rasa, Palmgren e Laherto (2022), é decisiva para o tipo de ação que se considera possível ou necessária.

Há também a percepção de que o futuro é caótico, um cenário tanto possível quanto potencial. Os discentes trazem com eles elementos de colapsos, frequentemente associados a impactos no mundo natural e na relação humana com ele. A estudante A24, por exemplo, expressa um pessimismo ao afirmar: “Não vejo a Terra com um futuro próximo”. A aluna A20 corrobora essa visão, associando o desfecho negativo do planeta aos impactos da humanidade: “O mundo tinha suas chances, mas a humanidade acabou com todas”. Ainda que os trechos digam respeito a um futuro absurdo no qual os estudantes reconhecem o fim do mundo, eles desenvolvem seus pensamentos se aproximando, de certa forma, a um pré-determinismo. Delanty (2024) afirma que a magnitude das crises nos atrai para o futuro “[...] mas isso pode resultar em uma sensação de estar preso, como sugere a noção de ‘permacrise’, de que não há saída, e perdemos a fé no futuro” (p. 16). Apesar das perspectivas de estagnação ou piora, algumas respostas se aproximam do que Voros (2003) define como futuro preferível. A estudante A6, por exemplo, mantém uma visão mais otimista, sugerindo que 2040 “talvez não esteja tão ruim como muitos pensam”, e destaca o conhecimento e a consciência como ferramentas principais para combater a destruição do planeta. A aluna A17, embora preocupada com o desmatamento, queimadas e garimpo, expressa o desejo de que ONGs ou o governo atuem contra isso, preferindo “pensar positivo do que no fim da natureza”.

3.1.2 Seres Humanos (SH2)

Esta categoria engloba 11 estudantes e aborda aspectos da condição da saúde humana e da subjetividade dos sujeitos no futuro. Os estudantes têm previsões de sedentarismo, sobrepeso e depressão. A aluna A20, em sua redação em formato de história, descreve a morte de sua personagem devido às condições futuras da Terra, em que “seus pulmões não puxavam ar”. Cenários negativos incluem a humanidade enfrentando fome, sede, redução da racionalidade, agressividade, sofrimento, falta de empatia e desesperança. A aluna A23 demonstra um desejo para uma melhora das inter-relações humanas. No entanto, a discente parece não se reconhecer como um sujeito capaz de realizar tal mudança positiva no cenário em que ela mesma imaginou:

“espero que a vida política tenha mais ensino, sensibilidades pelas pessoas”. A aluna A4 descreve um futuro no qual a dependência tecnológica leva a uma rotina prejudicial à saúde, com egoísmo, falta de empatia, ignorância e intolerância predominantes. A estudante 24 demonstra uma perspectiva pessimista ao descrever um futuro no qual a Terra explode e os sobreviventes vagam sem rumo, esperança ou oportunidade, perecendo lentamente. Além da presença de saúde mental e social no futuro, há exemplos da ausência de bem-estar físico também. A ideia de que pode não haver um futuro desejável está se tornando uma forma de experienciar o mundo e a condição humana (Delanty, 2024). Contrariando esse pessimismo, alguns discentes incluem contextos otimistas, como a diminuição de preconceitos sociais, como machismo, racismo, homofobia e xenofobia. A estudante A23, por exemplo, expressa: “Ao mesmo tempo em que eu penso que o mundo vai acabar, eu acredito que vou ter uma boa condição financeira e conseguir ajudar minha família e contribuir para uma vida fácil e feliz, viver em paz e aproveitar os momentos!”. Esse achado corrobora as observações de Cook (2016): apesar das expectativas negativas em relação ao futuro do planeta, muitas pessoas permanecem otimistas quanto aos seus próprios futuros. Esse otimismo persiste mesmo quando suas projeções de vida se estendem para além dos prazos estimados para possíveis colapsos em larga escala, como a escassez de alimentos, a grave degradação ambiental e, em casos extremos, o próprio fim do mundo.

3.1.3 Ciência e Tecnologia (CT3)

Presente em 21 produções textuais, esta categoria reflete a percepção dos discentes sobre ciência e tecnologia. A maioria das respostas antecipa um aumento significativo e aprimoramento dos dispositivos tecnológicos, mencionando descobertas inovadoras como construções avançadas (prédios, pontes, bases lunares), embora a maioria das menções se refira a dispositivos eletrônicos. A17 descreve um futuro com tecnologia muito mais avançada, incluindo robôs, carros voadores, celulares e computadores com mais variedades e invenções revolucionárias. A tecnologia também é vista como benéfica para a saúde, com “monitoramento de pacientes” (A23) e “robôs realizando cirurgias” (A10). No entanto, há uma percepção negativa ligada ao desenvolvimento tecnológico e ao meio ambiente: “A tecnologia será avançada, mas trará a poluição junto de si” (A21). Apesar de adotar um tom otimista, A7 manifesta insatisfação com os avanços tecnológicos que degradam o meio ambiente, questionando a possibilidade de reverter os danos causados: “mas quando estivermos com os carros voadores, não poderemos mais recuperar todos os problemas que causamos à Terra” (A7). A escrita revela uma crítica aos chamados progressos, apontando suas consequências ambientais.

Outros aspectos negativos citados incluem a dependência humana, o uso excessivo de Inteligências Artificiais (IA) e o aprimoramento de armas, elementos que ilustram o que Pietrocola, Schnorr e Rodrigues (2025) descrevem como característico da era atual, marcada pelo enfrentamento cotidiano das consequências do uso extensivo e intensivo da ciência e da tecnologia, que transformou a natureza das ameaças. Em relação à Ciência, as inovações científicas são quase exclusivamente citadas sob aspectos benéficos. Incluem descobertas fora

da Terra (exploração do universo, vida ou água extraterrestre, outro ambiente habitável) e no planeta (novos locais, espécies, inovações genéticas e cura de doenças como o câncer). Tais descobertas reforçam um senso de esperança para a humanidade, conforme Cook (2016). Nesse sentido, entendemos que a educação científica orientada para o futuro pode auxiliar os estudantes a avaliar os impactos positivos e negativos da ciência e da tecnologia na sociedade, aprofundando sua compreensão da complexidade dessas interações (Laherto; Rasa, 2022). Discutir o progresso científico e tecnológico é fundamental, pois os riscos, potenciais ou já presentes nesses processos, podem contribuir para a compreensão e o debate sobre dados tanto científicos quanto subjetivos (Develaki, 2024). É igualmente essencial envolver leigos e especialistas na análise de situações controversas nas ciências e levar esses debates críticos para o campo da educação científica.

3.1.4 Impactos Futuros (IF4)

Essa é a categoria mais citada, presente em 22 das 28 respostas dos estudantes. Ela engloba diversas visões de impactos que ocorrerão com o planeta e seus habitantes até 2040, majoritariamente com ideias pessimistas. As alunas mencionam questões sociais como desigualdades, diminuição da taxa de natalidade e guerras. Há também preocupação com o impacto econômico da robotização das tarefas humanas, como em A7, que cita “robôs que roubam nossos trabalhos”. As ideias mais difundidas nesta categoria estão relacionadas aos impactos ambientais. Aproximam-se com o que Delanty (2024) escreveu sobre a noção de futuro ser interpretativa, guiada por referências e estruturas inerentes à condição humana e ao mundo natural. Ou seja, os estudantes utilizam de seus valores e também de seus conhecimentos para imaginar o amanhã. Muitas são as citações que abordam percepções fatídicas como a destruição do planeta, poluição, crises hídricas, alterações climáticas intensas. A estudante A17 exemplifica isso ao mencionar o aumento do desmatamento, queimadas e garimpo.

As alterações induzidas pelos humanos são consideradas um dos maiores momentos de ruptura histórica que determinarão o futuro da sociedade (Delanty, 2024). Apesar disso, alguns discentes descrevem possibilidades positivas para o futuro, ainda que sejam minoria. A citação da aluna A10 é exemplar: “Eu espero ainda existir mata, animais vivendo livre e floresta, o que pode ser muito difícil vendo o desmatamento sendo comum para a humanidade”. O desejo pela preservação da natureza é acompanhado pela preocupação do futuro provável/plausível “[...] áreas verdes vão continuar sendo preservadas, porém, poucas plantas e flores” (A12). Uma consideração interessante foi trazida por A4 que comenta aspectos do presente que serão reflexos dos impactos futuros: “[...] o ser humano na sua ânsia cada vez maior trouxe malefícios irreparáveis ao planeta e ao meio ambiente” (A4). As percepções são quase em sua totalidade antropocêntricas. Contudo, alguns estudantes comentam sobre a perda de biodiversidade, extinção de espécies, e, em especial, os impactos aos demais animais. Todavia, os discentes ainda demonstram dificuldade em se perceber como agentes capazes de atuar na resolução dos problemas futuros, sendo raras as propostas de soluções concretas apresentadas por eles. Como aponta Voros (2003, p. 14), “a criação de visões de futuro depende tão intimamente da consciência que as cria, e dos limites considerados relevantes para a definição dessas visões de

futuro, sem mencionar as amarras inconscientes além das quais não pensamos”. Nesse sentido, é possível notar que, embora prevaleça certa passividade, alguns estudantes, como A6, esboçam uma crença em mudanças positivas impulsionadas por uma maior conscientização coletiva: “acredito mais em soluções, pois já estamos vendo uma preocupação maior da população e, com isso, os líderes mundiais começam a pensar em formas de amenizar o impacto. Um exemplo é replantar as árvores. Com isso, em 2040 talvez não esteja tão ruim como muitos pensam [...]” (A6).

Embora os estudantes reconheçam a interconexão entre as ações presentes e as consequências futuras, bem como demonstrem familiaridade com riscos ambientais, eles tendem a ver as soluções de forma individualizada ou dependente de agentes externos, como governos e indústrias, revelando uma percepção limitada de sua própria agência para provocar mudanças. Esse padrão dialoga com a análise de Pietrocola, Schnorr e Rodrigues (2025), que apontam a necessidade de maior consciência crítica e responsabilidade diante dos avanços e impactos científicos e tecnológicos, assim como de reflexão sobre suas consequências para as gerações futuras. Entre os poucos exemplos de assunção de responsabilidade está a fala de A20: “[...] o nível do mar aumentando e cidades se afogando. Os culpados? Nós mesmos, que descongelamos as geleiras, mesmo que indiretamente”.

3.2 Momento Final: imaginações de futuro

No momento final os estudantes se dividiram em grupos conforme sua afinidade e escolheram um dos futuros de interesse a partir do cone de Voros (Fig. 1) para desenvolverem um documentário. Apesar da liberdade de escolha, três grupos optaram pelo futuro potencial/absurdo: Grupo Planeta VIP (GVIP); Grupo Missão Júpiter (GMJ); Grupo Caos e Entropia (GCE). O Grupo Sementes do Amanhã (GSA) desenvolveu um vídeo sobre o futuro preferível enquanto o Grupo Nômades do Antropoceno (GNA) desenvolveu ideias sobre o futuro provável. A análise das produções dos cinco grupos revelou 18 unidades de significado, organizadas em cinco categorias. A primeira categoria, *Percepção do Mundo Natural*, envolve o que os estudantes visualizam sobre os demais seres no futuro e a relação do meio ambiente com eles. A categoria *Tecnologia e Ciência* demonstra as percepções sobre os avanços científicos e tecnológicos no futuro, além dos impactos que os estudantes acreditam que iremos enfrentar no cenário futuro. *Agora e o Depois* é uma categoria que envolve as problemáticas que os seres humanos enfrentarão no futuro distópico, em que demonstram a repetição de preocupações atuais, bem como, o surgimento de novas preocupações. *Os Agentes do Amanhã* categoriza a percepção dos estudantes sobre os responsáveis pelas mudanças no cenário representado no documentário. A última categoria, *O Indivíduo, a Cidade e a Sociedade*, demonstra a percepção dos discentes sobre os humanos, as cidades e a situação social do futuro.

3.2.1 Percepção do Mundo Natural (PMN)

Esta categoria aborda a visão dos discentes sobre o meio natural e a relação dos seres

humanos com ele no futuro. A partir da análise, observamos que os estudantes focaram em cenários de risco com os quais tinham familiaridade, como poluição do ar e da água, e queimadas, provavelmente por conta da proximidade e da visibilidade desses fenômenos em seu cotidiano, aspecto destacado por Pietrocola, Schnorr e Rodrigues (2025), que apontam a influência do contato direto com problemas socioambientais na percepção dos riscos. Todos os grupos reconheceram as problemáticas relacionadas às alterações dos padrões climáticos, detalhando suas consequências imediatas e futuras. Esse imaginário de um futuro catastrófico está alinhado com a discussão de Cook (2016), que associa a contemporaneidade a uma crescente consciência sobre colapsos climáticos em longo prazo. Além disso, Delanty (2024) contribui para a compreensão dessa percepção ao enfatizar que “o futuro também é revelado no domínio da atualidade, incluindo os potenciais latentes e não realizados no presente. O futuro não é inteiramente uma ruptura com o presente, mas é em parte imanente aos arranjos sociais atuais” (p. 47), o que ajuda a interpretar como os estudantes veem o colapso climático como um fenômeno presente que influencia o futuro. Exemplificando, o GSA afirmou que “as mudanças climáticas prejudicam o equilíbrio da terra. O aquecimento global provoca grandes ondas de calor e enquanto as florestas queimam liberando CO₂ e piorando a situação”, demonstrando uma compreensão dos efeitos atuais que reforçam o cenário caótico futuro. Os grupos GSA, GCE e GVIP reconheceram ainda os riscos de extinção de espécies e ecossistemas e a quase ausência de biodiversidade no futuro, ressaltando a urgência de uma intervenção humana positiva para evitar esse quadro.

De forma mais específica, o GVIP expressou preocupação com as consequências de uma possível destruição em massa, sugerindo que os seres vivos remanescentes poderiam sofrer mutações genéticas e se reproduzir descontroladamente, o que agravaria a perda da biodiversidade. Essa perspectiva evidencia uma aplicação prática do conhecimento biológico, associando o conceito de espécies invasoras e mutações aos cenários futuros imaginados pelos estudantes. Nesse contexto, é essencial promover uma postura crítica entre os estudantes, valorizando tanto a vida humana quanto a não humana e a importância de escolhas responsáveis diante dos desafios socioambientais contemporâneos, conforme ressaltam autores que discutem o papel da educação frente aos riscos ambientais (Pietrocola; Schnorr; Rodrigues, 2025). Além das preocupações ambientais, as produções dos estudantes revelam diferentes formas de relação com a natureza. Por exemplo, no GSA, há uma visão funcionalista, na qual a natureza é fonte de soluções tecnológicas. No documentário, uma cientista declara: “[...] então pensei: como a natureza pode ajudar nessa causa? Com isso, eu desenvolvi bactérias que são capazes de transformar plásticos em materiais úteis”, ilustrando uma postura proativa que busca respostas no próprio meio natural. Em contraste, o GVIP apresenta uma crítica satírica, ao encenar uma jornalista entrevistando uma árvore e questionando se ela poderia evoluir para se adaptar às mudanças climáticas, como um “cacto com wi-fi”. Essa cena sugere uma reflexão sobre a lógica utilitarista que reduz o valor da natureza à sua capacidade de atender a necessidades humanas, expondo o descompasso entre o ritmo da evolução natural e o avanço tecnológico, e a expectativa, muitas vezes implícita, de que a natureza se molde ao mundo criado pelos humanos.

3.2.2 Tecnologia e Ciência (TC)

A maioria das percepções nesta categoria está vinculada a descobertas científicas futuras, revelando um tom salvacionista em relação à ciência. Grande parte dos grupos não abordou as consequências negativas, sejam diretas ou indiretas, decorrentes do desenvolvimento científico. O GMJ, por exemplo, reconhece explicitamente a importância da ciência para solucionar os problemas de um mundo em colapso, buscando “desenvolver formas de voltarmos a viver [normalmente] em nosso planeta”. Estudos, como o de Cook (2016), apontam que jovens frequentemente depositam esperança e fé na tecnologia, acreditando em sua capacidade plena de salvar a humanidade das ameaças futuras. Apenas o grupo que trabalhou com o futuro preferível reconhece explicitamente os benefícios tecnológicos, afirmando que “[o impacto dessa tecnologia no futuro] diminuiria bastante a poluição no mundo [...]. Os carros se tornarão elétricos tornando assim o ar menos poluído” (GSA). Contudo, as soluções tecnológicas e científicas apresentadas nos documentos são, em sua maioria, simplistas e de caráter individual. Diferentemente do que observaram Pietrocola, Schnorr e Rodrigues (2025), que identificaram uma ausência de reflexões sobre as consequências das ações humanas e das soluções tecnológicas na geração de novos riscos, alguns grupos deste estudo demonstraram justamente essa consciência, articulando percepções sobre os impactos e desdobramentos futuros dessas intervenções.

O GNA, que optou por trabalhar com o futuro provável, apresentou uma visão linear do avanço tecnológico, associando-o diretamente à origem dos problemas climáticos globais. Os estudantes demonstraram compreender a Revolução Industrial como ponto de partida negativo, que impulsionou uma série de consequências ambientais nocivas. Essa relação é explicitada na fala: “1800, ano marcado pelo processo da Revolução Industrial que se alastrou pelo mundo, trazendo início dos problemas climáticos [...]”. Assim, o grupo estabelece uma conexão causal entre o desenvolvimento tecnológico e desafios como mudanças climáticas, poluição e riscos ambientais. O GVIP, por sua vez, escolheu trabalhar com o futuro absurdo e afirmou: “[...] um futuro onde a natureza perdeu para a tecnologia”. A partir dessa narrativa, os estudantes apontam uma tensão entre natureza e progresso tecnológico, sugerindo que o crescimento de um implica no enfraquecimento do outro. Essa percepção reforça uma crítica implícita à sociedade de risco global, na qual os avanços científicos e tecnológicos, antes vistos como soluções, são percebidos também como fontes de novos riscos, minando a confiança nos sistemas especialistas (Cazelli; Franco, 2001). A constante aceleração da ciência e da tecnologia, aliada às crises ambientais globais, pode explicar a maneira como os jovens se relacionam com o futuro: marcado por instabilidade, desesperança, desorientação e dificuldade de projetar cenários pessoais de longo prazo (Cook, 2016). A investigação evidenciou que o pensamento otimista dos estudantes em relação ao futuro, bem como, suas possibilidades de intervenção, tende a se restringir ao curto prazo e a contextos locais. Essa tendência também se observa no GMJ, que propõe soluções individuais, como a modificação genética de seres humanos para resistirem à radiação e ao calor extremo, diante de um cenário de colapso ambiental. O grupo reconhece ameaças tecnológicas, atribuindo às usinas um papel central na

destruição da Terra e na inviabilidade de futuros sustentáveis. Essa distância entre riscos abstratos e a ação concreta pode estar relacionada à dificuldade que os jovens têm em imaginar futuros complexos e incertos, especialmente quando esses extrapolam suas vivências cotidianas. Como apontam Levrini *et al.* (2019), é justamente diante dessa incerteza que a educação científica deve atuar, oferecendo ferramentas para os estudantes desenvolverem competências para imaginar, analisar e deliberar sobre futuros possíveis, mesmo aqueles mais improváveis ou distantes.

3.2.3 O Agora e O Depois (AD)

Esta categoria analisa como os estudantes percebem a relação entre presente e futuro. Em sua maioria, eles tendem a enxergar o futuro como algo pré-definido e imutável, enquanto visões que consideram o futuro como uma entre várias possibilidades são minoritárias. Essa concepção de um futuro único pode limitar o imaginário e restringir a capacidade de ação dos indivíduos. Em contrapartida, reconhecer a pluralidade de futuros permite visualizar alternativas e identificar oportunidades de intervenção. Essa perspectiva está em consonância com Giddens (1991): as antecipações sobre o futuro fazem parte do presente e, por isso, influenciam ativamente como o futuro se desenvolve. Por outro lado, discutir a pluralidade de futuros na educação pode proporcionar uma visualização mais complexa dos cenários futuros, porque “há grandes demandas e oportunidades para elaborar o pensamento sobre futuros especificamente em salas de aula de ciências” (Rasa; Palmgren; Laherto, 2022, p. 426–427). No entanto, discussões sobre o futuro na educação científica ainda são insuficientes, possivelmente porque os educadores têm receio de trabalhar a incerteza e os cenários futuros nas suas regências e o resultado ser o aumento da ansiedade dos alunos (Laherto; Rasa, 2022).

Apesar do incentivo para pensar em uma diversidade de futuros, alguns trechos dos documentos revelam a ideia de uma certeza de futuro catastrófico e irreversível. O GCE, por exemplo, afirma: “tudo mudou de forma irreversível”. Até mesmo o GSA, que desenvolveu um vídeo sobre um futuro preferível, afirma não haver possibilidade otimista para o futuro caso o presente não seja alterado. Oposto a isso, há trechos no qual os grupos dão uma pequena abertura para a diversidade e demonstram sua percepção acerca da existência de futuros plurais, em que as ações no presente moldam o futuro, considerado uma escolha humana. “Mais do que uma reflexão, é um alerta: as escolhas e ações de hoje moldam o mundo de amanhã. O futuro não é uma tragédia, é uma escolha [...]” (GVIP). Os discentes baseiam-se muito no presente para construir a ideia de futuro. O GNA trabalha com elementos históricos, mostrando que o futuro não será muito diferente da atualidade e apresentando uma visão negativa do cenário provável devido à realidade do presente. O GCE também demonstra que a ciência já alertava sobre os caminhos que a sociedade persiste em trilhar: “por décadas os cientistas avisaram e ninguém acreditou [...]”.

Os grupos participantes estabeleceram conexões entre presente e futuro, evidenciando uma percepção de continuidade dos problemas socioambientais. O GMJ, por exemplo, utilizou vídeos com cenas reais (poluição, queimadas, uso de agrotóxicos) para questionar se o chamado

“futuro absurdo” seria realmente tão improvável assim. De forma semelhante, o GSA recorreu a recursos visuais para reforçar que o futuro será uma consequência direta das ações, ou omissões, do presente, evidenciando uma compreensão linear dos impactos negativos. Essa percepção também é visível no GNA, que afirma: “[...] mesmo que o século XXI seja coberto por pautas ambientais, a poluição ainda continua”, demonstrando que os estudantes reconhecem a persistência dos problemas atuais ao projetarem o futuro. Outros elementos projetados incluem calor, barulho e mutações ocasionais. Já o GCE, que optou por representar um futuro absurdo (ou potencial), explorou também dimensões mais abstratas ou inusitadas, como “combustão espontânea” e “extraterrestres chegando”. Embora esses elementos reflitam certa liberdade criativa, eles também indicam o esforço dos estudantes em lidar com a incerteza, mesmo que por meio da especulação. Apesar dessa disposição para imaginar o futuro, problemas mais distantes ou abstratos, como falhas de satélites ou riscos tecnológicos provocados por erros humanos, foram tratados com menor familiaridade e menor senso de urgência, revelando limitações na percepção crítica sobre a complexidade e imprevisibilidade do mundo contemporâneo (Schnorr; Pietrocola, 2021). Nesse cenário, a educação científica precisa oferecer ferramentas que ampliem a capacidade dos estudantes de compreender relações causais entre presente e futuro, bem como, estimular o pensamento sistêmico e prospectivo. Como argumenta Levrini *et al.* (2019), é necessário promover experiências educativas que envolvam os estudantes em exercícios de construção de futuros possíveis, para desenvolver sua agência e responsabilidade frente aos desafios sociocientíficos emergentes.

3.2.4 Os Agentes do Amanhã (AA)

Essa categoria reúne as formas como os grupos identificam os responsáveis por promover mudanças positivas ou, por outro lado, os agentes causadores de um possível colapso global no futuro. O GSA, que optou por representar um futuro preferível, apresentou soluções para o problema da poluição plástica, porém de forma simplificada e com ênfase em atitudes pessoais: “ações individuais foram impostas no cotidiano da população como, por exemplo, consumir conscientemente evitando comprar produtos com muitas embalagens, economizar energia desligando aparelhos e lâmpadas que não estão sendo utilizadas, e evitar o desperdício de alimento” (GSA). Embora mencionem a importância do engajamento tanto de comunidades locais quanto de grandes empresas, essa dimensão coletiva não é desenvolvida com profundidade. A proposta de uso de bactérias para biodegradar plásticos no futuro é apresentada promissoriamente, mas pouco explorada: “O próximo passo será ampliar essa tecnologia tanto para grandes empresas quanto para comunidades locais” (GSA). Ao reconhecer, ainda que de forma breve, a importância da ação social coletiva no enfrentamento dos desafios ambientais, o grupo aproxima-se da perspectiva de Delanty (2024), ao sugerir que os indivíduos se projetam para o futuro não apenas a partir do passado, mas também com base nos potenciais do presente e nas possibilidades imaginadas, orientando-se por sistemas de referência que transcendem a experiência imediata e a compreensão individual. Essa abordagem sugere a necessidade de ampliar, na educação científica, a articulação entre responsabilidade individual e coletiva, preparando os estudantes para imaginar e construir futuros por meio de ações que envolvam

diferentes esferas da sociedade.

Em contrapartida, os jovens não se apresentam explicitamente como sujeitos capazes de influenciar as mudanças que almejam e se distanciam de responsabilidades que os envolvem diretamente. Por outro viés, o GVIP identifica os seres humanos, incluindo eles próprios, como responsáveis pela destruição do planeta para alcançar o avanço econômico: “[...] escolhemos o progresso. Mudamos o clima da terra ao nosso bel-prazer ou pelo menos, quase isso”. O grupo reconhece “ações humanas, tais como a emissão de carbono e o próprio desmatamento” como fatores responsáveis por nos aproximar do futuro absurdo que eles propõem. Assim como nos resultados de Cook (2016), os grupos, em sua maioria, não se sentiram diretamente responsáveis por evitar os futuros absurdos, no entanto, eles também não se viam como totalmente isentos de responsabilidade. Por outro lado, o GNA responsabiliza as fábricas, desde a Revolução Industrial, pela emissão exacerbada de poluentes e pelos problemas climáticos causados pelo ser humano. Eles complementam a ideia, incluindo o modelo econômico como forte influência para a manutenção da degradação ambiental. Os resultados apontam para o potencial da educação científica em abordar problemáticas socioambientais por meio da inclusão de conteúdos relacionados ao risco. Essa abordagem, no entanto, representa um desafio significativo uma vez que trabalhar com o risco exige lidar simultaneamente com conhecimentos técnico-científicos e com valores sociais, éticos e culturais. Envolver os estudantes em situações discursivas que problematizem riscos contribui para o fortalecimento de três pilares fundamentais da educação científica: a construção de conhecimentos científicos, a compreensão da natureza da Ciência e o desenvolvimento do raciocínio crítico e argumentativo dos estudantes (Develaki, 2024).

3.2.5 O Indivíduo, a Cidade e a Sociedade (ICS)

Na última categoria, observamos como os estudantes articulam diferentes níveis de percepção sobre o indivíduo, a sociedade e as configurações urbanas no futuro. As representações revelam múltiplas dinâmicas das cidades futuras. O GCE, por exemplo, projeta um cenário de colapso ambiental: “hoje vivo em uma das metrópoles flutuantes, é surreal olhar para o que um dia foi uma cidade que eu conhecia... agora está submersa e abandonada”. Já o GMJ imagina um deslocamento populacional radical, em que parte da humanidade vive em bases científicas na Terra, enquanto o restante teria migrado para Júpiter. O GVIP adota uma abordagem crítica e irônica em seu mocumentário, satirizando a exploração econômica da crise ambiental. Eles descrevem um futuro em 2084 no qual o Rio de Janeiro se tornou uma atração turística submersa e Florianópolis foi transformada em um deserto turístico: “A melhor coisa que já aconteceu com a espécie humana”. Ao afirmar que “[...] você pode simplesmente comprar um clima único e exclusivo!”, o grupo escancara o absurdo de um modelo econômico que privilegia o lucro mesmo diante da catástrofe ambiental, evidenciando a crítica à mercantilização do meio ambiente e à indiferença social diante da destruição ecológica.

O GMJ problematiza as desigualdades sociais na vivência dos riscos futuros, reconhecendo que seus impactos não são distribuídos de forma igualitária. No cenário criado

pelo grupo, a destruição da Terra e os efeitos da radiação afetam desproporcionalmente as populações mais vulneráveis, ilustrado pela afirmação de que “nossa população mais desfavorecida foi dizimada”. Os estudantes demonstram consciência de que a vulnerabilidade econômica amplia a exposição aos efeitos negativos da modernidade tardia, enquanto grupos mais privilegiados tendem a sobreviver em cenários caóticos. Embora a migração interplanetária, como proposta pelo GMJ, seja altamente improvável, sua menção evidencia a percepção das desigualdades no acesso a soluções e recursos em contextos de risco. De forma semelhante, o GNA apresenta uma crítica à distribuição desigual dos riscos ambientais, associando a persistência da poluição à lógica da economia de mercado. Denunciam o papel do Estado e das elites econômicas na manutenção de práticas destrutivas, afirmando que “principalmente pelas fábricas que são a base de uma sociedade consumista, que pelo fato de engajar a economia de um país ou região se torna um problema maquiado pelo Estado e por quem é responsável”. Complementam, ironicamente, que muitos escolhem “o bolso enchendo de dinheiro do que o pulmão enchendo de oxigênio”. Essas falas revelam uma leitura politizada dos riscos, criticando a falta de responsabilização dos grandes agentes econômicos, mas também sugerem uma sensação de impotência diante do quadro.

Assim como identificado por Cook (2016), os estudantes parecem acreditar que somente governos e grandes corporações possuem poder real para intervir, desconsiderando sua própria capacidade de ação. Essa percepção limita a agência individual e coletiva, deslocando as soluções exclusivamente para a esfera institucional. No plano pessoal, os discentes associam o futuro à deterioração das condições de vida. Referem-se a cenários de insegurança alimentar provocada por secas e inundações (GSA), exposição à radiação (GCE) e a inviabilidade de permanência na Terra (GMJ), que projeta a migração humana para Júpiter como alternativa extrema. As ameaças à existência humana aparecem em falas como a do GVIP, que alerta sobre o “risco à sobrevivência de diversas espécies, inclusive a humanidade”, e do GNA, que menciona o “grande número de mortos fruto do calor excessivo”, além do GCE, que lamenta: “perdemos nossas casas e amigos”. Esses dados reforçam a importância de inserir problemáticas socioambientais e riscos contemporâneos nos currículos de ciências, articulando conhecimentos científicos com dimensões éticas, sociais e políticas (Schnorr; Ranniery, 2021). Como destaca Christensen (2009), promover uma educação científica exige criar espaços formativos no qual os estudantes possam analisar problemas complexos, reconhecer sua própria agência e construir posicionamentos informados frente aos desafios do século XXI. Nesse sentido, trabalhar com futuros possíveis e cenários de risco pode ampliar a capacidade dos jovens de imaginar, argumentar e agir em prol de transformações sociais.

4. Considerações finais

Os resultados dessa pesquisa evidenciam que os estudantes do ensino médio, ao serem provocados a imaginar e discutir futuros possíveis, revelam percepções complexas e, por vezes, contraditórias sobre as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e meio ambiente. Predominam visões marcadas pelo pessimismo e pela sensação de impotência diante dos riscos, mas também emergem brechas para o pensamento esperançoso, a ação coletiva e o engajamento ético. As atividades propostas ao longo da disciplina, em especial a redação sobre o futuro e a construção dos mocumentários, permitiram aos discentes mobilizar saberes científicos, experiências pessoais e valores sociais para projetar cenários futuros, reconhecendo incertezas e controvérsias que caracterizam a sociedade de risco descrita por Beck (2013). A análise demonstrou que os estudantes compreendem os riscos como fenômenos reais e atuais, mas tendem a se distanciar das possibilidades de ação transformadora, delegando a responsabilidade a governos, grandes empresas ou agentes externos. Essa percepção limitada de agência reforça a importância de práticas pedagógicas que estimulem o protagonismo juvenil e a construção de futuros preferíveis a partir da reflexão crítica sobre o presente. Conforme propõe Delanty (2024), projetar o futuro envolve extrapolar tendências do passado, mas também ativar os potenciais latentes no presente, algo que, e assim entendemos, a educação científica deve fomentar como prática formativa.

Além disso, os resultados desta pesquisa convidam a um debate mais amplo sobre o papel da autoridade científica na escola e sobre as potencialidades da ciência pós-normal como lente para pensar a educação científica em tempos de incerteza. As percepções dos estudantes revelam que a ciência continua sendo vista majoritariamente como fonte de diagnósticos e soluções, frequentemente como uma instância dotada de racionalidade superior, capaz de estabilizar os riscos do presente. Contudo, tal confiança convive com ambivalências, especialmente quando os estudantes projetam cenários futuros permeados por crises ambientais, fracassos tecnológicos e desigualdades sociais. Essa tensão evidencia que a autoridade científica, no imaginário juvenil, não é estática: ela oscila entre ser depositária de expectativas salvacionistas e ser percebida como limitada diante da escala e da complexidade dos problemas contemporâneos. Nesse sentido, a perspectiva da ciência pós-normal (Funtowicz; Ravetz, 1997) oferece um caminho para expandir a abordagem pedagógica dos riscos e das incertezas. Ao reconhecer que, em contextos nos quais os fatos são incertos, valores estão em disputa e decisões são urgentes, a ciência não opera sozinha, essa abordagem desloca o foco da autoridade exclusiva do especialista para formas mais amplas de deliberação sociocientífica. No espaço escolar, isso implica transformar a sala de aula em uma comunidade ampliada de pares, na qual estudantes não apenas recebem conhecimentos, mas participam da problematização, do julgamento e da produção de sentidos sobre questões que atravessam ciência, sociedade e futuro. Trabalhar com futuros possíveis e cenários de risco, como feito nesta pesquisa, é justamente abrir espaço para que os jovens aprendam a lidar com incertezas sem esperar respostas definitivas, desenvolvendo competências de argumentação, participação e tomada de decisão. Assim, argumentamos que integrar o pensamento pós-normal ao ensino de ciências fortalece a formação de sujeitos capazes de compreender tanto o alcance quanto as limitações da ciência para orientar decisões coletivas. Em vez de reforçar uma autoridade científica vertical e inquestionável, a escola pode assumir um papel central na construção de uma autoridade mais

dialógica e compartilhada, capaz de preparar estudantes para enfrentar problemas que não admitem soluções puramente técnicas.

Os dados também revelam que muitos estudantes encontram dificuldade em imaginar futuros ancorados em realidades mais próximas ao presente vivido, o que sugere uma capacidade imaginativa ainda restrita a narrativas distópicas ou a soluções simplistas e individualizadas. Esse distanciamento entre o vivido e o projetado pode limitar a agência e reduzir o alcance de ações coletivas, tornando mais difícil que as visões de futuro se conectem com processos concretos de transformação. Diante de um cenário global marcado por crises ambientais, sociais e políticas interdependentes, é fundamental que o ensino de ciências favoreça a elaboração de futuros que dialoguem com problemas concretos e ao mesmo tempo inspirem novas formas de coexistência. Investir em práticas pedagógicas que articulem imaginação, pensamento complexo e ação situada amplia as possibilidades de que os estudantes se reconheçam como agentes capazes de transformar o mundo que já habitam, cultivando alternativas de vida em meio às incertezas e riscos contemporâneos.

A abordagem metodológica adotada mostrou-se importante para acessar dimensões subjetivas, cognitivas e sociopolíticas do pensamento estudantil. Os documentos, em especial, revelaram-se ferramentas para trabalhar com o pensamento sistêmico e a imaginação, permitindo que os estudantes transitassem entre futuros prováveis, preferíveis e até absurdos, conforme o cone de Voros (2003). Isso amplia o repertório pedagógico para o ensino de ciências, promovendo um espaço de aprendizagem que integra razão e emoção, conhecimento e ética, indivíduo e coletividade. A pesquisa contribui para o campo da educação científica ao demonstrar, na prática, como é possível incorporar a educação científica orientada para o futuro. Em um cenário global marcado por crises interligadas, o ensino de ciências precisa investir em experiências que preparem os estudantes para lidar com a complexidade, a incerteza e a tomada de decisão em contextos de risco. Como destaca Levrini *et al.* (2019), isso exige uma reconfiguração das práticas pedagógicas, com abertura para o inusitado, o controverso e o incerto como partes constitutivas do processo educativo. Estudos futuros podem aprofundar essa abordagem em diferentes contextos educacionais, explorando sua relação com currículo, formação docente e cultura escolar. Nesse percurso, reafirmamos a necessidade de uma educação científica comprometida com a formação de sujeitos capazes de imaginar outros futuros, mas também de construí-los coletivamente.

Agradecimentos

Agradecimentos O presente estudo contou com o financiamento e o apoio da Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAPDF), aos quais agradecemos pela contribuição que viabilizaram a realização desta pesquisa.

Referências

BECK, Ulrich. **Sociedade de risco**: Rumo a uma outra modernidade. São Paulo: Editora 34, 2013.

CAZELLI, Sibele; FRANCO, Creso. Alfabetismo científico: novos desafios no contexto da globalização. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 3, p. 167-184, 2001. <https://doi.org/10.1590/1983-21172001030206>.

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

COOK, Julia. Young adults' hopes for the long-term future: From re-enchantment with technology to faith in humanity. **Journal of Youth Studies**, v. 19, n. 4, p. 517-532, 2016. <https://doi.org/10.1080/13676261.2015.1083959>.

COVITT, Beth; ANDERSON, Charles. Untangling trustworthiness and uncertainty in science: Implications for science education. **Science & Education**, v. 31, n. 5, p. 1155-1180, 2022. <https://doi.org/10.1007/s11191-022-00322-6>.

DELANTY, Gerard. **Senses of the future: Conflicting ideas of the future in the world today**. Berlim: Walter de Gruyter, 2024.

DEVELAKI, Maria. Uncertainty, risk, and decision-making: Concepts, guidelines, and educational implications. **Science & Education**, v. 34, p. 1-32, 2024. <https://doi.org/10.1007/s11191024-00544-w>.

FAHLE, Oliver. **Mockumentary–Eine Theorie**. Berlim: Durchbrochene Ordnungen, p. 83-101, 2020. <https://doi.org/10.1515/9783839443101-005>.

FUNTOWICZ, Silvio; RAVETZ, Jerry. Ciência pós-normal e comunidades ampliadas de pares face aos desafios ambientais. **História, ciências, saúde-Manguinhos**, v. 4, p. 219-230, 1997. <https://doi.org/10.1590/s0104-59701997000200002>.

GIDDENS, Anthony. **As consequências da modernidade**. São Paulo: Editora UNESP, 1991.

HODSON, Derek. Realçando o papel da ética e da política na educação científica: algumas considerações teóricas e práticas sobre questões sociocientíficas. In: CONRADO, D. M.; NUNES-NETO, N. **Questões sociocientíficas: fundamentos, propostas de ensino e perspectivas para ações sociopolíticas** [online]. Salvador: EDUFBA, 2018, p. 27-57. <https://doi.org/10.7476/9788523220174.0003>

LAHERTO, Antti; RASA, Tapio. Facilitating transformative science education through futures thinking. **On the Horizon: The International Journal of Learning Futures**, v. 30, n. 2, p. 96-103, 2022. <https://doi.org/10.1108/oth-09-2021-0114>.

LEVRINI, Olivia; TASQUIER, Giulia; BRANCHETTI, Laura; BARELLI, Eleonora. Developing future-scaffolding skills through science education. **International Journal of Science Education**, v. 41, n. 18, p. 2647-2674, 2019. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1693080>.

DOI: 10.46667/renbio.v18inesp1.2001

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 12, p. 117-128, 2006. <https://doi.org/10.1590/s1516-73132006000100009>.

PIETROCOLA, Maurício; SCHNORR, Samuel; RODRIGUES, Ernani. Science Education in a Risk Society: Addressing Challenges and Opportunities in an Uncertain Future. **Research in Science Education**, v. 55, p. 1-20, 2025. <https://doi.org/10.1007/s11165-025-10238-0>.

SCHNORR, Samuel; RANNIERY, Thiago. Educação para o Risco: regulando a docência em ciências na era da insegurança. **Currículo sem Fronteiras**, v. 21, p. 1350-1373, 2021. <https://doi.org/10.35786/1645-1384.v21.n3.20>.

SCHNORR, Samuel; PIETROCOLA, Maurício. A emergência das noções de formação, livro didático e ambiental na Educação em Ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 27, p. e21029, 2021. <https://doi.org/10.1590/1516-731320210029>.

SCHNORR, Samuel; FARIA, Beatriz; RODRIGUES, Ernani; PIETROCOLA, Maurício. O encontro da sociedade do risco na formação de professores de Biologia: análise das experiências formativas no PIBID. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, [S. l.], v. 17, n. nesp.1, p. 384–405, 2024. <https://doi.org/10.46667/renbio.v17inesp.1.1443>.

RASA, Tapio; PALMGREN, Elina; LAHERTO, Antti. Futurising science education: students' experiences from a course on futures thinking and quantum computing. **Instructional Science**, v. 50, n. 3, p. 425-447, 2022. <https://doi.org/10.1007/s11251-021-09572-3>.

VOROS, Joseph. A generic foresight process framework. **Foresight**, v. 5, n. 3, p. 10-21, 2003. <https://doi.org/10.1108/14636680310698379>.

Recebido em: agosto de 2025
Aceito em: dezembro de 2025

Revisão gramatical realizada por: Ana Carolina Magno de Barros
E-mail: magnarevisao@gmail.com