

QUÍMICA SONORA E INCLUSIVA: RELATO DE EXPERIÊNCIA SOBRE O USO DE PODCASTS GERADOS POR INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO ENSINO DE QUÍMICA

SONIC AND INCLUSIVE CHEMISTRY: AN EXPERIENCE REPORT ON THE USE OF AI-GENERATED PODCASTS IN CHEMISTRY EDUCATION

Railton¹ Barbosa de Andrade,
railtoncg@gmail.com. Jacqueline Moraes da
Costa, jacqueline_morais@hotmail.com.
Vitoria Bezerra das Flores,
bezerra.flores@escolar.ifrn.edu.br. Julia
Vitoria Gomes de Moraes,
moraes.vitoria@escolar.ifrn.edu.br. Gunnar
Bergsten Ferreira Martins,
gunnar.b@escolar.ifrn.edu.br.

Resumo: Este artigo relata a experiência de desenvolvimento, aplicação e avaliação de podcasts educativos produzidos com apoio de inteligência artificial como recurso didático inclusivo para o ensino de Química no 1º ano do Ensino Médio. O estudo, conduzido no Instituto Federal do Rio Grande do Norte – Campus Ceará-Mirim, envolveu uma turma (40 estudantes) e teve como conteúdos centrais modelos atômicos e tabela periódica. A metodologia estruturou-se em cinco etapas: curadoria de 12 fontes (livros didáticos, artigos científicos e documentos oficiais), adaptação pedagógica colaborativa entre professor e alunos, geração automatizada de quatro episódios por meio do Google NotebookLM, aplicação via Google Sala de Aula em regime de escuta sob demanda, e avaliação por questionário com nove métricas de qualidade. Os resultados indicaram percepção favorável dos estudantes quanto à clareza, ritmo, organização e utilidade dos podcasts, com médias superiores a 4,0 em escala Likert de 5 pontos. Destacaram-se, contudo, limitações técnicas relacionadas a ruídos e volume, que evidenciam a necessidade de tratamento de áudio na pós-produção. A curadoria docente mostrou-se indispensável para corrigir imprecisões conceituais geradas pela IA, reafirmando o papel do professor como mediador crítico. O estudo conclui que o Google NotebookLM, sob supervisão humana, é uma ferramenta viável para a produção de podcasts com potencial inclusivo, embora demande aperfeiçoamento técnico e mais pesquisas para mensurar os ganhos reais de aprendizagem,

especialmente entre estudantes com necessidades educacionais específicas.

Palavras-chave: Google NotebookLM. Desenho Universal para Aprendizagem. Modelos Atômicos. Tabela Periódica. Recursos didáticos em áudio.

Abstract: This article reports on the experience of developing, implementing, and evaluating educational podcasts produced with the aid of artificial intelligence as an inclusive teaching resource for Chemistry in the first year of high school. The study, conducted at the Federal Institute of Rio Grande do Norte (Ceará-Mirim Campus), involved one class (40 students) and focused on atomic models and the periodic table. The methodology comprised five stages: curation of 12 sources (textbooks, scientific articles, and official documents); collaborative pedagogical adaptation between teacher and students; automated generation of four episodes using Google NotebookLM; implementation via Google Classroom for on-demand listening; and evaluation through a questionnaire assessing nine quality metrics. Results indicated a favorable student perception regarding the podcasts' clarity, pacing, organization, and utility, with average scores exceeding 4.0 on a 5-point Likert scale. However, technical limitations regarding noise and volume were noted, highlighting the need for post-production audio processing. Teacher curation proved indispensable for correcting conceptual inaccuracies generated by the AI, reaffirming the teacher's role as a critical mediator. The study concludes that Google NotebookLM, under human supervision, is a viable tool for producing podcasts with inclusive potential, although it requires technical refinement and further research to measure actual learning gains, particularly among students with specific educational needs.

Keywords: Google NotebookLM. Universal Design for Learning. Atomic Models. Periodic Table. Audio-based educational resources.

1 INTRODUÇÃO

A Química, enquanto ciência natural, possui uma especificidade epistemológica que a distingue de outras áreas do conhecimento por sua capacidade de transitar e articular três níveis de representação: o macroscópico (fenômenos

observáveis), o submicroscópico (entidades como átomos, moléculas e íons) e o simbólico (linguagens, equações e fórmulas). Essa tríade, consagrada no triângulo de Johnstone (GIRMAY, *et al.* 2026), constitui a base do pensamento químico, mas, ao mesmo tempo, impõe desafios cognitivos significativos aos estudantes, especialmente quando eles são confrontados com conceitos abstratos como os modelos atômicos e a organização periódica dos elementos. Estudos recentes têm revisitado esse modelo, discutindo, por exemplo, as implicações de se inserir imagens no vértice submicroscópico e como diferentes interpretações do triângulo podem impactar o desenvolvimento do raciocínio químico dos alunos (BRUCE *et al.*, 2025). Da mesma forma, a ampliação do modelo para uma perspectiva tetraédrica, que incorpora o elemento humano ao ensino de Química, tem sido proposta como forma de tornar a aprendizagem mais significativa e contextualizada (CELESTINO, 2025).

Tais dificuldades, no entanto, não devem ser atribuídas, de maneira simplista, a supostas limitações individuais dos alunos. Pelo contrário, elas surgem exatamente a partir das barreiras presentes nos próprios recursos didáticos e nas estratégias pedagógicas utilizadas, que nem sempre consideram a diversidade cognitiva, sensorial e cultural dos estudantes. Nesse

sentido, a educação inclusiva, entendida, neste trabalho, não como um ajuste pontual, mas como um princípio estruturante do processo educativo, requer que o ensino de Química repense seus materiais, recursos e metodologias, de modo a garantir a participação e a aprendizagem de todos os estudantes, incluindo aqueles com Transtorno do Espectro Autista (TEA), baixa visão ou outras condições que demandem recursos e estratégias de acessibilidade. O Desenho Universal para Aprendizagem (DUA), proposto por (SCANLON *et al.* 2018), emerge como um referencial teórico oportuno, ao recomendar múltiplas formas de engajamento, representação e expressão, reduzindo barreiras desde o planejamento. Pesquisas recentes têm explorado sua aplicação no ensino de Química, evidenciando que a diversificação de recursos, seja visuais, auditivos, táteis e digitais, é condição necessária para uma educação na perspectiva da inclusão equitativa (SOUZA *et al.*, 2025). Além disso, estudos têm demonstrado que a implementação do DUA em contextos químicos, inclusive em laboratórios virtuais e presenciais, pode melhorar significativamente a experiência de aprendizagem de todos os estudantes (FUNG *et al.*, 2026).

Paralelamente, o avanço das tecnologias digitais têm ofertado

possibilidades diversas de ferramentas disponíveis para a produção de materiais didáticos acessíveis. Entre elas, o podcast destaca-se como um recurso de áudio que viabiliza o acesso ao conhecimento em diferentes contextos, dentro e fora da sala de aula, favorecendo a revisitação de conteúdos, a aprendizagem móvel e a acomodação de ritmos individuais. Mais recentemente, a inteligência artificial generativa tem possibilitado o surgimento no campo educacional, oferecendo possibilidades inéditas de automação e personalização de conteúdos. Nessa esteira, o Google NotebookLM, uma ferramenta baseada em grandes modelos de linguagem, vem sendo testada para a geração de podcasts educacionais a partir de materiais de referência. Uma investigação publicada em 2026 no Journal of Chemical Education analisou justamente o uso do NotebookLM na produção de podcasts de Química, destacando seu potencial para agilizar a criação de episódios, mas também alertando para a necessidade de curadoria acadêmica rigorosa, uma vez que a ferramenta pode incorrer em erros conceituais e simplificações pedagógicas inadequadas (SMITH, 2026). Esse achado reforça a importância de um papel ativo do professor como mediador crítico entre a tecnologia e o conhecimento científico.

Diante desse cenário, emerge a

seguinte questão de pesquisa: como materiais didáticos em áudio, produzidos com apoio de inteligência artificial e submetidos à curadoria docente, podem contribuir para ampliar a acessibilidade e apoiar a aprendizagem de conteúdos de Química no Ensino Médio? A justificativa para este estudo reside na convergência entre a urgência inclusiva, a escassez de recursos auditivos especificamente elaborados para o ensino de Química e a rápida difusão de ferramentas de IA, que demandam avaliação crítica antes de sua incorporação à prática pedagógica. Além disso, a escolha dos tópicos Modelos Atômicos e Tabela Periódica justifica-se por sua centralidade curricular e por sua reconhecida complexidade abstrata, que os tornam particularmente propícios à testagem de abordagens inovadoras. Estudos sobre obstáculos epistemológicos no ensino de Química têm identificado, nesses tópicos, barreiras como o pensamento animista e substancialista, que dificultam a compreensão científica e exigem estratégias didáticas que promovam a ressignificação conceitual (SILVEIRA; VASCONCELOS; NUNES, 2025).

Assim, o presente artigo tem como objetivo geral relatar a experiência de desenvolvimento, aplicação e avaliação de podcasts educativos, produzidos com apoio de inteligência artificial, como recurso

didático inclusivo para o ensino de Modelos Atômicos e Tabela Periódica no 1º ano do Ensino Médio. Ao fazê-lo, pretende-se não apenas contribuir com evidências empíricas sobre a eficácia desse tipo de material, mas também oferecer subsídios para a formação docente e para a elaboração de políticas institucionais que integrem tecnologia, acessibilidade e rigor conceitual no ensino de Química.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Trata-se de uma pesquisa de natureza qualitativa e exploratória, do tipo relato de experiência, desenvolvida no âmbito do ensino presencial de Química. O estudo foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN), Campus Ceará-Mirim, com estudantes do 1º ano do Ensino Médio, distribuídos em uma turma regular, totalizando 40 alunos. Os materiais didáticos foram concebidos sob uma perspectiva inclusiva, com especial atenção à redução de barreiras para alunos com necessidades educacionais específicas, como aqueles com Transtorno do Espectro Autista (TEA) e com baixa visão, ainda que o desenho metodológico não tenha realizado identificação nominal ou avaliação diferenciada por subgrupo, respeitando os princípios éticos e a disponibilidade de dados da instituição.

A construção e a aplicação dos podcasts educativos foram organizadas em cinco etapas sequenciais, detalhadas a seguir.

Etapa 1 – Curadoria das fontes de conteúdo. A seleção das referências que embasaram os episódios seguiu critérios rigorosos de confiabilidade, atualidade e adequação curricular. Foram consultados:

- Livros didáticos aprovados pelo PNLD (Programa Nacional do Livro e do Material Didático) e adotados na rede federal;
- Artigos científicos indexados em bases como Scopus, Web of Science e ERIC, publicados nos últimos cinco anos, com reconhecida pertinência ao ensino de modelos atômicos, tabela periódica e transformações químicas;
- Documentos oficiais (BNCC e referenciais curriculares do IFRN) para alinhamento dos objetos de conhecimento e habilidades esperadas para o 1º ano.

A curadoria foi realizada pelos próprios docentes pesquisadores, que avaliaram a precisão conceitual, a clareza expositiva e a pertinência dos exemplos para a faixa etária. Esse processo garantiu que as informações-base estivessem isentas de equívocos científicos e em sintonia com o nível cognitivo dos alunos, evitando a

transferência direta de textos acadêmicos densos para o formato de áudio.

Etapas 2 – Adaptação pedagógica das fontes (autoria compartilhada). O conteúdo selecionado não foi submetido diretamente à ferramenta de inteligência artificial. Pelo contrário, passou por um processo de transposição didática colaborativa, conduzido pelo professor-pesquisador em parceria com os próprios alunos da turma. Essa coprodução configurou-se como uma estratégia formativa, na qual os estudantes atuaram como coautores dos roteiros, contribuindo com dúvidas reais, exemplos do cotidiano e sugestões de linguagem mais acessível aos pares.

A adaptação envolveu:

- Simplificação de termos técnicos, sem perda de rigor;
- Criação de analogias e metáforas para os modelos atômicos e para as interações intermoleculares;
- Estruturação em segmentos narrativos fluidos, com duração compatível com a escuta atenta;
- Elaboração de roteiros com indicações de entonação e pausas, visando melhorar a compreensão auditiva.

Esse movimento de usar uma fonte científica, depois a seleção e adaptação pedagógica colaborativa, proporcionou a

organização inicial, antecedendo qualquer uso da IA, reafirmando o papel central do professor e dos alunos como autores intelectuais do material. A etapa seguinte consistiu em alimentar a ferramenta com esses roteiros já adaptados, e não com os textos brutos originais.

Etapas 3 – Produção dos quatro episódios com suporte de IA. Para a geração automatizada dos áudios, utilizou-se o Google NotebookLM, uma plataforma baseada em grandes modelos de linguagem que permite a criação de diálogos em estilo de podcast a partir de documentos fornecidos pelo usuário. Os roteiros adaptados colaborativamente foram inseridos na ferramenta, que produziu uma versão inicial em formato de conversa entre dois locutores sintéticos.

Após a geração, os pesquisadores (em conjunto com monitores e alunos colaboradores) realizaram uma análise crítica detalhada do conteúdo auditivo, verificando:

- Fidelidade conceitual aos roteiros originais;
- Possíveis alucinações ou inferências incorretas introduzidas pelo modelo;
- Fluidez e naturalidade da narração;
- Adequação do ritmo e da ênfase para fins didáticos.

Foram identificadas inadequações

pontuais (como ênfase excessiva em detalhes históricos secundários e simplificações que poderiam induzir a interpretações errôneas), as quais foram corrigidas manualmente, com reedições dos roteiros e nova submissão à ferramenta até que se obtivesse uma versão satisfatória.

O produto final consistiu em quatro episódios, com os seguintes títulos e durações:

Ep. 01 – A química e suas transformações (18 min 15 s);

Ep. 02 – Por que a água ferve e congela? (13 min 42 s);

Ep. 03 – Como a ciência mapeou o átomo? (19 min 15 s);

Ep. 04 – O cabo de guerra dos elétrons (19 min 39 s).

Todos os episódios foram exportados em formato MP3 com qualidade de áudio padronizada. Essa curadoria docente e discente, alinhada às recomendações de Smith (2026), mostrou-se indispensável para evitar a veiculação de imprecisões conceituais.

Etapla 4 – Aplicação pedagógica (escuta autônoma e sob demanda). Os quatro episódios foram disponibilizados como recurso complementar às aulas regulares da disciplina de Química, por meio da plataforma de acesso livre Google Sala de Aula. Cada estudante teve autonomia para acessar e ouvir os arquivos

de acordo com sua própria conveniência, em momentos extraclasse, podendo utilizar fones de ouvido ou caixas de som pessoais, estratégia que favorece a inclusão de estudantes com baixa visão, que não dependem de materiais impressos, e respeitar diferentes ritmos de aprendizagem.

Antes da disponibilização, os alunos receberam orientações gerais sobre:

- A finalidade do recurso (revisão, aprofundamento e consolidação);
- A possibilidade de pausar, retroceder e repetir trechos quantas vezes julgasse necessário;
- O registro de dúvidas para discussão em momentos presenciais.

A utilização dos episódios não foi padronizada de forma obrigatória para toda a turma. Ao contrário, cada aluno pôde selecionar livremente os episódios conforme sua necessidade específica de revisão ou aprofundamento, utilizando-os como ferramenta de sistematização e consolidação dos conceitos abordados previamente em sala de aula. Não houve substituição da mediação docente; os áudios funcionaram como disparadores para reflexões e debates nos encontros presenciais subsequentes.

Etapla 5 – Avaliação do recurso. Para avaliar a percepção dos estudantes quanto à qualidade e à utilidade dos podcasts, aplicou-se um questionário estruturado com nove indicadores, cada um

avaliado em uma escala Likert de cinco pontos, entre 1 (discordo totalmente) e 5 (concordo totalmente). As dimensões e os respectivos indicadores estão sintetizados na Tabela 1.

Tabela 1 – Dimensões e indicadores avaliados no questionário de percepção discente.

Dimensão	Indicador avaliado
Clareza	Compreensão da explicação
Ritmo	Velocidade da fala
Qualidade sonora	Ruídos / interferências
Volume	Facilidade de audição
Organização	Estrutura do conteúdo
Compreensão	Auxílio na aprendizagem
Utilidade	Valor como material de apoio
Engajamento	Interesse pelo recurso
Adequação	Percepção geral do podcast

O instrumento incluiu, ainda, duas questões abertas para que os estudantes registrassem sugestões de melhoria e aspectos positivos. A aplicação ocorreu após um período de duas semanas de acesso livre aos episódios, em ambiente de sala de aula, com garantia de anonimato. Os dados quantitativos foram tabulados e analisados por meio de estatística descritiva (médias e desvios-padrão), enquanto as respostas abertas foram submetidas à análise de conteúdo temática (VALLE, FERREIRA, 2026), com o objetivo de identificar padrões e tendências qualitativos sobre a aceitação e a eficácia pedagógica do recurso.

O conjunto de procedimentos descrito, desde a curadoria rigorosa e a coprodução com os alunos até a avaliação

sistemática, permitiu não apenas testar a viabilidade do uso do Google NotebookLM no ensino de Química, mas também gerar evidências sobre os cuidados necessários para que a inteligência artificial atue como uma aliada da docência, e não como sua substituta. Os resultados obtidos são apresentados e discutidos na seção seguinte.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo apresenta os resultados obtidos ao longo do desenvolvimento, aplicação e avaliação dos podcasts educativos, articulando-os com a literatura da área e com as reflexões teóricas que orientaram o estudo. A opção por integrar resultados e discussão em uma mesma seção justifica-se pela natureza do relato de experiência, que privilegia a análise contextualizada e a interlocução contínua entre os achados empíricos e o referencial adotado. A estrutura segue as cinco dimensões de análise obtidas do processo investigativo.

3.1 Desenvolvimento dos materiais didáticos

A primeira etapa do estudo consistiu na curadoria e adaptação das fontes usadas para montar os episódios. Foram selecionadas 12 fontes ao todo, assim distribuídas: 3 livros didáticos aprovados pelo PNLD e adotados na instituição; 6 artigos científicos indexados em bases de

dados reconhecidas, publicados nos últimos cinco anos e com pertinência direta aos conteúdos de modelos atômicos, tabela periódica e transformações químicas; e 3 documentos oficiais (BNCC e referenciais curriculares do IFRN), que asseguraram o alinhamento com as habilidades e objetivos de aprendizagem previstas para o 1º ano do Ensino Médio.

A partir desse acervo, foram produzidos quatro episódios com os seguintes títulos e durações:

Ep. 01 – A química e suas transformações (18 min 15 s);

Ep. 02 – Por que a água ferve e congela? (13 min 42 s);

Ep. 03 – Como a ciência mapeou o átomo? (19 min 15 s);

Ep. 04 – O cabo de guerra dos elétrons (19 min 39 s).

A organização dos episódios seguiu uma progressão temática intencional: partiu-se de uma visão geral da Química e suas transformações (Ep. 01), avançou-se para propriedades da matéria e interações intermoleculares (Ep. 02), aprofundou-se nos modelos atômicos (Ep. 03) e culminou com a tabela periódica e a dinâmica dos elétrons nas ligações químicas (Ep. 04). Essa sequência buscou respeitar a lógica curricular e, ao mesmo tempo, oferecer ao estudante a possibilidade de acessar episódios específicos conforme sua

necessidade de revisão ou aprofundamento.

Os roteiros foram construídos em regime de autoria compartilhada entre o professor-pesquisador e os alunos, o que conferiu ao material uma linguagem mais próxima do cotidiano dos estudantes e incorporou dúvidas e exemplos genuínos. A opção por episódios com duração entre 13 e 19 minutos alinha-se à literatura que recomenda formatos de média duração para manter o engajamento sem sobrecarregar a escuta. Estudos anteriores sobre podcasts no ensino de Química já haviam apontado o potencial desse recurso como estratégia pedagógica, especialmente no contexto pós-pandemia, quando a flexibilidade e a autonomia do estudante tornaram-se ainda mais valorizadas.

O processo de curadoria docente revelou-se indispensável, conforme destacado por Smith (2026) ao investigar o uso do Google NotebookLM no ensino de Química. A ferramenta de IA demonstrou agilidade na geração inicial dos áudios, mas as versões brutas continham imprecisões conceituais e escolhas pedagógicas inadequadas, por exemplo, ênfase excessiva em detalhes históricos secundários e simplificações que poderiam induzir a interpretações errôneas sobre a natureza probabilística do átomo. Tais achados corroboram o alerta de que a IA, embora poderosa, não substitui a mediação humana

e exige revisão criteriosa. Como observado por Smith (2026), com curadoria acadêmica, o Google NotebookLM pode criar podcasts científicos envolventes com pouco esforço, mas a curadoria é condição primordial para a qualidade final do produto.

3.2 Avaliação da qualidade dos podcasts

A avaliação da qualidade técnica e pedagógica dos episódios foi realizada por meio de um questionário estruturado com nove métricas, aplicado aos 35 estudantes participantes. Os resultados, sintetizados na Tabela 2, indicam percepções positivas, com destaque para a clareza da comunicação (média 4,3 em escala Likert de 5 pontos) e o ritmo da fala (média 4,2), dimensões que se revelaram adequadas à compreensão auditiva dos conteúdos.

Tabela 2 – Avaliação dos estudantes sobre a qualidade dos podcasts.

Dimensão	Indicador avaliado	Média	Desvio-padrão
Clareza	Compreensão da explicação	4,3	0,7
Ritmo	Velocidade da fala	4,2	0,8
Qualidade sonora	Ruídos / interferências	3,5	1,1
Volume	Facilidade de audição	3,7	1,0
Organização	Estrutura do conteúdo	4,0	0,9
Compreensão	Auxílio na aprendizagem	4,1	0,8
Utilidade	Valor como material de apoio	4,2	0,7
Engajamento	Interesse pelo recurso	3,9	1,0
Adequação	Percepção geral do podcast	4,0	0,8

A avaliação positiva de clareza e ritmo está em consonância com a literatura que aponta o podcast como um recurso que favorece a compreensão de conceitos abstratos, especialmente quando associado a analogias e linguagem acessível. Pesquisas realizadas com estudantes do Ensino Médio têm demonstrado que o uso de podcasts no ensino de Química aumenta o interesse dos alunos e contribui para a apropriação de conceitos. Santos e Leite (2025), em estudo com alunos de um curso técnico de Química, identificou que atividades desenvolvidas com podcasts aumentaram o interesse dos estudantes pelo tema, contribuindo positivamente para o processo de ensino-aprendizagem.

No entanto, as métricas relacionadas à qualidade sonora (média 3,5) e ao volume (média 3,7) apresentaram avaliações mais moderadas e maior dispersão, sugerindo divergências na percepção dos estudantes sobre esses aspectos técnicos. Esse dado não deve ser negligenciado; pelo contrário, evidencia que a produção de recursos digitais acessíveis exige não apenas qualidade pedagógica e científica, mas também qualidade técnica e sonora. Como apontam Smith (2026) e Fung *et al.* (2026), a IA pode produzir variações indesejadas de volume e ruídos de fundo, o que afeta diretamente a experiência de escuta,

especialmente para estudantes com baixa visão ou com sensibilidades sensoriais associadas ao TEA .

3.3 Percepção dos estudantes sobre a aprendizagem

Os resultados indicaram uma percepção favorável dos estudantes quanto à contribuição do podcast para o processo de aprendizagem. A dimensão “Compreensão – Auxílio na aprendizagem” obteve média 4,1, e a dimensão “Utilidade, Valor como material de apoio” alcançou média 4,2, sugerindo que os episódios foram reconhecidos como ferramentas eficazes para revisão e consolidação de conteúdos.

Nas respostas abertas, os estudantes destacaram a possibilidade de escuta repetida e a flexibilidade de acesso como aspectos positivos, o que dialoga com estudos que apontam o podcast como um recurso que promove a autonomia e respeita diferentes ritmos de aprendizagem. Um aluno registrou:

Aluno 1: Pude ouvir o episódio sobre modelos atômicos várias vezes enquanto fazia outras atividades, o que me ajudou a fixar melhor os conceitos.

Outro mencionou:

Aluno 2: Gostei de poder escolher qual episódio ouvir conforme minha dificuldade.

É importante ressaltar, no entanto, que esses dados medem percepção, e não ganho de aprendizagem mensurado por instrumentos objetivos. Como alertam

Hassan, Mekky e Greish (2022), embora os estudantes avaliem positivamente o podcast como recurso de apoio, a eficácia pedagógica deve ser investigada por meio de estratégias metodológicas que articulem percepção e desempenho. Portanto, os resultados aqui apresentados devem ser interpretados como indicadores de aceitação e utilidade percebida, e não como evidência de melhoria comprovada no aprendizado.

3.4 Limitações técnicas e possibilidades de aprimoramento

As avaliações mais baixas e a maior dispersão nas métricas de qualidade sonora e volume apontam para limitações técnicas que merecem discussão. A literatura recente sobre o uso de IA generativa na produção de materiais educacionais têm identificado desafios semelhantes. Smith (2026), ao utilizar o Google NotebookLM para criar podcasts de Química orgânica, relatou que a ferramenta “teve dificuldade com a pronúncia de termos técnicos” e produziu inconsistências que exigiram ajustes. Em outro estudo com o NotebookLM para laboratórios de Química geral, Fung *et al.* (2026) observaram que, embora os podcasts gerados fossem pedagogicamente úteis, a qualidade do áudio variava conforme o material de origem, demandando tratamento adicional.

Essas limitações não inviabilizam o recurso, mas indicam que a produção de

podcasts acessíveis exige um fluxo de trabalho que integre diferentes competências: pedagógica, científica e técnica. Para futuras iterações do projeto, propõem-se as seguintes melhorias:

- Tratamento de áudio profissional, com normalização do volume e redução de ruídos utilizando softwares como Audacity ou ferramentas de pós-produção;
- Padronização dos episódios, com parâmetros fixos de volume e velocidade da fala, garantindo consistência entre os episódios;
- Revisão da velocidade da fala, oferecendo versões em diferentes velocidades (1x, 0,8x) para acomodar diferentes perfis de escuta.

Tais aprimoramentos são particularmente relevantes quando se considera o público com necessidades educacionais específicas, como estudantes com TEA (que podem apresentar sensibilidades auditivas) ou com baixa visão (para quem a qualidade do áudio é determinante para a compreensão).

3.5 A IA como ferramenta de produção e os limites da automação

A experiência aqui relatada reforça o entendimento de que a inteligência artificial atuou como ferramenta de produção, e não como substituta do trabalho docente. O processo pode ser representado

conceitualmente pelo seguinte fluxo: Curadoria humana; seleção e adaptação pedagógica; IA (geração inicial); revisão científica; revisão pedagógica; curadoria final e produto final.

Esse fluxo evidencia que, em cada etapa, a mediação humana foi determinante para a qualidade do material. A IA produziu áudios com fluidez e criatividade notáveis, incluindo analogias e entonações que surpreenderam os pesquisadores, mas cometeu erros que exigem correção. Smith (2026) descreve situação análoga, ao relatar que a IA “expressou as coisas de maneiras que talvez eu mesmo não tivesse feito, indo além do material de origem para trazer contexto e humor”, mas também “cometeu pequenos erros” que demandaram edição.

Além dos erros conceituais, um aspecto crítico identificado na literatura é a percepção ética dos estudantes em relação ao uso de IA. Smith (2026) observou que muitos estudantes se preocuparam com os aspectos éticos, sociais e também de sustentabilidade em relação ao uso indiscriminado da IA, inclusive alguns optaram ativamente por utilizá-la de maneira moderada. Embora não tenhamos identificado essa resistência em nosso contexto, possivelmente porque os alunos estiveram envolvidos na coprodução dos roteiros, o que pode ter atenuado a percepção de substituição, esse é um aspecto

que merece atenção em futuros estudos e aplicações.

A curadoria acadêmica, portanto, não se limita à correção de erros; ela envolve também a mediação do sentido da tecnologia para os estudantes, explicitando seu papel como apoio e não como substituta da relação pedagógica. Essa reflexão alinha-se aos princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA), que preconiza o uso flexível de recursos para reduzir barreiras, sem descuidar da qualidade e da equidade.

Em síntese, a experiência demonstrou que o Google NotebookLM, com curadoria docente, pode gerar podcasts de qualidade científica e confiáveis pedagogicamente, com um custo de trabalho relativamente baixo. No entanto, os limites técnicos e éticos da ferramenta impõem um papel ativo do professor como curador, revisor e mediador, reafirmando a centralidade da docência em um cenário de crescente automação educacional.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, a experiência relatada neste artigo evidencia que o uso do Google NotebookLM, mediado por curadoria docente rigorosa e colaboração com os alunos, constitui uma alternativa viável e promissora para a produção de podcasts educativos no ensino de Química. O recurso

revelou-se potencialmente inclusivo, flexível e bem avaliado pelos estudantes, embora tenha exigido ajustes técnicos e metodológicos que apontam para a necessidade de aperfeiçoamento contínuo. Ao assumir as limitações do estudo e propor perspectivas futuras, espera-se contribuir para o avanço das discussões sobre a integração crítica da inteligência artificial na educação básica, reafirmando o papel insubstituível do professor como curador, mediador e autor no processo de ensino-aprendizagem.

REFERÊNCIAS

- BRUCE, M. *et al.* One Rule to Rule Them All: Inviting Discussions about Content and Process in Johnstone's Triangle. **Journal of Chemical Education**, v. 102, n. 12, p. 5027-5035, 2025. DOI: 10.1021/acs.jchemed.4c01475. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.4c01475>.
- CELESTINO, T. Aniline and Beyond: A Multifaceted Case Study for a Bildung-Focused Chemical Education. **Organics**, v. 6, n. 2, p. 20, 2025. DOI: 10.3390/org6020020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/org6020020>.
- FUNG, F. *et al.* Implementing Universal Design for Learning in Chemistry and Beyond. **Journal of Chemical Education**, v. 103, n. 3, p. 1278-1287, 2026. DOI: 10.1021/acs.jchemed.5c00881.
- GIRMAY, S. *et al.* Universal Design for Learning Framework Enhances Learning Experience in Web-Based Virtual

Laboratories. **Journal of Chemical Education**, v. 103, n. 3, p. 1182-1194, 2026. DOI: 10.1021/acs.jchemed.5c01687. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5c01687>.

HASSAN, F. M.; MEKKY, H. M.; GREISH, Y. E. Podcasting as an Effective Pedagogy for Teaching Chemistry During the COVID-19 Pandemic and Beyond. *International Journal for Innovation Education and Research*, v. 10, n. 10, p. 203-212, 2022. DOI: 10.31686/ijer.vol10.iss10.3980. Disponível em: <https://doi.org/10.31686/ijer.vol10.iss10.3980>.

SANTOS, L. P. A. dos; LEITE, B. S. Percepção de estudantes do Ensino Médio na elaboração de podcasts como recurso didático digital para a construção do conhecimento químico. **Cadernos de Educação, Tecnologia e Sociedade**, v. 18, n. 4, p. 1-18, 2025. DOI: 10.5281/zenodo.15341223.

SCANLON, E. *et al.* Postsecondary chemistry curricula and universal design for learning: planning for variations in learners' abilities, needs, and interests. **Chemistry Education Research and Practice**, v. 19, n. 4, p. 1216-1234, 2018. DOI: 10.1039/C8RP00109C. Disponível em: <https://doi.org/10.1039/C8RP00109C>.

SILVEIRA, F. A.; VASCONCELOS, A. K. P.; NUNES, A.O. Superação dos Obstáculos Epistemológicos nos conceitos de ácidos, bases e óxidos no Ensino de Química: um relato de experiência. **Revista de Estudios y Experiencias en Educación**, v. 24, n. 55, p. 319-334, 2025. DOI: 10.21703/rexe.v24i55.2869. Disponível em: <https://doi.org/10.21703/rexe.v24i55.2869>.

SMITH, D. K. Creating a Podcast Using Generative Artificial Intelligence to Support

Student Learning of Organic Reaction Mechanisms. **Journal of Chemical Education**, v. 103, n. 4, p. 2077-2084, 2026. DOI: 10.1021/acs.jchemed.5c01652. Disponível em: <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5c01652>.

SOUZA, E. V. *et al.* Análise da Elaboração de Recursos Didáticos Voltados ao Ensino de Química e à Educação Inclusiva com Base nos Princípios do Desenho Universal para a Aprendizagem (DUA). **Revista Brasileira de Educação Especial**, v. 31, e0244, 2025. DOI: 10.1590/1980-54702025v31e0244. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1980-54702025v31e0244>.

VALLE, P. R. D.; FERREIRA, J. L. Análise de conteúdo na perspectiva de Bardin: contribuições e limitações para a pesquisa qualitativa em educação. **Educação em Revista**, Belo Horizonte, v. 41, n. 41, 2025. DOI: 10.35699/edur.v41i41.49377. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/edrevista/article/view/49377>.