

ENTRE ARTEFATOS E NARRATIVAS: CULTURA MAKER E O DESENVOLVIMENTO PROFISSIONAL DOCENTE NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Between Artifacts and Narratives: Maker Culture and Teacher Professional Development in Science Education

Luiz Paulo Fernandes Lima¹

Soraia Gadelha Carolino²

Francisco Herbert Lima Vasconcelos³

Resumo: Este artigo analisou as narrativas de professores de ciências da natureza participantes de uma formação continuada realizada em um espaço *maker*, investigando e em que medida emergem percepções, tensões ou reconfigurações na prática pedagógica mediante a interação com artefatos desenvolvidos por fabricação digital. Fundamentado nas discussões sobre formação continuada como dimensão da profissionalização docente, competências digitais e cultura *maker*, o estudo adotou abordagem qualitativa de natureza interpretativa. Participaram 35 professores atuantes nos anos finais do ensino fundamental, organizados em oito grupos, que manusearam produtos educacionais confeccionados por impressão 3D, corte a laser e materiais de baixo custo, relacionados a conteúdos de biologia, física e química. A produção dos dados ocorreu por meio de audiodescrições orientadas por questões abertas, complementadas por 47 unidades de registro extraídas das respostas individuais. Os dados foram submetidos à análise temática, organizados nas categorias Pedagógica, Desenvolvimento Profissional e Cidadania Digital. Os resultados indicaram predominância da dimensão pedagógica, especialmente no que se refere à aplicabilidade didática, à ludicidade e à materialização de conceitos científicos abstratos. Também emergiram indícios de curadoria docente, adaptação criativa dos materiais, tensões relacionadas à adequação curricular e demandas por mediação e acessibilidade. Concluiu-se que a experiência formativa mediada por artefatos *maker* mobilizou processos reflexivos associados ao desenvolvimento profissional docente, evidenciando potencialidades e limites da integração entre tecnologia e ensino de ciências na escola pública.

Palavras-chave: Formação continuada. Cultura *maker*. Ensino de Ciências.

Abstract: This article analyzed the narratives of Natural Sciences teachers who participated in an in-service teacher education program conducted in a maker space, investigating how

¹ Doutor em Ensino pela UFC. Professor de Física do IFCE e pesquisador em Tecnologias Digitais Educacionais no Grupo de Pesquisa Multidisciplinar em Ensino, Ciência e Tecnologia (GPMECT/IFCE), Aracati, Ceará, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5250-7669>. Contato: luiz.lima@ifce.edu.br.

² Doutora em Políticas de Administração e Gestão Escolar pela ISCTE, Portugal. Servidora do quadro permanente da Secretaria Municipal de Educação de Fortaleza (SME), Fortaleza, Ceará, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7235-1764>. Contato: soraia.gadelha@iscte-iul.pt.

³ Doutor em Engenharia de Teleinformática pela UFC. Professor Efetivo Adjunto III da UFC e docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (RENOEN/UFC), Fortaleza, Ceará, Brasil. Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4896-9024>. Contato: herbert@virtual.ufc.br.

interaction with digitally fabricated educational artifacts revealed perceptions, tensions, and reconfigurations in pedagogical practice. Grounded in discussions on continuing professional development as a dimension of teacher professionalization, digital competencies, and maker culture, the study adopted a qualitative interpretative approach. Thirty-five teachers working in the final years of Elementary Education participated in the program, organized into eight groups that handled educational products developed through 3D printing, laser cutting, and low-cost materials, addressing biology, physics, and chemistry content. Data were produced through audio-recorded descriptions guided by open-ended questions, complemented by 52 units of analysis extracted from individual responses. The data were examined through thematic analysis and organized into three main categories: Pedagogical, Professional Development, and Digital Citizenship. The findings indicated the predominance of the pedagogical dimension, particularly regarding didactic applicability, playfulness, and the materialization of abstract scientific concepts. Evidence of teacher curation, creative adaptation of materials, curricular tensions, and demands for instructional mediation and accessibility also emerged. The study concluded that maker-mediated professional development fostered reflective processes associated with teacher professional growth, highlighting both the potential and the limitations of integrating technology into science teaching within public schools.

Keywords: Continuing Professional Development. Maker Culture. Science Education.

1 Introdução

A formação docente em ciências, no Brasil, tem sido historicamente marcada por tensões entre tradição conteudista, demandas curriculares e desafios estruturais da escola pública. Estudos que analisam o percurso do ensino de ciências no país indicam que, apesar dos avanços normativos e das reformas curriculares, persistem dificuldades na articulação entre teoria e prática, na contextualização dos conteúdos e na promoção de aprendizagens significativas (Nascimento *et al.*, 2012; Seixas *et al.*, 2017). A Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2017) reforça a necessidade de desenvolver competências relacionadas ao pensamento científico, à argumentação, à cultura digital e à responsabilidade socioambiental, demandando do professor uma atuação que ultrapasse a centralidade da exposição de conteúdo. Nesse contexto, a Resolução CNE/CP nº 1/2020 estabelece que a formação continuada constitui componente essencial da profissionalização docente, compreendendo dimensões do conhecimento, da prática e do engajamento profissional (Brasil, 2020).

Nesse cenário, a inserção das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) na formação docente tornou-se elemento estruturante das políticas educacionais, demandando competências que articulam intencionalidade didática, reflexão crítica e uso pedagógico responsável das tecnologias (Araújo; Lins, 2020; CIEB, 2020). Nesse movimento, a cultura *maker* emerge como abordagem que integra experimentação, autoria e resolução de problemas, aproximando o ensino de ciências a práticas investigativas e criativas por meio de espaços como *Fab Labs* e *FabLearns* (Blikstein, 2013; Carvalho; Bley, 2018; Bacich; Holanda, 2020).

Entretanto, embora a literatura destaque o potencial dos espaços *maker* na Educação Básica e na formação docente, ainda são incipientes investigações que analisem como os professores significam essas experiências a partir de suas próprias narrativas. Compreender as percepções, tensões e deslocamentos produzidos pela interação com artefatos tecnológicos é fundamental para qualificar processos formativos. As narrativas docentes, enquanto forma de documentação e reflexão sobre a prática, permitem acessar dimensões subjetivas e profissionais

que ultrapassam a mera descrição técnica dos recursos (Alonso *et al.*, 2021). Além disso, estudos no campo da pesquisa qualitativa indicam que a análise de narrativas constitui estratégia potente para compreender sentidos atribuídos às experiências formativas e aos processos de desenvolvimento profissional (González, 2020; Rocha, 2024). Assim, investigar as escritas de si em contextos de formação mediada por tecnologias contribui para ampliar a compreensão sobre a profissionalização docente no ensino de ciências.

Diante desse cenário, coloca-se a seguinte questão de pesquisa: Quais percepções, tensões e possíveis indícios de reconfiguração da prática pedagógica e do desenvolvimento profissional podem emergir da análise das narrativas produzidas por professores de ciências da natureza após a interação com artefatos desenvolvidos em um espaço *maker*?

O objetivo desta pesquisa é analisar as narrativas de professores participantes de uma formação continuada realizada em um *Fab Lab*, investigando de que modo a experiência com produtos educacionais desenvolvidos por meio de fabricação digital mobiliza reflexões acerca da aplicabilidade pedagógica, da adequação curricular, da mediação didática, da inclusão e do engajamento profissional.

Ao longo deste artigo, inicialmente apresenta-se a fundamentação teórica que articula formação continuada, competências digitais e cultura *maker* no ensino de ciências. Em seguida, descrevem-se os procedimentos metodológicos adotados, incluindo o contexto da formação, o perfil dos participantes e o processo de produção e análise das narrativas. Posteriormente, são discutidos os resultados, organizados em eixos temáticos que evidenciam a centralidade da dimensão pedagógica, as práticas de curadoria docente, as tensões curriculares e as demandas por mediação e acessibilidade. Por fim, apresentam-se as considerações finais, destacando contribuições, limites da investigação e implicações para políticas e práticas de formação docente em contextos tecnológicos.

2 Fundamentação Teórica

A fundamentação teórica deste estudo organiza-se em torno de quatro eixos que sustentam diretamente as categorias analíticas emergentes dos dados: formação continuada e profissionalização docente, competências digitais, cultura *maker* e narrativas pedagógicas. Cada eixo não apenas contextualiza o objeto de pesquisa, mas ancora as subcategorias Prática Pedagógica, Curadoria e Criação, Personalização, Avaliação, Comunicação, Inclusão e Autodesenvolvimento, cujas relações com o referencial serão explicitadas ao longo desta seção.

2.1 Formação continuada e profissionalização docente no ensino de ciências

A formação docente em ciências, no Brasil, tem sido atravessada por desafios históricos relacionados à fragmentação curricular, à centralidade da exposição de conteúdos e às dificuldades de contextualização dos saberes científicos (Nascimento *et al.*, 2012). Tais desafios demandam processos formativos que superem a lógica da atualização pontual e assumam a formação continuada como dimensão estruturante da profissionalização docente. Nesse sentido, a Resolução CNE/CP nº 1/2020 estabelece que a formação continuada constitui componente essencial da profissionalização do professor, articulando as dimensões do conhecimento, da prática e do engajamento profissional (Brasil, 2020).

Essa perspectiva desloca o foco da formação como mera transmissão de técnicas para compreendê-la como espaço de reflexão sobre a prática, reconfiguração identitária e ampliação de repertórios pedagógicos, movimento que, nesta pesquisa, se manifesta concretamente nas

narrativas em que professores comparam suas práticas habituais com as possibilidades abertas pelos artefatos *maker*. No campo do ensino de ciências, autores como Seixas *et al.* (2017) e Moreira (2021) ressaltam que a complexidade dos conteúdos científicos exige abordagens que favoreçam a problematização, a experimentação e a construção ativa do conhecimento. Assim, a dimensão da Prática Pedagógica, evidenciada nas narrativas analisadas, dialoga diretamente com essa concepção de formação como espaço de reelaboração das estratégias didáticas.

Além disso, ao considerar que a profissionalização envolve capacidade de análise crítica e adaptação às condições reais da escola, emergem categorias como Personalização e Avaliação, que se manifestam quando os professores discutem adequação de conteúdos por série, tempo disponível e pertinência curricular. Essas dimensões evidenciam que a formação continuada não se limita à apropriação de recursos inovadores, mas implica negociação constante entre propostas formativas e realidades institucionais.

2.2 Competências digitais e cultura tecnológica na formação docente

A incorporação das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) nos processos educativos tem sido acompanhada pela construção de referenciais de competências digitais docentes. Araripe e Lins (2020) destacam que tais competências envolvem não apenas domínio instrumental, mas também curadoria de recursos, criação de materiais, comunicação pedagógica e uso ético das tecnologias. A Nota Técnica nº 8 do CIEB (2020) reforça que o desenvolvimento dessas competências deve considerar dimensões pedagógicas, técnicas e socioemocionais.

Nesse contexto, as categorias analíticas de Curadoria e Criação, Comunicação e Uso Responsável dialogam diretamente com os referenciais de competências digitais. Quando os professores sugerem adaptações nos artefatos, propõem melhorias estruturais ou indicam a necessidade de manuais, demonstram postura ativa de design pedagógico, característica central da competência digital docente. Não se trata apenas de utilizar um recurso tecnológico, mas de reinterpretá-lo, ajustá-lo e integrá-lo ao planejamento didático.

A categoria Inclusão, por sua vez, relaciona-se à preocupação com acessibilidade, legibilidade e adequação às necessidades dos estudantes, evidenciando compreensão ampliada da cultura digital como espaço de participação e equidade. Nesse sentido, a competência digital não se restringe ao uso de dispositivos, mas envolve sensibilidade às condições de aprendizagem e às múltiplas formas de mediação.

2.3 Cultura *maker*, materialidade e ensino de ciências

A cultura *maker*, fundamentada na filosofia do “faça você mesmo” (DIY), tem sido compreendida como movimento que democratiza processos de criação e fabricação, integrando tecnologia, experimentação e colaboração (Blikstein, 2013). No campo educacional, essa abordagem favorece a autoria, a resolução de problemas e a aprendizagem por meio da materialização de ideias, aproximando teoria e prática (Carvalho; Bley, 2018).

No ensino de ciências, a materialidade assume papel central, especialmente diante da necessidade de tornar concretos conceitos abstratos, como estruturas celulares, processos bioquímicos ou interações moleculares. Millar (2003) argumenta que a compreensão científica exige experiências que permitam ao estudante relacionar modelos teóricos a representações e fenômenos observáveis. Nessa perspectiva, os artefatos produzidos em espaços *maker* (como

modelos tridimensionais, jogos e dispositivos experimentais) funcionam como mediadores cognitivos, favorecendo a transposição didática e a construção de significados.

As narrativas docentes analisadas evidenciam essa dimensão quando destacam a importância de “sair da abstração” e promover visualização concreta. A categoria Prática Pedagógica aparece, então, associada à ludicidade, à experimentação e à interação colaborativa. Ao mesmo tempo, as sugestões de aprimoramento técnico indicam processos de iteração e (re)design, próprios da lógica *maker*, reforçando a categoria Curadoria e Criação como expressão de desenvolvimento profissional.

2.4 Narrativas, documentação pedagógica e desenvolvimento profissional

A investigação das narrativas docentes insere-se no campo da pesquisa qualitativa que reconhece o valor da experiência vivida como fonte de conhecimento. González (2020) ressalta que a pesquisa qualitativa busca compreender significados atribuídos pelos sujeitos às suas práticas e contextos. Rocha (2024) destaca que a análise de narrativas autobiográficas possibilita acessar dimensões subjetivas e profissionais, evidenciando deslocamentos identitários e reconfigurações de sentido.

No âmbito educacional, Alonso *et al.* (2021) defendem a documentação pedagógica como prática que transforma registros em instrumentos reflexivos, permitindo que o professor revise, analise e ressignifique sua atuação. Assim, as audiodescrições produzidas no contexto formativo não constituem apenas respostas avaliativas, mas dispositivos de reflexão sobre o fazer docente.

A articulação entre narrativa e formação continuada demonstra que categorias como Autodesenvolvimento, Comunicação e Avaliação não emergem de forma isolada, mas como expressões de um movimento reflexivo que integra experiência concreta, análise crítica e projeção de práticas futuras. Ao narrar suas percepções sobre os artefatos *maker*, os professores não apenas descrevem o material, mas posicionam-se frente às possibilidades e limites da inovação, revelando tensões curriculares, preocupações com tempo e adequação, bem como iniciativas de adaptação criativa.

Desse modo, a fundamentação teórica aqui apresentada sustenta a análise das narrativas como expressão de processos de profissionalização docente mediados por tecnologias e materialidades. A interação entre formação continuada, competências digitais e cultura *maker* configura-se como cenário fértil para compreender como a escrita de si, em contexto formativo, explicita reconfigurações da prática pedagógica no ensino de ciências.

3 Procedimentos Metodológicos

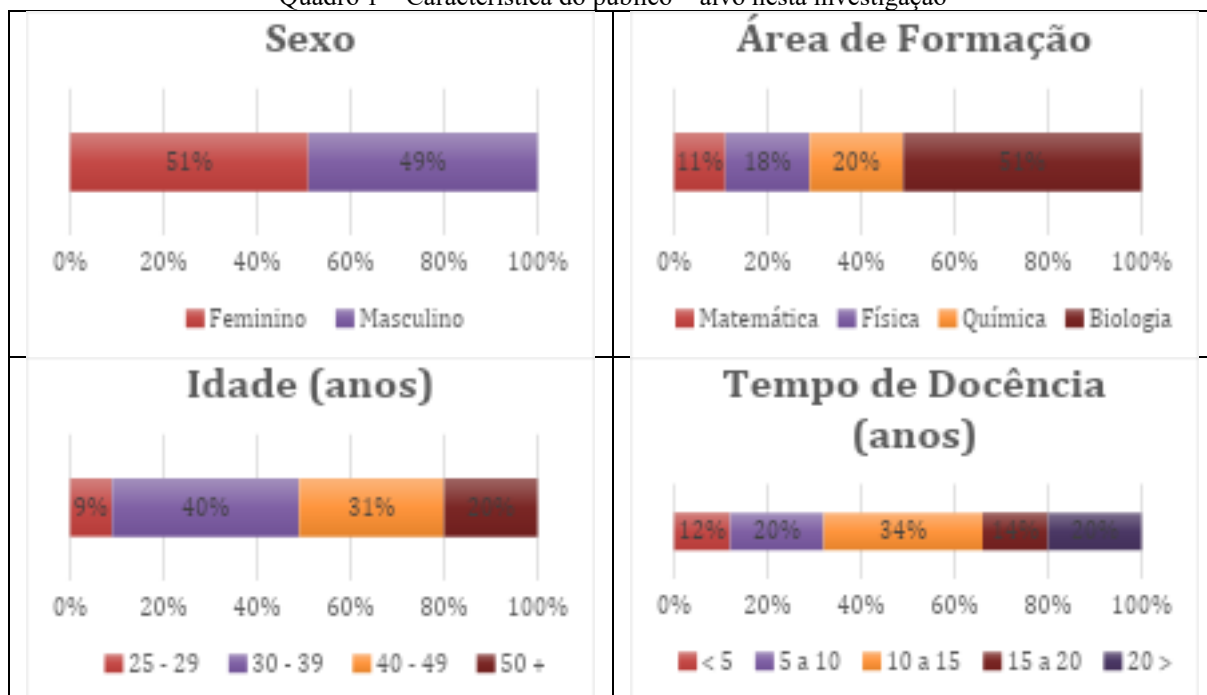
Esta investigação caracteriza-se como qualitativa, de natureza interpretativa, fundamentada na análise de narrativas produzidas em contexto formativo. Conforme destacam González (2020) e Rocha (2024), a pesquisa qualitativa busca compreender os significados atribuídos pelos sujeitos às suas experiências, valorizando a dimensão subjetiva e contextual da prática profissional. Nesse sentido, a escolha metodológica alinha-se à proposta de investigar as escritas de si como dispositivos de reflexão docente, compreendendo as narrativas não apenas como relatos descritivos, mas como expressões de posicionamentos profissionais diante de experiências formativas mediadas por tecnologias.

A investigação foi desenvolvida no contexto de uma formação continuada realizada em um espaço *Fab Lab* vinculado ao Centro de Excelência em Políticas Educacionais da Universidade Federal do Ceará (CEnPE/UFC). O encontro teve duração de quatro horas, foi estruturado a partir dos princípios da cultura *maker*, articulando apresentação conceitual, experimentação prática e discussão coletiva sobre produtos educacionais desenvolvidos por meio de fabricação digital. Trata-se do primeiro de cinco encontros de uma formação continuada organizada para coleta de dados de uma pesquisa de doutoramento⁴.

3.1 Contexto da formação e participantes

Participaram da pesquisa 35 professores da área de ciências da natureza, atuantes nos anos finais do ensino fundamental na rede pública da cidade Fortaleza, Ceará. A amostra apresentou distribuição equilibrada quanto ao sexo (51% feminino e 49% masculino), com predominância de docentes na faixa etária entre 30 e 49 anos (71%), evidenciando perfil profissional em fase de consolidação. Quanto ao tempo de docência, 68% dos participantes possuíam mais de dez anos de experiência, aspecto relevante para compreender a densidade crítica das narrativas produzidas. Os gráficos no Quadro 1, a seguir, mostram esta distribuição.

Quadro 1 – Característica do público – alvo nesta investigação



Fonte: Os autores (2025).

A formação foi organizada em oito grupos, distribuídos conforme os anos escolares (6º ao 9º ano), cada qual responsável por analisar e manusear um conjunto específico de produtos educacionais desenvolvidos no *Fab Lab*. Esses produtos incluíam materiais confeccionados por impressão 3D (PLA), corte e gravação a laser em MDF de 3 mm, impressões coloridas em papel

⁴ Este artigo deriva da tese de doutorado de Lima (2025), intitulada “Uma engenharia didática de formação para professores de ciências sob a perspectiva da cultura *maker* no desenvolvimento de competências digitais”, defendida no Programa de Pós-Graduação em Ensino da Rede Nordeste de Ensino, Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

fotográfico e materiais de baixo custo integrados a propostas experimentais. Os artefatos contemplavam conteúdos de biologia, física e química, tais como estrutura celular, fotossíntese, cinemática e ligações químicas, como apresentado no Quadro 2.

Quadro 2 – Produtos educacionais fabricados no *Fab Lab* do CEnPE – UFC.



Fonte: Os autores (2025).

3.2 Produção dos dados

A produção de dados ocorreu em duas etapas complementares. Inicialmente, os participantes interagiram livremente com os artefatos educacionais, explorando sua estrutura, funcionamento e possíveis aplicações pedagógicas. Esse momento de experimentação buscou favorecer a materialização de conceitos científicos em consonância com a perspectiva da cultura *maker* (Blikstein, 2013), promovendo aprendizagem pela manipulação e pela resolução colaborativa de problemas.

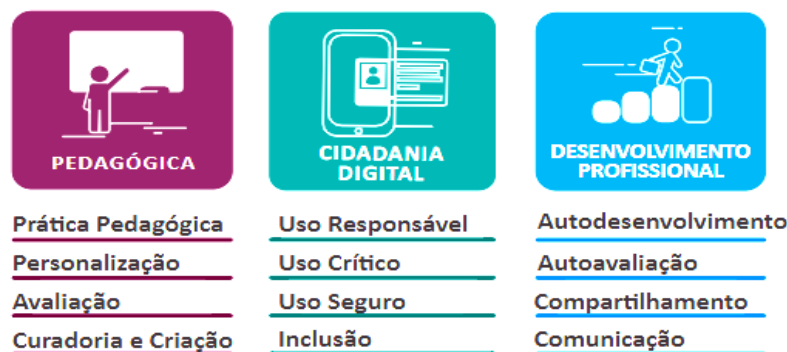
Solicitou-se que cada grupo respondesse a duas questões abertas: (1) “Qual produto educacional você utilizou durante o encontro de hoje?” e (2) “Quais as suas considerações sobre este produto educacional? (Fale sobre utilidade, inovação, dificuldades, pontos positivos e negativos ou qualquer outro tópico que julgar relevante)”. Foram consideradas 52 unidades de registro extraídas das respostas individuais, organizadas a partir de frases significativas que expressavam percepções, sugestões e avaliações dos materiais. As falas foram registradas e posteriormente transcritas para análise.

A segunda etapa ocorreu no final do encontro formativo, quando orientamos os grupos a escolherem um representante para apresentar as ideias gerais de sua equipe. Dessa forma, foram geradas oito audiodescrições que compuseram as narrativas finais para os resultados desta pesquisa.

3.3 Procedimentos de análise

Os dados foram submetidos à análise temática, orientada pela identificação de unidades de registro e posterior categorização embasada em Bardin (2016). Conforme Coutinho (2019), esse procedimento permite sistematizar conteúdos discursivos a partir de critérios de recorrência e relevância interpretativa. As unidades de registro foram organizadas em subcategorias associadas a competências docentes (Figura 1), posteriormente agrupadas em três categorias analíticas principais: Pedagógica, Cidadania Digital e Desenvolvimento Profissional.

Figura 1 – Categorias e subcategorias das competências digitais.



Fonte: CIEB (2020).

No âmbito da categoria Pedagógica, emergiram as subcategorias Prática Pedagógica, Curadoria e Criação, Personalização e Avaliação, evidenciando foco predominante na aplicabilidade didática, na adaptação de recursos e na adequação curricular. A categoria Desenvolvimento Profissional contemplou subcategorias como Autodesenvolvimento e Comunicação, relacionadas à postura reflexiva e à necessidade de mediação instrucional. Já a categoria Cidadania Digital abrangeu Inclusão e Uso Responsável, indicando preocupações com acessibilidade, legibilidade e adequação ética dos materiais.

A análise do conteúdo (Bardin, 2016) buscou articular essas categorias ao referencial teórico adotado, especialmente às dimensões da formação continuada (Brasil, 2020) e às competências digitais docentes (Araripe; Lins, 2020; CIEB, 2020), compreendendo as narrativas como evidências de processos de profissionalização mediados pela interação com artefatos *maker*.

3.4 Considerações éticas

A participação dos docentes ocorreu de forma voluntária, mediante esclarecimento prévio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) acerca dos objetivos da pesquisa e garantia de anonimato, devidamente submetido e registrado no Comitê de Ética em Pesquisa da UFC. Para preservar a identidade dos participantes, foram utilizadas apenas iniciais nas transcrições apresentadas ao longo do texto.

4 Resultados e Discussões

A análise das 47 unidades de registro extraídas das respostas individuais (Quadro 3) evidenciou predominância da categoria Pedagógica, especialmente na subcategoria Prática Pedagógica, indicando que os professores interpretaram os artefatos *maker* prioritariamente sob a perspectiva de sua aplicabilidade em sala de aula. As unidades destacaram aspectos como ludicidade, interatividade, estímulo à curiosidade e potencial para facilitar a compreensão de conteúdos abstratos, revelando centralidade da mediação didática na avaliação dos materiais. Também emergiram, com frequência significativa, as subcategorias Curadoria e Criação e Personalização, expressas nas sugestões de adaptação estrutural dos produtos, ajustes de complexidade por série e adequação à realidade da escola pública. Em menor incidência quantitativa, mas com relevância qualitativa, apareceram registros relacionados à Avaliação, Comunicação, Inclusão e Uso Responsável, indicando preocupações com gabaritos, manuais explicativos, legibilidade e acessibilidade. Esse conjunto de registros demonstra que a

experiência formativa não foi percebida apenas como exposição a recursos inovadores, mas como oportunidade de análise crítica, (re)design pedagógico e reflexão sobre condições curriculares e institucionais, configurando indícios de desenvolvimento profissional docente em contexto tecnológico.

Quadro 3 – Identificação das subcategorias e das áreas das competências digitais

ID	Unidade de Registro (Frase)	Competência (Subcategoria)	Área (Categoria)
1	As peças de dominó poderiam ser dupla face, pois o aluno já aprenderia a escrever a molécula corretamente.	Curadoria e Criação	Pedagógica
2	Achei a proposta de se trabalhar sobre força e movimento de uma forma lúdica muito boa.	Prática Pedagógica	Pedagógica
3	Achei que o produto fortalece a noção do protagonismo juvenil, incentivando neles a curiosidade e a solução de problemas.	Prática Pedagógica	Pedagógica
4	As dificuldades ficaram no encaixe deste projeto nas turmas de 8º ano, pois não é um assunto muito trabalhado nesta série.	Personalização	Pedagógica
5	Achei o kit muito criativo e desafiador.	Curadoria e Criação	Pedagógica
6	O fato de não ser de tão fácil execução incentiva os alunos a criarem formas diversas de fazerem o carrinho funcionar.	Prática Pedagógica	Pedagógica
7	Neste kit podemos facilmente explicar os conceitos de movimento e incentivar a proposta DIY.	Curadoria e Criação	Pedagógica
8	Gostei muito, bem interativo, interessante, lúdico.	Prática Pedagógica	Pedagógica
9	Muito bom mesmo esse dominó. Uma maneira lúdica de aprender as partes da célula.	Prática Pedagógica	Pedagógica
10	Poderia ter outro jogo de tabuleiro que trabalhasse as funções das organelas para complementar o primeiro jogo.	Curadoria e Criação	Pedagógica
11	A ideia de dominó sobre organelas me deu a ideia de também fazer um associando as organelas às suas funções principais; é uma forma divertida de estimular a curiosidade dos alunos.	Autodesenvolvimento	Desenvolvimento Profissional
12	O modelo de célula com organelas: seria bom algo para prender as peças no modelo, a fim de não ficarem saindo do lugar.	Curadoria e Criação	Pedagógica
13	A parte do dominó, acho que falta um manual explicando.	Comunicação	Desenvolvimento Profissional
14	Despertador da curiosidade e da criatividade dos alunos.	Prática Pedagógica	Pedagógica
15	Aumentar o tamanho das letras.	Inclusão	Cidadania Digital
16	Poderia colocar a célula no MDF com umas bases embaixo e ímãs nas peças para se tornar mais firme no encaixe. O dominó está perfeito.	Curadoria e Criação	Pedagógica
17	De extrema relevância, uma vez que é um experimento prático de situações de movimento que auxilia no processo de aprendizagem.	Prática Pedagógica	Pedagógica
18	Material muito interessante nas aulas, proporcionando a aprendizagem do conteúdo de uma forma divertida.	Prática Pedagógica	Pedagógica
19	Ponto a melhorar no quebra-cabeça: a coloração, pois pode gerar dúvidas nos alunos.	Personalização	Pedagógica
20	É necessário inserir o gabarito e informações sobre a atividade.	Avaliação	Pedagógica
21	Produto interessante, adaptável para a realidade do ensino público, lúdico, sem abrir mão do conteúdo.	Prática Pedagógica	Pedagógica



22	Muito bom para ilustrações dos conceitos químicos e para tornar a aula lúdica.	Prática Pedagógica	Pedagógica
23	É uma forma inovadora de um projeto antigo (carrinho de potencial) que pode ser feito em maior quantidade para atender uma turma completa.	Curadoria e Criação	Pedagógica
24	Facilitaria se o carrinho já estivesse pronto: bastaria montar e o aluno utilizar.	Prática Pedagógica	Pedagógica
25	Dificuldade principal: encontrar as medidas corretas para a produção; não pode ser muito pesado nem tombar lateralmente pelo peso.	Curadoria e Criação	Pedagógica
26	Mais nitidez nas cores e na imagem do objeto.	Inclusão	Cidadania Digital
27	Senti falta de um gabarito para ver o quebra-cabeça montado.	Avaliação	Pedagógica
28	Quebra-cabeça com bom nível de dificuldade; facilitaria se tivesse um gabarito.	Avaliação	Pedagógica
29	Poderia ter uma imagem para servir como apoio aos discentes.	Comunicação	Desenvolvimento Profissional
30	A principal dificuldade é conseguir tempo para execução das atividades.	Prática Pedagógica	Pedagógica
31	Muito bacana pela interatividade, criatividade e trabalho em equipe; seria importante uma imagem de base para montar o quebra-cabeça.	Comunicação	Desenvolvimento Profissional
32	O material é muito útil e pode ser utilizado de diversas formas, principalmente para a avaliação.	Avaliação	Pedagógica
33	O assunto não está contemplado na disciplina de ciências do 8º ano; é abordado em matemática e educação física.	Personalização	Pedagógica
34	A montagem do produto é muito interessante; estimula a criatividade e o raciocínio do estudante.	Prática Pedagógica	Pedagógica
35	Construção de moléculas: material de acordo com o 9º ano; impressões muito positivas.	Personalização	Pedagógica
36	Sugestão: destacar as cores dos átomos no item 3 da carta.	Personalização	Pedagógica
37	O dominó de ligações químicas está complicado para a turma de 9º ano; ajustar para facilitar a compreensão de ligações covalentes e iônicas.	Personalização	Pedagógica
38	Houve dificuldade na montagem do carrinho.	Curadoria e Criação	Pedagógica
39	O kit é excelente para experimentação de movimento; o assunto é mais abordado no 9º ano.	Prática Pedagógica	Pedagógica
40	A proposta foi utilizar um carrinho para testar movimentos e um lançador.	Prática Pedagógica	Pedagógica
41	Não houve dificuldade no lançador, porém no carrinho as rodinhas ficaram frouxas por falta de material para prendê-las.	Curadoria e Criação	Pedagógica
42	Uma solução simples seria usar massinha de modelar para fixar as rodinhas.	Curadoria e Criação	Pedagógica
43	Poderia ser ampliado e feito com material reciclado; o material é prático e inovador.	Uso Responsável	Cidadania Digital
44	Bastante inovador; a peça do dominó poderia ser mais grossa para facilitar a pegada; a folha das organelas poderia ser substituída por MDF.	Personalização	Pedagógica
45	O produto ficou muito bom; faria novamente maior e todo em branco para os alunos pintarem como desejarem.	Personalização	Pedagógica
46	Pontos positivos: kit de fácil manuseio, bem trabalhado e fácil de aplicar em sala de aula.	Prática Pedagógica	Pedagógica
47	Ponto negativo: nomes dos elementos químicos deveriam estar mais detalhados.	Comunicação	Desenvolvimento Profissional

Fonte: Os autores (2025).

As oito audiodescrições produzidas pelos representantes dos grupos (Quadro 4) ampliaram a compreensão das unidades de registro ao oferecerem narrativas mais densas sobre a experiência formativa, evidenciando não apenas avaliações pontuais dos artefatos, mas reconstruções reflexivas das próprias práticas docentes. Nessas falas, os professores mobilizaram memórias de suas estratégias tradicionais (como aulas expositivas, uso de massa de modelar, microscópios simples e atividades impressas) para contrastá-las com as possibilidades oferecidas pelos produtos desenvolvidos no *Fab Lab*. As audiodescrições revelaram processos de comparação, adaptação e projeção de uso futuro, reforçando as subcategorias de Prática Pedagógica e Curadoria e Criação, ao mesmo tempo em que evidenciaram tensões relativas à adequação curricular e ao tempo disponível, vinculadas à Personalização. Observou-se ainda preocupação recorrente com mediação e suporte instrucional, como a necessidade de gabaritos e manuais, demonstrando que a inovação tecnológica é compreendida pelos docentes como indissociável da organização didática. Assim, as audiodescrições configuram-se como dispositivos narrativos que explicitam movimentos de desenvolvimento profissional nos quais a experiência concreta com a materialidade *maker* é reorganizada discursivamente, permitindo acessar sentidos, limites e potencialidades atribuídos à integração entre tecnologia e ensino de ciências.

Quadro 4 – Transcrição de trechos das narrativas apresentadas pelo representante de cada grupo

Transcrição 1 Prof. EVE (6º ano)	<i>“[...] os professores, no primeiro momento, relataram que partem do princípio da aula tradicional, expositiva [...] A professora disse que fazia modelagem com massa de modelar [...] O professor levava o microscópio com lâminas [...] Eu fiz um bookzinho (sic), caderninho que recortava e colocava as organelas [...]. Na atividade proposta pelo laboratório maker, tinha um papel, uma impressão da célula e aí as organelas imprimidas em 3D, a gente conseguia encaixar lá e tentar identificar. [...] essa impressão poderia ser feita numa placa de MDF, com os ímãs embaixo e aí as organelas também ter um pedacinho de metal ou um ímã que ia encaixando e ficando fixo. [...] Poderia ser um pouco mais grossinhas(sic) que aí ficava melhor de segurar.”</i>
Transcrição 2 Prof. ^a JNB (6º ano)	<i>“[...] a gente sempre pensa assim, poxa, como é que eu vou fazer com que o sexto ano minimamente visualize ou imagine uma coisa tão pequena como a célula? [...] A colega pega materiais alternativos e constrói uns modelinhos (sic) em 3D. Eu já trago um microscópio com menor poder de resolução [...] depois a gente monta uns baby craftzinhos impressos na internet [...]. E os materiais que entregaram pra gente foi o dominozinho aqui com as organelas celulares [...] quando eu vi isso aqui eu já penso logo em como adaptar [...] de madeira, bonitinho, legal, mas eu não tenho, mas eu poderia adaptar com papelão [...] além de ser lúdico, sem abrir mão do conteúdo é adaptável. [...] Essas duas aqui são legais inclusive para fazer depois que o aluno já conhece as estruturas ou então para fazer uma avaliação diferente.”</i>
Transcrição 3 Prof. ^a AND (7º ano)	<i>“[...] a gente pegou aqui um joguinho relacionado a fotossíntese e respiração [...] também tivemos um quebra-cabeça voltado para o processo de fotossíntese. O que eu achei difícil em relação ao quebra-cabeça é que a gente deveria ter alguma base, tipo um gabarito, porque como são alunos, e a gente teve dificuldade de encontrar, imagina os alunos do 7º ano? E vários, porque cada sala é 39 de alunos (sic). [...] É um jogo múltiplo que vai puxar a atenção dos alunos, ele vai ver aqui, que no momento em que está jogando aquele assunto que eles tinham dificuldades — de que a professora deu uma aula expositiva —, aqui ele pode ser esclarecido no jogo [...] ao mesmo tempo vai tirando as dúvidas deles.”</i>
Transcrição 4 Prof. KCB (7º ano)	<i>“[...] a gente também ficou com o 7º ano, né? Onde a colega falou ali que teve esse jogo de tabuleiro lúdico [...]. A gente trouxe algumas experiências exitosas também [...] a questão da experiência de capilaridade [...] E teve outra experiência também [...] a faixa de luminosidade da clorofila, da absorção de luz. [...] Em relação ao quebra-cabeça, a gente só traz a questão do gabarito que foi comentado, e também (sic) da escala que pode ser aumentada [...] A gente pode usar outros materiais aqui, é algo mais colorido (sic).”</i>
Transcrição 5	<i>“[...] a gente não lembra desse conteúdo no oitavo ano. Mas aí como foi baseado na BNCC [...] ano passado, eu dei esse conteúdo no sétimo [...] a gente geralmente trabalha com os</i>



Prof. WEL (8º ano)	<i>alunos usando a teoria da aprendizagem significativa [...] quando eles vão de carro, quando eles vão de moto, quando eles vão de bicicleta. [...] E aí o material que a gente recebeu foi esse kit para medir distância [...] Esse carrinho aqui que a gente viu todo desmontado [...] a gente estava montando errado [...] Os dois, eu achei bem tranquilo para usar. [...] é interessante a gente sempre frisar que em sala de aula a gente procura sempre coisa muito prática pra (sic) eles e dentro do cotidiano [...] você imagina colocar os carrinhos no chão, a galera, os meninos lá, eu achei uma prática bem divertida.”</i>
Transcrição 6 Prof. RAJ (8º ano)	<i>“[...] a gente chegou todo mundo (sic) a participar e criar soluções diferentes, que até comparei com aqui, entre nós, achamos soluções diferentes, inclusive colocamos, montamos as rodinhas diferentes. [...] o aluno às vezes vai pegando de outra turminha e vai percebendo, cada um vai ter uma ideia diferente. Só que uma coisa que me chama atenção, porque esse assunto ele não é contemplado no oitavo ano. Realmente não é, e nem em uma série na disciplina de ciências, velocidade. E aí eu fui olhar, mas tem algum lugar, e achei só em educação física e matemática [...] Era antes da BNCC que ele era.”</i>
Transcrição 7 Prof. DEN (9º ano)	<i>“[...] dentre esse material (sic), nós achamos melhor não usar esse aqui, que é a parte de ligações químicas. Por quê? Porque o tempo é muito curto e o material é um pouco mais complexo claramente com 1 ano. Então esse material a gente deixa para usar no ensino médio. Já esse material aqui que envolve as moléculas [...] nós usaríamos muito bem, principalmente a simbologia das cores e das esculturas, para o trabalho mesmo de identificar o que é uma substância, o que é matéria, o que é moléculas, átomos, os símbolos. [...] esses cards aqui aumentar a letra, porque realmente fica muito pequeno. [...] o aluno da prefeitura precisa de simplicidade e trabalhar de uma forma bem lúdica, o mais rápido possível. [...] Eu simplificaria a tabela periódica [...] tiraria um bocado desses números aqui e focava mais na simbologia, por exemplo, a letra, o significado, o Li (lítio), o C (carbono).”</i>
Transcrição 8 Profª ROS (9º ano)	<i>“[...] Minhas considerações foram que esse jogo aqui é perfeito (sic) [...] porque a distribuição eletrônica dos elementos é a base da química. Se o aluno não conseguir sair da abstração e entender que a base da química são as ligações químicas, através da distribuição eletrônica que os elementos vão se unir e vão formar moléculas [...] eles não vão entender a base da química simples. [...] se a gente não mostrar o compartilhamento de elétrons e a gente não sair desse momento, que é muito abstrato para ele formar uma coisa concreta, eles não conseguem firmar esse saber, não conseguem concretizar esse conhecimento para poder avançar. [...] A única consideração que a gente fez foi porque não tinha o manualzinho explicando que a ligação entre eles era com os números de oxidação [...] poderia ser colocado no QR Code [...] criar um link no próprio QR Code que ele pudesse acessar durante o jogo, um link com a tabela periódica que ele pudesse acessar o elemento químico que ele queria ver e acessar o número de oxidação.”</i>

Fonte: Os autores (2025).

As análises das unidades de registro e das transcrições dos representantes dos grupos evidenciaram que a experiência formativa mediada por artefatos *maker* foi predominantemente interpretada sob a dimensão pedagógica, mas também mobilizou reflexões relacionadas ao desenvolvimento profissional e à cidadania digital. As narrativas revelam processos de apropriação crítica dos materiais, tensões curriculares e demandas por mediação didática, indicando que a interação com a materialidade tecnológica desencadeou movimentos reflexivos coerentes com a concepção de formação continuada como profissionalização (Brasil, 2020).

4.1 Reconfiguração da prática pedagógica e materialização do conhecimento científico

A subcategoria Prática Pedagógica foi a mais recorrente nas unidades de registro, evidenciando que os professores interpretaram os artefatos prioritariamente sob a perspectiva de sua aplicabilidade didática. As falas indicam valorização da ludicidade, da interatividade e da concretização de conteúdos abstratos — dimensões que, articuladas, configuram o que Millar (2003) denomina de mediações que conectam modelos teóricos a representações observáveis. Essa predominância não é casual: ela revela que, independentemente do ano escolar ou da

disciplina, a primeira pergunta que emerge diante de um novo recurso é sempre pedagógica — “como isso serve ao meu aluno?” — o que expressa a centralidade da dimensão didática na identidade profissional desses docentes.

Nos grupos do 6º ano, esse movimento ficou especialmente evidente diante do desafio histórico de ensinar biologia celular a estudantes recém-saídos dos anos iniciais. A professora JNB sintetizou bem a tensão que antecede qualquer escolha metodológica nesse contexto: “a gente sempre pensa assim, poxa, como é que eu vou fazer com que o sexto ano minimamente visualize ou imagine uma coisa tão pequena como a célula?” (Transcrição 2). O contato com o modelo de célula impresso em 3D e o dominó de organelas não apenas respondeu a essa questão, mas a amplificou: os professores passaram a enxergar nos artefatos uma possibilidade de superar os recursos já utilizados, “massa de modelar, microscópios simples, caderninho com organelas”, reconhecendo na materialidade digital uma escala de precisão e durabilidade maior. O professor EVE descreveu com precisão o que o grupo reconheceu como ganho pedagógico central: “na atividade proposta pelo laboratório *maker*, tinha um papel, uma impressão da célula e aí as organelas imprimidas em 3D, a gente conseguia encaixar lá e tentar identificar” (Transcrição 1). A possibilidade de manipular fisicamente as peças “encaixar, retirar, reposicionar” transforma a célula de objeto de observação passiva em objeto de construção ativa, o que, segundo Millar (2003), é condição para que representações científicas sejam efetivamente internalizadas.

Nos grupos do 7º ano, que trabalharam com os artefatos de fotossíntese e respiração celular, a mesma lógica se manifestou com outra configuração. A professora AND destacou a função pedagógica do jogo de tabuleiro como dispositivo que ativa e reorganiza conhecimentos anteriores: “é um jogo múltiplo que vai puxar a atenção dos alunos, ele vai ver aqui, que quando está jogando aquele assunto que eles tinham dificuldades — de que a professora deu uma aula expositiva —, aqui ele pode ser esclarecido no jogo” (Transcrição 3). Essa fala indica que o artefato não é percebido como substituto da aula expositiva, mas como um segundo momento de aprendizagem, mais interativo e situado, capaz de operar sobre as lacunas deixadas pela exposição teórica. O professor KCB complementou essa visão ao mencionar experiências já realizadas com capilaridade e absorção de luz pela clorofila, reconhecendo nos artefatos *maker* uma extensão dessa cultura investigativa: “a gente pode usar outros materiais aqui, é algo mais colorido” (Transcrição 4), o que denota um olhar de quem já pensa em adaptação e continuidade, e não apenas em recepção passiva do recurso.

No 8º ano, o kit de cinemática (carrinho propulsado por bexiga e lançador com elástico) mobilizou narrativas centradas na aprendizagem por meio do fazer. O professor WEL descreveu como trabalha habitualmente o tema da velocidade a partir da experiência cotidiana dos estudantes, dos seus deslocamentos de casa à escola e reconheceu nos carrinhos uma extensão concreta dessa abordagem: “eu achei também divertido, você imagina colocar os carrinhos no chão, a galera, os meninos lá, eu achei uma prática bem divertida” (Transcrição 5). Isto evidencia que a ludicidade não é percebida como oposta ao rigor, mas como sua condição de acesso, o prazer de medir, montar e comparar é o que garante a atenção e o engajamento necessários para a aprendizagem significativa (Moreira, 2021).

No 9º ano, a dimensão da materialização alcança sua expressão mais elaborada. A professora ROS articulou com precisão teórica a relação entre abstração e aprendizagem em química: “se o aluno não conseguir sair da abstração e entender que a base da química são as ligações químicas, através da distribuição eletrônica que os elementos vão se unir e vão formar moléculas, eles não vão entender a base da química simples” (Transcrição 8). Essa fala não é apenas avaliação do material, é uma articulação explícita entre epistemologia do conteúdo e escolha pedagógica, revelando que a docente compreende a materialização não como recurso

didático auxiliar, mas como condição estrutural para a compreensão química. Ela acrescentou que, sem representar o compartilhamento de elétrons de forma concreta, “eles não conseguem firmar esse saber, não conseguem concretizar esse conhecimento para poder avançar” (Transcrição 8), conectando a ausência de materialidade a uma cadeia de insucessos que persiste ao longo do percurso escolar. Essa análise dialoga diretamente com Moreira (2021), que enfatiza que a aprendizagem significativa em ciências depende da articulação entre representação concreta e estrutura conceitual, e com Millar (2003), para quem a compreensão científica exige experiências que permitam ao estudante relacionar modelos teóricos a fenômenos observáveis. O que a professora ROS. descreve é exatamente esse movimento: o artefato *maker* como ponte entre o imperceptível (o elétron) e o manipulável (a bolinha de encaixe), tornando tangível aquilo que, sem suporte material, permanece inacessível à compreensão dos estudantes.

4.2 Curadoria docente e cultura *maker*: o professor como designer pedagógico

A subcategoria Curadoria e Criação revelou um aspecto central da experiência formativa: os professores não se posicionaram como meros usuários dos materiais, mas como coautores de seu aprimoramento. Essa postura evidencia que o contato com os artefatos *maker* ativou, nos docentes, um modo de olhar próprio do design pedagógico, ao observar o recurso e imediatamente pensar em como modificá-lo, adaptá-lo ou recriar algo equivalente com os meios disponíveis. Araripe e Lins (2020) e o CIEB (2020) identificam exatamente esse comportamento como expressão de competências digitais docentes em nível avançado, associado à dimensão de criação e curadoria de recursos.

No grupo do 6º ano, a professora JNB sintetizou com clareza esse movimento reflexivo: “quando eu vi isso aqui eu já penso logo em como adaptar” (Transcrição 2). Mas a frase seguinte é igualmente reveladora, pois propõe substituir o MDF por papelão “de madeira, bonitinho, legal, mas eu não tenho, mas eu poderia adaptar com papelão” (Transcrição 2). Essa sequência, reconhecimento do valor do artefato, identificação imediata da inviabilidade de reprodução e construção de uma alternativa viável, é um ciclo de *design* pedagógico comprimido em poucos segundos de raciocínio. O professor EVE foi além, sugeriu utilizar ímãs para fixar as organelas no modelo celular, “poderia colocar a célula no MDF com umas bases embaixo e ímãs nas peças para se tornar mais firme no encaixe” (Transcrição 1) e ainda cogitou reimprimir as peças do dominó em 3D para dar-lhes maior espessura e ergonomia.

No grupo do 8º ano, a montagem dos carrinhos de cinemática funcionou como um experimento de curadoria em tempo real. O professor RAJ descreveu como o grupo não chegou a uma solução única, mas a múltiplas, “a gente chegou todo mundo a participar e criar soluções diferentes, que até comparei com aqui, entre nós, achamos soluções diferentes, inclusive colocamos, montamos as rodinhas diferentes” (Transcrição 6). Essa dinâmica remete diretamente à lógica iterativa da cultura *maker*, que valoriza tentativa, erro e colaboração como etapas legítimas do processo criativo (Blikstein, 2013). Quando o professor WEL menciona que “a gente estava montando errado” (Transcrição 5) e descreve como o grupo identificou o erro e corrigiu o processo de montagem, ele não registra uma falha, registra aprendizagem por tentativa, que é precisamente a espécie de experiência que a cultura *maker* busca normalizar. Esse conjunto de comportamentos sinaliza que a experiência formativa não apenas resultou em um produto, mas também colocou os professores em posição de experimentadores, aproximando-os da cultura de prototipagem que caracteriza os espaços *maker* (Carvalho; Bley, 2018).

4.3 Tensões curriculares e personalização da prática

A subcategoria Personalização evidenciou tensões mais diretamente ligadas à realidade curricular e institucional da escola pública, revelando que a recepção dos artefatos *maker* não ocorre em um vazio pedagógico, mas sempre mediada pelo currículo prescrito, pelo tempo disponível e pelas condições concretas de trabalho. As narrativas indicam que os professores realizam, simultaneamente, dois movimentos: o de reconhecer o valor didático do material e o de questionar sua viabilidade no contexto específico em que atuam. Esse duplo movimento é ele próprio uma expressão de desenvolvimento profissional, pois evidencia capacidade de análise crítica contextualizada, e não apenas recepção acrítica da inovação (Brasil, 2020; Branco; Zanatta, 2021).

A tensão curricular mais evidente emergiu nos grupos do 8º ano, que receberam o kit de cinemática. O professor RAJ foi direto: “esse assunto ele não é contemplado no oitavo ano. Realmente não é, e nem em uma série na disciplina de ciências, velocidade. E aí eu fui olhar, mas tem algum lugar, e achei só em educação física e matemática” (Transcrição 6). Sua narrativa explicita um movimento de pesquisa curricular espontânea, diante da incoerência percebida, o professor recorre ao documento curricular para verificar sua hipótese, o que indica leitura ativa e crítica da BNCC como instrumento de prática e não apenas como norma abstrata. O professor WEL, trouxe uma perspectiva distinta: “ano passado eu dei esse conteúdo no sétimo, que ele já tem esse conteúdo no sétimo” (Transcrição 5), revelando que a organização curricular não é vivida de forma homogênea, diferentes professores, mesmo na mesma rede, têm experiências divergentes sobre onde certos conteúdos são trabalhados. A discussão que emerge aqui vai além da adequação do artefato, ela toca na questão da interdisciplinaridade e na dificuldade de implementar propostas STEAM em estruturas curriculares ainda organizadas por componentes estritos.

No 9º ano, as tensões de personalização assumiram outro caráter. O professor DEN fez uma triagem explícita entre os materiais do kit: “dentre esse material, nós achamos melhor não usar esse aqui, que é a parte de ligações químicas. Por quê? Porque o tempo é muito curto e o material é um pouco mais complexo claramente com 1 ano. Então esse material a gente deixa para usar no ensino médio” (Transcrição 7). Essa decisão, deliberada e justificada, é um ato de curadoria curricular, que é quando o professor não rejeita o material, mas identifica a faixa etária e o nível conceitual mais adequados para seu uso. Essa postura dialoga com a Resolução CNE/CP nº 1/2020 (Brasil, 2020), que estabelece como dimensão da profissionalização docente a capacidade de analisar criticamente os conteúdos e adequá-los ao contexto de ensino. O mesmo professor ainda propôs simplificar a tabela periódica, “tiraria um bocado desses números aqui e focava mais na simbologia, por exemplo, a letra, o significado, o Li (lítio), o C (carbono)” (Transcrição 7), revelando que sua personalização não é simplificação do conteúdo, mas escolha estratégica de quais elementos ativam melhor a compreensão nessa faixa de transição entre o fundamental e o médio. Conforme destacam Branco e Zanatta (2021), a implementação da BNCC implica reorganizações curriculares que impactam diretamente a prática docente, e as tensões aqui descritas são uma manifestação concreta desse processo.

A preocupação com turmas numerosas e com o perfil dos estudantes também se manifesta como fator condicionante da personalização. O professor DEN ressaltou que “o aluno da prefeitura precisa de simplicidade e trabalhar de uma forma bem lúdica, o mais rápido possível”, acrescentando que “os alunos de nono ano têm uma atenção muito, digamos assim, reduzida hoje em dia” (Transcrição 7). Esse tipo de narrativa é interpretado não como resignação, mas como pragmatismo pedagógico contextualizado. O professor conhece profundamente seu público e usa esse conhecimento para filtrar o que é viável.

4.4 Mediação, avaliação e inclusão: demandas por suporte pedagógico

As categorias Avaliação, Comunicação e Inclusão emergiram com menor frequência quantitativa, mas com relevância qualitativa significativa. Essas subcategorias revelam uma camada profunda da reflexão docente, a percepção de que o artefato, por mais bem concebido que seja, não funciona de forma autônoma, ele requer suporte instrucional, orientação estruturada e condições de acesso que garantam sua utilização equitativa. Nesse sentido, as demandas identificadas pelos professores não são críticas ao artefato, mas sofisticações pedagógicas, evidenciam que eles já projetam o material em situações reais de sala de aula e antecipam os pontos de ruptura que precisariam ser mediados.

A demanda por gabarito para o quebra-cabeça de fotossíntese foi a mais recorrente entre os grupos do 7º ano, aparecendo em dois relatos distintos (Transcrições 3 e 4). A professora AND explicitou claramente o problema: “o que eu achei difícil em relação ao quebra-cabeça é que a gente deveria ter alguma base, tipo um gabarito, porque como são alunos, e a gente teve dificuldade de encontrar, imagina os alunos do 7º ano? E vários, porque cada sala é 39 de alunos” (Transcrição 3). A magnitude da sala transforma um detalhe aparentemente menor (a ausência de gabarito) em um problema de gestão de aula. Sem referência visual, o professor precisaria dar atenção individual a dezenas de grupos simultaneamente, tornando a atividade inviável. O professor KCB reforçou a solicitação e sugeriu ainda o aumento da escala das peças e o uso de cores mais vivas (Transcrição 4), o que aponta para uma preocupação com legibilidade que é também uma preocupação com inclusão. A recorrência dessas solicitações indica que a ausência de suporte instrucional é percebida como lacuna estrutural do material, não como preferência individual.

No 9º ano, a subcategoria Comunicação se manifestou de forma mais elaborada e tecnologicamente integrada. A professora ROS não apenas identificou a ausência de manual como problema, ela projetou uma solução híbrida: “poderia ser colocado no QR *code* e uma das coisas também que poderia ser feita era criar um link no próprio QR *code* que ele pudesse acessar durante o jogo, um link com a tabela periódica que ele pudesse acessar o elemento químico que ele queria ver e acessar o número de oxidação” (Transcrição 8). Essa proposta não é apenas uma sugestão de melhoria; ela revela compreensão de como recursos digitais podem ampliar e dar suporte a artefatos físicos, integrando o material *maker* à dinâmica do jogo de forma fluida. Ao imaginar um QR *code* que funciona como andaime didático durante a execução da atividade, a professora demonstra competência digital que vai além do uso de tecnologia; ela redesenha a arquitetura didática do recurso (Araripe; Lins, 2020).

A subcategoria Inclusão apareceu de forma distribuída entre grupos e anos escolares, sempre associada à percepção de que certos aspectos do design dos artefatos poderiam excluir estudantes ou dificultar sua participação equitativa. O professor DEN sintetizou essa preocupação ao propor “aumentar a letra” dos cards de química (Transcrição 7). Essas solicitações, aparentemente simples, dialogam com a dimensão ética da competência digital docente: o CIEB (2020) destaca que o uso responsável das tecnologias implica garantir acessibilidade e equidade no acesso ao conhecimento. Quando um professor sinaliza que a letra está pequena demais para o aluno ler à distância, ele está exercendo curadoria de acessibilidade, uma forma de inclusão que é pedagógica antes de ser técnica. Tomadas em conjunto, as subcategorias Avaliação, Comunicação e Inclusão indicam que os professores concebem o artefato *maker* não apenas como recurso didático, mas como sistema de aprendizagem que precisa ser complementado com suporte, orientação e alcance universal.

4.5 Escritas de si e desenvolvimento profissional

As narrativas analisadas não se limitaram à avaliação técnica dos materiais, elas constituem, em si mesmas, dispositivos de desenvolvimento profissional. Rocha (2024) argumenta que a análise de narrativas autobiográficas possibilita acessar deslocamentos identitários e reconfigurações de sentido que não são capturáveis por instrumentos avaliativos convencionais. Ao narrar a interação com os artefatos *maker*, os professores não descrevem apenas o material, eles se posicionam como profissionais, revelando sua história de prática, seus critérios de julgamento e sua visão de futuro pedagógico. Conforme argumentam Alonso *et al.* (2021), a documentação pedagógica transforma experiências em instrumentos formativos e as audiodescrições analisadas cumprem exatamente essa função.

O movimento de contrastar a prática anterior com as possibilidades abertas pelo artefato *maker* emerge de forma sistemática nas oito transcrições. O professor EVE descreve com riqueza de detalhes como cada membro do seu grupo ensinava célula: “a professora disse que fazia modelagem com massa de modelar; o professor levava o microscópio com lâminas; o professor apresentava o modelo celular em 3D e pedia para os meninos desenharem; eu fiz um bookzinho que recortava e colocava as organelas” (Transcrição 1). Esse inventário espontâneo de práticas docentes, que emerge durante a atividade formativa, sem que tenha sido solicitado explicitamente, é exatamente o tipo de reflexão que Alonso *et al.* (2021) identificam como característica da documentação pedagógica, o professor não apenas registra o que viu, mas revisita e analisa o que já fazia. A professora JNB fez o mesmo ao descrever sua abordagem com microscópios simples e modelos dobráveis antes de avaliar os artefatos do *Fab Lab* (Transcrição 2). Esse contraste entre o antes e o agora é um indicador de desenvolvimento profissional, só quem já reflete sobre sua prática consegue articulá-la discursivamente nesse nível de detalhamento.

A subcategoria Autodesenvolvimento manifesta-se com especial clareza nas projeções de uso futuro que os professores elaboram espontaneamente. A professora JNB afirmou que o material “é legal inclusive para fazer depois que o aluno já conhece as estruturas ou então para fazer uma avaliação diferente” (Transcrição 2), uma proposta que desloca o uso do artefato de apresentação inicial para instrumento avaliativo formativo, que implica um novo sentido de seu papel didático. A professora ROS sintetizou com profundidade o que a experiência formativa representa em termos de desenvolvimento profissional ao articular, com precisão científica e pedagógica, por que a distribuição eletrônica precisa ser materializada, não como preferência didática, mas como condição epistemológica para que o aluno construa conhecimento químico de forma sustentada (Transcrição 8). Esse tipo de argumentação, que integra conteúdo disciplinar, teoria da aprendizagem e escolha pedagógica, é a marca da profissionalização docente tal como concebida pela Resolução CNE/CP nº 1/2020 (Brasil, 2020), que prevê como dimensão essencial a capacidade de articular as dimensões do conhecimento, da prática e do engajamento profissional.

5 Considerações Finais

Os resultados desta investigação evidenciam que a experiência formativa, realizada em um espaço *maker*, mobilizou predominantemente a dimensão pedagógica da profissionalização docente, especialmente no que se refere à aplicabilidade didática, à ludicidade e à materialização de conteúdos científicos abstratos. As narrativas produzidas pelos professores indicam que os artefatos desenvolvidos no *Fab Lab* foram compreendidos como mediadores potentes para tornar visíveis e manipuláveis conceitos complexos, como estruturas celulares, processos bioquímicos e ligações químicas. Tal evidência reforça a pertinência da cultura *maker*

no ensino de ciências, ao favorecer a aproximação entre teoria e prática e estimular a aprendizagem por meio da experimentação e da interação.

Além da centralidade da prática pedagógica, emergiram indícios consistentes de curadoria docente e desenvolvimento profissional. As sugestões de (re)design dos materiais, as adaptações propostas à realidade da escola pública e as reflexões sobre adequação curricular demonstram que os participantes assumiram postura ativa diante da inovação tecnológica. Esse movimento revela que a formação continuada, quando estruturada a partir da experimentação concreta e da produção narrativa, pode favorecer processos reflexivos que extrapolam o uso instrumental das tecnologias, aproximando-se das competências digitais relacionadas à criação, à comunicação e ao uso responsável.

Entretanto, também se evidenciaram limites e tensões estruturais que merecem atenção. As preocupações com tempo de aula, complexidade dos conteúdos por série, ausência de gabaritos e necessidade de mediação instrucional não são meramente operacionais: revelam que a adoção de artefatos *maker* implica negociação entre inovação e as condições concretas de trabalho na escola pública. A inovação pedagógica não se sustenta apenas pela qualidade do recurso tecnológico, mas requer articulação com o projeto curricular, formação continuada contextualizada e acompanhamento sistemático das práticas docentes. Esses achados reforçam que políticas de formação precisam ir além da oferta de ferramentas, contemplando suporte pedagógico, adequação às realidades institucionais e valorização do protagonismo docente no (re)design dos recursos.

Por fim, conclui-se que as escritas de si produzidas no contexto desta formação revelam que a interação com espaços *maker* pode constituir-se como dispositivo potente de desenvolvimento profissional docente no ensino de ciências. Ao reorganizarem discursivamente suas experiências, os professores evidenciaram tanto o potencial transformador da cultura *maker* quanto os desafios de sua implementação. Cabe reconhecer, contudo, as limitações deste estudo: os dados foram produzidos em um único encontro formativo, com amostra circunscrita a professores de uma rede municipal específica, o que restringe a generalização dos achados. Além disso, a natureza narrativa das audiodescrições captura percepções imediatas, sem acompanhamento longitudinal das práticas docentes. Tais limitações apontam para desdobramentos futuros relevantes: ampliar a investigação aos encontros subsequentes da mesma formação, replicar o estudo em outros contextos e redes de ensino, e analisar em que medida as reflexões produzidas se traduzem em mudanças efetivas da prática em sala de aula. Pesquisas que integrem anos iniciais do Ensino Fundamental ou o Ensino Médio podem igualmente ampliar a compreensão sobre as potencialidades da cultura *maker* em diferentes etapas da Educação Básica. Assim, esta pesquisa contribui para o campo ao articular formação continuada, competências digitais e narrativas docentes, apontando para a necessidade de ampliar investigações que integrem materialidade tecnológica e reflexão pedagógica como caminhos para a qualificação da educação científica na escola pública brasileira.

Referências

ALONSO, Gabriela; DRAPE, Renata Aparecida; TOMAZZETTI, Cleonice Maria. Do registro à documentação pedagógica: possibilidades e necessidades docentes. **Olhar de Professor**, [S. l.], v. 24, p. 1–18, 2021. Disponível em: https://revistas.uepg.br/index.php/olhardeprofessor/pt_BR/article/view/16272. Acesso em: 3 mar. 2026.

ARARIPE, José Paulo Gomes Alves; LINS, Wendel Carvalho Bezerra. Competências digitais na formação inicial de professores. Organização: Centro de Inovação para a Educação Brasileira (CIEB) e CESAR School. São Paulo: CIEB; Recife: CESAR School, 2020. Disponível em: <https://cieb.net.br/wp-content/uploads/2020/12/Compete%CC%82ncias-Digitais.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2024.

BACICH, Lilian; HOLANDA, Leandro. STEAM: integrando as áreas para desenvolver competências. In: BACICH, Lilian; HOLANDA, Leandro. **STEAM em sala de aula: a aprendizagem baseada em projetos integrando conhecimentos na educação básica**. Porto Alegre: Penso, 2020. Disponível em: https://www.sinopsyseditora.com.br/upload/produtos_pdf/2173.pdf?srsId=AfmBOoqrn0cGvDnYJb-TKfatcwanWAOhFVgXOHXa5tM37q1OXXZNyxLm Acesso em: 7 jan. 2025.

BLIKSTEIN, Paulo. Digital fabrication and ‘making’ in education: the democratization of invention. In: WALTER-HERRMANN, Julia; BÜCHING, Corinna (org.). **Fab Labs: of machines, makers and inventors**. Bielefeld: transcript Verlag, 2013, p. 1–21. Disponível em: <https://tltlab.org/wp-content/uploads/2019/02/2013.Book-B.Digital.pdf>. Acesso em: 10 out. 2025.

BRANCO, Emerson Pereira; ZANATTA, Silvia Cristina. BNCC e reforma do ensino médio: implicações no ensino de ciências e na formação do professor. **Revista Insignare Scientia**, v. 4, n. 3, p. 58–77, 2021. Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/12114>. Acesso em: 6 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 6 maio 2024.

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Conselho Pleno. Resolução CNE/CP nº 1, de 27 de outubro de 2020. **Diário Oficial da União**: Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/resolucao-cne/cp-n-1-de-27-de-outubro-de-2020-285609724>. Acesso em: 28 jan. 2025.

CARVALHO, Ana Beatriz Gomes; BLEY, Denise Pires. Cultura maker e o uso das tecnologias digitais na educação: construindo pontes entre as teorias e práticas no Brasil e na Alemanha. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 10, n. 26, 2018. (Edição Temática VIII – III Congresso sobre Tecnologias na Educação – Ctrl+E 2018). Disponível em: <https://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2018/09/Art2-vol.26-EdicaoTematicaVIII-Setembro2018.pdf>. Acesso em: 2 out. 2025.

CENTRO DE INOVAÇÃO PARA A EDUCAÇÃO BRASILEIRA (CIEB). **Nota Técnica nº 8: competências de professores e multiplicadores para uso de TDIC na educação**. São Paulo: CIEB, 2020. Disponível em: <https://cieb.net.br/wp-content/uploads/2020/08/NotaTecnica8.pdf>. Acesso em: 30 set. 2025.

COUTINHO, Clara Maria Gonçalves Fernandes Pereira. **Metodologia de investigação em ciências sociais e humanas: teoria e prática**. Coimbra: Grupo Almeida, 2019.

FERREIRA, Luciana Haddad. **Educação estética e formação docente: narrativas, inspirações e conversas**. Curitiba: Appris, 2020.

GONZÁLEZ, Fernando Enrique. Reflexões sobre alguns conceitos da pesquisa qualitativa. **Revista Pesquisa Qualitativa**, [S. l.], v. 8, n. 17, p. 155–183, 2020. Disponível em: <https://editora.sepq.org.br/rpq/article/view/322>. Acesso em: 5 mar. 2026.

LIMA, Luiz Paulo Fernandes. **Uma engenharia didática de formação para professores de ciências sob a perspectiva da cultura maker no desenvolvimento de competências digitais**. 2025. 282 f. Tese (Doutorado em Ensino) — Programa de Pós-Graduação em Ensino da Rede Nordeste de Ensino, Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2025. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/85726>. Acesso em: 20 jun. 2026.

MILLAR, Robin. Um currículo de ciências voltado para a compreensão por todos. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, n. 2, p. 146–164, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/pYCvd8mMq5s8sTZf8pbvM4Q/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 17 out. 2025.

MOREIRA, Marco Antônio. Ensino de Ciências: críticas e desafios. **Experiências em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 16, n. 2, p. 1–10, 2021. Disponível em: <https://ppgcited.cavg.ifsul.edu.br/wp-content/uploads/2024/08/Ensino-de-Ciencia-Criticas-e-desafios.pdf>. Acesso em: 17 out. 2025.

NASCIMENTO, Fabiano; FERNANDES, Hylío Laganá; MENDONÇA, Valéria Maria. O ensino de ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. **Revista HISTEDBR On-line**, Campinas, v. 10, n. 39, p. 225–249, 2012. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/histedbr/article/view/8639728>. Acesso em: 5 set. 2025.

ROCHA, Rodrigo Vitor de Souza. Analisando narrativas na pesquisa qualitativa: notas sobre a utilização de narrativas autobiográficas em estudos das ciências sociais e humanas. **Revista Aurora**, [S. l.], v. 17, p. 1–22, 2024. Disponível em: <https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/aurora/article/view/15720>. Acesso em: 18 mar. 2026.

SEIXAS, Rodrigo Henrique Mendes; CALABRÓ, Luciana; SOUSA, Daniele Oliveira. A formação de professores e os desafios de ensinar ciências. **Revista Thema**, Pelotas, v. 14, n. 1, p. 289–303, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/413>. Acesso em: 30 abr. 2025.

Recebido em março de 2026.

Aprovado em junho de 2026.