



A EDUCAÇÃO 5.0 NO CONTEXTO DA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE QUÍMICA EM UMA REVISÃO NARRATIVA

EDUCATION 5.0 IN THE CONTEXT OF CHEMISTRY TEACHER TRAINING IN A NARRATIVE REVIEW

Flávia Moura de Freitas  

Universidade Federal de Pelotas (UFPel)

✉ freitasmflavia@gmail.com

Charlene Barbosa de Paula  

Universidade Federal de Pelotas (UFPel)

✉ charlenebarbosadepaula@gmail.com

Fábio André Sangiogo  

Universidade Federal de Pelotas (UFPel)

✉ fabiosangiogo@gmail.com

RESUMO: A Ciência e a tecnologia têm impulsionado transformações nos paradigmas educacionais, incluindo os avanços dos modelos da Educação 1.0 até a emergente Educação 5.0. O conceito de Educação 5.0 destaca-se por integrar não apenas a tecnologia e a inovação, mas também por reconhecer e considerar os aspectos humanísticos e o desenvolvimento socioemocional dos sujeitos como elementos essenciais nos processos de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, este estudo tem como objetivo, por meio de uma revisão narrativa, com buscas no Portal CAPES e no Google Acadêmico, identificar os principais impactos desse modelo na formação de professores de Química. Os resultados, embora apontem lacunas no contexto da Educação Química em relação à inserção da Educação 5.0 e surjam dessa proposta, destacam aspectos fundamentais para a formação de professores de Química, indicando a necessidade de considerar as tecnologias na construção de práticas pedagógicas inovadoras, a partir de uma perspectiva mais humanística e socioemocional. Além disso, destaca-se a importância da personalização do ensino e do aprendizado, com vistas ao desenvolvimento de competências necessárias à formação integral e humanizada do sujeito.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de Ciências. Formação Docente. Inovação. Competências Socioemocionais.

ABSTRACT: Science and technology have driven transformations in educational paradigms, including the evolution from Education 1.0 models to the emerging concept of Education 5.0. This new educational model stands out not only for integrating technology and innovation but also for acknowledging and valuing humanistic aspects and the socio-emotional development of individuals as essential elements in teaching and learning processes. In this context, the present study aims, through a narrative review based on searches in the CAPES Portal and Google Scholar, to identify the main impacts of this model on the training of Chemistry teachers. The results, while revealing gaps in the context of Chemistry Education regarding the integration of Education 5.0 and arising from this proposal, highlight fundamental aspects for teacher training, indicating the need to incorporate technologies into the construction of innovative pedagogical practices from a more humanistic and socio-emotional perspective. Furthermore, the importance of personalized teaching and learning is emphasized, aiming at the development of the competencies necessary for the integral and humanized formation of individuals.

KEY WORDS: Science Education. Teacher Education. Innovation. Socio-emotional Competencies.

Introdução

A área de pesquisa em Educação Química tem se fortalecido ao longo dos últimos 40 anos, conforme demonstram Bejarano e Carvalho (2000), Schnetzler (2002), Santos e Porto (2013), Alexandrino e Queiroz (2020) e Alexandrino, Bretones e Queiroz (2022). Seus estudos desempenharam um papel fundamental ao realizarem investigações do tipo estado da arte, identificando diversos aspectos, como os temas e contextos em estudo, os periódicos e eventos relevantes à formação profissional e as lacunas existentes na literatura. Dentre as lacunas, a inovação surge como um tópico amplamente discutido em diversas áreas do conhecimento, principalmente nos campos científico e tecnológico. Contudo, no contexto da Educação Química, de acordo com os estudos realizados (Freitas et al., 2024; Abib et al., 2025), sua aplicação ainda é inicial, o que torna fundamental expandir o debate sobre esse assunto na formação de professores, especialmente na/para a Química.

A realização deste texto emergiu a partir dos campos de estudo das autoras, dos temas das pesquisas de doutorado, sobre a inovação e os conhecimentos profissionais advindos da formação de docentes em Química, e inspirado em um tema em debate intitulado: “A formação de professores de Química/Ciências em tempos de Educação 4.0” (Sangiogo & Santos, 2024). Nesse sentido, houve o interesse em explorar os conceitos acerca da formação de professores de Química e seus desafios na sociedade atual e em abordagens inovadoras.

A formação docente inicial e continuada sofre influência dos aspectos que compreendem o contexto histórico, político, cultural e social, enfrentando desafios diante da sociedade contemporânea (Castro & Brazão, 2022). Como a sociedade se encontra em constante processo de mudança e evolução, isso obriga os diferentes setores, como a escola e a universidade, e os sujeitos que os constituem a acompanhar e promover transformações, alinhando-se, assim, a essa modernidade atual.

Segundo Teixeira (2010), no contexto da formação docente e no cenário dessas transformações, a inovação tornou-se um assunto emergente na área da Educação, sobretudo pelo fato de o termo ser marcado por sua polissemia conceitual e pelos múltiplos significados que carrega, sendo frequentemente associado à solução de problemáticas (Echalar et al., 2020). E também, em virtude de suas vertentes advindas do campo da ciência econômica e empresarial, que considera a inovação um elemento fundamental para o desenvolvimento econômico (Schumpeter, 1934).

Nesse sentido, à medida que novas tendências surgem na Educação, pressupõe-se que compreender temáticas, como a da inovação, torna-se um movimento fundamental no âmbito educacional (Messina, 2001). E, inclusive, para discutir como a inovação se articula à formação de professores em Química, destacando suas fundamentações, ao desencadear novas contribuições no campo da Educação Química e ampliar as temáticas a serem investigadas.

A influência dos avanços científicos e tecnológicos, assim como das inovações que emergem deles, atravessam as discussões em contexto educacional (Echalar et al., 2020) na busca por atender às necessidades e urgências formativas dos sujeitos e a um processo de ensino e aprendizagem eficiente (Lamattina, 2023). Nesse sentido, as inovações em tecnologia tornaram-se indispensáveis à Educação, principalmente por estruturar o movimento da Educação 4.0 (Lamattina, 2023) e, atualmente, a Educação 5.0 (Felcher & Folmer, 2021; Felcher et al., 2022), que têm por objetivo intensificar a articulação das tecnologias à Educação. Ao promover o uso de tecnologias, ela representa um contexto de mudanças, não apenas na adaptação do ensino às necessidades individuais e coletivas dos sujeitos, mas também ao prepará-los para um mundo em constante transformação, em que a capacidade de inovar é impulsionada pelo seu processo de desenvolvimento e aprimoramento.

Nesse sentido, adequar-se às reformulações e às inovações educacionais que emergem da sociedade e do desenvolvimento da Ciência passa por esse professor formador (ou em formação), que deve impulsionar, em sua identidade profissional, a mobilização dos processos de reflexão e ação frente às novas transformações. E isso, devido, principalmente, aos diversos conhecimentos

que compõem esse perfil docente, como o do Conhecimento Profissional de Professores (CPP) que, segundo Rodríguez-Hernández (2017), trata-se de um conhecimento com uma construção complexa, que considera, para além dos conhecimentos profissionais didáticos e pedagógicos, fatores experienciais, pessoais, contextuais e sociais que se revelam relevantes para o aprimoramento profissional e dos processos de ensino e aprendizagem. Com base no exposto, o objetivo deste texto é apresentar uma revisão narrativa, ao trazer aspectos da Educação 5.0 no contexto da formação docente em Química.

Contextos e Marcos Iniciais até a Educação 5.0

Para compreender a educação na atualidade, é necessário retroceder no tempo e refletir sobre os eventos históricos, sociais, políticos e culturais que geraram tensões e divergências na vida do indivíduo e os impactos no trabalho e educação (Lengel, 2012). Dessa forma, torna-se necessário contextualizar a transição da Educação 1.0 até o modelo atual. As mudanças da Educação 1.0 para a Educação 4.0 resultam de vários eventos histórico-sociais que refletem aspectos importantes e distintivos nos quatro tipos de Educação, uma vez que cada um deles se manifesta por meio de diferentes perspectivas de ensino e aprendizagem. Dentre esses aspectos, destacam-se o papel do professor, a organização dos conteúdos, as atividades de aprendizagem, a estrutura institucional, o comportamento dos estudantes e a integração da tecnologia (Cônsole, 2020).

A Educação 1.0 apresentava, como característica principal, a verticalização dos conhecimentos, já que o professor era o único detentor do conhecimento e da forma correta de transmiti-lo aos estudantes que, por sua vez, eram apenas receptores passivos (Vilela Junior et al., 2020). Para Bertrand (2001, p. 203), o ensino tradicional se enquadra no contexto da Educação 1.0, pois considera que "os conteúdos do ensino são a soma dos conhecimentos ditos clássicos e tradicionais". Na era da Educação 1.0, em meados dos anos 1998 a 2003, surgiu a primeira geração da internet, a Web 1.0, totalmente estática e unilateral, que apenas permitia a leitura dos textos (Cônsole, 2020).

Com o surgimento da internet, emergiram novos formatos de aprendizado, comunicação, interação, socialização, cultura e educação. Assim, a partir de 2004, com os avanços sociais e tecnológicos, surgiu a Web 2.0, que promoveu uma maior interatividade por meio da criação de *blogs*, *chats*, redes sociais e *sites*. Segundo Villate (2005), cada vez mais os alunos se sentem propensos às novas tecnologias e menos aos métodos tradicionais de ensino. Nesse período ocorreu a evolução para a Educação 2.0, quando, mesmo de forma precária, existia a presença de computadores com acesso à internet no ambiente escolar (Vilela Junior et al., 2020).

Inicialmente, os professores e os estudantes não tinham os conhecimentos necessários para utilizar as novas ferramentas no contexto escolar, sendo que os estudantes utilizavam apenas as redes sociais com o intuito de comunicar e interagir com seus pares (Cônsole, 2020; Vilela Junior et al., 2020). Para Cruz et al. (2007, p. 241), "a rapidez das inovações tecnológicas nem sempre corresponde à capacitação dos professores para a sua utilização, o que muitas vezes resulta na utilização inadequada ou na falta de uso dos recursos tecnológicos disponíveis". Logo, foi preciso aprender antes para ensinar depois sobre a utilização da internet para além das redes sociais, mediante novas políticas públicas e de organização curricular na educação voltadas à (re)construção da sociedade e do campo educacional.

No Brasil, essa evolução tecnológica foi mais lenta se comparada a dos países desenvolvidos. As primeiras escolas a terem acesso à internet foram as particulares, pois era um investimento de alto custo disponibilizar computadores para esse fim. Já nas escolas públicas, por conta da falta de investimento (municipal, estadual ou federal), ocorreu tardiamente, sendo que, de acordo com Vilela Junior et al. (2020), agrava-se a situação, uma vez que, nos tempos atuais, mais da metade dos domicílios brasileiros não tem acesso à rede digital.

Segundo Primo (2007), com a Web 2.0 houve transformações sociais que modificaram os processos de trabalho coletivo e de produção e comunicação de informações. A partir dela, a construção social e tecnológica passou a apoiar a produção de novos conhecimentos, momento

em que a escola deixou de exercer o papel de transmissão de conhecimentos, em que o professor já não mais detinha o saber e os estudantes podiam adquirir qualquer informação em diferentes lugares, para além dos muros da escola. Corroborando esse pensamento, Cruz et al. (2005, p. 201) destacam que, “por esta razão, a escola deve alterar a sua concepção tradicional e deve começar por estabelecer pontes com outros universos de informação e abrir-se a outras situações de aprendizagem”.

O movimento de integração das novas tecnologias aportou mudanças significativas na sociedade e na educação, levando a um constante processo de transformação e desenvolvendo a adaptação ao contexto com vistas à evolução social. Esses processos de transformação e de adaptação social podem ser compreendidos a partir do pensamento de Bauman (2006) acerca da metáfora do comportamento de sólidos e de líquidos, já que a cultura digital representa um movimento fluido de produção de informações e conhecimentos constantemente refletidos e questionados, diferentemente do comportamento sólido da Educação 1.0, em que os conhecimentos eram tidos como únicos e verdadeiros (Area-Moreira & Ribeiro-Pessoa, 2012).

Na busca por aprofundar a utilização das tecnologias no contexto educacional, surgiu em 2007, pela primeira vez, o termo Educação 3.0, na Universidade de Witwatersrand, localizada em Joanesburgo, na África do Sul (Souza & Schneider, 2022). Nessa nova modalidade, os estudantes exercem o papel de criadores de seu próprio conhecimento, por meio da troca de informações e do acesso às redes sociais, enquanto o docente passa a utilizar as tecnologias com fins pedagógicos para estimular nos estudantes características reflexivas e críticas, objetivando a autonomia e a participação ativa no contexto de aprendizagem (Cônsolo, 2020).

A Educação 3.0 passou a considerar as “mutações da *Web*, que se transformou de tecnologia de acesso (1.0) em tecnologia de participação (2.0) e mais recentemente em tecnologia de interpretação (3.0)” (Sant’Ana et al., 2017, p. 166). Nessa perspectiva, autores como Sant’Ana et al. (2017) e Jung, Vaz e Benatti (2019) apontam que a Educação 3.0 baseia-se em quatro aspectos principais: I) na emergência das Tecnologias Digitais da Informação e da Comunicação (TDIC); II) em um modelo de educação que se inter-relaciona com a sociedade, a economia e as necessidades contemporâneas; III) em uma escola que precisa se transformar conforme as mudanças da geração digital; e IV) em uma abordagem, junto aos estudantes, de conhecimentos e habilidades, que permita a transformação social.

Nesse contexto educacional, a relação entre os professores e os estudantes acontece por meio da dialogicidade, em que a escola apoia a autonomia dos estudantes, estimula a produção de conhecimento e permite a criação de materiais didáticos. Esse movimento foi denominado por Marini (2019) como cultura *maker*, que propõe, como principal objetivo, que qualquer indivíduo é capaz de (re)construir instrumentos com suas próprias mãos por meio da participação colaborativa e da troca de informações entre os grupos e os indivíduos, já que essa prática é baseada no aprender fazendo e aprender com os próprios erros. De acordo com Moran (2007) e Jung et al. (2019), o estudante contemporâneo, em seu processo de aprendizagem, necessita das tecnologias, que já são parte de sua vida, e de metodologias que permitam a resolução de problemas, os questionamentos e, principalmente, a autonomia de quem aprende. Em meio às constantes mudanças sociais, em 2011, durante a Feira de Hannover, na Alemanha, surgiu o termo Indústria 4.0 como uma resposta às demandas ocasionadas na Quarta Revolução Industrial, fazendo emergir a Educação 4.0. Segundo Lemes e Santos (2022, p. 189):

O que se acredita ser preciso na Educação 4.0 é o alcance da inovação através do conhecimento, partindo da premissa de que não basta agora saber ir em busca de informação, é preciso ser crítico ao olhar para as tecnologias e entender ser possível traçar caminhos para que esta informação seja útil de alguma maneira, o que levará a produzir conhecimento.

Segundo Aguiar (2023), a Educação 4.0 se caracteriza pelas tecnologias avançadas, como a Inteligência Artificial (IA), a internet das coisas, a realidade aumentada e a *big data* (conjunto de

dados de grande volume). Nesse modelo de educação, a IA se apresenta cada vez mais como uma ferramenta dinâmica que proporciona experiências mais interativas e adaptáveis às especificidades de cada estudante (Costa Júnior et al., 2023).

Com as mudanças no contexto educacional, os docentes passaram a reforçar sua função de mediadores e orientadores dos estudantes durante os processos de ensino e aprendizagem. Segundo Andrade e Ferrete (2019), os estudantes são movidos por seus interesses pessoais ao considerarem os temas pelos quais têm maior afinidade, sendo necessário refletir sobre as ferramentas digitais e as novas metodologias ativas, como a aprendizagem baseada em projetos, a sala de aula invertida e a gamificação. Segundo Santos e Maciel (2021, p. 248):

as metodologias ativas são parte importante da educação 4.0 que tem como um dos principais pontos o “*Learning by Doing*”, ou seja, o “aprender fazendo”, geralmente realizado através de experiências e projetos com a unificação dos métodos dedutivos e indutivos de aprendizagem em que as tecnologias são amplamente exploradas como facilitadoras do processo.

Essa perspectiva de um novo modelo de ensino, destacado por Cònsolo (2020) na Educação 4.0, leva a um modelo mais atual que vem sendo discutido na contemporaneidade: a Educação 5.0. Na literatura, embora seja um assunto recente, a Educação 5.0 relaciona-se com a Sociedade 5.0, que emergiu em 2017 no Japão, quando a tecnologia passou a se articular mais ao ser humano. Ou seja, trata-se de um modelo educacional em uma perspectiva mais humanística que busca despertar e incorporar, na formação dos sujeitos, habilidades necessárias e complementares a uma aprendizagem mais interligada à tecnologia (Felcher & Folmer, 2021; Felcher et al., 2022). Em seus estudos, Felcher e Folmer (2021) e Felcher et al. (2022) exploram reflexões, perspectivas e um possível conceito para a Educação 5.0, com base nas construções existentes sobre o tema. Para tanto, destacam, ao citar o Relatório de Monitoramento Global da Educação da UNESCO (*United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization*), de 2015, que “a Educação 4.0 deve proporcionar aos estudantes habilidades digitais, cognitivas e socioemocionais essenciais para o aprendizado do século XXI, fundamental para o mercado de trabalho” (Felcher et al., 2022, p. 4). Contudo, no ano de 2023, o relatório, ao abordar o tema “Tecnologia na Educação: uma ferramenta a serviço de quem?”, trouxe evidências positivas e alertou acerca de pontos críticos e desafios na implementação de tecnologias, além de discutir as desigualdades no acesso e a falta de investimentos no contexto educacional (UNESCO, 2023). Ademais, a Educação 5.0 se trata de:

uma abordagem que prioriza a TD [tecnologia digital] como uma aliada no processo educacional e no desenvolvimento socioemocional do estudante. Ou seja, o foco é o desenvolvimento de habilidades humanas para alavancar a utilização benéfica, ética e produtiva das tecnologias em prol de todos, de uma sociedade mais humana, justa e igualitária para se viver. Afinal, diante da inegável presença das TD na sociedade, ignorar ou proibir não é a alternativa mais racional. Mas, relacionar apenas as TD à Educação 5.0, é uma visão reducionista para uma abordagem ampla, complexa e importante (Felcher et al., 2022, p. 11).

Em um panorama educacional mais abrangente, é importante ressaltar que diversos fatores podem afetar os processos de ensino e aprendizagem, por englobarem distintas habilidades dentro do perfil docente, incluindo as competências socioemocionais (Justo & Andretta, 2020; Felcher & Folmer, 2021). As competências socioemocionais não devem ser avaliadas apenas sob a perspectiva do discente, mas também no que tange à importância do exercício da docência e do aprimoramento das habilidades socioemocionais desses profissionais. Nesse sentido, Justo e Andretta (2020, p. 112) orientam para que os professores:

trabalhem as competências de consciência, clareza emocional, agir em prol de objetivos e habilidades sociais educativas, em especial, dar

instruções, conduzir atividades interativas, aprovar e valorizar comportamentos e, reprovando, restringir e corrigir comportamentos, assim como selecionar e disponibilizar materiais e conteúdos.

No modelo de Educação 5.0, os docentes enfrentam o constante desafio de superar as limitações quanto aos avanços tecnológicos, principalmente ao considerar as características dos estudantes da geração atual, que almejam um ensino inovador que possa se adequar às exigências do mundo contemporâneo. Corroborando esse pensamento, Gómez (2015, p. 3) destaca que, na atualidade, as pessoas precisam ter a:

capacidade de responder às demandas complexas e realizar várias tarefas adequadamente. É uma combinação de habilidades práticas, conhecimentos, motivação, valores, atitudes, emoções e outros componentes sociais e comportamentais que estão mobilizados conjuntamente para alcançar uma atuação eficaz.

A Educação 5.0 é uma abordagem em processo de construção, que considera as relações entre as tecnologias atuais e as dimensões humanas de seus usuários. Diante disso, optou-se por realizar uma revisão narrativa, com o objetivo de apresentar conceitos e elementos relevantes para a discussão no campo da formação docente em Química.

Contexto Metodológico

No presente estudo, adotou-se uma abordagem de natureza qualitativa e bibliográfica que se caracteriza a partir da compreensão e interpretação aprofundada dos fenômenos investigados, com base na perspectiva metodológica de Gil (2002). Nesse sentido, buscou-se, através de uma revisão narrativa, mapear o conhecimento produzido sobre um determinado tema (Soares et al., 2013) que, neste caso, abrange o contexto de formação de professores de Química e a Educação 5.0. Segundo Soares et al. (2013), a revisão narrativa não exige a utilização de critérios rigorosos para a busca e extração de informações, permitindo, assim, uma maior liberdade, familiarização e compreensão do tema em foco.

Na revisão narrativa, as discussões são amplas e visam discutir, de forma geral, sobre os textos encontrados nas bases de dados, possibilitando que o pesquisador amplie e atualize seus conhecimentos acerca da temática em um curto espaço de tempo, pois não são necessárias leituras e análises aprofundadas. Dessa forma, as etapas da metodologia consistem na busca sobre a temática, na leitura seletiva, na escolha do material que contemple os objetivos do estudo e no desenvolvimento das sessões em abordar os aspectos relevantes do tema. Ao corroborar esse pensamento, Cordeiro et al. (2007, p. 429) destacam que:

A revisão da literatura narrativa ou tradicional, quando comparada à revisão sistemática, apresenta uma temática mais aberta; dificilmente parte de uma questão específica bem definida, sem necessidade de aplicar um protocolo rígido para construção; sendo frequentemente menos abrangente. A seleção dos artigos é arbitrária, possibilitando ao autor a seleção através de informações sujeitas a ela, com grande interferência da percepção subjetiva.

Diante disso, foram realizadas primeiramente pesquisas no Portal de Periódicos CAPES, utilizando as seguintes palavras-chave: “formação de professores” e “Educação 5.0”, “formação docente” e “educação 5.0”, “ensino de Química” e “Educação 5.0” e “educação química” e “educação 5.0”, além de suas traduções para o inglês (Tabela 1). Inicialmente, observou-se uma carência de pesquisas sobre o tema Educação 5.0, especialmente no que se refere ao Ensino de Química. E, considerando a importância e o crescente interesse nessa temática, foram estabelecidos novos critérios para a busca e a seleção dos estudos. Assim, a investigação foi ampliada, levando em conta as especificidades e implicações da área, sobretudo no que se refere à formação docente

em Química, tanto em âmbito nacional quanto internacional, por meio de buscas no Google Acadêmico (Tabela 1).

Tabela 1: Análise quantitativa de publicações por palavras-chave em bases de dados

Palavras-chave	CAPES	Google Acadêmico
"formação docente" or "formação de professores" and "ensino de química" and "educação 5.0"	0	28
"teacher education" or "teacher training" and "chemistry teaching" or "chemical education" and "education 5.0"	0	10
"formação docente" and "ensino de química" and "educação 5.0"	0	10
"teacher education" and "chemistry teaching" or "chemical education") and "education 5.0"	0	9
"formação de professores" and "ensino de química" and "educação 5.0"	0	26
"teacher education" and "chemistry teaching" and "education 5.0"	0	5
"formação de professores" and "educação 5.0"	5	219
"formação docente" and "educação 5.0"	1	151
"ensino de química" and "educação 5.0"	0	26
"chemistry teaching" and "education 5.0"	0	6
"educação química" and "educação 5.0"	0	1*
"chemistry education" and "education 5.0"	0	25

*trabalho dos anais do EDEQ, excluído por estar em processo de expansão para a REDEQUIM.

Fonte: Autores.

O levantamento permitiu identificar as possíveis publicações para a análise (Tabela 1), às quais se utilizou o seguinte critério de inclusão e exclusão: foram incluídas as seis (6) publicações do Portal da CAPES, pelo baixo número de textos; embora não identificassem publicações sobre o ensino ou a formação em Química, foram selecionadas devido à relevância das discussões sobre a Educação 5.0 e sua pertinência em outras áreas do conhecimento. Os textos provenientes do portal Google Acadêmico foram submetidos a uma seleção mais rigorosa, resultando em sete (7) publicações que tratam, mais especificamente, da Educação 5.0 e suas relações com a formação docente em Química e/ou ao Ensino de Química. Já os demais trabalhos quantificados na Tabela 1 foram excluídos: por não discutir as temáticas do estudo, apenas mencionando no texto ou nas referências bibliográficas; abordar outros contextos investigados, a exemplo de estudos no campo da Engenharia; e por não explorar a relação entre a Educação 5.0 e o contexto da formação e/ou Ensino de Química. No Quadro 1 constam os treze (13) textos selecionados e as respectivas codificações para a análise dos estudos.

Quadro 1: Publicações selecionadas para a análise

Portal	Palavras-chave	Código / Texto
CAPES	"formação de professores" e "educação 5.0"	(T1) Possato, A. B., Ferla, T., Curtulo, J. P., Guimarães, J. C., Campos, V. & Silva, D. R. da. (2024). Educação 5.0 e inclusão: explorando o potencial das tecnologias emergentes para pessoas com deficiência. <i>Revista Políticas Públicas & Cidades</i> , 13(2), e1390. https://doi.org/10.23900/2359-1552v13n2-353-2024
		(T2) Machado, L. M. V., Fagundes, D. G., Campos, D. S., Fé, V. M. de M., Gonçalves, E. R., Santos, D. R. dos, Joerke, G. A. O., Bezerra, J. de S., Bandeira, V. N. de S. P., Reis, K. A. B., Santos, A. M. dos, Jacques, C. A. F., & Santos, R. dos. (2024). Educação 5.0 em foco: diálogos na

		<p>formação de educadores do século XXI. <i>Cuadernos de Educación y Desarrollo</i>, 16(7), e4774. https://doi.org/10.55905/cuadv16n7-052</p> <p>(T3) Pereira, M. R., França, D. C. S. de, Andrade, B. V. de, & Bezerra, T. C. G. (2022). Educar para os direitos humanos: perspectivas e abordagens a partir da educação 5.0. <i>Revista Ensino de Geografia</i>, 5(2), 178-188. https://doi.org/10.51359/2594-9616.2022.253582</p> <p>(T4) Gonzaga, K. V. P., Graça, V. G. D., & Quadros-Flores, P. (2024). A cultura e metodologia <i>maker</i> na formação de professores: uma proposta criativa, interdisciplinar, inovadora, sustentável e inclusiva. <i>Dialogia</i>, 50, e27733. https://doi.org/10.5585/50.2024.27733</p> <p>(T5) Santos, S. M. A. V., Nobre, D. B. A., Pereira, F. S., Melo Júnior, H. G., Silva, J. C. B. V., Ferreira, L. D. D. P., Silva, R. A. C., & Silva, S. (2024). Tecnologia e educação: o ensino por meio da realidade. <i>Revista Contemporânea</i>, 4(1), 3414-3434. https://doi.org/10.56083/RCV4N1-192</p>
CAPES	"formação docente" e "educação 5.0"	(T6) Possato, A. B., Ferla, T., Curtulo, J. P., Guimarães, J. C., Campos, V. & Silva, D. R. da. (2024). Cultura na Era da Educação 5.0. <i>Revista Políticas Públicas & Cidades</i> , 13(2), e1386. https://doi.org/10.23900/2359-1552v13n2-356-2024
Google Acadêmico	"ensino de Química" e "educação 5.0"	<p>(T7) Gouveia, F. C., Capri Neto, Â., & Capri, M. da R. (2022). Educação 5.0: uma proposta para o ensino-aprendizagem da temática poluição do ar. <i>Revista Interdisciplinar de Tecnologias na Educação</i>, 9(1). https://ojs.ifsp.edu.br/index.php/rinte/article/view/2354</p> <p>(T8) Ramo, Luciano. B., & Santos, Sóstenes. F. (2021). Percepção dos discentes e docentes quanto ao ensino de Química frente à pandemia da Covid-19. <i>Revista de Ensino de Ciências e Matemática</i>, 12(4). https://revistapos.cruzeirosul.edu.br/rencima/article/view/2991</p>
Google Acadêmico	"chemistry education" and "education 5.0"	<p>(T9) Ahmad, N. M., Dzulkifli, N. N., Jamil, N. I., Mohamed, A. H., Sapari, J. M., Sheikh Mohd Ghazali, S. A. I., & Che Awang, N. N. (2022). Analytical separation method: A Student's perception on analogy-based teaching for terminology. <i>ASM Science Journal</i>, 17. https://doi.org/10.32802/asmscj.2022.887</p> <p>(T10) Patmasari, A., Ahmar, D. S., Anggreni, A., Azzajjad, M. F., Ningsih, P., & Ahmar, A. S. (2024). Comparative Analysis of the Implementation of Technology, Pedagogy, and Education Trends on Sciences and Non-Sciences Program Students in Sulawesi. <i>JOIV: International Journal on Informatics Visualization</i>, 8(3-2). https://dx.doi.org/10.62527/joiv.8.3-2.3213</p> <p>(T11) Herliana, F., Hafinda, T., & Firmayanto, R. (2024). Differentiated Instruction through Adaptive Learning Platform in Science Education: A Systematic Literature Review. <i>Jurnal Pendidikan MIPA</i>, 25(2). http://dx.doi.org/10.23960/jpmipa/v25i2.pp914-931</p> <p>(T12) Sumanik, N. B., & Natsir, I. (2024). Developing the virtual atoms ar learning app for android. <i>EDUSAINS</i>, 16(1). https://doi.org/10.15408/es.v16i1.37569</p> <p>(T13) Fitri, C. U. L., Khaldun, I., Gani, A., Zulfadli, Z., & Mujakir, M. (2024). Development of a Spreadsheet Based Virtual Laboratory to Improve Students' Science Process Skills. <i>Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia</i>, 9(3). http://dx.doi.org/10.20961/jkpk.v9i1.89825</p>

Fonte: elaborada pelos autores.

Os materiais selecionados foram lidos integralmente, enquanto que os aspectos relevantes da Educação 5.0, no que se refere ao Ensino de Química, à formação docente e aos avanços científicos, tecnológicos e sociais, foram utilizados para a criação de duas categorias: “A Educação 5.0 e a relação com a Formação Docente”, que aborda a influência dos avanços da ciência,

tecnologia e sociedade na formação docente em geral, e “Perspectivas e desafios da Docência e do Ensino de Química na era da Educação 5.0”, que versa especificamente sobre o campo da Química, no contexto da Educação 5.0, destacando como esses fatores impactam o desenvolvimento profissional e os conhecimentos da área.

A Educação 5.0 e a Relação com a Formação Docente

Não é novidade que as tecnologias promovem novas possibilidades ao ensinar e aprender. Contudo, essa mudança não apenas transforma a forma como os professores são formados, mas exige deles uma postura crítica e reflexiva diante das novas ferramentas tecnológicas (Ferreira, 2022). Dito isso, os trabalhos analisados apontam para uma concepção conceitual similar acerca da Educação 5.0, compreendida como uma abordagem que enfatiza a humanização do ensino, ao integrar a inovação, a personalização do aprendizado, o desenvolvimento de competências socioemocionais (Felcher & Folmer, 2021; Felcher et al., 2022) e a construção de uma sociedade mais equitativa e inclusiva.

A Educação 5.0 caracteriza-se por habilidades e competências, sendo que a competência é a combinação de habilidades, conhecimentos e atitudes, fundamental para um bom desempenho no trabalho. As competências socioemocionais remetem a um termo atual, que são *soft skills*, um pilar importante do desenvolvimento humano que não é quantificável, mas que faz diferença na vida pessoal e profissional e, inclusive, são mais valorizadas no ambiente de trabalho e têm como essência a capacidade de comunicação, de resolução de problemas, o gerenciamento das emoções, o trabalho em equipe, a diversidade, a empatia e a ética (Felcher et al., 2022, p. 4).

Essa perspectiva enfatiza a formação de sujeitos críticos, autônomos e socialmente responsáveis, alinhando o uso de inovações digitais a práticas pedagógicas que valorizam a colaboração, a criatividade e a resolução de problemas reais (T2, T3, T4 e T5). Na revisão da literatura conduzida por T2, as discussões inicialmente se voltam à importância do diálogo como um forte aliado frente aos desafios da prática docente e dos processos educacionais, ao se pensar nas demandas da contemporaneidade. O estudo analisa a inserção de novas tecnologias da Educação 5.0 da contemporaneidade, considerando as necessidades específicas tanto dos educadores quanto das instituições de ensino, a partir de temas como as novas tecnologias da formação docente, a inovação e o currículo (T2).

De forma não diferente, o estudo T2 apresenta temas contemporâneos e necessários para se pensar a formação de professores, como a Educação 5.0 e a inovação, que emergem de uma conjuntura educacional que constantemente dialoga com as mudanças e as transformações da sociedade. Inclusive, a literatura enfatiza muitos avanços quanto à inserção de novas tecnologias no meio educacional (Leite, 2021), especialmente no cenário atual, onde a inteligência artificial se encontra latente em diversos contextos (Aguiar, 2023; Kamalov et al., 2023), configurando um novo paradigma formativo aos professores em formação e professores formadores.

Ademais, T2 destaca que as barreiras educacionais em relação à tecnologia precisam ser repensadas, a fim de viabilizar que os processos formativos sejam constantemente revistos, sobretudo ao reconhecer as complexidades do meio e criar um contraponto frente à falta de recursos educacionais, devido a questões econômicas e de acesso à tecnologia, à própria formação ineficiente acerca da cultura digital e à resistência docente por incorporar a tecnologia em sua prática, dentre outros fatores:

Essas experiências, permeadas por tensões e potencialidades, oferecem *insights* valiosos para repensar e redefinir os processos de formação de professores. Ao trazer à luz essas dinâmicas, o estudo aponta para a necessidade de explorar novos caminhos e abordagens

na formação docente, capazes de promover uma integração mais reflexiva e eficaz das tecnologias na prática educativa (T2, p. 10).

Em perspectiva, a Educação 5.0 impulsiona que novas mobilizações alcancem um cenário educacional inovador, especialmente por enfatizar a humanização do ensino aliado ao avanço tecnológico, demanda emergente na formação dos estudantes e na capacitação docente por ressignificar suas práticas pedagógicas. Isso explica a importância de os processos formativos capacitarem os futuros docentes para a utilização das tecnologias, articulando conhecimentos didáticos, pedagógicos, científicos, tecnológicos e socioemocionais (Justo & Andretta, 2020; Nóvoa, 2022) que possam permitir uma atuação condizente com as inúmeras dimensões da profissão.

O estudo T2 destaca que a Educação 5.0 emerge do contexto internacional, como uma abordagem inovadora, baseada na metodologia STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics*; em português, “Ciência, Tecnologia, Engenharia, Arte e Matemática”) e na cultura *maker*. A educação STEM (sem a incorporação da Arte) ou STEAM surge nos anos 1990, nos Estados Unidos, impulsionada, segundo Pugliese (2020, p. 212), por três grandes fatores: “a inovação associada às transformações tecnocientíficas; a escassez de profissionais capacitados nas áreas STEAM e o baixo desempenho e interesse dos estudantes americanos em várias áreas do conhecimento, inclusive ciências”. No contexto nacional, destaca-se o movimento STEAM, similar a outros movimentos educacionais que ainda influenciam o contexto educacional, conforme destaca Pugliese (2020, p. 224):

Tal configuração do movimento STEM *education* coloca em xeque uma possível aproximação com o modelo CTS [Ciência, Tecnologia e Sociedade] e conduz à hipótese de que se trata de um novo modelo híbrido, com elementos CTS e tecnicista ao mesmo tempo. CTS em seu argumento, tecnicista em seu contexto de sociedade. Acrescido de uma abordagem que exalta bastante as ideias de *maker*, design inovador e participação ativa.

A Educação 5.0 apresenta uma abordagem desafiadora para o contexto educacional como um todo, pois mobiliza que diversos conhecimentos, ações e competências sejam alinhados aos processos de ensino e aprendizagem, ao valorizar a educação socioemocional como um dos pilares da Educação 5.0, fazendo com que a formação docente e discente seja assim mais integrada, humanizada e orientada ao desenvolvimento de habilidades essenciais para o século XXI:

Ao criar um ambiente de aprendizagem que valoriza tanto a inovação tecnológica quanto a interação interpessoal, essa abordagem visa formar indivíduos capacitados não apenas em termos técnicos, mas também em termos sociais, emocionais e éticos, preparando-os para enfrentar os desafios e oportunidades do mundo contemporâneo de maneira holística e integrada (T2, p. 16).

Contudo, como evidencia T2, os desafios da Educação 5.0 são múltiplos e complexos, especialmente frente às potencialidades e limitações que o próprio uso das tecnologias impõe à sociedade. Nesse sentido, embora as inovações digitais possam enriquecer os processos de ensino e aprendizagem, seu uso indiscriminado também gera impactos negativos, como o excesso de exposição a telas e redes sociais, que muitas vezes resultam em dificuldades de concentração e dispersão por parte dos estudantes em relação aos objetivos educacionais, assim como impactam os profissionais da Educação, a exemplo do estudo de Ferreira (2022), que destacou a perspectiva docente com a utilização das tecnologias durante a pandemia de Covid-19.

A integração das tecnologias na educação exige a adoção de estratégias pedagógicas que possam promover o uso crítico e consciente dessas ferramentas, evitando que o processo de ensino e aprendizagem seja comprometido por distrações e excessos, o que, segundo Moran (2007),

indica a necessidade de um equilíbrio entre a tecnologia e a educação mais humanística. Dessa forma, o papel docente, na mediação dessas práticas, garante que a tecnologia seja um meio de ampliação do conhecimento e não um obstáculo ao aprendizado, alinhado a uma formação humanística e ética.

O estudo T3 acompanha os mesmos princípios apresentados pelo T2 acerca dos objetivos propostos pela Educação 5.0. Ademais, analisa a abordagem da Educação 5.0 para os Direitos Humanos, no contexto do campo da Geografia, e sugere uma nova perspectiva de discussão, por considerar que a Educação 5.0 se encaminha a um enfoque mais relacionado à inserção de tecnologias. Contudo, o viés do estudo discorre sobre como se pensa e são propostos os Direitos Humanos em um contexto tecnológico que, por diferentes razões, como a Covid-19 e o ensino remoto, estabeleceu um novo modo de ensinar e aprender.

A Educação em Direitos Humanos, nesse contexto, implica a reflexão sobre um ensino que garanta que os avanços tecnológicos não ampliem desigualdades, mas que contribuam para uma formação mais equitativa e humanizada. Para Candau e Sacavino (2013), a Educação em Direitos Humanos deve ocupar um papel central no ensino, sendo planejada como uma temática interdisciplinar e transversal, integrada a uma base teórica, apoiada pelo uso de novas tecnologias e constantemente avaliada em suas práticas. Contudo, T3 apresenta os desafios inerentes à proposição de uma nova visão educacional que, embora busque ações positivas, ainda enfrenta dificuldades para se adequar à realidade:

Portanto, o modelo de educação 5.0 se encontra sob visões de mundo contraditórias: um mundo que adota e absorve as novas tecnologias que encurtam distâncias e unem no ciberespaço e outro que por meio das desigualdades sociais e suas reproduções perpetua as distâncias entre informação, educação e formação de indivíduos autônomos e críticos. Lidar com os questionamentos que vão formar as gerações que supostamente devem habitar de forma ativa e autônoma esse contexto é uma responsabilidade da proposta Educação 5.0. (T3, p. 185)

Em perspectivas similares ao T2, T4 destaca a Educação 5.0 ao enfatizar aspectos da cultura e da metodologia *maker*, que são apontados como elementos importantes nesse contexto, pois promovem uma aprendizagem ativa, colaborativa e interdisciplinar. Para os autores, "as metodologias ativas e tecnologias digitais caracterizadas por uma base humanista atribuem protagonismo ao estudante, tornando um elemento ativo no seu processo de ensino e aprendizagem" (T4, p. 4). Além disso, reforça que a cultura *maker* promove inúmeras potencialidades em sua inserção, como: a aprendizagem ativa, experimental e colaborativa, a inovação e criatividade e o desenvolvimento de habilidades práticas, teóricas e emocionais e de práticas sustentáveis (T4).

Há de se considerar, portanto, que a Educação 5.0, com seu eixo tecnológico e socioemocional, e a cultura *maker* enaltecem uma formação integral dos sujeitos, preparando-os para atuar de forma crítica e autônoma na resolução de problemáticas reais da sociedade, onde cada vez mais a tecnologia auxilia nesse processo (Felcher & Folmer, 2021).

Corroborando esse pensamento, o estudo T5 aponta para a relação entre a educação e a tecnologia através da revisão da literatura, examinando o impacto das inovações tecnológicas no cenário educacional contemporâneo. Os autores do artigo destacam o quanto a visão futura da relação da educação com a tecnologia:

envolve uma transformação profunda nas práticas pedagógicas. Ela inclui a substituição de modelos de ensino centrados no professor por abordagens mais centradas no estudante, a integração de tecnologias avançadas, como realidade virtual e inteligência artificial, e a promoção de habilidades como o pensamento crítico, a resolução de problemas e a colaboração (Almeida, 2019). A educação do futuro é vista como um processo contínuo de aprendizado ao longo da vida, adaptado às demandas de um mundo em constante mudança (T5, p. 3430).

Ao se buscar inter-relações entre o contexto da Educação 5.0 e a formação de professores em Química, poucos trabalhos que discutem essa especificidade são encontrados. Estudos como o de Leite (2021), por exemplo, indicam um panorama de estratégias e de pesquisas que congregam as tecnologias digitais no Ensino de Química:

As tecnologias digitais não devem ser utilizadas de maneira arbitrária nos processos de ensino e aprendizagem. Elas têm possibilitado o acesso a uma educação, talvez, diferenciada considerando que sua inserção nas escolas e universidades é um fenômeno em franca expansão. É fundamental que os professores percebam que as TDIC podem promover no estudante múltiplas formas de se relacionar com a realidade e de construir seu conhecimento, além de tornarem as tecnologias aliadas de sua prática pedagógica. Assim, utilizá-los no processo de ensino e aprendizagem se configura como uma estratégia promissora (Leite, 2021, p. 246).

Além disso, Monereo (2005) aponta que a internet, no contexto educacional e pessoal, permite aos indivíduos aprender a procurar informação, a comunicar, a colaborar e a participar na sociedade. Segundo Fava (2011), esse modelo de educação permite a participação de docentes e estudantes com o uso das novas metodologias, com enfoque na preparação para o mundo onde está inserido, o qual, por sua vez, muda constantemente. Para Bauman (2006, p. 14), ao considerar as transformações sociais e as novas gerações, “chegou a vez da liquefação dos padrões de dependência e interação. Eles são agora maleáveis a um ponto que as gerações passadas não experimentaram e nem poderiam imaginar; mas, como todos os fluidos, eles não mantêm a forma por muito tempo”. Nessa perspectiva, o estudo T8 conclui que:

À medida que nos dirigimos em direção ao futuro da educação, é imperativo continuar a explorar as possibilidades oferecidas pela tecnologia, ao mesmo tempo em que consideramos cuidadosamente os aspectos éticos, pedagógicos e práticos de sua integração. A interação entre educação e tecnologia é um campo em constante evolução, e é fundamental que permaneçamos atentos a essas mudanças e estejamos preparados para adaptar nossas práticas educacionais para melhorar o aprendizado dos estudantes e prepará-los para os desafios do século XXI (T8, p. 3432).

Com base nas demandas atuais da sociedade contemporânea, torna-se necessário que a formação docente desenvolva um olhar para as exigências do século XXI, sendo os cursos de licenciatura espaços que podem propiciar a formação contínua e o desenvolvimento profissional e pessoal. Ao considerar os saberes profissionais no contexto atual, um dos constructos teóricos envolve o Conhecimento Profissional de Professores (CPP), que não pode ser entendido apenas como um conhecimento pautado no domínio de conteúdos, didáticas e metodologias específicas, mas que considera também os conhecimentos dos docentes acerca de questões socioemocionais e socioambientais, além do contexto cultural, histórico, político, social, entre outros.

Os estudos T1 e T6 (ambos de mesma autoria) abordam aspectos sobre a inclusão e a cultura, respectivamente, que são temas considerados relevantes para o contexto contemporâneo da formação docente. T1 apresenta uma revisão bibliográfica acerca da intersecção entre a Educação 5.0 e a inclusão de pessoas com deficiência, ao destacar tendências e desafios no contexto educacional atual:

Neste cenário de rápida transformação tecnológica, a inclusão de pessoas com deficiência emerge como um imperativo ético e um desafio que requer atenção e ações concretas. A promessa da Educação 5.0 reside na possibilidade de alavancar as tecnologias emergentes, como Inteligência Artificial (IA), Realidade Virtual (RV) e Realidade Aumentada (RA), para criar ambientes de aprendizagem mais flexíveis, personalizados e acessíveis, que atendam às diversas

necessidades de todos os estudantes, incluindo aqueles com deficiência (T1, p. 3).

Dessa forma, ao considerar a formação inicial e a sociedade contemporânea, é fundamental que os cursos de licenciatura se adaptem para possibilitar momentos de reflexão, interação, compreensão, transformação e aprendizado, preparando os docentes a questões contemporâneas (Rodríguez-Hernández, 2017; Sousa, 2024). Isso mobiliza a relevância de discussões quanto aos conhecimentos profissionais, como aqueles que envolvem os campos didáticos, pedagógicos, metodológicos, socioemocionais, socioambientais, políticos, sociais e de direitos humanos (diversidade, raça, gênero), entre outros (Ivenicki, 2019).

O estudo T6 realizou também uma revisão bibliográfica, mas com o intuito de investigar a relação entre a Educação 5.0 e a cultura. Ao mencionar o papel da Educação 5.0 no contexto atual e considerar a cultura, os autores do artigo destacam:

A Educação 5.0 deve levar em conta as implicações culturais na criação e uso de recursos educacionais digitais. A linguagem, a cultura visual e os valores culturais precisam ser considerados para garantir a inclusão e o respeito à diversidade (Warschauer, 2003). A tradução e a adaptação de recursos para diferentes culturas são essenciais para ampliar o alcance e a efetividade da Educação 5.0 (T6, p. 10).

Ademais, com o avanço tecnológico surgem desafios na docência, como as tecnologias associadas à inteligência artificial (Cônsole, 2020) e às questões sociais e culturais contemporâneas que envolvem o uso desmedido dessas ferramentas, de acesso livre a toda sociedade, os quais têm impactado as pessoas em geral, incluindo os professores.

Perspectivas e Desafios da Educação Química na Era da Educação 5.0

Na área da Educação Química, diversos estudos apresentam e investigam questões relacionadas à tecnologia e à inovação. Essas discussões versam sobre diversos contextos, como a perspectiva da inovação mediante uma visão curricular da formação de professores (Leal & Mortimer, 2008), as inovações concebidas através de abordagens inovadoras em sala de aula (Maceno & Guimarães, 2013) e as práticas pedagógicas inovadoras que utilizam da tecnologia (Vidade & Mafuiana, 2024), dentre outros que se utilizam de ferramentas e/ou estratégias que incorporam tecnologias na aprendizagem. Esses estudos ampliam as discussões para que as práticas educacionais no contexto da Química sejam (re)pensadas, principalmente por essa área demandar, em seus processos de ensino e aprendizagem, as mais diversas abordagens e ferramentas que possam auxiliar na compreensão de seus conhecimentos e fenômenos.

Os estudos de T7 a T14, por sua vez, foram selecionados por abordar a especificidade do campo da Química e da formação de professores em contexto nacional e internacional. T7 apresenta a abordagem por meio de metodologias ativas, através da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), articulada à abordagem Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), com o tema acerca da poluição do ar. A partir da avaliação dos conhecimentos prévios dos estudantes do Ensino Médio, desenvolveu-se uma sequência didática envolvendo uma aula expositiva, com a utilização de vídeos para orientar e buscar uma resolução acerca do tema proposto, por meio de pesquisas bibliográficas e de campo. Os resultados iniciais do estudo evidenciaram dificuldades conceituais por parte dos estudantes, assim como certa insegurança nas respostas do pré-teste associada a uma possível fragmentação dos conteúdos, de uma aprendizagem não significativa ou de um conhecimento conceitual insuficiente que pudesse fornecer respostas. Por essa razão, os autores do artigo destacaram que, ao verificarem “todas as questões que servem como pré-requisitos para o tema e que os alunos já estudaram em anos anteriores, percebe-se que a maioria deles apresentou um nível de habilidades e competências relativamente baixo” (T7, p. 10).

Embora tivessem apresentado dificuldades conceituais, T7 apontou que os alunos se comprometeram a desenvolver as atividades propostas através da participação da aula expositiva e da pesquisa bibliográfica e de campo, já que buscaram diversos meios para responder aos questionamentos propostos, assim como se envolveram na elaboração de mapas mentais, na organização de entrevistas com profissionais, na utilização de ferramentas digitais e na conscientização sobre a poluição em redes sociais. O estudo evidenciou também que a participação dos estudantes em todo o processo criativo, através da utilização de meios tecnológicos para comunicar e compartilhar suas aprendizagens, configura uma perspectiva da Educação 5.0 voltada à construção de uma educação mais participativa, por intermédio das metodologias ativas, e conectada à realidade social deles.

Com a perspectiva da realidade social e as metodologias direcionadas ao uso das ferramentas digitais, o estudo T8 analisa a percepção dos estudantes e docentes de Química da rede estadual da cidade de Arara, na Paraíba, acerca do processo de ensino e aprendizagem de Química no contexto da pandemia de Covid-19. Segundo os autores do artigo, “as Tecnologias da Comunicação e Informação (TICs) permitiram avançar nessa questão e sua utilização, especialmente na disciplina de Química, com resultados satisfatórios, já que vivemos em uma educação 5.0, permeada pelos recursos tecnológicos” (T8, p. 3). De uma forma geral, conforme apontam os autores, a Educação 5.0 tornou-se uma ampliação dos conceitos apresentados nos modelos de Educação, principalmente quanto ao uso dos recursos tecnológicos, o que causa um impacto significativo no contexto educacional e social:

Com os grandes avanços da tecnologia, o acesso à informação passou a acontecer de maneira instantânea e os recursos tecnológicos começaram a ser aplicados em várias áreas da sociedade. Essa evolução provocou mudanças na vida das pessoas, que estão cada vez mais conectadas ao meio digital, proporcionando o estabelecimento de novas relações na sociedade contemporânea e no sujeito nela inserido. Logo, a educação também precisa passar por mudanças, no que se refere à inserção dos recursos tecnológicos no processo de ensino e aprendizagem dos alunos, já que as escolas fazem parte da vida social dos estudantes (T8, p. 6).

Em meio às constantes mudanças na sociedade contemporânea, ocorre um movimento de ressignificação pessoal e dos conhecimentos. E essa realidade deve se aliar não só às novas tecnologias, como à do ambiente virtual, e à construção de um espaço que promova a criatividade, a interação e o acesso facilitado às informações, mas também à (trans)formação e (re)construção da identidade pessoal e profissional que, em outros modelos de educação, era considerada fixa, já que a Educação 5.0 apresenta um movimento fluido (Bauman, 2006). Isso destaca a importância e a necessidade da formação docente, que deve introduzir componentes da contemporaneidade. Essa formação abrange não apenas as novas tecnologias, mas também a educação socioemocional que faz parte dos ambientes de ensino e aprendizagem (Justo & Andretta, 2020), campo que é objeto de atenção nos estudos da Educação 5.0. Afinal, é importante, visando a Educação 5.0, que os professores sejam capacitados e orientados a utilizar ferramentas tecnológicas em consonância com o desenvolvimento das habilidades que envolvem o emocional, o individual e o social dos estudantes.

Já o estudo T8 apresenta um questionário semiestruturado desenvolvido no Google Forms, no qual constam perguntas sobre o uso da internet durante o período do ensino remoto, as dificuldades em compreender os conceitos químicos de forma *on-line* e acessar as plataformas. Como resultado, os autores do artigo apontaram que, na visão dos estudantes, a principal plataforma utilizada pelos docentes foi o Google Classroom para a disponibilização dos materiais, e que sentiram dificuldade para compreender os conteúdos de Química. Ao mesmo tempo, os docentes mencionaram a flexibilidade de horário como um ponto positivo e, como desvantagem, a falta de autonomia e interesse e a distração e exclusão de estudantes que não dispunham de acesso à internet.

A área de Educação Química passa constantemente por transformações ao propor e inserir, por exemplo, novas tecnologias e abordagens pedagógicas no meio educacional. No entanto, um dos principais desafios que ainda se destaca é a predominância da Educação 1.0 em alguns contextos (Cônsolo, 2020; Felcher & Folmer, 2021). Essas práticas tradicionais, como a do professor transmissor de conteúdos, carecem de aspectos inovadores e da consequente adaptação às novas realidades digitais e tecnológicas. Nesse cenário, é importante que a profissão docente se alinhe aos diversos estudos e práticas da atualidade, fomentando uma educação de qualidade para os desafios futuros e em consonância com as perspectivas da Educação 5.0 (Cônsolo, 2020; Felcher & Folmer, 2021).

Os artigos T9, T10, T11, T12 e T13 apresentam as especificidades do Ensino de Química com as discussões sobre a Educação 5.0. T9 analisa o Método de Separação Analítica ofertado em cursos de bacharelado em Química da Universidade Teknologi MARA, localizada em Shah Alam, na Malásia, com aplicações baseadas em cromatografia, através de analogias. No estudo, os autores avaliaram como os estudantes responderam ao uso de materiais didáticos interativos por meio do uso de tecnologias, evidenciando que necessitam de conhecimentos básicos “para entender os métodos de separação, pois os alunos devem estar bem familiarizados com os princípios básicos e conceitos fundamentais, incluindo terminologias, como fase móvel e estacionária, polaridade, analito, tempo de retenção e interação, por exemplo” (T9, p. 2, tradução nossa). Embora o uso de tecnologias potencialize os processos de ensino e aprendizagem, seja por meio de *softwares*, da realidade aumentada ou dos próprios aparelhos utilizados em técnicas analíticas nas disciplinas de laboratório, é fundamental que os docentes e os estudantes se apropriem do conhecimento científico e/ou técnico para articulá-lo a metodologias que possam auxiliar na abordagem desse conhecimento, desenvolvendo habilidades para a compreensão conceitual. Esse aspecto se alinha às discussões presentes na literatura, tendo sido mencionado por T9 quando cita o *Pedagogical Content Knowledge* (PCK), conhecido, em língua portuguesa, como Conhecimento Pedagógico do Conteúdo e, na literatura ibero-americana, como Conhecimento Didático do Conteúdo (De Paula et al., 2024). Essas discussões apontam a necessidade de abordagens pedagógicas inovadoras para tornar a disciplina mais compreensível, especialmente pela abstração conceitual da Química. Por fim, T9 indicou relações positivas com a inserção de tecnologias e de metodologias interativas na abordagem de uma disciplina que exige, além do conhecimento conceitual, as noções técnicas laboratoriais voltadas às dificuldades conceituais dos estudantes e à mediação do docente. Conforme os autores do artigo mencionaram, o curso analisado “não poderia ser entregue com precisão sem métodos de ensino adequados e interativos e conhecimento de conteúdo de terminologias e analogias” (T9, p. 7, tradução nossa). Os estudos T10 e T11, por sua vez, se debruçam sobre a forte inserção de tecnologias voltadas à IA e à realidade aumentada. T10 analisa a implementação de novas tendências pedagógicas e tecnológicas em cursos de Ensino de Ciências e nos chamados “*Non-science Program Students*”, em universidades da Indonésia, e discutiu o avanço da Educação 1.0 até a Educação 5.0. Ademais, na mesma perspectiva de T11, defende a aprendizagem personalizada, adaptável e baseada nas necessidades individuais dos discentes como um dos atuais cerne da Educação 5.0. Os resultados de T10 apresentaram diferenças significativas quanto à escolha dos dois grupos de estudantes (*Science Program* e *Non-Science Program*), no que se refere à preferência por uma tecnologia específica. Inclusive, os autores analisaram que as “tecnologias como *webinars* e videoconferências e o uso de plataformas LMS [*Learning Management System-based* ou Sistema de Gerenciamento de Aprendizagem] são dominantes em ambos os grupos, enquanto a gamificação é mais proeminente entre os estudantes de licenciatura em Química” (T10, p. 1555, tradução nossa). Os autores do artigo comentaram a preferência dos grupos por tecnologias advindas do contexto da Educação 3.0 e 4.0, embora tenham enfatizado também os desafios de implementar as tecnologias advindas do contexto da Educação 5.0, como a inserção de IA, da realidade aumentada e da realidade virtual, devido às limitações de infraestrutura e de acesso a essas tecnologias.

Já T11 realiza uma revisão sistemática na literatura, no período de 2019 a 2024, ao analisar as tendências de pesquisa relacionadas à aprendizagem adaptativa no Ensino de Ciências, com enfoque nas disciplinas de Física, Química e Biologia, da Educação Básica ao Ensino Superior. A abordagem por uma aprendizagem adaptativa, segundo aponta o estudo, evidencia um olhar voltado à personalização do modo de compreensão do conhecimento, no qual o estudante possui flexibilidade e independência nos processos de construção de seu conhecimento, priorizando suas reais necessidades e objetivos.

Essa visão se assemelha, em muitos aspectos, ao movimento da Educação 5.0, pois estabelece que as tecnologias adaptativas são fundamentais nesse processo singular de construção do conhecimento, enfatizando a ascensão das tecnologias digitais nos processos de ensino e aprendizagem, como aquelas evidenciadas por T11, como o LMS e a IA, a realidade aumentada, a gamificação, as simulações, dentre outras. Como afirma Sena (2022, p. 1034), “no campo educacional, o uso da IA aliado às diversas plataformas existentes facilita e promove, por parte de alunos e professores, o desenvolvimento de uma relação mais próxima, em que o professor se torna um mediador e o aluno o protagonista”. Segundo Goñi & Rivera-Escriba (2006), a plataforma LMS, baseada na IA, ao incorporar as tecnologias, deve auxiliar no gerenciamento e na entrega dos conteúdos educacionais, possibilitando planejar, criar, gerenciar, entregar e acompanhar programas de treinamento e educação.

Reforçando essa ideia, Nascimento et al. (2023) destacam o potencial da IA no contexto educacional, como na personalização da aprendizagem conforme as necessidades do estudante, na qualificação do processo avaliativo, na ampliação da comunicação e acesso às tecnologias e no apoio aos docentes. Em T11 foram destacados fatores que influenciam na implementação de plataformas adaptativas, quais sejam: “acessibilidade tecnológica; prontidão do usuário; interação do usuário; sistema de aprendizagem; emoções; preferências; demografia; *feedback* em tempo real; personalização da aprendizagem; qualidade do conteúdo; habilidades iniciais do aluno; política e suporte institucional” (T11, p. 918). Considerar esses fatores, é algo relevante nos processos educacionais, já que impactam diretamente na qualidade da aprendizagem e na satisfação dos sujeitos, desde que se alinhem às necessidades dos estudantes e professores:

No entanto, os desafios permanecem em termos de engajamento, interesse e satisfação do aluno com sua experiência de aprendizagem. Essas descobertas sugerem que, embora essas plataformas tenham sucesso em aumentar o engajamento do aluno, elas precisam integrar mais elementos que aumentem a satisfação e a motivação do aluno, como a gamificação e a mídia interativa (T11, p. 927, tradução nossa).

Como nos estudos anteriores (T10 e T11), T12 abordou a perspectiva da Educação 5.0 a partir da Realidade Aumentada (RA). Neste caso, foi projetado um aplicativo para o sistema Android para discutir o conteúdo de atomística por meio de perguntas de amostra e materiais, o qual pode ser acessado *on-line* ou *off-line*. De acordo com os autores do artigo:

O uso de RA, no tópico de estrutura atômica, ajuda na compreensão do material porque os alunos podem visualizar modelos atômicos de Dalton, Thomson, Bohr e Rutherford. A tecnologia de RA é uma mídia de aprendizagem inovadora, altamente envolvente e que pode aumentar a motivação dos alunos para estudar, principalmente nas disciplinas de Química e Ciências (T12, p. 34, tradução nossa).

Essa tecnologia apresenta potencialidades no campo do Ensino de Química, pois possibilita ao estudante visualizar e manipular objetos virtuais bidimensionais (2D) e tridimensionais (3D). Segundo Leite (2021), no contexto da Química, a existência do nível abstrato pode ocasionar dificuldades no processo de aprendizagem dos estudantes, que podem ser minimizadas com a utilização desses novos recursos tecnológicos. Corroborando esse pensamento, os autores de T12 apontaram que “a mídia de aprendizagem de RA é uma tecnologia muito adequada para o uso em material de química de estrutura atômica. Por causa de suas vantagens, ela combina o

mundo virtual e o mundo real para criar um avanço na inovação do aprendizado” (T12, p. 33, tradução nossa).

Entretanto, Grando e Cleophas (2021) salientam que a RA, no contexto do Ensino de Química, necessita da mediação docente durante sua utilização com fins pedagógicos, pois sem ela os estudantes podem desenvolver obstáculos na aprendizagem, como compreender de forma equivocada, por exemplo, os modelos atômicos, ao imaginarem os átomos como bolinhas coloridas e não entenderem a finalidade do aplicativo no contexto pedagógico.

Na mesma perspectiva dos demais textos, T13 apresenta a construção de um laboratório virtual de mídia com uma planilha de 168 reações de eletrólise e que também realiza cálculos de reação. Segundo os autores do estudo:

O sistema de Ensino de Ciências do Ensino Médio tem uma parte de química. A implementação da Educação 5.0 em todas as disciplinas na era industrial deve recair sobre o currículo, a aprendizagem e as ferramentas de apoio. Para esse propósito, é necessário lidar com os desafios e as tendências da globalização. Ao longo dos anos, os professores devem dominar a tecnologia e certo uso inteligente de mídia. A mídia baseada em computador, e que inclui a ciência, tem sido amplamente aplicada na educação para aumentar a motivação dos alunos em comparação à aprendizagem convencional (T13, p. 405, tradução nossa).

Com relação às novas gerações, Prensky (2001) cunhou o termo “nativos digitais” para os indivíduos que consideram as tecnologias como parte de suas vidas desde o nascimento, ou seja, que cresceram em um ambiente com acesso a computadores, internet, redes sociais, *smartphones*, dentre outras tecnologias. E que, ao contrário das gerações anteriores, não precisaram se adaptar às mudanças e inovações tecnológicas. Nesse sentido, os autores do T13 apontam que “o Laboratório Virtual (LV) STEM é uma ferramenta que pode aumentar a literacia dos alunos em STEM e estimular sua criatividade, auxiliando-os na formação educacional e em habilidades para o trabalho” (T13, p. 406, tradução nossa).

Ao estabelecer que a docência exerce um processo mútuo de transformações, tanto profissional quanto pessoal, e que constitui os modos como a sociedade se organiza e age, é possível estabelecer algumas análises com base no conceito de modernidade líquida, proposto por Bauman (2006), que situa a importância das mudanças na contemporaneidade e sua interferência significativa nos processos educacionais. Bauman (2006), ao discutir o conceito da modernidade líquida nas relações sociais, entende que a Educação precisa se alinhar às relações sociais, que envolvem os sujeitos no processo de ensino e aprendizagem, e às interações, muitas vezes conflituosas e distintas, entre os docentes e os estudantes na contemporaneidade. De acordo com Mello, Almeida Neto e Petrillo (2022), torna-se relevante que os currículos de cursos de formação docente apresentem flexibilidade e inovação, possibilitando exercer habilidades, como a criatividade e o protagonismo em seu processo de aprendizagem, por exemplo, já que a sociedade atual, em seu desenvolvimento, apresenta características fluidas que, segundo Bauman (2008), representam a adaptação e o processo de contornar obstáculos, em referência às propriedades físicas dos líquidos. O movimento de fluidez impacta as formas, entre os indivíduos e a sociedade, de aprender, organizar, informar, se comunicar e se relacionar.

Os estudos analisados compreendem que a Educação 5.0 propõe uma maior humanização do ensino, ao considerar os aspectos socioemocionais de forma integrada aos avanços tecnológicos, que transformam a formação docente e o processo de aprendizagem (Felcher & Folmer, 2021), com ênfase na inovação, na personalização do ensino e na articulação entre os saberes didáticos, pedagógicos, científicos e tecnológicos. Todavia, a sociedade atual demonstra uma fragilidade nas relações humanas, principalmente por conta do uso excessivo das tecnologias que oferecem a possibilidade de interações virtuais, sendo marcada pela individualização e falta de vínculos duradouros (Silva et al., 2024).

Nessa perspectiva, constata-se que, na sociedade atual, ocorre a constante exposição do indivíduo ao ambiente virtual, um dos fatores que auxilia nesse processo é a tecnologia, pois cada vez mais as pessoas compartilham informações nas redes sociais e na internet de maneira geral. Inclusive, no contexto atual, com a popularização da IA e seu avanço desenfreado, tanto o campo social quanto o educacional foram afetados com questões relacionadas à ética no desenvolvimento científico, à produção de valores éticos, morais e comportamentais, e ao senso comum (Rodrigues & Rodrigues, 2023).

Contudo, para Kaufman (2022, p. 43), “a inteligência artificial implementada atualmente em larga escala deve ser encarada como parceira dos profissionais humanos nos processos de decisão”. O uso da IA proporciona a otimização do tempo, mas, segundo Rosa (2019) e Lima (2024), a velocidade da vida tem aumentado e, com isso, fatores como a má qualidade de vida, a ansiedade, o isolamento, a depressão e as neuropatias emocionais têm emergido como parte desse processo acelerado.

Corroborando esses pensamentos, é possível destacar a concepção de Bauman (2006) de que as relações humanas foram impactadas de forma positiva e negativa pela globalização. Com o avanço das tecnologias e, atualmente, com a utilização da IA, cria-se uma sensação de insegurança, de medo do valor do indivíduo para a sociedade e o trabalho. Para Bauman (2006), esse movimento de liquidez e volatilidade é um fator que desestabiliza a vida social, o amor, a cultura e o trabalho (Lima, 2024).

Sobre a utilização da IA, destaca-se o crescimento e a popularidade do programa ChatGPT, que permite a criação de textos, a correção ortográfica, a tradução de idiomas e responder questionamentos sobre temáticas específicas (Lima, 2024). Esses fatores causam preocupação no contexto educacional, pois:

A Introdução do ChatGPT nas universidades levantou importantes questões sobre a integridade acadêmica e a responsabilidade dos alunos na pesquisa e seleção de informações. Alguns professores do ensino superior adotaram essa ferramenta de IA com facilidade, enquanto outros estão apreensivos com a sua utilização e efeitos em contexto educativo. Os professores mostraram-se apreensivos com vários elementos que podem ter impacto nos estudantes, como as preocupações com plágio, a dependência, a ausência de capacidade de análise crítica, o incremento da falta de criatividade, a disseminação de informações incorretas e falta de validação e pesquisa de dados por parte dos alunos (Lima, 2024, p. 2).

Na Educação Química, os estudos analisados reforçam que as ações de uma Educação 5.0 podem corroborar a inserção das metodologias ativas e o uso de diferentes tecnologias durante o processo educacional. Contudo, desafios como os apontados anteriormente, assim como a desigualdade no acesso digital, a resistência docente, a insegurança e a formação insuficiente na cultura tecnológica, dificultam a implementação da Educação 5.0, reforçando que novas estratégias precisam ser pensadas e investigadas para qualificar e superar as limitações de sua inserção no contexto educacional.

Considerações Finais

O contexto da Educação 5.0 apresenta diferenças significativas entre o cenário internacional e o nacional, especialmente em países que se destacam na Educação, a exemplo do Japão, no que diz respeito à integração entre a tecnologia, a inovação e a humanização no campo educacional. No Brasil, as iniciativas voltadas à perspectiva da Educação 5.0 são pouco representativas e menos evidentes no Ensino de Ciências/Química, visto que ainda enfrentam alguns desafios, como problemas: estruturais, relacionados à infraestrutura e à implementação de práticas inovadoras; formativos, quanto à preparação dos professores e estudantes para o uso crítico e criativo das

tecnologias; e políticos, diante da ausência de políticas públicas que favoreçam a implementação desse modelo educacional.

Além disso, aqueles professores ou estudantes que fazem parte da geração nativa das tecnologias, apesar de terem esses conhecimentos a partir de cursos de formação ou de suas vivências, podem ficar, diante da rápida evolução das tecnologias, desatualizados ou com pouco espaço de reflexão para analisar as questões socioemocionais e os efeitos que as tecnologias impõem e implicam nos processos de ensino e aprendizagem.

Ao refletir sobre o papel do docente em Química, com base na educação contemporânea no Brasil, cabe ressaltar a importância de o professor refletir sobre o indivíduo que deseja formar e saber quais conhecimentos e habilidades são necessários. Afinal, nos tempos atuais, em que os estudantes nascem em uma sociedade imersa nas tecnologias, sua racionalidade e interesses são distintos de seus professores. Sempre ocorreu o encontro de gerações distintas, mas na sociedade atual esse encontro de gerações resulta ser mais evidente, tendo em conta suas diferenças, principalmente no que se refere às tecnologias, em que os nascidos a partir dos anos 1990 fazem parte da era tecnológica, almejando liberdade e reconhecimento, em contraponto às gerações anteriores, que visavam estabilidade e segurança (Silva et al., 2024).

Nesse sentido, pode-se assinalar que, na atualidade, um dos anseios deriva do uso das tecnologias, assim como da inteligência artificial e dos ambientes virtuais, ao pensar sobre o para quem, o quê, o como ou o porquê do seu uso, ao buscar ou desenvolver propostas e realizar processos de formação que ajudem a pensar, avaliar e dialogar entre os estudantes e os professores, sobre os pontos positivos e negativos das tecnologias, priorizando a criticidade, os efeitos e a participação no processo. Portanto, torna-se relevante que os currículos de cursos de formação docente apresentem flexibilidade e inovação, possibilitando exercer habilidades, como a criatividade e o protagonismo, em seu processo de aprendizagem.

As discussões permitem inferir sobre a importância de repensar os cursos de formação de licenciatura em Química e sobre as inovações que constituem a escola, a universidade e a sociedade atual. Afinal, quais os conhecimentos da profissão docente são demandados em tempos de Educação 5.0 ao professor de Química da contemporaneidade? Quais estratégias podem ser adotadas na formação docente para qualificar os professores na implementação de práticas inovadoras que possam refletir os princípios da Educação 5.0? Ou ainda, quais questões extrapolam o campo da formação de professores? Em suma, quais ações são projetadas para atuar no contexto das novas produções de conhecimento científico na área da Química ou da Educação Química? As mudanças no cenário da Ciência, da formação docente e da relação entre as tecnologias e as questões socioemocionais na/da sociedade implicam em quais estudos, ações e modelos de atuação no contexto da escola de educação básica e de espaços não formais? Essas e outras questões podem instigar o estabelecimento de inter-relações e de pesquisas entre a sociedade, a inovação, a Educação 5.0 e a formação docente da contemporaneidade, nos diferentes contextos de ensino e das áreas das Ciências e da Educação Química.

Referências

Abib, Paola B., Freitas, Flávia M., Pastoriza, Bruno S. & Sangiogo, Fábio A. (2025). A Química de Alto Impacto e a Inovação: quais pesquisas têm ganhado destaque? *Química Nova*, 48(7), 1-16. <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20250163>

Aguiar, Janderson J. B. (2023). Inteligência artificial e tecnologias digitais na educação: oportunidades e desafios. *Open Minds International Journal*, 4(2), 183-188. <https://doi.org/10.47180/omij.v4i2.215>

Ahmad, Nor M.; Dzulkifli, Nur N.; Jamil, Nur I.; Mohamed, Ahmad H.; Sapari, Jamil M.; Ghazali, Sheikh Ahmad I. S. M.; & Che Awang, Nurul N. (2022). Analytical Separation Method: A Student's Perception on Analogy-based Teaching for Terminology. *ASM Science Journal*, 17. <https://doi.org/10.32802/asmscj.2022.887>

- Alexandrino, Daniela M., & Queiroz, Salete L. (2020). Pesquisas do tipo estado arte sobre o ensino de química no Brasil (2000-2016). *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 19(3), 638-655. http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen19/REEC_19_3_7_ex1703_335.pdf
- Alexandrino, Daniela. M., Bretones, Paulo S., & Queiroz, Salete. L. (2022). Anais do ENEQ: O que nos dizem sobre a área de educação em química no Brasil? *Química Nova*, 45(2), 249-261. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170834>
- Andrade, Luiz G. S. B., & Ferrete, Rodrigo B. (2019). Metodologias ativas e a educação profissional e tecnológica. *Educação Profissional e Tecnológica em Revista*, 3(2), 86-98. <https://doi.org/10.36524/profept.v3i2.451>
- Area-Moreira, Manuel, & Ribeiro-Pessoa, Maria T. (2012). From Solid to Liquid: New Literacies to the Cultural Changes of Web 2.0. *Comunicar*, 19(38), 13-20. <http://dx.doi.org/10.3916/c38-2012-02-01>
- Bauman, Zygmunt. (2008). *Vida para consumo*. Zahar.
- Bauman, Zygmunt. (2006). *Modernidade líquida*. Fondo de Cultura Económica.
- Bejarano, Nelson. R. R., & Carvalho, Anna. M. P. (2000). A educação química no Brasil: Uma visão através das pesquisas e publicações da área. *Educación Química*, 11(1), 160-167. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2000.1.66475>
- Bertrand, Yves. (2001). *Teorias contemporâneas da educação* (2a ed.). Instituto Piaget.
- Candau, Vera M. F., & Sacavino, Susana B. (2013). Educação em direitos humanos e formação de educadores. *Educação*, 36(1), 59-66. <https://revistaseletronicas.pucrs.br/faced/article/view/12319>
- Castro, Éden, & Brazão, Paulo. (2022). Educação contemporânea e inovação pedagógica. *Revista Online de Política e Gestão Educacional*, 26, 1-23. <https://doi.org/10.22633/rpge.v26i00.17221>
- Cônsolo, Angeles T. G. (2020). Educação 4.0: onde vamos parar? In G. Solimar (Org.), *Gestão 4.0 em tempos de disrupção* (1a ed., pp. 93-114). Blucher.
- Costa Júnior, João F. (2023). Educação 4.0: competências e habilidades do professor na era digital. *Tembikuaaty Rekávo (TAR): Ciencia, Tecnología Y Educación UTIC*, 2(1), 223-252. <https://doi.org/10.63449/tembiakaaryrekvo.v2i1.23>
- Cordeiro, Alexander M., Oliveira, Glória M., Rentería, Juan M., & Guimarães, Carlos A. (2007). Revisão sistemática: uma revisão narrativa. *Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões*, 34(6), 428-431. <https://doi.org/10.1590/S0100-69912007000600012>
- Cruz, Sônia., Bottentuit Junior, João B., Coutinho, Clara, & Carvalho, Ana A. (2007). *O blogue e o podcast como resultado da aprendizagem com webquests* [Apresentação de trabalho]. V Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação, Braga, Portugal. <https://rep-dspace.uminho.pt/server/api/core/bitstreams/432df44d-a4c6-4462-abc7-04148cf04df6/content>
- De Paula, Charlene B., Sangiogo, Fábio A., & Pastoriza, Bruno S. (2024). O estágio supervisionado e a (trans)formação do conhecimento didático do conteúdo de docentes de química em formação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 24, 1-24. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2024u379402>
- Echalar, Jhonn D., Lima, Daniela C. B., & Oliveira, João F. (2020). Plano Nacional de Educação (2014-2024) – O uso da inovação como subsídio estratégico para a Educação Superior. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 28(109), 863-884. <https://doi.org/10.1590/S0104-40362020002802143>

- Fava, Rui (2011). *Educação 3.0: Como ensinar estudantes com culturas tão diferentes* (2a ed.). Carlini e Caniato Editorial.
- Felcher, Carla D. O., & Folmer, V. (2021). Educação 5.0: Reflexões e perspectivas para sua implementação. *Revista Tecnologias Educacionais em Rede (ReTER)*, 2(3), 1-15. <https://periodicos.ufsm.br/reter/article/view/67227>
- Felcher, Carla. D. O., Blanco, Gisele. S., & Folmer, Vanderlei (2022). Educação 5.0: uma sistematização a partir de estudos, pesquisas e reflexões. *Research, Society and Development*, 11(13), 1-12. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i13.35264>
- Ferreira, José G. B. (2022). O professor do ensino superior e os novos desafios da docência no contexto das tecnologias digitais: uma abordagem sociocognitiva. *Revista Crítica de Ciências Sociais*, 129, 177-202. <https://doi.org/10.4000/rccs.14048>
- Fitri, Cut U. L., Khaldun, Ibnu, Gani, Abdul, Zufadli, Zufadli, & Mujakir, Mujakir. (2024). Development of a Spreadsheet-Based Virtual Laboratory to Improve Students' Science Process Skills. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia (JKPK)*, 9(3). <http://dx.doi.org/10.20961/jkpk.v9i1.89825>
- Freitas, Flávia M., Abib, Paola B. & Sangiogo, Fábio A. (2024). A Inovação no Contexto de Documentos que Regulamentam e Orientam a Formação de Bacharéis e Licenciados em Química. *Revista Debates em Ensino de Química*, 10(2), 234-253. <https://doi.org/10.53003/redequim.v10i2.7262>
- Gil, Antônio C. (2002). *Como elaborar projetos de pesquisa* (4a ed.) Atlas.
- Gómez, Ángel I. P. (2015). *Educação na era digital: A Escola Educativa*. Penso.
- Goñi, Jorge L., & Rivera-Escriba, Luis. A. (2006). Um LMS-paradigmático para a customização de sistemas de gerenciamento de aprendizagem usando objetos de aprendizado. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 1, 1-10. https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/14150/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gonzaga, Katia V. P., Graça, Vania G. D., & Quadros-Flores, Paula (2024). A cultura e metodologia *maker* na formação de professores: uma proposta criativa, interdisciplinar, inovadora, sustentável e inclusiva. *Dialogia*, 50, e27733. <https://doi.org/10.5585/50.2024.27733>
- Gouveia, Francilaine C., Capri Neto, Ângelo, & Capri, Maria R. (2022). Educação 5.0: uma proposta para o ensino-aprendizagem da temática poluição do ar. *Revista Interdisciplinar de Tecnologias na Educação*, 9(1). <https://ojs.ifsp.edu.br/index.php/rinte/article/view/2354>
- Grando, Jhon W., & Cleophas, Maria G. (2021). Aprendizagem móvel no Ensino de Química: apontamentos sobre a Realidade Aumentada. *Química Nova na Escola*, 43(2), 148-154. <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160236>
- Herliana, Fitria, Hafinda, Tengku, & Firmayanto, Rudi (2024). Differentiated Instruction through Adaptive Learning Platform in Science Education: A Systematic Literature Review. *Jurnal Pendidikan MIPA (JPMIPA)*, 25(2). <http://dx.doi.org/10.23960/jpmipa/v25i2.pp914-931>
- Ivenicki, Ana (2019). A escola e seus desafios na contemporaneidade. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 27(102), 1-8. <https://doi.org/10.1590/S0104-40362018002700001>
- Jung, Hildegard S., Vaz, Douglas, & Benatti, Remi M. Z. (2019). As políticas públicas educacionais em tempos de educação 3.0: limites e possibilidades. *Rev. Educ.*, 160, 32-45. <https://dspace.unilasalle.edu.br/bitstream/11690/2292/1/jung.etal.pdf>
- Justo, Alice R., & Andretta, Ilana (2020). Competências socioemocionais de professores: Avaliação de habilidades sociais educativas e regulação emocional. *Psicologia da Educação*, 50, 104-113. <https://doi.org/10.5935/2175-3520.20200011>.

- Kamalov, Firuz, Santandreu Calonge, David, & Gurrib, Ikhlaas. (2023). New Era of Artificial Intelligence in Education: Towards a Sustainable Multifaceted Revolution. *Sustainability*, 15, 1-27. <https://doi.org/10.3390/su151612451>
- Kaufman, Dora (2022). *Desmistificando a inteligência artificial*. Autêntica.
- Lamattina, Alexandre. A. (2023). *Educação 4.0: Transformando o ensino na era digital*. Editora Union.
- Leal, Murilo C., & Mortimer, Eduardo F. (2008). Apropriação do discurso de inovação curricular em química por professores do ensino médio: Perspectivas e tensões. *Ciência & Educação*, 14, 213-231. <https://doi.org/10.1590/S1516-73132008000200003>
- Leite, Bruno S. (2021). Pesquisas sobre as tecnologias digitais no ensino de química. *Debates em Educação*, 13(2), 244-269. <https://doi.org/10.28998/2175-6600.2021v13nEsp2p244-269>
- Lemes, Isadora L., & Santos, Renato P. (2022). Seven Possible Characteristics of the Education 4.0 Teacher. *Acta Scientiae*, 24(6), 183-205. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.7315>
- Lengel, Jim G. (2012, 07 de novembro). Educação 3.0. *Estadão*. https://www.estadao.com.br/educacao/artigo-educacao-30/?srsltid=AfmBOoq4_Po3A-WLiOu_C88TkCab89_AYOHOQLaAHH4PslMiiTIV5umA
- Lima, Amauri F. (2024). Esfera jurídica: Embates e perspectivas das tecnologias de IA (inteligência artificial) Uma ameaça ou ajuda ao ser humano. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, 10(3), 602-610. <https://doi.org/10.51891/rease.v10i3.13148>
- Maceno, Nicole G., & Guimarães, Orlinay M. (2013). A inovação na área da educação química. *Química Nova na Escola*, 35(1), 48-56. http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_1/08-PE-91-11.pdf
- Machado, Luciana M. V., Fagundes, Deivid G., Campos, Deilma S., Moura Fé, Valmir M., Gonçalves, Eduardo R., Santos, Daniela R., Joerke, Gabriel A. O., Bezerra, Janete S., Bandeira, Virginia N. S. P., Reis, Kerley A. B., Santos, Adelcio M., Jacques, César A. F., & Santos, Rafael (2024). Educação 5.0 em foco: diálogos na formação de educadores do século XXI. *Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 16(7). <https://doi.org/10.55905/cuadv16n7-052>
- Marini, Eduardo (2019). A expansão da Cultura Maker nas escolas brasileiras. *Revista Educação*, 225. <https://revistaeducacao.com.br/2019/02/18/cultura-maker-escolas/>
- Mello, Cleyson M., Almeida Neto, José R. M., & Petrillo, Regina P. (2022). *Educação 5.0: Educação para o futuro* (2a ed.). Processo.
- Messina, Graciela (2001). Mudança e inovação educacional: Notas para reflexão. *Cadernos de Pesquisa*, 114, 225-233. <https://doi.org/10.1590/S0100-15742001000300010>
- Monereo, Carles (2005). Internet, un espacio idóneo para desarrollar las competencias básicas. In: Monereo, Carles (Coord.), *Internet y competencias básicas. Aprender a colaborar, a comunicarse, a participar, a aprender* (pp. 5-26). Graó.
- Moran, José M. (2007). *A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá* (2a ed.). Papirus.
- Nascimento, Carina C., Silva, Danielli S., Balderramas, Helerson A., Xavier, Juarez T. P., & Valente, Vânia C. P. N. (2023). Inteligência artificial no ensino superior: da transformação digital aos desafios da contemporaneidade. In: Albino, João P. & Valente, Vânia C. P. N. (Orgs.), *Inteligência artificial e suas aplicações interdisciplinares* (pp. 12-34). Editora Publicar.
- Nóvoa, António. (2022). Conhecimento profissional docente e formação de professores. *Revista Brasileira de Educação*, 27, 1-20. <https://doi.org/10.1590/S1413-24782022270129>

Patmasari, Andi, Ahmar, Dewi S., Anggreni, Afrillia, Azzajjad, Muhammad F., Ningsih, Purnama, & Ahmar, Ansari S. (2024). Comparative Analysis of the Implementation of Technology, Pedagogy, and Education Trends on Sciences and Non-Sciences Program Students in Sulawesi. *JOIV: International Journal on Informatics Visualization*, 8(3-2). <https://dx.doi.org/10.62527/joiv.8.3-2.3213>.

Pereira, Matheus R., França, Dhayanna C. S., Andrade, Bruno V., Bezerra, Tâmara C. G. (2022). Educar para os direitos humanos: perspectivas e abordagens a partir da educação 5.0. *Revista Ensino de Geografia*, 5(2), 178-188. <https://doi.org/10.51359/2594-9616.2022.253582>

Possato, Alvaro B., Ferla, Thaynara, Curtulo, Joanisa P., Guimarães, Josiane C., Campos, Vivian, & Silva, Douglas R. (2024). Cultura na Era da Educação 5.0. *Revista Políticas Públicas & Cidades*, 13(2). <https://doi.org/10.23900/2359-1552v13n2-356-2024>

Possato, Alvaro B., Ferla, Thaynara., Curtulo, Joanisa. P., Guimarães, Josiane. C., Campos, Vivian, Silva, Douglas R. (2024). Educação 5.0 e inclusão: explorando o potencial das tecnologias emergentes para pessoas com deficiência. *Revista Políticas Públicas & Cidades*, 13(2). <https://doi.org/10.23900/2359-1552v13n2-353-2024>

Prensky, Marc (2001). Digital natives, digital immigrants part 1. *On the Horizon*, 9(5), 1-6. <https://doi.org/10.1108/10748120110424816>

Primo, Alex (2007). O aspecto relacional das interações na Web 2.0. *E-Compós*, 9. <https://doi.org/10.30962/ec.153>

Pugliesi, Gustavo O. (2020). Stem Education: um panorama e sua relação com a educação brasileira. *Currículo sem Fronteiras*, 20(1), 209-232. <https://dx.doi.org/10.35786/1645-1384.v20.n1.12>

Ramo, Luciano B., & Santos, Sóstenes F. (2021) Percepção dos discentes e docentes quanto ao ensino de Química frente à pandemia da Covid-19. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, 12(4), 1-26. <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/rencima/article/view/2991>

Rodrigues, Olira S., & Rodrigues, Karoline S. (2023). A inteligência artificial na educação: os desafios do ChatGPT. *Texto Livre*, 16, 1-12. <https://doi.org/10.1590/1983-3652.2023.45997>

Rodríguez-Hernández, Blanca (2017). *Conocimiento profesional del profesor de ciencias al abordar cuestiones sociocientíficas: un estudio de caso de un grupo de investigación en la interacción Universidad-Escuela*. [Tese de Doutorado]. Universidad Pedagógica Nacional.

Rosa, Hartmut (2019). *Aceleração: a transformação das estruturas temporais na modernidade*. Unesp.

Sangiogo, Fábio A., & Santos, Rosemary (2024, 15 agosto). *A formação de professores de química/ciências em tempos de educação 4.0* [Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=N-mMYCf4Dc4&t=29s>

Sant'Ana, Jonathas V. B., Suanno, João H., & Sabota, Barbra (2017). Educação 3.0, complexidade e transdisciplinaridade: um estudo teórico para além das tecnologias. *Revista Educação e Linguagens*, 6(10), 160-184. <https://doi.org/10.33871/22386084.2017.6.10.160-184>

Santos, Silvana M. A. V., Nobre, Daniel B. A., Pereira, Francisco. S., Melo Júnior, Hermócrates G., Silva, Júlio C. B. V., Ferreira, Ladyr D. D. P., Silva, Romézio A. C., & Silva, Sidinéia S. (2024). Tecnologia e educação: o ensino por meio da realidade. *Revista Contemporânea*, 4(1), 3414-3434. <https://doi.org/10.56083/RCV4N1-192>

Santos, Priscila S., & Maciel, Priscila S. (2021). A (r)evolução da Educação 4.0 no ensino de ciências e matemática em escolas da rede estadual de ensino da Paraíba. *Renote*, 18(2), 245-254. <https://doi.org/10.22456/1679-1916.110233>

Santos, Wildson L. P., & Porto, Paulo A. (2013). A pesquisa em ensino de química como área estratégica para o desenvolvimento da química. *Química Nova*, 36(10), 1570-1576. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422013001000014>

Schnetzler, Roseli P. (2002). A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. *Química Nova*, 25, supl. 1, 14-24. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422002000800004>

Schumpeter, Joseph (1934). *The Theory of Economic Development*. Harvard University Press.

Sena, Willame. N. (2022). Os impactos na educação do uso de plataformas adaptativas: o exemplo da Khan Academy. *Revista Educar Mais*, 6, 1029-1038. <https://doi.org/10.15536/reducarmais.6.2022.2972>

Silva, Anderson F., Silva, Jadson P., & Abreu, Letícia R. M. (2024). Reflexão sobre as gerações apoiada na teoria da modernidade líquida de Zygmunt Bauman. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, 10(9), 1090-1098. <https://doi.org/10.51891/rease.v10i9.15538>

Soares, Lorena S., Rodrigues, Iellen D. C. V., Martins, Lígia N., Silveira, Flávia D. R., & Figueiredo, Maria L. F. (2013). Revisão de literatura: Particularidades de cada tipo de estudo. *Revista de Enfermagem da UFPI*, 2, 14-18. <https://doi.org/10.26694/reufpi.v2i5.1200>

Sousa, Neuzilene J. (2024). Modernidade líquida: os desafios da educação mediante a geração atual de estudantes. *Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação*, 10(1), 1398-1403. <https://doi.org/10.51891/rease.v10i1.13021>

Souza, Adriana A. N., & Schneider, Henrique N. (2022). Da educação 1.0 à educação 3.0: desafios para a prática docente no século XXI. *Olhar de Professor*, 25, 1-20. <https://doi.org/10.5212/OlharProfr.v.25.17555.014>

Sumanik, Novike B., & Natsir, Irmawaty (2024). Developing the virtual atoms ar learning app for android. *EDUSAINS*, 16(1).

Teixeira, Claudia. M. F. (2010). Inovar é preciso: Concepções de inovação em educação dos programas Proinfo, Enlaces e Educar. [Dissertação de Mestrado]. Universidade do Estado de Santa Catarina.

UNESCO. (2023). *Relatório de monitoramento global da educação*, resumo, 2023: a tecnologia na educação: uma ferramenta a serviço de quem? https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386147_por

Vidade, Aldovanda E. B., & Mafuiana, Alcinda A. M. (2024). Inovação da prática pedagógica suportada pelo GeoGebra em contexto da educação STEAM e melhoria do ensino e aprendizagem de química. *Revista do Instituto GeoGebra de São Paulo*, 13(1), 7-33. <https://doi.org/10.23925/2237-9657.2024.v13i1p007-033>

Vilela Junior, Guanis B., Fileni, Carlos H. P., Martins, Gustavo C., Camargo, Leandro B., Lima, Braúlio N., Sílio, Luis F., Oliveira, José R. L., & Passos, Ricardo P. (2020). Você está preparado para a educação 5.0? *Revista CPAQV - Centro de Pesquisas Avançadas em Qualidade de Vida*, 12(1). <https://doi.org/10.36692/cpaqv-v12n1-1>

Villate, Jaime E. (2005). *E-learning na Universidade do Porto Caso de Estudo: Física dos Sistemas Dinâmicos 2004/2005* [Workshop]. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. https://www.up.pt/portal/documents/551/premio-exc-elearning-2004_05-Jaime_Villate_Fisica-casoDeEstudo.pdf

Agradecimentos: À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001, ao CNPq e ao LABEQ.

