

As Tecnologias Digitais e o Ensino de Ciências e Biologia: Uma revisão do Estado do Conhecimento

*The Digital Technologies and Teaching of Science and Biology: A
Review of the State of Knowledge*

*Las Tecnologías Digitales y la Enseñanza de Ciencias y Biología:
Una Revisión del Estado del Conocimiento*

Maria Eduarda Domingues Sperotto (maria.eduarda.d.sperotto@gmail.com)

Universidade Federal de Pelotas, Brasil

<https://orcid.org/0000-0001-8994-4435>

Francele de Abreu Carlan (francelecarlan@gmail.com)

Universidade Federal de Pelotas, Brasil

<https://orcid.org/0000-0002-1711-9476>

Resumo

As Tecnologias Digitais (TDs) têm ganhado, cada vez mais, espaço na vida dos estudantes, entretanto a sua utilização na escola ainda é bastante restrita, uma vez que exige do professor um arcabouço de conhecimentos para que sejam incorporadas nas aulas de forma pedagógica, a fim de auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem. O modelo TPACK consiste em uma articulação entre o conhecimento pedagógico do professor, o conhecimento do conteúdo e das tecnologias, podendo ser um dos caminhos para fundamentar o ensino pautado pelo uso de recursos de tecnologia. Neste sentido, este trabalho busca, através de uma revisão do tipo Estado do Conhecimento, analisar quais Tecnologias Digitais têm sido utilizadas e estudadas no cenário educacional brasileiro, nos últimos cinco anos, em revistas especializadas em Ensino de Ciências e Tecnologia e na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD). Ao todo foram selecionados 73 trabalhos que exploraram o tema; estes foram analisados por meio de Análise de Conteúdo e observou-se que grande parte destes trabalhos indicam o potencial motivador e lúdico das Tecnologias Digitais ao serem trabalhadas na Educação Básica. Entretanto, é possível observar que a incorporação das TDs ainda enfrenta duas grandes barreiras no contexto nacional, a carência estrutural das escolas e a escassez de formação docente qualificada para trabalhar com estes recursos.

Palavras-chave: Recursos Digitais; Formação de Professores; TPACK; Educação Básica.

Abstract

Digital Technologies (DTs) have increasingly gained space in students' lives. However, their use in schools is still quite limited, as it requires teachers to have a broad set of knowledge and skills to incorporate them pedagogically into their classes in order to

support teaching and learning processes. Among the necessary knowledge areas, there must be an integration between the teacher's pedagogical knowledge, content knowledge, and technological knowledge, which gives rise to the TPACK model, a framework that can be used to support teaching practices grounded in the use of technological resources. The TPACK model consists of an articulation between pedagogical knowledge, content knowledge, and technological knowledge, and can serve as a pathway for structuring instruction based on the integration of technology. In this sense, this study seeks, through a State-of-the-Art literature review, to analyze which Digital Technologies have been used and studied in the Brazilian educational context over the past five years, focusing on journals specialized in Science and Technology Education and on the Brazilian Digital Library of Theses and Dissertations (BDTD). A total of 73 works addressing this topic were selected and analyzed using Content Analysis. The findings show that most of these studies highlight the motivational and playful potential of Digital Technologies when applied in Basic Education. However, it is also evident that the integration of DTs still faces two major barriers in the national context: the structural deficiencies in schools and the lack of adequate teacher training to effectively work with these resources.

Keywords: Digital Resources; Teacher Training; TPACK; Basic Education.

Resumen

Las Tecnologías Digitales (TDs) han ido ganando cada vez más espacio en la vida de los estudiantes. Sin embargo, su uso en las escuelas sigue siendo bastante limitado, ya que exige del profesorado un conjunto amplio de saberes y conocimientos para que puedan ser incorporadas pedagógicamente en las clases, con el fin de apoyar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Entre los conocimientos necesarios, es fundamental la articulación entre el conocimiento pedagógico del docente, el conocimiento del contenido y el conocimiento tecnológico, lo que da origen al modelo TPACK, que puede utilizarse como base para una enseñanza apoyada en el uso de recursos tecnológicos. El modelo TPACK consiste en una articulación entre el conocimiento pedagógico, el conocimiento del contenido y el conocimiento tecnológico, y puede ser una de las vías para fundamentar la enseñanza mediada por tecnologías. En este sentido, este trabajo tiene como objetivo, a través de una revisión del tipo Estado del Conocimiento, analizar qué Tecnologías Digitales han sido utilizadas y estudiadas en el escenario educativo brasileño en los últimos cinco años, centrándose en revistas especializadas en Enseñanza de las Ciencias y la Tecnología y en la Biblioteca Digital Brasileña de Tesis y Disertaciones (BDTD). En total, se seleccionaron 73 trabajos que abordaron el tema, los cuales fueron analizados mediante Análisis de Contenido, y se observó que gran parte de ellos señalan el potencial motivador y lúdico de las Tecnologías Digitales cuando se trabajan en la Educación Básica. No obstante, también se pudo observar que la incorporación de las TDs todavía enfrenta dos grandes barreras en el contexto nacional: las deficiencias estructurales de las escuelas y la falta de formación docente adecuada para trabajar con estos recursos.

Palabras-clave: Recursos Digitales; Formación de Profesores; TPACK; Educación Básica.

INTRODUÇÃO

As Tecnologias Digitais (TDs) têm ganhado, cada vez mais, espaço dentro dos contextos escolares. Nas aulas de Ciências e Biologia, podem tornar-se grandes aliadas dos professores no sentido de auxiliá-los a trabalharem os conteúdos, pois possibilitam explorá-los em uma infinidade de situações, sobretudo, em se tratando de conteúdos de natureza mais complexa, com nomenclaturas que, por vezes, não fazem parte do cotidiano dos estudantes e de fenômenos que exigem um grau elevado de abstração.

Para o ensino de Ciências e Biologia, as Tecnologias Digitais podem ser utilizadas no sentido de possibilitar aulas experimentais através da utilização dos computadores. Em casos em que as escolas não possuem laboratório de Ciências ou o laboratório é bastante precário, a utilização de simulações de fenômenos da natureza e/ou a visualização de organismos microscópicos em grandes escalas, por exemplo, pode representar uma alternativa para a aprendizagem de determinados conteúdos. Essa perspectiva pode levar ao rompimento de uma abordagem meramente conteudista que, por vezes, gera desinteresse nos alunos (Santos; Sousa, 2019).

Entretanto, Mishra e Koehler (2006) apontam que a simples incorporação das tecnologias não é suficiente para transformar os espaços e as práticas da escola; é necessário pensar e organizar um arcabouço de conhecimentos docentes para que a incorporação de novos recursos traga resultados positivos. Assim, estes autores propõem a construção do Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK). Este modelo busca, por meio da articulação entre o conhecimento pedagógico, do conteúdo e da tecnologia, construir um ensino pautado no uso de tecnologias de forma qualificada.

O framework TPACK é um quadro teórico promissor em relação ao papel das tecnologias -tradicionais ou transparentes e atuais ou emergentes– e a constituição docente, ancorando-se nas ideias de Shulman (1986; 2005), ampliando a relação do conhecimento pedagógico do conteúdo (PCK) (Bervian; Araújo, 2022, p. 434).

Conforme destacam acima Bervian e Araújo (2022), o TPACK tem como base o *Pedagogical Content Knowledge* (PCK) de Shulman (1986), acrescentando as noções

referentes ao uso de tecnologias e como estas interagem com os outros conhecimentos do PCK. O TPACK, de Mishra e Koehler (2006), diferencia-se de outros modelos teóricos que discutam o uso de tecnologias no ensino, pois em vez de tratar os conhecimentos base (Tecnológico, Pedagógico e do Conteúdo) de forma isolada, enfatiza as complexas interações destes três corpos de conhecimento e dos contextos (Mishra; Koehler, 2006; Bervian; Araújo, 2022).

Mishra e Koehler (2006) destacam que saber utilizar as tecnologias no cotidiano não garante ao docente o conhecimento para ensinar por meio da utilização das tecnologias, tendo em vista a rápida obsolescência destes novos recursos. Desta forma, o modelo requer do docente:

[...] compreensão da representação de conceitos utilizando tecnologias; técnicas pedagógicas que utilizam tecnologias de forma construtiva para ensinar conteúdos; conhecimento do que torna os conceitos difíceis ou fáceis de aprender e como a tecnologia pode ajudar a resolver alguns dos problemas que os alunos enfrentam; conhecimento dos conceitos prévios e teorias epistemológicas dos alunos; e conhecimento de como as tecnologias podem ser usadas para desenvolver o conhecimento existente e desenvolver novas epistemologias ou fortalecer as antigas (Mishra e Koehler, 2006, p. 1029).

Diante deste cenário, este trabalho busca, através de uma revisão do tipo Estado do Conhecimento, analisar quais Tecnologias Digitais têm sido utilizadas e estudadas no cenário educacional brasileiro, nos últimos cinco anos (2018 a 2022), em revistas especializadas em Ensino de Ciências e Tecnologia e na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD). Esta pesquisa foi motivada pela necessidade de aprofundamento do tema e para a compreensão da seguinte questão de pesquisa: Como os professores de Ciências e Biologia vêm incorporando os recursos tecnológicos digitais no contexto da prática pedagógica e de sala de aula?

METODOLOGIA

Este estudo é caracterizado como uma revisão do tipo Estado do Conhecimento; esse tipo de revisão possibilita ao pesquisador ampliar o entendimento sobre o tema que está sendo pesquisado, além de enriquecer a pesquisa (Azevedo, 2016).

Além disso, esta pesquisa apresenta uma abordagem, predominantemente, qualitativa.

Como critérios de seleção dos trabalhos, foram utilizados: i) publicações realizadas nos últimos cinco anos (2018 a 2022); ii) trabalhos publicados na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e em revistas especializadas no Ensino de Ciências e Tecnologia, classificadas com *qualis* A1 a B2; iii) trabalhos escritos em língua portuguesa; iv) apresentar recursos tecnológicos digitais voltados ao ensino de Ciências e Biologia.

A seleção dos trabalhos iniciou pela busca na BDTD por meio da utilização das palavras-chave: “Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs)”, “Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC)”, “Recursos Digitais” e “Ensino de Ciências e Biologia” que foram combinadas entre si através da utilização dos operadores booleanos “AND”. Nesta busca foram selecionados 12 trabalhos que incluíram teses e dissertações. Tendo em vista o número pouco expressivo de publicações nesta base de dados, decidiu-se pela busca de outros trabalhos em revistas especializadas na área do Ensino de Ciências e de Tecnologia. Para tanto foram selecionadas, aproximadamente, 52 revistas acadêmicas da área do Ensino de Ciências e Tecnologia, classificadas pela plataforma Sucupira, no quadriênio de 2013 a 2016 como *Qualis* A1 a B2¹. Após análise e busca por trabalhos que envolvessem a temática sobre as Tecnologias Digitais no ensino de Ciências e Biologia, foram selecionados 66 trabalhos em 21 revistas brasileiras, somando os 12 trabalhos selecionados anteriormente, chegando-se ao total de 73 publicações selecionadas. Importante salientar que 5 destes trabalhos apareceram tanto na revisão realizada na BDTD quanto na busca nas revistas, o que justifica o total de 73 trabalhos.

Todas as publicações selecionadas foram analisadas por meio de Análise de Conteúdo que, segundo Bardin (2011) são técnicas de análise das comunicações que buscam através de procedimentos sistemáticos e objetivos compreender características que estão por trás da mensagem ou do fragmento dos textos (Bardin, 2011, p.95).

¹ É importante destacar que este Estado do Conhecimento iniciou antes da mudança para as métricas atuais que foram publicadas em dezembro de 2022. Portanto, a escolha será por manter a pesquisa baseada no Quadriênio 2013 a 2016.

É importante destacar que a ausência de um capítulo específico de revisão teórica justifica-se pelo fato de que a proposta consiste em integrar as discussões teóricas, ao longo da análise e discussão dos dados, permitindo uma compreensão mais dinâmica dos resultados por meio do referencial TPACK utilizado neste trabalho. Em vez de uma revisão teórica tradicional, neste trabalho a análise do Estado do Conhecimento será realizada de maneira imersiva nas próprias discussões e evidências encontradas em associação com o que se observa na literatura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO DAS CATEGORIAS

A partir da pesquisa realizada nas bases de dados, foram selecionados um total de 73 trabalhos. Após a seleção, iniciou-se a análise e o tratamento dos dados, emergindo duas Categorias: “**Ensino/ Aprendizagem**” e “**Formação Docente Tecnológica e Digital**”. Como Subcategorias emergiram: “Recursos de Tecnologia Digital” e “Lacunas na formação inicial e continuada” e suas Unidades de Contexto, respectivamente, como pode ser observado no Quadro 1 a seguir.

Quadro 1- Categorias, Subcategorias e Unidades de Contexto que emergiram da análise qualitativa do Estado do Conhecimento.

Categoria	Subcategoria	Unidade de Contexto
ENSINO/ APRENDIZAGEM	Recurso de Tecnologia Digital	Alternativas para ensinar Biologia
		Motivação/ Interesse/ Curiosidade / Lúdico
FORMAÇÃO DOCENTE TECNOLÓGICA E DIGITAL	Lacunas na formação inicial e continuada	Falta de formação docente para trabalhar com as tecnologias

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Ensino e Aprendizagem

A categoria **Ensino e Aprendizagem** emergiu a partir das análises e das relações estabelecidas entre os trabalhos que fizeram uso das Tecnologias Digitais no espaço escolar como recurso alternativo para contribuir nos processos de ensino e aprendizagem dos alunos. Com isso, essa categoria apresenta trabalhos que trazem a perspectiva de utilização do recurso para superação do ensino tradicional e,

consequentemente, a associação da Tecnologia Digital com o caráter da inovação², rompendo com a ideia de um ensino cartesiano e pautado na memorização. Como subcategoria chegou-se a “Recursos de Tecnologia Digital”, uma vez que, conforme os resultados encontrados neste Estado do Conhecimento, acredita-se que esses recursos podem contribuir para os processos de ensino e aprendizagem e como unidades de contexto emergiram: Alternativas para ensinar Biologia e Motivação/Interesse/Curiosidade/Lúdico.

A unidade de contexto denominada Motivação/Interesse/Curiosidade/Lúdico ganha destaque pelo número significativo de trabalhos que apontaram o potencial das Tecnologias Digitais nas aulas de Ciências e de Biologia, no intuito de promover a motivação, o interesse e a curiosidade para os conteúdos trabalhados em aula. Mondin e Dias (2013), afirmam que aspectos como a motivação, o prazer, o afeto, o empenho, o interesse e a curiosidade podem favorecer o desenvolvimento cognitivo, uma vez que as questões emocionais e cognitivas são inseparáveis, conforme estudado por Piaget (1964). Desta forma, quando o estudante apresenta aspectos afetivos positivos como o interesse, a aprendizagem, especialmente de conceitos complexos, o conhecimento torna-se mais acessível (Mondin; Dias, 2013).

Logo, a motivação é um fator importante para a aprendizagem, uma vez que está intrinsecamente ligada ao amadurecimento dos processos psicológicos que impulsionam os estudantes a envolverem-se na busca do conhecimento. Um aluno motivado tende a se envolver em seu processo de aprendizagem, uma vez que se encontra mais disposto a enfrentar os desafios e alcançar o que está previsto na teoria sócio-histórico-cultural de Vigotski (1991) sobre a Zona de Desenvolvimento Proximal.

[...] a Zona de Desenvolvimento Proximal permite-nos delinear o futuro imediato da criança e seu estado dinâmico de desenvolvimento, propiciando

² Neste trabalho defende-se o conceito de inovação proposto por Cunha e Lucarelli (2005) que afirmam que a inovação pedagógica não se reduz à inclusão de aparatos digitais e tecnológicos, exige uma ruptura paradigmática no sentido de repensar e reestruturar as relações de ensino-aprendizagem, rompendo com a visão tradicional de ensino e reconfigurando o papel do professor e do aluno na construção de conhecimentos. Dessa forma, a integração crítica das Tecnologias Digitais pode favorecer a construção de formas alternativas de ruptura e novas formas de pensar os processos de ensino e de aprendizagem, enfatizando muito mais os contextos dos estudantes do que os instrumentos utilizados.

o acesso não somente ao que já foi atingido através do desenvolvimento, como também àquilo que está em processo de maturação. (Vigotski, 1991, p. 58).

Cabe ressaltar que a aprendizagem, segundo o autor, ocorre a partir daquilo que a pessoa já desenvolveu anteriormente e este desenvolvimento será sempre influenciado por fatores sociais. Com isso, utilizar recursos em sala de aula que proporcionem experiências positivas e suscitem nos estudantes aspectos afetivos positivos podem favorecer o desenvolvimento cognitivo dos mesmos. Neste sentido, alguns recursos tecnológicos digitais como as redes sociais (*Instagram, Whatsapp, YouTube*, etc), *blogs*, filmes, vídeos, *podcasts* por serem presentes no cotidiano dos estudantes podem ser bons aliados dos professores na aprendizagem de conceitos de Biologia, por exemplo.

Ao explorar trabalhos que versem sobre o uso de Tecnologias Digitais (TD), Almeida e Lopes (2019) evidenciam que diversas pesquisas estão sendo realizadas no sentido de mostrar como as TDs podem ser incorporadas nas aulas, a fim de motivar os estudantes e proporcionar melhores resultados nos processos de ensinar e aprender. Contudo, algumas pesquisas como as desenvolvidas por Leandro (2020); Neves (2020); Schimboski-Woidélla (2019); Lemos (2020), César et al (2021), Santos, et al. (2021) além de evidenciarem o aspecto motivador, ressaltam também a preocupação com os processos de ensino e aprendizagem de alunos e professores, a partir do uso destes recursos.

É importante compreender que o uso das TDs em aula não garantirá, por si só, a motivação do estudante. A motivação também está relacionada aos aspectos do contexto social em que este aluno está inserido, o nível de suporte social recebido por ele, uma vez que um estudante, por exemplo, com fome ou frio não sentirá motivação para aprender. Neste sentido, Leal (2018) ao avaliar a utilização de um laboratório virtual de aprendizagem em uma aula de Biologia observa que embora o recurso tenha sido apontado, por um pouco mais da metade da turma (63,66%), como facilitador da aprendizagem, apenas 27% concordam que o recurso os motivou.

As Tecnologias Digitais podem ser um recurso valioso em aula, porém necessita planejamento do professor, a fim de eliminar as eventuais barreiras que possam impedir o bom funcionamento das TDs durante as aulas (Santos *et al.*, 2021). Importante salientar que, muitas vezes, as TDs podem não despertar o desejo do aluno em aprender, porque é preciso compreender que saber usar uma TD é diferente de saber

ensinar a partir delas, e este é um fator que, possivelmente, poucos professores da Educação Básica apresentam compreensão.

Alguns autores como C  zar *et al.* (2021); Leal (2018); Souza, Sena e Filho (2019); L  rcio e Fonseca (2022), destacam que os recursos de Tecnologia Digital são boas ferramentas para trabalhar os conteúdos de forma lúdica. O lúdico pode ser um aliado importante do docente, por exemplo, na hora de explorar conteúdos com natureza mais complexa e que exigem do estudante um certo grau de abstra  o, como Trevizani e Benelli (2022) puderam perceber ao utilizarem um jogo de *Role-playing game* (RPG) digital para o ensino de Bioquímica Celular.

Além disso, a partir da análise dos trabalhos selecionados, para este Estado do Conhecimento, foram identificados aspectos como benefícios, desafios e potencialidades dos recursos de Tecnologia Digital para utiliza  o na Educa  o Básica. A seguir, são apresentadas as discussões da unidade de contexto denominada Alternativas para ensinar Biologia. Nela, são apresentadas as principais TDs que apareceram nos trabalhos selecionados e seus reflexos para a aprendizagem dos estudantes.

Foram citados/utilizados diversos recursos de Tecnologia Digital, entretanto, os jogos, o *quiz* e as estratégias de gamifica  o foram os mais utilizados, aparecendo em 20 dos 73 trabalhos pesquisados. Os recursos citados podem ser utilizados nas aulas para trabalhar uma infinidade de conteúdos de Ciências e Biologia. E por envolverem desafios, pontua  o e recompensas podem tornar as atividades mais atrativas, gerando motiva  o e envolvimento dos participantes (Laércio; Fonseca, 2022; Freire; Bueno; Namem, 2018).

Na seq  ncia os recursos audiovisuais (vídeos, filmes, séries, curta metragem, *podcast*) foram amplamente utilizados, sendo encontrados em 9 das 73 pesquisas selecionadas para este Estado do Conhecimento. Os recursos audiovisuais podem ser ferramentas de fácil acesso e manipula  o pelo docente, todavia o professor deve estar atento a forma como os conteúdos são abordados e se não apresentam erros conceituais. Rafalski *et al.* (2021) ao elaborarem vídeos com seus alunos observaram que ao empregarem esses recursos, além de terem gerado interesse pelos conteúdos de Ciências, tornaram as aulas mais dinâmicas, interativas e significativas.

Um fato que chamou a aten  o foi a baixa produ  o de trabalhos que exploraram a plataforma *YouTube*, haja vista que durante a pandemia muitos docentes fizeram uso desta plataforma. O   nico trabalho, dentre os selecionados, que utilizou este recurso foi o produzido por Alves (2019), um ano antes do início das atividades remotas e

explorou além do *YouTube* um *Blog*, a fim de disponibilizar materiais de apoio aos seus estudantes. Dentre os recursos de Tecnologia Digital, mencionados nesta pesquisa, foi interessante perceber que os *Blogs*, que à primeira vista parecem um recurso quase que em desuso, foram utilizados em 5 trabalhos. Esta ferramenta foi muito utilizada após o surgimento da *Web 2.0* na primeira década dos anos 2000 e multiplicaram-se, significativamente, por todo o mundo neste período (Marques, 2012). Apesar de terem sido recursos amplamente utilizados algum tempo atrás se esperava, com a velocidade como as Tecnologias Digitais têm se tornado obsoletas, que estes recursos já teriam sido superados por outras ferramentas.

Domingues, Santarém e Leda (2022) ao analisarem a utilização de um *Blog* como ferramenta para divulgação científica, destacam que o recurso pode se tornar uma excelente alternativa, pois está longe do crivo das grandes mídias, o que permite uma maior liberdade criativa, além de possibilitar ao professor explorar e discutir diferentes assuntos científicos, apresentar os conteúdos de diferentes formas, através de vídeos, fotos, áudios, textos, entre outros. Isso acaba facilitando o entendimento dos conteúdos por diferentes públicos, haja vista que ao ser publicado na internet torna-se um recurso de amplo acesso.

Contudo, é necessário a atenção do professor ao utilizar *Blogs* prontos ou ao produzir novos recursos, uma vez que incorporados às práticas pedagógicas eles passam a ser classificados como ferramenta educacional, ou seja, passam a servir como fonte de informação para que os alunos construam seus conhecimentos. Neste sentido, é importante qualificar este recurso, tanto em termos de estrutura, quanto de organização, ter fácil acesso às informações e aos conteúdos, ser elaborado em fonte (letras) de fácil leitura e entendimento, ter recursos coerentes com o que está sendo trabalhado, ser acessível às pessoas com deficiência e/ou com dificuldades de aprendizagem (Marques; Ramos, 2020). Além disso, é necessário a preocupação com o aprofundamento dos conteúdos, evitando erros conceituais e buscando uma apresentação mais envolvente para que o leitor se atente ao que está sendo apresentado.

Em 5 publicações, deste Estado do Conhecimento, também foram encontrados trabalhos que utilizaram Laboratórios Virtuais/Simuladores. Esses recursos podem ser importantes aliados dos professores de Ciências e Biologia, uma vez que possibilitam a realização de atividades experimentais e demonstrações mesmo em escolas que não possuem um laboratório de Ciências. Manipular seres vivos, fazer testagens que não podem ser realizadas facilmente de forma física ou visualizar estruturas e objetos que não poderiam ser observados em equipamentos mais simples como os que estão

disponíveis nas escolas geralmente (Leal, 2018) representam uma possibilidade interessante, sobretudo para as escolas públicas que não apresentam uma boa estrutura para oportunizar experiências diferenciadas aos seus alunos, nem tampouco formação adequada do corpo docente para a manipulação de determinados equipamentos (Lemos; Valle, 2019; Rocha *et al.*, 2018) .

Outro recurso utilizado, nos trabalhos selecionados, são as redes sociais, que aparecem em 5 trabalhos. Ferramentas como *Facebook*, *Whatsapp* e *Instagram* estão, cada vez mais, presentes no cotidiano dos alunos e inclusive têm ocupado um espaço importante nos processos educacionais. Schimboski-Woidélla (2019) afirma que:

Dependendo de como forem utilizadas na educação, elas [redes sociais] têm potencial para promover cooperação, interação social, interesse e motivação, sensação de pertencimento, sucesso acadêmico, suporte na aprendizagem, *feedback*, compartilhamento de informações (Schimboski-Woidélla, 2019, p.30).

As redes sociais, juntamente com os jogos digitais, são os recursos que, possivelmente, possuem a linguagem mais próxima a utilizada pelos estudantes (Schimboski-Woidélla, 2019), uma vez que muitas gírias/expressões incorporadas pelos jovens das gerações atuais surgem nestes espaços e contextos. Desta forma, estar na escola, para uma geração, cada vez mais, conectada ao mundo virtual, tem sido um desafio, uma vez que exige que se desconectem do meio digital e da forma de comunicação deste espaço para que se conectem com outra forma de interação em sala de aula com seus professores. Com isso, é necessário que os professores estabeleçam uma melhor comunicação com os estudantes, incorporando os espaços digitais nas suas práticas pedagógicas e, assim, consigam interagir de forma mais efetiva com seus estudantes (Schimboski-Woidélla, 2019).

Além disso, 4 publicações exploraram os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), tais como o *Moodle* e o *Google Classroom*. Os AVAs popularizaram-se, efetivamente, na Educação Básica no período da pandemia de COVID-19, quando foram utilizados como apoio pedagógico aos alunos e professores para a manutenção das atividades escolares. Essas ferramentas virtuais possibilitam que o professor disponibilize materiais, como textos, formulários, vídeos, jogos, entre outros recursos que podem ser acessados pelos alunos em diversos momentos e contextos, para além do espaço escolar (Schimboski-Woidélla, 2019).

Pedagogicamente, a utilização de um Ambiente Virtual de Aprendizagem:

[...] permite a interação, favorece a produção/construção e reconstrução do conhecimento, por meio de atividades colaborativas, avaliações aos pares que induzem a aprendizagem significativa, ou seja, configura-se como um fomentador da implementação de metodologias de aprendizagem ativa, permitindo a promoção do ensino híbrido (Santos; Nicolete; Silva, 2018, p.3).

Os Ambientes Virtuais também podem ser utilizados como uma ferramenta de comunicação entre professor e alunos em momentos para além da aula (Schimboski-Woidélla, 2019). Por esse motivo, podem ser utilizados, por exemplo, durante a suspensão das atividades presenciais, disponibilizando materiais complementares aos estudantes. Além disso, os AVAs são comumente utilizados em cursos de Educação à Distância (EaD) e em espaços que oferecem Educação Híbrida e para apoiar a Educação Inclusiva com a adaptação de recursos através de legendas, audiodescrição e formatos de leitura de tela.

Os recursos de realidade aumentada e objetos em 3D também foram explorados em 4 pesquisas selecionadas para este Estado do Conhecimento. Ao utilizar destes recursos para a complementação de explicações, por exemplo, estes podem servir como uma ferramenta de demonstração dos conceitos trabalhados em aula (Quinquiolo; Santos; Souza, 2020) e tornarem-se aliados do professor no ensino de Ciências e Biologia. Messias et al. (2018), afirmam que o uso livre de recursos de realidade aumentada possibilita que o estudante manipule o objeto, o que pode favorecer o despertar da criatividade. Além disso, Panke e Góes (2020) destacam que estes recursos podem ampliar a imaginação dos estudantes ao interagirem com a proposta desenvolvida pelo professor.

Os recursos de *chatbots* ou agentes conversacionais são recursos que não apareceram em um número significativo de pesquisas. Acredita-se que isto se deva ao fato de serem recursos que se popularizaram há pouco tempo, ou seja, em meados de 2017, devido aos avanços nos estudos sobre Inteligência Artificial. Estes recursos possuem potencial para auxiliar alunos e professores nos processos de ensino e aprendizagem em diferentes contextos escolares (Neves, 2020).

O *chatbot Linnaeus Bot* produzido por Neves (2020) em sua pesquisa, por exemplo, pode possibilitar que os estudantes façam perguntas sobre determinados conteúdos, contudo, há limitações, pois pode ser que alguns conceitos não sejam compreendidos completamente pelos estudantes mesmo com auxílio do recurso. Neste contexto, talvez seja interessante que os alunos sejam orientados a construir perguntas que sejam significativas e que de fato façam sentido ao que está sendo trabalhado em sala de aula.

Além disso, outras Tecnologias Digitais foram utilizadas/produzidas nos trabalhos selecionados nesta pesquisa em um número pouco expressivo entre elas: *sites*, nuvens de palavras, a ferramenta da *Microsoft @Powerpoint*, recursos de robótica, calculadora ambiental, coleção biológica virtual, livros digitais e aplicativos diversos. No entanto, é importante ressaltar que apesar do número reduzido de trabalhos encontrados, explorando tais recursos, eles também podem apresentar potencial para os processos de ensino e aprendizagem desde que o professor saiba ensinar por meio das TDs.

Quando se fala na utilização de recursos de TD, em sala de aula, é necessário salientar que a escola deve se preocupar com a segurança digital e a proteção dos dados dos alunos contra conteúdos que não são adequados. Além disso, o professor deve saber fazer uso responsável e adequado das TDs em sala de aula para que elas não se tornem uma fonte de distração dos estudantes.

Apesar das potencialidades que as TDs podem apresentar em âmbito educacional e pedagógico, percebe-se que estas ainda são pouco utilizadas em aula e quando exploradas o foco recai muito sobre o caráter motivador e lúdico da ferramenta. Todavia, as TDs também podem servir para desenvolver as funções psicológicas superiores, como a criatividade, análise de dados, abstração, a imaginação, entre inúmeras outras possibilidades que desenvolvem o cognitivo dos estudantes.

As funções psicológicas superiores estudadas por Vigotski (1991) são processos mentais produzidos pela atividade cerebral que ocorrem a partir da interação social, da mediação cultural e do uso de instrumentos e signos. As funções psicológicas podem ser percebidas, a partir do que Vigotski (1991) caracterizou como Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), entendida como a distância entre o que a criança/indivíduo consegue realizar sozinho e aquilo que ela precisa de apoio para realizar.

Neste sentido a mediação torna-se fundamental, pois a criança aprende mediada pela cultura e pela sociedade, uma vez que estas lhe oferecem um sistema de símbolos e significados para que a pessoa consiga compreender o mundo que o cerca e atuar nele. Esse sistema de símbolos e significados é também compreendido como instrumentos que possibilitam que as pessoas realizem tarefas cognitivas complexas. Através desse processo de mediação realizada pelos instrumentos, a pessoa é capaz de internalizar, fazendo com que as habilidades que antes lhe eram externas, como as mencionadas anteriormente, passem a fazer parte do repertório cognitivo (Vigotski, 1991).

Logo, a partir do estudo de Vigotski (1991) entende-se que saber usar as Tecnologias Digitais no cotidiano é muito diferente de saber ensinar por meio das TDs e talvez este seja um dos fatores para o baixo emprego destas ferramentas em sala de aula. E quando utilizadas ficam presas aos aspectos lúdicos, motivacionais e do despertar da curiosidade e pouco focadas em como se aprende a partir das TDs, apesar de se entender que esses aspectos também são importantes para a aprendizagem.

Mishra e Koehler (2006) entendem que ensinar é uma atividade complexa que tem base em diversos conhecimentos, com isso apontam a necessidade de pensar e discutir os conhecimentos dos professores para o uso adequado das Tecnologias Digitais no ensino, tendo em vista principalmente a emergência de novos recursos como a internet, jogos digitais, entre outros que são ferramentas que se atualizam rapidamente e que exigem do professor novas habilidades (Mishra e Koehler, 2006).

O TPACK ao integrar o conhecimento Tecnológico na base construída por Shulman (1986) - Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) - aponta a necessidade de pensar e discutir o ensino sem dissociá-lo do uso de recursos tecnológicos e digitais. Ainda, de acordo com os autores:

O TPACK é a base de um bom ensino com tecnologia e requer a compreensão da representação de conceitos usando tecnologias; técnicas pedagógicas que utilizam tecnologias de forma construtiva para ensinar conteúdo; conhecimento do que torna os conceitos difíceis ou fáceis de aprender e como a tecnologia pode ajudar a resolver alguns dos problemas que os alunos enfrentam; conhecimento do conhecimento prévio dos alunos e das teorias de epistemologia; e conhecimento de como as tecnologias podem ser usadas para desenvolver o conhecimento existente e desenvolver novas epistemologias ou fortalecer as antigas (Mishra e Koeler, 2006, p. 1029, *tradução nossa*).

Assim, um ensino bem estruturado, a partir de recursos de TD, requer pensar como as tecnologias se relacionam com o conhecimento pedagógico e do conteúdo de forma profunda, levando em consideração também as inter relações e articulações entre esses três conhecimentos. Defende-se o uso do TPACK, tanto nos espaços de formação de professores, quanto como ferramenta para a construção de uma base de conhecimento sólida para integração das tecnologias, especialmente as digitais no ensino e na prática docente.

Compreende-se que ainda são muitos os desafios para a incorporação das Tecnologias Digitais no ensino, entre eles, a carência na estrutura tecnológica digital e de comunicação que nem sempre está disponível a todos (Schlemmer e Moreira,

2020). Nesse sentido, Bottentuit Junior (2020) destaca que:

Em relação à adoção de tecnologias na educação ainda temos muitas barreiras a superar, entre elas a formação inicial e continuada dos professores que, muitas vezes, deixa a desejar nos aspectos de instrumentalizar o professor para estas novas realidades, bem como, a falta de infraestrutura de muitas escolas, a falta de políticas públicas que garantam o acesso aos recursos, e por fim, as desigualdades sociais que fazem com que muitos ainda não possuam os recursos necessários para a implementação na prática. (Bottentuit-Junior, 2020, p. 2).

Precisamos avançar muito em termos de infraestrutura e disponibilidade de tecnologias na Educação Básica, pois muitas escolas públicas ainda não possuem recursos como computadores, *notebooks*, *tablets*, projetores multimídia à disposição para a maioria dos professores e alunos. Assim, como em tantas outras escolas, estes recursos estão sucateados pela falta de manutenção e atualização. Ferreira (2020), destaca que entre as frentes urgentes para discussão em relação à incorporação das Tecnologias Digitais nas escolas brasileiras está o investimento em projetos de informatização através de recursos nacionais mais baratos e sustentáveis.

Outra questão preocupante consiste na conexão a uma internet de qualidade que possibilite aos alunos e professores acessarem recursos *on-line*, por exemplo, com tranquilidade. Quanto a este aspecto Bottentuit Junior (2020) argumenta que:

[...] a internet de qualidade nas escolas (principalmente as públicas) ainda é um grande gargalo a ser superado no nosso país. Em outros casos, os alunos não possuem pacotes de internet móvel ou as escolas e instituições não oferecem acesso (ou quando oferecem nem sempre é de qualidade) (Bottentuit-Junior, 2020, p.13-14).

Assim, compreende-se que para que as Tecnologias Digitais se façam mais presentes nas práticas dos professores também é fundamental a presença de boa infraestrutura nas escolas, tanto com relação à existência de equipamentos, quanto de internet de qualidade.

Formação Docente Tecnológica e Digital

A segunda categoria denominada **Formação Docente Tecnológica e Digital** emergiu a partir das percepções e considerações discutidas, nos trabalhos selecionados para esta pesquisa, de que existem lacunas na formação do professor (subcategoria) o que justificaria o não uso dos recursos de Tecnologia Digital em sala de aula. A partir dessas percepções emergiu a unidade de contexto denominada Falta de Formação Docente para Trabalhar com as Tecnologias.

O quesito “formação” apareceu em muitos trabalhos, cuja justificativa dos professores para a não utilização das TDs seria por não se sentirem seguros para uso destes recursos. A temática apareceu em 16 trabalhos dos 73 selecionados para análise, proporção menor se comparada à categoria anterior, no entanto não menos importante, sendo discutida por autores como Alves (2019) e Ferreira(2020).

Embora os docentes venham incorporando as Tecnologias Digitais em suas aulas, o tema ainda permanece desafiador para os professores brasileiros que apontam a necessidade de qualificação (Leandro, 2020). Vilas Bôas, Nascimento Junior e Moreira (2018), observam que os professores justificam o não uso de recursos audiovisuais ou do laboratório de informática pela falta de “treinamento”. Os autores também apontam que os professores que tiveram interesse em buscar formação em Tecnologias Digital, buscaram por conta própria.

Alves (2019), por sua vez, chama a atenção para a carência de formação tecnológica nos cursos de licenciatura, o que acaba por dificultar que os futuros professores utilizem as TDs em suas aulas pelo simples fato de desconhecerem ou não compreenderem como utilizá-las de forma pedagógica. Neste contexto, Persich (2019, p.171) destaca que:

[...] sobremaneira, é urgente que desde a formação inicial de professoras estejam incluídas as estratégias de ensino com uso de TDIC, voltadas para a integração curricular das TDIC para que seja possível dar conta do desafio da promoção da educação científica contextualizada para as juventudes atuais.

Além disso, Santos *et al.* (2021, p. 344) defendem que:

Do cenário atual emerge a necessidade do investimento em formação inicial e contínua, políticas públicas inclusivas e ações afirmativas, em prol da superação das desigualdades sociais, objetivando a ressignificação de um ensino de qualidade e que envolva uma didática com Tecnologias Digitais, uma vez que as culturas digitais e as TD constituem-se de temas integradores que potencializam o processo de ensino-aprendizagem (Santos *et al.*, 2021 p. 344).

Entende-se que esta busca por atualização deveria ser presente na carreira docente. Bottentuit-Junior (2020), destaca que mesmo em escolas onde as Tecnologias Digitais são presença constante, ainda é possível encontrar professores reticentes às mudanças, reproduzindo modelos tradicionais de ensino e sendo

contrários ao uso de tecnologias, muitas vezes, justificada pela falta de formação.

Além disso, Schimboski Woidélla (2019, p.23) argumenta que:

A mudança na prática pedagógica necessita ser uma iniciativa do professor, precisa ter uma mudança na sua metodologia, a qual é adquirida por meio da busca por conhecimento, por letramento digital, por formação, pois o simples uso da tecnologia não significa uma prática inovadora.

A busca por formação continuada para o uso pedagógico das TDs é um desafio no contexto nacional, uma vez que grande parte dos professores encontram-se sobrecarregados pela demanda excessiva de trabalho e, nesta perspectiva, muitas vezes, não encontram apoio da direção da escola, nem tampouco da Secretaria de Educação para que consigam realizar esses cursos. Moran (s.d.) retrata essa realidade ao afirmar que:

Os professores percebem que precisam mudar, mas não sabem bem como fazê-lo e não estão preparados para experimentar com segurança. Muitas instituições também exigem mudanças dos professores sem dar-lhes condições para que eles as efetuem. Frequentemente algumas organizações introduzem computadores, conectam as escolas com a internet e esperam que só isso melhore os problemas do ensino. Os administradores frustram-se ao ver que tanto esforço e dinheiro empatados não se traduzem em mudanças significativas nas aulas e nas atitudes do corpo docente (Moran, s.d., p.2).

Por outro lado, as atualizações das matrizes curriculares dos cursos de formação de professores, muitas vezes, não acompanham as necessidades presentes nas escolas. Neste caso, acaba sendo necessário os professores, em exercício nas escolas, buscarem por qualificação, a fim de que para além de possuírem o conhecimento das Tecnologias Digitais, aprendam a utilizar estes recursos para auxiliar seus alunos nos processos de ensino e de aprendizagem (Leal, 2018).

Nesta perspectiva o modelo Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK), surgiu como um arcabouço teórico que precisa ser de conhecimento dos docentes, para que estes possam fazer uso pedagógico das Tecnologias Digitais, uma vez que estas estão cada vez mais, presentes na vida dos alunos. Cibotto e Oliveira (2017), ao analisarem o trabalho desenvolvido por Harris *et al.* (2009) evidenciam que não há uma única alternativa para a incorporação das tecnologias às práticas pedagógicas; o bom funcionamento da aula ocorre quando o

docente consegue articular de forma flexível o conteúdo, as práticas pedagógicas e a tecnologia, levando em consideração as complexidades de cada um desses elementos e de suas inter-relações.

São justamente essas interrelações entre estes três conhecimentos (pedagógico, tecnológico e do conteúdo) que diferenciam o TPACK de outros modelos teóricos. (Cibotto; Oliveira, 2017). Ainda, Cibotto e Oliveira (2017) destacam que o professor ao aderir ao TPACK precisa elaborar atividades que empreguem, adequadamente, uma tecnologia ou várias tecnologias, a fim de atender uma intencionalidade pedagógica e um objetivo de aprendizagem para que os alunos consigam compreender o conteúdo curricular que está sendo apresentado por meio das TDs.

Com isso, o docente precisa estar preparado para os imprevistos que o uso de Tecnologias Digitais pode acarretar. Além de saber utilizar esses recursos para auxiliar os estudantes em suas dificuldades de aprendizagem e estar atento às novas formas de relação entre professor e aluno, especialmente aquelas que emergem dos contextos digitais (Cibotto e Oliveira, 2017).

É importante ressaltar que o professor não terá o domínio de todas as tecnologias que surgem, mas deve estar atento em como empregá-las para atender seus objetivos pedagógicos. Também, é importante perceber que o TPACK não será a salvação de todos os problemas referentes à incorporação das TDs na escola, contudo pode auxiliar os professores a compreenderem como incorporá-las na sua prática, a fim de qualificar os processos de ensino e aprendizagem.

CONCLUSÕES

A incorporação das Tecnologias Digitais no ensino de Ciências e Biologia pode trazer muitos benefícios para o ensino e a aprendizagem, pois possibilita a exploração dos conteúdos, pelos professores, de diferentes formas, além de aproximar os estudantes da linguagem utilizada nos meios digitais. Entretanto, no contexto nacional uma série de desafios ainda se apresentam, como a carência na infraestrutura tecnológica das escolas e a falta de formação dos professores, sendo talvez os mais preocupantes, tornando-se urgente, portanto, a atenção a esta temática.

Devido a carência tecnológica na formação docente, o emprego de TDs nos contextos de ensino ainda fica bastante associado aos aspectos como a motivação, o interesse, a curiosidade e o lúdico. Esses aspectos são importantes para a aprendizagem, mas não podem ser os únicos, haja vista a necessidade de ampliar o conhecimento dos professores para o uso pedagógico das TDs, a fim de que tenham clareza quanto ao processo de aprendizagem mediado pelas Tecnologias Digitais. Com isso, defende-se a necessidade de preparar os professores para o ensino com tecnologias. Logo, o *framework* TPACK parece ser uma proposta promissora para auxílio dos professores no que tange à construção de conhecimento necessária para a articulação dos conhecimentos Tecnológico, Pedagógico e do Conteúdo em suas práticas pedagógicas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. M. M.; LOPES, P. T. C. Sequência didática eletrônica com testes adaptativos para o ensino de Ecologia do Ensino Fundamental numa plataforma de ensino. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 18, n. 1, p. 1-18, 2019. Disponível em: http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen18/REEC_18_1_1_ex1081.pdf. Acesso em: 22 nov. 2022.

ALVES, V. S. **Utilização das tecnologias da informação e comunicação como ferramentas para melhoria do aprendizado nas aulas de biologia**. 2019. 40 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2019.

AZEVEDO, D. Revisão de Literatura, Referencial Teórico, Fundamentação Teórica e Framework Conceitual em Pesquisa – diferenças e propósitos. **Working Paper**, 2016. Disponível em: <https://unisinos.academia.edu/DeboraAzevedo/Papers>. Acesso em: 6 dez. 2022.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Tradução Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2011.

BERVIAN, P. V.; ARAÚJO, M. C. P. de. Investigação-formação-ação no Ensino de Ciências: perspectivas para a constituição do TPACK dos professores. **Revista Insignare Scientia**, v. 5, n. 3, p. 431-444, 2022. DOI: 10.36661/2595-4520.2022v5n3.12845.

Disponível em: <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/12845>. Acesso em: 10 abr. 2025.

BOTTENTUIT JUNIOR, J. B. Aplicativos de interação em sala de aula: análise de

três possibilidades pedagógicas com recursos digitais. **Revista Cocar**, v. 14, n. 30, 2020. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/3313>. Acesso em: 24 nov. 2022.

CÉZAR, A. C. M. S. et al. A utilização do curta-metragem “Que Saco!” como proposta pedagógica no ensino de Ciências. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 3, p. 577-588, 2020. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/845/879>. Acesso em: 26 out. 2022.

CIBOTTO, R. A. G.; OLIVEIRA, R. M. M. A. TPACK – conhecimento tecnológico e pedagógico do conteúdo: uma revisão teórica. **Imagens da Educação**, v. 7, n. 2, p. 11- 23, 2017. DOI: 10.4025/imagenseduc.v7i2.34615.

DOMINGUES, V. S. P.; SANTAREM, W. M.; LEDA, L. R. O uso da ferramenta blog como estratégia de divulgação científica para o ensino de ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, v. 15, p. 1-17, 2022. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/13774/pdf>. Acesso em: 13 out. 2022.

FERREIRA, D. Ensinar e aprender Ciências por problematização nas séries iniciais usando TDIC: metodologias e práticas de cMooc como alternativa em tempos de crise. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 10, n. 3, 2020. Disponível em: <https://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/6591/3317>. Acesso em: 8 out. 2022.

FREIRE, B. A.; BUENO, C.; NAMEN, A. A. Uma proposta diferenciada de um jogo digital para educação ambiental de crianças. **Educação Ambiental em Ação**, v. 16, n. 62, dez. 2017/fev. 2018. Disponível em:

<http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=3001>. Acesso em: 23 nov. 2022.

LÁERCIO, F. G. S.; FONSECA, L. R. O. da. O processo de desenvolvimento de jogos digitais para a efetivação da educação ambiental. **Educação Ambiental em Ação**, v. 20,

n. 78, 2022. Disponível em: <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=4271>. Acesso em: 22 nov. 2022.

LEAL, A. J. **Uso de laboratório virtual e de metodologias diversificadas no ensino de Biologia Celular**. 2018. 142 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018.

LEANDRO, E. J. **O uso de tecnologia da informação e comunicação (TIC) no ensino de Biologia**. 2020. 193 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática – PPGECEM) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2021.

LEMOS, P. B. M. Auxiliando dificuldades de aprendizagem apontadas por alunos do ensino médio por meio de objetos virtuais de aprendizagem. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 13, n. 1, p. 3–21, 2020. DOI: 10.46667/renbio.v13i1.265.

Acesso em: 18 nov. 2022.

LEMOS, R. A.; VALLE, M. G. do. Simulações de tipagem sanguínea com uso de TDIC: contribuições para o ensino de Ciências. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 30, 2019. Disponível em: <https://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2019/12/Art9-Ano-11-vol30- Novembro-2019.pdf>. Acesso em: 10 out. 2022.

MARQUES, M. S. C. **O blog como meio de comunicação: origem, apropriações e horizontes da blogosfera na sociedade contemporânea**. 2012. 183 f. Tese (Doutorado em Comunicação e Semiótica) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/bitstream/handle/4459/1/Marcia%20Siqueira%20Costa%20Marques.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2023.

MARQUES, C. M. L.; RAMOS, L. A. Blog – uma importante ferramenta para a educação ambiental: análise de blogs de educação ambiental para educadores. **Educação Ambiental em Ação**, v. 19, n. 72, set./nov. 2020. Disponível em: <https://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=3998>. Acesso em: 13 out. 2022.

MESSIAS, T. F. et al. Corpo Humano 3D: aplicativo para uso de realidade aumentada. **Revista Tecnologias na Educação**, ano 10, v. 26, n. 26, p. 208-228, set. 2018. Disponível em: <https://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2018/09/Art12-vol.26-EdicaoTematicaVIII-Setembro2018.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2022.

MISHRA, P.; KOEHLER, M. J. **Technological Pedagogical Content Knowledge: a framework for teacher knowledge**. **Teachers College Record**, v. 108, n. 6, p. 017– 1054, 2006. Disponível em: <https://punyamishra.com/wp-content/uploads/2008/01/mishra-koehler-tcr2006.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2024.

MONDIN, E. M. C.; DIAS, C. L. A profissão docente sob diferentes concepções psicológicas: o enfoque construtivista e o socioconstrutivista. **Psicologia Argumento**, v. 31, n. 74, p. 483-494, jul./set. 2013. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-745354>. Acesso em: 20 out. 2023.

MORAN, J. M. **A integração das tecnologias na educação**. [s. d.]. Disponível em: http://www2.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias_eduacao/integracao.pdf. Acesso em: 15 fev. 2023.

NEVES, K. O. G. **Uma abordagem pedagógica baseada em Vygotsky com tecnologias digitais de informação e comunicação para o ensino de Biologia**. 2020. 109 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2020.

PANKE, T. F.; GÓES, A. R. T. Realidade aumentada como recurso didático para o ensino e aprendizado de escalas planetárias e estelares. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 1, p. 301-316, 2020. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/506>. Acesso em: 6 nov. 2022.

PERSICH, G. D. O. Jogo virtual como ferramenta para o ensino-aprendizagem de Citologia no Ensino Médio. **Revista Insignare Scientia**, v. 2, n. 3, p. 165-172, 2019.

PIAGET, J. **Seis estudos de psicologia**. Rio de Janeiro: Forense, 1964.

QUINQUIOLO, N. C. R.; SANTOS, C. A. M.; SOUZA, M. A. Uso de software de realidade aumentada como ferramenta pedagógica: apresentação do aplicativo Virtual Tee. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, v. 13, n. 2, p. 328-345, 2020. DOI: 10.46667/renbio.v13i2.309. Acesso em: 13 set. 2022.

RAFALSKI, C. et al. Utilização de vídeo educativo sobre clonagem no ensino de Ciências. **ENCITEC – Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**, v. 11, n. 3, p. 119- 131, 2021.

ROCHA, J. C. T. et al. TIC no ensino-aprendizagem do ciclo da água: uma proposta transversal no Ensino Médio. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 16, n. 1, 2018. DOI: 10.22456/1679-1916.86057. Disponível em:

<https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/86057>. Acesso em: 13 out. 2022.

SANTOS, A. C. dos; NICOLETE, P. C.; SILVA, J. B. AVEA integrado a uma proposta de sala de aula invertida: percepção de alunos do Ensino Médio. **Revista Tecnologias na Educação**, ano 10, v. 25, jul. 2018. Disponível em: <https://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2018/07/Art5-vol.25-Junho-2018.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2022.

SANTOS, C. M. dos et al. Alfabetização científica com tecnologias digitais: possibilidades e práticas pedagógicas. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 3, p. 343-353, 2021. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/1014/865>. Acesso em: 14 set. 2022.

SANTOS, J. R. S. dos; SOUZA, B. T. C. A utilização das tecnologias da informação e comunicação no ensino de Biologia: uma revisão bibliográfica. **Id on Line: Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, v. 13, n. 45, p. 40-59, 2019. DOI: 10.14295/online.v13i45.1799. Disponível em: <https://online.emnuvens.com.br/id/article/view/1799>. Acesso em: 14 set. 2022.

SCHIMBOSKI-WOIDÉLLA, E. **Uso do ambiente virtual de aprendizagem como ferramenta auxiliar no processo de ensino-aprendizagem**. 2019. 89 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

SCHLEMMER, E.; MOREIRA, J. A. M. Ampliando conceitos para o paradigma de educação digital OnLIFE. **Interações**, p. 103-122, 30 dez. 2020. DOI: 10.25755/INT.21039. Disponível em:

Recebido em: 11/04/20224

e14345

22

Aceito em: 17/08/2026

<https://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/21039>. Acesso em: 5 jul. 2023.

SCHULMAN, L. S. **Those who understand: knowledge growth in teaching. Educational Researcher**, v. 12, n. 2, p. 4-14, 1986. Disponível em: http://www.fisica.uniud.it/URDF/masterDidSciUD/materiali/pdf/Shulman_1986.pdf. Acesso em: 4 dez. 2023.

SOUZA, M. S.; SENA, E. M. S.; FILHO, A. S. Álbum de figurinhas online como ferramenta de educação ambiental em museu de Biologia. **Informática na Educação: Teoria & Prática**, v. 22, n. 1, 2019. DOI: 10.22456/1982-1654.88672. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/InfEducTeoriaPratica/article/view/88672>. Acesso em: 22 nov. 2022.

VILAS BÔAS, R. C.; NASCIMENTO JUNIOR, A. F.; MOREIRA, F. M. S. Utilizaçãode recursos audiovisuais como estratégia de ensino de Microbiologia do Solo nos ensinos fundamental II e Médio. **Revista Práxis**, v. 10, n. 19, jun. 2018. Disponível em: <https://revistas.unifoa.edu.br/praxis/article/view/691/1803>. Acesso em: 11 nov. 2022.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 4. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1991.