

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Educação
Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática
Mestrado Profissional



Dissertação

**Recursos de Tecnologia Digital como mediadores dos processos de
ensino e aprendizagem de Biologia**

Maria Eduarda Domingues Sperotto

Pelotas, 2024

Maria Eduarda Domingues Sperotto

**Recursos de Tecnologia Digital como mediadores dos processos de ensino
e aprendizagem de Biologia**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Francele de Abreu Carlan

Pelotas, 2024.

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação da Publicação

S749r Sperotto, Maria Eduarda Domingues

Recursos de tecnologia digital como mediadores dos processos de ensino e aprendizagem de Biologia [recurso eletrônico] / Maria Eduarda Domingues Sperotto ; Francelle de Abreu Carlan, orientadora. — Pelotas, 2024.

120 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas, 2024.

1. Recursos Digitais. 2. Ensino de Biologia. 3. Educação Básica. 4. Formação de Professores. I. Carlan, Francelle de Abreu, orient. II. Título.

CDD 574.07

Maria Eduarda Domingues Sperotto

Recursos de Tecnologia Digital como mediadores dos processos de ensino e aprendizagem de Biologia

Dissertação aprovada, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 13 de dezembro de 2024

Banca examinadora:

Prof(a). Dr(a) : Francele de Abreu Carlan
(Orientador(a))

Doutor(a) em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)

Prof(a). Dr(a) Alline Bettin de Oliveira
Doutor(a) em Ciências da Educação pela Universidade do Minho

Prof. Dr Christiano Martino Otero Ávila
Doutor em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Lui Nörnberg
Doutor em Educação pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos

Dedicatória

Dedico esta pesquisa a meu avô, Quinca, que sem saber ler me ensinou a compreender as voltas do mundo e a todos que acreditam que a mudança está na educação.

Agradecimentos

Não poderia iniciar esses agradecimentos, se não pela minha orientadora, Dr^a Francele de Abreu Carlan, meu exemplo de educadora, que acredita no poder transformador da educação por me conduzir brilhantemente na construção desta pesquisa e pela contribuição positiva na construção da mulher que sou hoje.

À meus pais, Jomari e Marcelino, que com amor e dedicação foram os meus maiores apoiadores na minha formação e na realização de todos meus sonhos. A minha Irmã, Maria Alice, minha inspiração e a quem devo muito do gosto pelo estudo e pela leitura. Às minhas avós Sone e Maria, por seu amor e carinho, por torcerem e orarem por mim e pelo meu sucesso.

Às minhas colegas e amigas do PPGECM, Natanna, Selenia e Patrícia, que foram companheiras inseparáveis e com as quais dividi muitos momentos de alegria durante o mestrado.

Aos professores do PPGECM, em especial aos Professores Lui Nörnberg e Christiano Martino Otero Ávila, pelos insights maravilhosos para a construção deste trabalho. E aos professores Camila Copetti e Gustavo Marques da Costa, pela inspiração do tema de pesquisa e por serem os primeiros a me incentivarem no caminho da pesquisa científica.

À Professora Dr^a Aline Bettin, pelo aceite em participar da banca e por acreditar sempre em meu trabalho.

À professora Claudia Escalante Medeiros pela generosidade em dividir seu conhecimento, por me auxiliar nos caminhos epistemológicos do TPACK e pelas preciosas contribuições na construção desta pesquisa.

À meu amor, Felipe, meu companheiro e incentivador, por não ter me deixado desistir, por me ajudar a organizar minha bagunça e ser um ouvinte atento às infinitas horas de divagação.

À Nossa Senhora Aparecida, confidente de todas as horas, à Deus por me dar luz, discernimento e sabedoria e a todos os demais mestres terrenos e espirituais que me auxiliaram a construir essa pesquisa, ela com toda a certeza não é só minha.

Resumo

SPEROTTO, Maria Eduarda Domingues. **Recursos de Tecnologia Digital como mediadores dos processos de ensino e aprendizagem de Biologia**. Orientadora: Francele de Abreu Carlan. 2024. 120f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2023.

Esta dissertação consistiu em compreender se e como os professores de Biologia de escolas públicas do município de Pelotas/RS vêm fazendo uso dos recursos tecnológicos digitais no período pós-pandêmico, bem como o papel que as Tecnologias Digitais têm ocupado no planejamento das aulas dos docentes. O emprego de recursos tecnológicos, no espaço escolar, pode tornar a aprendizagem mais ativa, o ensino mais dinâmico e proporcionar outros espaços de aprendizagem, além da sala de aula tradicional. No ensino de Biologia, por exemplo, os recursos de Tecnologia Digital (TD) podem auxiliar o professor no ensino de conteúdos complexos e abstratos, assim como proporcionar diversas experiências sem ser necessário sair do espaço da escola. Nesta pesquisa, a abordagem metodológica utilizada, é predominantemente qualitativa do tipo exploratório-descritiva e como instrumentos de coleta de dados, foram utilizadas uma entrevista semi-estruturada com professores de Biologia de escolas públicas do município de Pelotas/RS e a análise bibliográfica para revisão do Estado do Conhecimento realizada em bases de dados como Portal de Periódicos da Capes, Google acadêmico, Scielo e em revistas especializadas em ensino de Ciências. Para análise dos dados produzidos foi utilizada Análise de Conteúdo. Como resultados encontrou-se na revisão do Estado do Conhecimento e na entrevista com os professores de Biologia que há algumas barreiras para a efetiva utilização de recursos de Tecnologia Digital (TD) em aula, entre elas: carência estrutural das escolas (ausência de bons computadores e de internet), sobrecarga de trabalho dos professores que alegam não ter tempo para o planejamento de aulas mais elaboradas e falta de formação dos docentes que não se sentem preparados, por vezes, para a utilização das TDs. Também, percebeu-se, durante as análises, que os professores ainda apresentam uma concepção limitada quanto ao emprego das TDs, reduzindo-as apenas a fatores como a motivação e o interesse dos alunos. Raríssimos trabalhos analisados evidenciaram a preocupação com os aspectos pedagógicos que as tecnologias podem envolver para o desenvolvimento da aprendizagem e da adequada transposição didática dos conhecimentos de Biologia. Além disso, os professores entrevistados, de forma geral, afirmaram incorporar recursos tecnológicos em suas aulas, embora bastante tradicionais, como *slides*, vídeos e alguns recursos do *Google* como *Google Forms*, possivelmente heranças do período de ensino remoto durante a pandemia da COVID 19.

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

Abstract

SPEROTTO, Maria Eduarda Domingues. **Digital Technology Resources as mediators of Biology teaching and learning processes**. Advisor: Francele de Abreu Carlan. 2024. 120f. Dissertation (Professional master's degree in science teaching) – Faculty of Education, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2023.

This dissertation aimed to understand whether and how Biology teachers in public schools in the municipality of Pelotas/RS have been using digital technological resources in the post-pandemic period, as well as the role that Digital Technologies have played in lesson planning. The use of technological resources in schools can make learning more active, teaching more dynamic, and provide additional learning spaces beyond the traditional classroom. In Biology teaching, for example, Digital Technology (DT) resources can help teachers address complex and abstract content and offer various experiences without leaving the school premises. This research employed a predominantly qualitative, exploratory-descriptive methodological approach. Data collection instruments included a semi-structured interview with Biology teachers from public schools in Pelotas/RS and a bibliographic analysis for a State of Knowledge review conducted in databases such as the CAPES Periodicals Portal, Google Scholar, SciELO, and journals specialized in Science Education. Content Analysis was used for data interpretation. The results from the State of Knowledge review and the interviews with Biology teachers revealed some barriers to the effective use of Digital Technology (DT) resources in classrooms. These include structural deficiencies in schools (lack of quality computers and internet access), teachers' workload, which they claim leaves no time for planning more elaborate lessons, and a lack of training, with some teachers feeling unprepared to use DTs. Furthermore, the analysis showed that teachers still have a limited understanding of the potential of DTs, often reducing them to factors such as student motivation and engagement. Very few studies analyzed highlighted the concern about the pedagogical aspects of technologies for fostering learning and adequately adapting Biology knowledge for classroom instruction. In addition, the interviewed teachers generally reported incorporating technological resources into their classes, although these remain quite traditional, such as slides, videos, and some Google tools like Google Forms, likely remnants of remote teaching practices during the COVID-19 pandemic.

Keywords: Digital Resources; Teaching Biology; Basic Education; Teacher Training

Lista de Quadros

Quadro 1	Publicações encontradas nas bases de dados	37
Quadro 2	Publicações encontradas na BDTD	38
Quadro 3	Número de trabalhos selecionados nas 21 revistas especializadas em ensino de Ciências e Tecnologia	43
Quadro 4	Categorias que emergiram da análise qualitativa do Estado do Conhecimento	49
Quadro 5	Modelo de ação e raciocínio pedagógicos	68
Quadro 6	Níveis do Contexto, conforme, Porras-Hernández e Salinas-Amescua (2013)	79
Quadro 7	Síntese dos componentes TPACK	80
Quadro 8	Categorização das entrevistas definidas <i>a priori</i>	85

Lista de Figuras

Figura 1	Gráfico com a distribuição dos trabalhos entre os diferentes níveis de ensino e as especificidades apresentadas	45
Figura 2	Gráfico contendo o percentual de trabalhos sobre a temática “Tecnologia Digital” no ensino de Ciências e/ou Biologia organizados pelo ano de publicação	46
Figura 3	Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo (TPACK)	69

Lista de Abreviaturas e Siglas

AC	Análise de Conteúdo
AVA	Ambiente Virtual de Aprendizagem
BDTD	Biblioteca Digital de Teses e Dissertações
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CEED/RS	Conselho Estadual de Educação do Rio Grande do Sul
CIED	Centros de Informática na Educação
CK	Conhecimento do Conteúdo
CNE/CP	Conselho Nacional de Educação
CTS	Ciência Tecnologia e Sociedade
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
EaD	Educação à Distância
EREBIO	Encontro Regional de Ensino de Biologia
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
IST's	Infecções Sexualmente Transmissíveis
IFFAR	Instituto Federal Farroupilha
IFSul	Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-rio-grandense
LDB	Lei de Diretrizes e Bases

LVA	Laboratório Virtual de Aprendizagem
LVBC	Laboratório Virtual de Biologia Celular
MEC	Ministério da Educação
NIT	Novas Tecnologias da Informação
OMS	Organização Mundial da Saúde
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCK	Conhecimento Pedagógico do Conteúdo
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PK	Conhecimento Pedagógico
PNED	Política Nacional de Educação Digital
PPGECM	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
PRONINFE	Programa Nacional de Informática Educativa
RPG	Role-playing Game
SIGAA	Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas
SMED	Secretaria Municipal de Educação e Desporto
TCK	Conhecimento Tecnológico do Conteúdo
TDs	Tecnologias Digitais
TDIC	Tecnologias Digitais da informação e Comunicação

TIC	Tecnologia da Informação e Comunicação
TK	Conhecimento Tecnológico
TPACK	Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo
TPK	Conhecimento Pedagógico Tecnológico
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

Sumário

1 Introdução.....	13
2 Justificativa e Problema de Pesquisa.....	17
3 Trajetória Acadêmica e Profissional.....	18
4 Objetivos.....	21
4.1 Objetivo Geral.....	21
4.2 Objetivos Específicos.....	22
5. Fundamentação Teórica.....	22
5.1 Breve histórico das Tecnologias na educação e do Ensino de Ciências.....	22
5.2 Estado do Conhecimento.....	32
5.3 O Estado do Conhecimento a partir do estudo quantitativo dos dados da pesquisa..	39
5.4 Análise Qualitativa dos Trabalhos Analisados no Estado do Conhecimento.....	44
5.4.1 Ensino e Aprendizagem.....	46
5.4.2 Formação Docente Tecnológica e Digital.....	58
5.5 O TPACK como possibilidade de avanço no emprego das Tecnologias Digitais no ensino.....	64
6. Metodologia.....	82
7. Analisando as entrevistas com os docentes.....	85
7.1 Categorias de Análise.....	86
8. Pensando um curso de Formação.....	102
9. Considerações Finais.....	103
Referências.....	106
Apêndices.....	121

1 Introdução

A grande maioria das pesquisas que exploram as tecnologias no ensino indicam o seu potencial transformador no cotidiano da sociedade (Kenski, 2007; Krasilchik, 2000; Moran, 2013; Mishra e Koehler, 2006). Talvez esse seja o ponto que fez surgir, em mim, uma viva curiosidade de como as tecnologias podem atuar tão disruptivamente à medida que há avanços no desenvolvimento tecnológico e cultural.

As tecnologias sempre estiveram presentes em nossa vida e ganham, cada vez mais, destaque no nosso cotidiano à medida que a Ciência se desenvolve. Kenski (2007, p.15), destaca que: “As tecnologias são tão antigas quanto à espécie humana. Na verdade, foi a engenhosidade humana, em todos os tempos, que deu origem às mais diferenciadas tecnologias”. Na atualidade, as Tecnologias Digitais dominam nossas atividades diárias, facilitando o desenvolvimento de diversas tarefas, especialmente no que se refere aos processos de informação e comunicação. Entretanto, elas ainda estão longe de ser exploradas em todo seu potencial no campo da educação/ensino.

Sabemos que os professores há muito tempo fazem uso de recursos tecnológicos, como, os livros, os lápis, a impressão de materiais, a projeção de conteúdos, a utilização de laboratórios, entre outros. No entanto, o desenvolvimento, a popularização e conseqüentemente a chegada das novas tecnologias, especialmente as digitais, nos espaços escolares, nas salas de aula parecem inquietar os professores que, por vezes, se veem rodeados por inúmeros recursos sem saber ao certo quais empregar em suas aulas.

Cabe destacar que ao empregar o termo “Tecnologias Digitais” (TDs), nesta pesquisa, a intenção consiste em referenciar às tecnologias que se diferem, por exemplo das tecnologias analógicas por representarem um conjunto de tecnologias, através das quais, é possível transformar um tipo de linguagem em uma sequência binária de zeros e uns, envolvendo especialmente o uso de internet, computador, *tablet*, *notebook* e celular (Ribeiro, ([s.d.], *on-line*), Além disso, por serem digitais acabam por aproximarem-se do universo dos jovens, cada vez mais imersos no ambiente virtual e *on-line*.

Com relação ao campo educacional, diversos são os termos utilizados quando nos referimos ao emprego das tecnologias, como por exemplo: as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) e as Novas Tecnologias da Informação (NIT) (Bervian, 2019). Entendemos que o termo “Tecnologias da Informação e Comunicação” (TIC) é bastante amplo e engloba tecnologias analógicas como rádio, jornais, TV, bem como as tecnologias digitais, como as ferramentas de *Web 2.0*, plataformas de aprendizagem e Redes Sociais (Bervian, 2019).

Entretanto, optamos por não utilizar termos como TIC e TDIC, porque apesar de suas finalidades consistirem em informar e comunicar, podendo ser incorporados como um apoio pedagógico ao professor nos processos de ensinar e de aprender, englobam diversificadas tecnologias. Contudo, quando falamos em conhecimento tecnológico, espera-se que o docente saiba fazer uso das tecnologias para além de informar e comunicar, que ele possa fazer uso para resolver problemas, criar soluções pedagógicas, pois as TDs, também podem ser excelentes aliadas do professor na construção de aulas mais dinâmicas, proporcionando aos estudantes experiências de aprendizagem diversificadas.

Entendemos, conforme apontam Mishra e Koehler (2006), que as TDs, há tempos atrás, não eram comuns nas aulas, uma vez que os professores, por vezes, não compreendiam como utilizá-las, no entanto, com o advento da pandemia da COVID-19 e consequentemente da implementação do ensino remoto, as TDs adentraram às aulas. Contudo, percebe-se que os professores atualmente ainda têm dificuldade em compreender como incorporar estes recursos em suas aulas e tudo indica que as TDs continuam não sendo presentes nas escolas. Isto se deve, entre outros aspectos, à natureza instável das Tecnologias Digitais, uma vez que se transformam e se tornam obsoletas em uma velocidade que é quase impossível de ser acompanhada. Pelos motivos justificados acima, o foco, desta pesquisa, foram as Tecnologias Digitais.

É importante salientar que o emprego de recursos de Tecnologia Digital podem apresentar uma série de benefícios, como tornar a aprendizagem mais ativa, o ensino mais dinâmico e proporcionar outros espaços de aprendizagem além da sala de aula tradicional. Contudo, conforme salientam Moreira e

Schlemmer (2020) é preciso ter cautela quanto às promessas e aos riscos da incorporação de Tecnologias Digitais nos espaços escolares, uma vez que estes não são recursos para currículos ultrapassados e instrucionais. Conforme apontado pelos autores, o uso das TDs, por si só, não implica em mudanças nas práticas pedagógicas, faz-se necessário reestruturar a forma como se pensa a educação (Moreira e Schlemmer, 2020).

Entendo que, talvez as tecnologias devam ser incorporadas, em uma primeira instância, no ambiente escolar no sentido de potencializar as práticas pedagógicas e o processo de construção do conhecimento para que, posteriormente, avance para propostas, cada vez mais, pautadas nos recursos digitais, uma vez que saber usar as Tecnologias Digitais não implica, necessariamente, em saber ensinar fazendo uso delas.

Quando se pensa no “saber ensinar” utilizando de recursos tecnológicos, é importante que o professor saiba mobilizar e articular o Conhecimento das Tecnologias com o Conhecimento Pedagógico e do Conteúdo. Com isso, surge o modelo conceitual do Conhecimento Tecnológico Pedagógico e do Conteúdo (TPACK) que busca a integração bem sucedida das Tecnologias na educação (Avila, 2020). O modelo TPACK foi proposto inicialmente por Mishra e Koehler (2006) e discute os conhecimentos necessários ao professor para o uso qualificado de recursos de tecnologia nas aulas e por isso é promissor quando se trata em pensar e discutir a apropriação pedagógica das Tecnologias Digitais (Medeiros e Bervian, 2024).

O TPACK tem suas bases em Shulman (1986) e na sua discussão a respeito da base de conhecimentos docentes necessários ao ensino, sistematizada no Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK). Mishra e Koehler (2006) ampliam a base de conhecimento de Shulman integrando as Tecnologias por compreenderem que essas têm o potencial para transformar a natureza da sala de aula, possibilitando aos professores apresentar os conteúdos de formas diversas e mais acessíveis (Medeiros e Bervian, 2024).

O TPACK de Mishra e Koehler (2006) possui 3 bases de conhecimento primárias, o conhecimento do conteúdo (CK), o conhecimento pedagógico (PK) e o conhecimento tecnológico (TK), mas vai além da articulação destes 3 corpos de conhecimento primários, busca discutir suas

inter-relações, dando origem a outros conhecimentos como, Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK), discutido por Shulman (1986), Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK), Conhecimento Tecnológico Pedagógico (TPK) e, por fim, o Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK) (Mishra e Koehler, 2006).

Assim, o TPACK é uma forma de conhecimento que professores especialistas trazem para brincar sempre que ensinam. Por vezes, isto pode não ser óbvio, especialmente nos casos em que estão a ser utilizadas tecnologias padrão (transparentes). Mas as tecnologias mais recentes perturbam, frequentemente, o status quo, exigindo que os professores reconfigurem não apenas a sua compreensão da tecnologia, mas também de todos os três componentes (Mishra e Koehler, 2006, p. 1030, tradução).

Neste sentido, o professor de Biologia, assim como os professores de qualquer outra área do conhecimento, carecem da construção de um corpus de conhecimento que dê suporte ao uso pedagógico dos recursos de Tecnologia Digital, para que estes sejam incorporados no sentido de auxiliar os professores a tornarem os conteúdos de Biologia mais acessíveis aos alunos.

No ensino da Biologia, os recursos tecnológicos podem apresentar potencial quando pensamos no planejamento de aulas, cujos conteúdos são mais complexos e abstratos, como é o caso do conteúdo de célula e de embriologia, por exemplo. Também, em casos em que a escola não apresenta laboratório de Ciências e o professor gostaria de trabalhar, a partir de uma atividade que envolva a experimentação. Enfim, há uma infinidade de outras possibilidades que podem ser exploradas fazendo-se uso das Tecnologias Digitais e que podem auxiliar na aproximação e contextualização dos conceitos biológicos dos estudantes.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), por exemplo, enfatiza que na realidade atual, permeada pelas tecnologias: “[...] reconhecer-se em seu contexto histórico e cultural, comunicar-se, ser criativo, analítico-crítico, participativo, aberto ao novo, colaborativo, resiliente, produtivo e responsável” (Brasil, 2018, p.14) exigirá do estudante não apenas acumular informações, mas construir conhecimento. Para que o estudante possa atuar sobre os “contextos das culturas digitais” deverá amadurecer competências que lhe permitam tratar com discernimento e responsabilidade as informações que

estão disponíveis, atuando na resolução de problemas e na busca por soluções. Além disso, deverá desenvolver a autonomia para tomar decisões e ser capaz de identificar dados e de “conviver e aprender com as diferenças e as diversidades” (Brasil, 2018, p.14).

Para isso, é recomendável que a escola adote uma nova postura mais aberta às novas tecnologias que surgem a todo momento. No entanto, Moran [s.d.] chama a atenção, pois a escola possui ainda um caráter mais tradicional e abrir-se para as inovações não será simples; as transformações ocorrerão de forma gradual e muitas delas apenas irão reproduzir práticas centradas no conteúdo e no docente em meios virtuais.

Tendo em vista as discussões apresentadas, esta dissertação busca compreender se e como os professores de Biologia de escolas públicas do município de Pelotas/RS vêm fazendo uso dos recursos tecnológicos digitais no período pós-pandêmico, bem como o papel que as Tecnologias Digitais têm ocupado no planejamento das aulas dos docentes.

2 Justificativa e Problema de Pesquisa

É sabido que as Tecnologias Digitais (TD) são importantes ferramentas que podem auxiliar nos processos de ensino e aprendizagem, podendo servir de aliadas do professor na busca por diferentes recursos que são capazes, por exemplo, de transportar os estudantes a uma realidade distante daquela em que estão acostumados, sem precisar, para isso, sair da escola.

Na realidade educacional brasileira, especialmente nas escolas públicas, muitas vezes, há carência de espaço adequado, de materiais ou de recursos financeiros para utilização de ferramentas de Tecnologia Digital. No entanto, um *tour* virtual a um museu de História Natural, por exemplo, pode possibilitar visita a novos espaços sem a necessidade de deslocamento e contribui para estimular a curiosidade dos estudantes, oportunizando o aumento do repertório cultural e científico.

Esse fascinante universo de possibilidades que as Tecnologias Digitais podem proporcionar para o contexto educacional e pedagógico, me motivou a querer debruçar-me sobre este estudo. Outro fator que influenciou a escolha pelo tema foram as vivências que tive durante os estágios obrigatórios de

regência que ocorreram, de forma remota, durante minha graduação no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. Ao longo dos estágios, percebi a dificuldade dos professores no planejamento de suas aulas para adequada utilização de diferentes recursos de Tecnologia Digital. Somado a isso, a falta de suporte ao professor e a carente estrutura das escolas e dos estudantes das escolas públicas onde o estágio foi realizado para acesso aos materiais de aula.

Diante dessa realidade, durante a graduação, comecei a pesquisar mais sobre a incorporação de recursos tecnológicos digitais que pudessem contribuir com o trabalho docente. Nessa pesquisa encontrei muitos recursos e materiais de Ciências e Biologia que apresentam potencial para utilização em aula. Contudo, algumas das barreiras para o uso destes recursos, muitas vezes, está relacionada ao idioma que nem sempre se encontra disponível em português e/ou não terem disponibilidade gratuita para utilização pelas escolas.

Logo, o cenário educacional pandêmico me instigou a buscar respostas às minhas inquietações e me orientou na elaboração das questões-guia que subsidiaram a condução deste trabalho até sua finalização e são elas: Como os professores de Biologia de escolas públicas percebem a utilização de Tecnologias Digitais em suas escolas? Estes professores têm usado recursos digitais em suas práticas pedagógicas, sobretudo após o término do período de pandemia e da implementação do ensino remoto?

Espera-se que a experiência do ensino remoto tenha colaborado na incorporação das Tecnologias Digitais na prática pedagógica dos professores, tendo em vista que estas ferramentas são familiares no cotidiano dos estudantes que já nasceram em uma realidade dominada pela utilização de recursos digitais.

3 Trajetória Acadêmica e Profissional

Aos que escolhem ou são escolhidos pela carreira docente, percebemos que se apresentam dois caminhos principais: os que desde a infância sonham em ser professores ou aqueles que entram na licenciatura para posteriormente identificarem-se com a profissão. Eu escolho o caminho do meio.

Ao olhar para minha trajetória e refletir sobre os caminhos e escolhas que me constituíram e que me conduziram à licenciatura, percebo que quando ouvi que deveria ser professora, neguei a carreira docente, pois entendia que essa não é uma carreira valorizada. Por ser filha de professora e crescer rodeada por mulheres docentes, vivenciava os desafios que os professores encaram todos os dias, além de nunca ter me encaixado nos padrões do que se considera um “bom aluno”. Por outro lado, sempre sonhei em ser bióloga, gostava de andar nas matas com meu avô, identificar as árvores e plantas, observar os pássaros e outros animais e compreender como tudo acontece e se desenvolve na natureza.

A minha trajetória escolar e acadêmica ocorreu sempre em instituições públicas. Cursei o Ensino Fundamental em uma escola municipal rural e o Ensino Médio no Instituto Federal Farroupilha (IFFar)- campus Santo Augusto, onde fiz o Técnico em Informática Integrado ao Ensino Médio. O curso proporcionou-me uma série de conhecimentos que me fez crescer, enquanto estudante, contudo experienciei a complexidade que a área apresenta, o que me fez ter certa resistência com as tecnologias. Ao terminar o Ensino Médio, pela insegurança de sair da casa de meus pais acabei optando por cursar Ciências Biológicas na mesma instituição.

Contudo, o IFFar oferta somente o curso de Ciências Biológicas Licenciatura e até então não era minha pretensão seguir na carreira docente. Pensava em cursar Licenciatura e, posteriormente, complementar com o Bacharelado para atuar como bióloga. No segundo semestre da faculdade, ao ingressar no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID), me vi perante as situações de sala de aula, os desafios que a docência nos impõe e tive a oportunidade de começar o processo de constituição como professora.

No PIBID compreendi a importância de um bom planejamento de aula, mesmo que situações inesperadas ocorram. Aprendi a ter o domínio de turma e compreendi que esse aspecto nada tem a ver com uma postura rígida, e sim em conseguir trazer os estudantes para próximo do professor, mesmo quando o foco é perdido. Nesse momento, entendi o quão desafiador é o processo avaliativo e a perspectiva de que é preciso levar mais em conta o progresso do estudante (processo) do que o resultado que ele teve em uma prova (produto).

Foi por meio das vivências proporcionadas pelo PIBID que minha visão sobre a carreira foi modificando e aos poucos me encantei pela docência. Foram inúmeros desafios que, ao chegar no 6º semestre do curso, acreditava estar pronta para os estágios. Em março de 2020, nos deparamos com a situação mais inesperada de todas, uma pandemia causada pelo vírus da Covid-19 que forçou o distanciamento social. Acreditávamos, naquele momento, que ficaríamos duas ou três semanas em casa e retornaríamos ao convívio em sociedade, mas a situação foi se agravando e com isso, o início do estágio foi adiado. Com as notícias assustadoras que recebíamos a cada dia, veio a certeza que o isolamento social se manteria por um longo período, o que levou a realização dos estágios obrigatórios do curso ocorrerem de forma remota.

O estágio I, de observação, e II, de regência, realizei no 9º ano do Ensino Fundamental numa escola municipal. Nesse momento, principalmente nos planejamentos coletivos, em que três a quatro professores se reuniam para planejar as atividades que realizariam durante a semana, percebi a dificuldade que os docentes enfrentaram para planejar e desenvolver suas aulas de forma remota. Além disso, a baixa participação dos alunos durante os momentos síncronos de aula, somado ao baixíssimo retorno das atividades solicitadas pelos professores, a falta de contato com os estudantes, a precária estrutura da escola para organizar e disponibilizar os materiais de aula, a falta de estrutura das famílias que, em muitos casos, não tinham computador ou celular, nem tampouco internet de qualidade para a realização das atividades da escola tornou a experiência de estágio, a partir das Tecnologias Digitais, uma tarefa bastante desafiadora.

Já os estágios III e IV, de observação e regência no Ensino Médio, ocorreu no IFFar - *campus* Santo Augusto, cuja realidade estrutural era outra, pois a instituição possui um Sistema Integrado de Gestão de Atividades Acadêmicas (SIGAA) que em conjunto com plataformas de videoconferência, como *Zoom* e *Google Meet* eram utilizadas como ambiente virtual de aprendizagem (AVA) para a realização das aulas. A instituição também disponibilizou computadores e *notebooks* para os estudantes que não dispunham destas ferramentas em casa e oportunizou auxílio financeiro para aqueles que não possuíam internet. Logo, neste contexto, a relação com as

Tecnologias Digitais era bem diferente da encontrada no estágio de regência no ensino fundamental.

Ambos os professores regentes das turmas em que fiz os estágios, demonstraram preocupação com a aprendizagem dos estudantes e em todas as aulas buscaram ferramentas que pudessem contribuir nos processos de ensino e aprendizagem. Por exemplo, na escola municipal a maior preocupação era em construir uma interação com os estudantes, para isso o professor incorporou a rede social *Whatsapp*, bem como as ferramentas do *Google* como o *Google Forms* e *Google Meet*, uma vez que as escolas municipais do Rio Grande do Sul não tiveram, a sua disposição, uma plataforma de ensino como as estaduais tiveram.

Em ambas as escolas era possível perceber uma preocupação em manter a mesma qualidade do ensino presencial em uma realidade de ensino remoto. Contudo, no Instituto Federal era possível perceber uma maior interação entre professores e estudantes, possibilitada especialmente pelas plataformas digitais, como o sistema SIGAA do IFFar, que facilitava a interação e a disponibilização de materiais de apoio aos estudantes. Além dessas ferramentas, o docente utilizava a rede social *WhatsApp* e a ferramenta *Google Meet* para realizar seus momentos síncronos com os estudantes e alguns aplicativos que os estudantes pudessem baixar em seus *smartphones*, como lupa e microscópios virtuais que contribuíram para a construção e aproximação com o conhecimento científico.

Nesse momento atípico do ensino, deparei-me com as dificuldades enfrentadas pelos docentes em realizar a transposição didática para os meios tecnológicos digitais. Neste contexto de medo e receio frente às incertezas e desafios da carreira, ansiava por ampliar o que os autores chamam de conhecimento docente; essas inquietações e incertezas me levaram a procurar um curso de Pós Graduação em Ensino de Ciências que culminou com a aprovação no PPGECEM da Universidade Federal de Pelotas.

4 Objetivos

4.1 Objetivo Geral

Compreender se e como os professores de Biologia de escolas públicas do município de Pelotas/RS vêm fazendo uso dos recursos tecnológicos digitais no período pós-pandêmico, bem como o papel que as Tecnologias Digitais têm ocupado no planejamento das aulas dos docentes.

4.2 Objetivos Específicos

- Realizar uma revisão sistemática do tipo narrativa em revistas especializadas em ensino de Ciências e em periódicos indexados (Portal de Periódicos da Capes, *Google* acadêmico, *Scielo*), a fim de que se possa realizar um levantamento sobre as Tecnologias Digitais que vêm sendo produzidas para o ensino de Biologia;
- Realizar um levantamento, junto aos professores de Biologia, sobre quais recursos de Tecnologia Digital vêm incorporando em suas práticas pedagógicas no retorno ao ensino presencial e quais são os desafios e barreiras para o uso em sala de aula;
- Analisar de que forma os docentes têm realizado a transposição didática de seus planejamentos de aula para o meio digital, após a experiência do ensino remoto;
- Propor a organização de um curso de formação para professores de Biologia, com o intuito de proporcionar uma atualização quanto às possibilidades de uso das Tecnologias Digitais em sala de aula;

5. Fundamentação Teórica

5.1 Breve histórico das Tecnologias na educação e no Ensino de Ciências

Ao fazer um resgate histórico das Tecnologias Digitais no ensino, percebo que poderíamos começar por diversos momentos da história, uma vez que “as tecnologias são tão antigas quanto a espécie humana” (Kenski, 2007,

p. 15). Ao realizar esse resgate histórico, entendo que as Tecnologias Digitais desenvolvem-se em conjunto com a história da Informática na educação brasileira, por isso esse subcapítulo baseia sua discussão sobre esses dois pilares: o desenvolvimento das Tecnologias Digitais e da Informática no Brasil. Busco também relacionar as discussões acerca do desenvolvimento das Tecnologias na educação com a evolução da Ciência como disciplina.

Não é sabido ao certo quando inicia o uso de Tecnologias no contexto nacional, contudo há relatos que o primeiro uso de computadores na educação brasileira deu-se na Universidade Federal do Rio de Janeiro, na década de 1960, por pesquisadores da área de Física (Tavares, [n.d.]). Almeida (2008), por sua vez, ao fazer um resgate das Tecnologias Digitais apresenta como primeiro marco histórico brasileiro a década de 1970, quando o governo federal, de forma análoga ao que acontecia na França e em Portugal, percebeu a necessidade de instituir uma política de informática no país.

De acordo com Almeida (2008), essa política tinha como força motriz o “desenvolvimento de produtos de microeletrônica, atendimento das demandas dos setores produtivos para a contratação de profissionais com competência científica-tecnológica e incentivo à formação na área” (Almeida, 2008, p.115). Essa política de fomento à informática foi um dos pontapés para a inclusão das Tecnologias Digitais no ensino brasileiro.

Nesse momento, quando a informática e as Tecnologias Digitais começaram a ganhar espaço na educação brasileira, três universidades ganharam destaque: a Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e a Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) (Valente; Almeida, 1997; Almeida, 2004, *apud* Almeida, 2008). Esse destaque deve-se ao fato de que essas universidades foram pioneiras no desenvolvimento de *softwares*, especialmente simuladores de Química, Física e áreas da saúde que foram incorporados nas atividades de ensino (Almeida, 2008; Valente, 1999).

Neste cenário, quando começa a desenvolver-se ferramentas Tecnológicas Digitais, realizam-se seminários, voltados a discutir e disseminar a informática no contexto educacional brasileiro. Esses contavam com a participação da comunidade científica da época e a partir das discussões neles

realizadas foi recomendada a criação de referenciais para que houvesse uma utilização adequada da informática na educação. Esses referenciais foram implementados por meio de projetos pilotos para que, posteriormente, houvesse uma disseminação massiva (Andrade; Lima, 1993 *apud* Almeida, 2008; Valente, 1999).

Um desses projetos foi o EDUCOM, desenvolvido pelo Ministério da Educação (MEC) em parceria com a Secretaria Especial de Informática. O projeto promoveu além de pesquisas na área da informática, a formação de pesquisadores nas universidades e de professores nas escolas públicas (Almeida, 2008; Valente, 1999). A partir do EDUCOM, outros projetos surgiram, como o FORMAR que consistiu em um curso de Especialização em Informática na Educação (Valente, 1999).

Já em 1987, foram criados nos estados Centros de Informática na Educação, os chamados CIED, que formavam professores e habilitavam alunos a usar softwares educacionais, linguagens de programação, banco de dados e aplicativos como editores de texto, desenhos e planilhas (Almeida, 2008; Valente, 1999).

É importante destacar, que no âmbito das escolas particulares e com o desenvolvimento dos computadores pessoais, essas escolas investiram na criação de disciplinas de Informática (Tavares [n.d.]). Cabe destacar, também, que essas iniciativas tinham o intuito de ensinar informática, não a partir da informática, mas tendo em vista que se buscava preparar para o uso das tecnologias que estavam sendo desenvolvidas (Tavares [n.d.]).

Já em 1989, foi criado, junto ao MEC, o Plano Nacional de Informática Educativa, o PRONINFE, que tinha uma abordagem construcionista com influência no pensamento de Seymour Papert e nas ideias freirianas de uma educação com caráter transformador (Almeida, 2008; Valente, 1999).

A partir desse contexto, diversas iniciativas desenvolveram-se com destaque ao ProInfo, Programa Nacional de Informática na Educação, criado em 1997, que criou Núcleos de Tecnologias na Educação em todos os estados e promoveu a formação de multiplicadores. O programa passou por uma reestruturação, em 2007, e possui como responsabilidade formar professores,

fazer gestão educacional, promover práticas pedagógicas e avaliações no que diz respeito à informática na educação (Brasil; Valente, 1999).

Por sua vez, a construção das Ciências, enquanto disciplina, é bem recente no contexto de ensino brasileiro, a primeira geração do ensino de Ciências, ocorreu em reflexo aos acontecimentos da Guerra Fria. Inspirada no que acontecia em países como Estados Unidos, que ensinavam Ciências para uma elite com certa aptidão, no Brasil, a finalidade também era a de formar cientistas que contribuíssem com o avanço científico e tecnológico para garantir a hegemonia do país na conquista de território (Krasilchik, 2000).

O Brasil também passou a formar uma elite que era “dotada” de saberes previamente construídos, cuja finalidade era impulsionar o desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia para que o país pudesse alavancar o processo de industrialização (Krasilchik, 2000). Este período foi marcado pela concepção da Ciência como uma atividade neutra com a predominância de aulas práticas, a fim de formar cientistas de bancada (Krasilchik, 2000).

A construção da primeira Lei de Diretrizes e Bases (LDB), em 1961, foi um marco importante para o ensino de Ciências, pois ampliou a participação das Ciências, enquanto disciplina nos currículos. Passou a ser ministrada desde o primeiro ano do curso ginásial, hoje denominado Ensino Fundamental e ampliou a carga horária da disciplina no colegial, atual Ensino Médio (Konder, 1998).

Na década de 1960, temos outro movimento importante para o desenvolvimento das Ciências que foi a articulação de Centros de Ciência que se organizaram para formar grupos de pesquisa, cuja finalidade era pensar materiais e pesquisar o ensino de Ciências (Konder, 1998). Para Konder (1998), é nesse movimento inicial de pensar o ensino de Ciências que os delineamentos, para a sua construção como área de pesquisa, surgem. Segundo o autor, começam a se estruturar e expandir os programas de pós-graduação. Desta forma, “as organizações acadêmicas assumiram a responsabilidade de investigar e procurar fatores e situações que melhorassem os processos de ensino-aprendizado nesse campo” (Konder, 1998, p. 36).

Com a ascensão do regime militar, no Brasil, em 1964, houveram mudanças no cenário educacional, de forma que a escola se voltava para uma

formação técnica e profissional (Krasilchik, 2000; Konder, 1998). Com isso, a formação na Educação Básica passa a ter como foco a formação para o mercado de trabalho. Neste sentido, era necessário que fossem apresentados conhecimentos atualizados de caráter técnico, tecnológico e que auxiliassem no desenvolvimento profissional. Neste contexto, os currículos previam a vivência do método científico, contudo a maior parte das escolas adotava métodos descritivos, segmentados e teóricos (Konder, 1998), o que na prática não atingia a finalidade de uma formação técnica profissional, na qual o sujeito seria capaz de utilizar o método científico, a fim de desenvolver novas ferramentas ou mesmo melhorar seu trabalho.

Nas décadas de 1960 e 1970, começa-se a compreender que Ciência e Tecnologia devem ser desenvolvidas, em consonância, e que uma impulsiona a outra. Essa compreensão surge, especialmente, dos estudos de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) que emergiram, a partir da expansão militar durante a Guerra Fria (Konder, 1998).

Em meados da década de 80, o Brasil começa a entrar em um processo de redemocratização, neste sentido diversas correntes educativas surgem pautadas no anseio de reconstruir uma sociedade democrática. Nesse período houve uma expansão do ensino público e a emergência de uma nova visão do ensino de Ciências, não mais voltada a formar cientistas, mas de propiciar uma maior participação da vida em sociedade, de buscar ensinar conteúdos científicos que sejam relevantes para a vida do estudante e que os auxilie a buscar soluções para os problemas que lhe cercam (Konder, 1998).

A criação da LDB de 1996, surge em um momento em que a sociedade aspirava a construção de um ensino público com um viés democrático. Nesse sentido, Krasilchik (2000, p. 87) destaca que a educação deve promover uma “formação ética, a autonomia intelectual e a compreensão dos fundamentos científicos-tecnológicos dos processos produtivos”. De acordo com a autora, espera-se que a escola forme um cidadão, trabalhador e estudante e que o poder público incentive outras formas de ensino, como a educação à distância e uma formação continuada.

A LDB também foi importante no sentido de ampliar as discussões em relação ao uso das tecnologias no ensino. Recentemente, em janeiro de 2023,

foi incluído no texto da LDB, no artigo 4º que dispõe sobre os deveres do Estado com a educação pública (Brasil, 1996) e no parágrafo XII, sobre o direito à educação e o dever de educar. O trecho dispõe que o Estado deve disponibilizar:

[...] educação digital, com a garantia de conectividade de todas as instituições públicas de educação básica e superior à internet em alta velocidade, adequada para o uso pedagógico, com o desenvolvimento de competências voltadas ao letramento digital de jovens e adultos, criação de conteúdos digitais, comunicação e colaboração, segurança e resolução de problemas.

Parágrafo único. Para efeitos do disposto no inciso XII do **caput** deste artigo, as relações entre o ensino e a aprendizagem digital deverão prever técnicas, ferramentas e recursos digitais que fortaleçam os papéis de docência e aprendizagem do professor e do aluno e que criem espaços coletivos de mútuo desenvolvimento (Brasil, 2023).

A partir da LDB de 1996, foram criadas as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) que apresentam as normativas que orientam a organização, planejamento e avaliação dos currículos e das práticas pedagógicas das escolas. Em relação às Tecnologias Digitais, as DCN (2013) preveem que devam ser adaptadas para utilização como ferramentas educacionais. Para tanto, o documento afirma que é necessária uma aproximação dos recursos tecnológicos de informação e comunicação, de forma a estimular a estruturação de novos métodos didático-pedagógicos (Brasil, 2013). De acordo com as DCN (Brasil, 2013), o conhecimento científico atual, exige que a escola compreenda e valorize a Ciência e a Tecnologia, desde a infância, e que o domínio do conhecimento científico consiste em uma das condicionantes para a cidadania, uma vez que em conjunto com as tecnologias possibilitam um posicionamento dos sujeitos frente às inovações que o afetam (Brasil, 2013). As DCN (2013), ressaltam também que, docente, aluno e gestor requerem uma escola com cultura, arte, Ciência e tecnologia nela inseridas, perpassando transversalmente o currículo escolar desde a Educação Infantil (Brasil, 2013).

A respeito das discussões sobre o ensino de Ciências, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's) já anunciavam a ampliação do papel das Ciências da Natureza, ao definir o seu papel dentro dos currículos, como sendo o dê:

[...] colaborar para a compreensão do mundo e suas transformações, situando o homem como indivíduo participativo e parte integrante do Universo.

Os conceitos e procedimentos desta área contribuem para a ampliação das explicações sobre os fenômenos da natureza, para o entendimento e o questionamento dos diferentes modos de nela intervir e, ainda, para a compreensão das mais variadas formas de utilizar os recursos naturais (Brasil, 1997, p.15).

Dessa forma, é a partir dos conhecimentos construídos na disciplina de Biologia, por exemplo, que o estudante deverá compreender os fenômenos biológicos que o cercam, intervindo de forma crítica, a fim de facilitar ou melhorar aspectos do seu cotidiano.

Nesta perspectiva, o ensino de Ciências associado às Tecnologias Digitais pode possibilitar aos estudantes uma visão de mundo mais ampla. Konder (1998), afirma que o estudante está imerso num mundo que não é apenas natural, mas rodeado de tecnologias de forma que “[...] a natureza tal como ela existe no seio de um universo de finalidades, no qual os alunos são confrontados com situações em que tecnologias e natureza estão articuladas” (Konder, 1998, p.54).

A atual proposta curricular - Base Nacional Comum Curricular (BNCC) - indica que os conhecimentos conceituais que devem ser desenvolvidos na área Ciências da Natureza e suas Tecnologias dizem respeito “à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza” (Brasil, 2018, p.547). De forma que, esses conhecimentos conceituais alinhados aos temas que já vinham sendo trabalhados, desde o Ensino Fundamental, nas Unidades Temáticas “Matéria e Energia, Vida e Evolução e Terra e Universo” (Brasil, 2018, p.548) devem auxiliar o estudante a “investigar, analisar e discutir” as diferentes situações que surgem em seu contexto cultural, bem como “compreender e interpretar leis, teorias e modelos” (Brasil, 2018, p.548) de forma que esses conhecimentos o auxiliem no enfrentamento de questões relativas ao seu contexto individual, ambiental e social (Brasil, 2018).

O papel da Ciência, com isso, é o de propiciar a alfabetização científica, que segundo Chassot (2003), consiste em uma linguagem, através da qual o sujeito será capaz de compreender a linguagem da natureza. Assim, a aproximação com as Tecnologias Digitais pode ser uma grande aliada das

Ciências, especialmente da Biologia, para a divulgação científica, mas também para a compreensão de conceitos abstratos e complexos, uma vez que a Biologia apresenta conhecimentos intrincados e é formada por fenômenos complexos e nomenclaturas difíceis que exigem um grau elevado de abstração do estudante (Neves, 2020).

Santos e Sousa (2019) apontam que:

Nesse sentido, a inserção das TICs no contexto escolar pode possibilitar a oferta de aulas experimentais a partir do uso do computador em escolas que não provêm de equipamentos físicos de laboratório, como a utilização de programas que simulam o microscópio ou animações para simplificar processos complexos. Nesse contexto, o aluno sai de uma abordagem meramente conteudista, a qual gera desinteresse principalmente nas aulas que requer certa abstração para compreensão (Santos, Souza, 2019, p. 46).

As tecnologias e, em especial, as Tecnologias Digitais também ganham destaque na Base Nacional Comum Curricular. Em relação às Tecnologias Digitais temos a competência geral número cinco que destaca as competências que um estudante deverá ampliar ao final da Educação Básica e são elas:

Compreender, utilizar e criar Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (Brasil, 2018 P.7).

Além disso, ao analisar os aspectos trazidos pela BNCC, para a etapa do Ensino Médio, subjacente a outras finalidades, menciona que deverá ser garantido que os estudantes compreendam os “fundamentos dos processos científicos tecnológicos da produção dos saberes, promovendo por meio da articulação entre diferentes áreas do conhecimento”, entre outros aspectos “a apropriação das linguagens das Tecnologias Digitais e a fluência em sua utilização” (Brasil, 2018, p. 467), em outras palavras o Ensino Médio deverá proporcionar aos estudantes o letramento digital .

A BNCC preocupada com os impactos de uma sociedade em constante transformação, devido aos avanços científicos e tecnológicos, indica que na Educação Básica, especialmente no Ensino Médio, deverá ser proporcionado

aos jovens: a construção de um pensamento computacional, a fim de desenvolver “capacidades de compreender, analisar, definir, modelar, resolver, comparar e automatizar problemas e suas soluções, de forma metódica e sistemática, por meio do desenvolvimento de algoritmos” (Brasil, 2018, p.474). Além disso, acesso ao mundo digital, de forma a desenvolver habilidades de:

[...] processar, transmitir e distribuir a informação de maneira segura e confiável em diferentes artefatos digitais – tanto físicos (computadores, celulares, tablets etc.) como virtuais (internet, redes sociais e nuvens de dados, entre outros), compreendendo a importância contemporânea de codificar, armazenar e proteger a informação (BRASIL, 2018, p.474).

E a cultura digital de forma a desenvolver habilidades de:

[...] participação mais consciente e democrática por meio das Tecnologias Digitais, o que supõe a compreensão dos impactos da revolução digital e dos avanços do mundo digital na sociedade contemporânea, a construção de uma atitude crítica, ética e responsável em relação à multiplicidade de ofertas midiáticas e digitais, aos usos possíveis das diferentes tecnologias e aos conteúdos por elas veiculados, e, também, à fluência no uso da tecnologia digital para expressão de soluções e manifestações culturais de forma contextualizada e crítica (Brasil, 2018, p.474).

Com relação à área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias, a BNCC destaca, ainda, que as tecnologias tendem a influenciar como vivemos, pensamos e agimos, sendo vistas como ferramentas para solucionar problemas e com uma abertura para uma nova visão de mundo. Neste sentido, destaca-se a competência da área da Ciências da Natureza e suas Tecnologias número 3 que, em relação às Tecnologias Digitais, define que o estudante deverá ser capaz de:

Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) (Brasil, 2018).

Destaca-se também a habilidade (EM13CNT302) que propõe que o estudante deverá desenvolver habilidades de:

Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos – interpretando gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, elaborando textos e utilizando diferentes mídias e Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) – de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural (Brasil, 2018).

Contudo, percebe-se que mesmo com o avanço nas discussões a respeito do uso de TDs nas escolas e do impacto positivo que estes recursos podem ocasionar nos processos de ensino e de aprendizagem, as TDs ainda não são realidade presente em grande parte das escolas brasileiras, o que parece ser um cenário do que ocorre também em âmbito mundial. No relatório de monitoramento global da educação, publicado pela Unesco em 2023, percebe-se que as TDs ainda não estão presentes nas aulas, se quer nos países mais ricos, como os Estados Unidos. O Programa de Avaliação Internacional de Estudantes (Programme for International Student Assessment) (PISA), de 2018, mostrou que apenas 10% dos estudantes de 15 anos em mais de 50 sistemas educacionais que participaram da pesquisa, usavam TDs por mais de uma hora por semana para aulas de Ciências e Matemática (Unesco, 2023).

O reflexo desta baixa utilização das TDs parece ter relação com a carência no desenvolvimento de habilidades digitais, pelos estudantes, conforme aponta o relatório da Unesco sobre dados de 2023, ao evidenciarem que:

No Brasil, 31% dos adultos tinham pelo menos habilidades básicas, mas o nível era duas vezes maior nas áreas urbanas do que nas rurais, três vezes maior entre os que estavam na força de trabalho do que entre os que não estavam, e nove vezes maior no grupo socioeconômico superior do que nos dois grupos inferiores. A desigualdade de gênero em habilidades digitais é pequena, mas é maior em habilidades específicas (Unesco, 2023, p.16).

Essa carência de habilidades digitais acaba por reforçar padrões de exclusão e desigualdade social. Diante deste cenário, no relatório da Unesco também constam informações sobre:

[...] a questão da igualdade e inclusão, as TIC, e principalmente a Tecnologia Digital, ajuda a diminuir o custo do acesso à educação para alguns grupos desfavorecidos: aqueles que vivem em áreas remotas, estão deslocados, enfrentam dificuldades de aprendizagem, têm pouco tempo disponível ou não puderam aproveitar oportunidades educacionais anteriores. No entanto, embora o acesso à Tecnologia Digital tenha sido ampliado rapidamente, existem

grandes abismos nesse acesso. Grupos desfavorecidos possuem menos aparelhos, estão menos conectados à internet e têm menos recursos em casa. O custo de boa parte das tecnologias está diminuindo rapidamente, mas ainda é muito elevado para alguns. Núcleos residenciais com melhores condições podem adquirir tecnologia primeiro, o que lhes dá mais vantagens e aumenta as disparidades. A desigualdade no acesso à tecnologia agrava a desigualdade existente no acesso à educação, um ponto fraco que se tornou evidente durante o fechamento das escolas decorrente da pandemia da COVID-19 (Unesco, 2023, p. 11).

Um passo importante na mitigação destas e de outras barreiras, que serão discutidas neste trabalho, para o contexto brasileiro, consiste na implementação da Política Nacional de Educação Digital (PNED) sancionada pela Lei nº 14.533 em janeiro de 2023. Sobre essa política é importante destacar a criação de eixos estruturantes e objetivos a saber: Inclusão Digital; Educação Digital Escolar; Capacitação e Especialização Digital; Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs) (Brasil, 2023).

A lei apresenta em seu artigo 4º alterações na LDB de 1996 no que diz respeito a:

[...] educação digital, com a garantia de conectividade de todas as instituições públicas de educação básica e superior à internet em alta velocidade, adequada para o uso pedagógico, com o desenvolvimento de competências voltadas ao letramento digital de jovens e adultos, criação de conteúdos digitais, comunicação e colaboração, segurança e resolução de problemas (Brasil, 2023).

Essa lei surge como uma esperança na melhoria de questões já discutidas, neste trabalho, como a acessibilidade tecnológica, especialmente quando pensamos na estrutura das escolas públicas que atendem comunidades mais vulneráveis. No entanto, ainda temos muitos desafios a enfrentar no sentido de implementar os eixos estruturantes da nova legislação e de melhorar o acesso às Tecnologias Digitais nas escolas, para que estas sejam um apoio pedagógico efetivo aos docentes e alunos, trazendo contribuições quanto à melhoria das atividades de ensino e de aprendizagem. Contudo, apesar de ainda ser preciso avanços nesse campo, já é possível observar mudanças e avanços nas concepções de quem produz nossas políticas públicas, assim como uma evolução no que tange aos objetivos que as tecnologias devem apresentar para os processos de ensino e aprendizagem.

5.2 Estado do Conhecimento

Com o intuito de compreender o que vem sendo pesquisado e produzido em termos de Tecnologias Digitais voltadas para o ensino de Biologia pelos pesquisadores brasileiros, a construção desta pesquisa iniciou por uma revisão sistemática do tipo “narrativa”. Esse tipo de revisão, diferente das revisões sistemáticas do tipo sistematizada e integrativa, é mais aberta e tem por objetivo compreender um tema amplo, dessa forma pode não partir de uma questão de pesquisa previamente definida (Sallum, Garcia e Sanches, 2012; Cordeiro *et al*, 2007).

A revisão do tipo narrativa não apresenta um rigor metodológico, uma vez que não exige um protocolo rígido e explícito para busca e análise dos materiais (Cordeiro *et al*, 2007). Elas são apropriadas para compreensão do estado do conhecimento, pois ocorrem por meio da análise crítica que pode estar imbricada pela subjetividade do autor (Sallum, Garcia E Sanches, 2012; Cordeiro *et al*, 2007). A seleção de fontes não necessita estar previamente definida e pode abranger materiais disponíveis, tanto em meios físicos como eletrônicos (Sallum, Garcia E Sanches, 2012; Cordeiro *et al*, 2007) .

Para essa pesquisa, a busca inicial ocorreu nas seguintes Bases de Dados: Portal de Periódicos Capes, Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) e Portal de Periódicos *Scielo*. Para tanto, foram utilizadas como palavras-chave: “TICs”, “TDIC”¹, “Recursos Digitais” e “Ensino de Ciências e Biologia” que foram combinadas entre si através da utilização dos operadores booleanos “AND”. Apesar da utilização destes operadores, não se seguiu critérios metodológicos padronizados de busca de indexadores e palavras-chave como é característico das revisões sistemáticas do tipo sistematizada e integrativa.

Como resultado da busca foram encontrados inúmeros trabalhos, contudo a maioria deles versavam sobre assuntos que tangenciam o tema desta dissertação ao abordar outros vieses sobre as tecnologias, inclusive aparecendo muitos trabalhos referentes às tecnologias que não são digitais. O

¹Utilizei como palavras-chave “TICs” e “TDIC”, nas buscas iniciais do Estado do Conhecimento, porque esses termos são amplamente empregados nas pesquisas no campo das tecnologias educacionais.

Quadro 1 mostra os resultados da primeira busca nas Bases de Dados informadas anteriormente.

Quadro 1 - Publicações encontradas nas Bases de Dados

Base de dados	Palavras- Chave	Nº total de trabalhos	Trabalhos selecionados
Scielo	Ensino de Biologia “AND” TICs	121	0
	Recursos digitais “AND” Ensino Biologia	1	0
BDTD	Ensino de Biologia “AND” TICs	389	6
	Recursos digitais “AND” Ensino Biologia	65	1
Capes	Ensino de Biologia “AND” TICs	30	3
	Recursos digitais Biologia	56	2
Total		662	12

Fonte: Elaborado pela Autora (2023).

Como critérios de inclusão para a busca nas bases de dados pesquisadas foram utilizadas as seguintes informações: i) publicações realizadas nos últimos cinco anos (2018 a 2022); ii) trabalhos escritos em língua portuguesa; iii) apresentar indicação no título, resumo e/ou palavras-chave que a pesquisa fez uso e/ou produziu recursos tecnológicos digitais voltados ao ensino de Biologia. E como critérios de exclusão, aqueles trabalhos que fugiram do escopo mencionado anteriormente.

A partir desta busca inicial foram selecionados 12 trabalhos, cujo os objetivos se aproximam da temática desta pesquisa. É importante destacar que os 12 trabalhos incluíram teses e dissertações, assim como artigos publicados em revistas especializadas na área do ensino de Ciências, da Educação e da Tecnologia.

No quadro 2, são apresentados os 7 trabalhos selecionados na BDTD. Os demais trabalhos (5 artigos selecionados em busca no Portal de Periódicos da Capes) serão apresentados, posteriormente, juntamente com os trabalhos

encontrados em revistas especializadas no ensino de Ciências e Biologia, evitando a repetição de informações.

Quadro 2 - Dissertações e Teses encontradas na BDTD

Título	Autores	Ano	Público alvo	Recurso explorado
O uso de tecnologia da informação e comunicação (TIC) no ensino de Biologia	Edmaylsonn Jóia Leandro	2020	Professores	<i>Blog</i>
Uso de laboratório virtual e de metodologias diversificadas no ensino de Biologia celular	Aline Jaime Leal	2018	Ensino médio	Laboratório Virtual
Uma Abordagem Pedagógica Baseada em Vigotski com Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação para o Ensino de Biologia	Kiandro de Oliveira Gomes Neves	2020	Ensino médio	AVA
Uso de Coleções Virtuais como Ferramentas Didáticas no Ensino de Botânica	Nadja Larice Simão De Lacerda	2019	Ensino médio	Coleção biológica virtual
Utilização das tecnologias da informação e comunicação como ferramentas para a melhoria do aprendizado nas aulas de Biologia	Virgínia Samôr Alves	2019	Ensino médio	<i>Blog, canal do YouTube</i>
Rabiomas: Aplicativo <i>Android</i> Destinado ao Estudo dos Biomas Brasileiros	Raimunda Aline Djanira Freire Marques	2019	Ensino médio	Aplicativo
Uso do Ambiente Virtual de Aprendizagem Como Ferramenta Auxiliar do Processo de Ensino-Aprendizagem	Eloísa Schimboski- Woidella	2019	Ensino médio	AVA

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Os sete trabalhos selecionados na BDTD, relacionam-se com a aposta desta pesquisa, uma vez que discutem a utilização/construção de recursos tecnológicos de Biologia na escola, trazendo as percepções dos pesquisadores, bem como dos professores da escola quanto à viabilidade, potencial e desafios destas ferramentas na realidade de sala de aula.

Leal (2018), Neves (2020), Lacerda (2019), Alves (2019), Marques (2019), Schimboski Woidélla (2019) apontam a viabilidade de incorporar esse recursos nas aulas de Biologia e até mesmo de outros componentes curriculares, adequando-os às necessidades detectadas pelo professor em sala de aula (Neves, 2020). Os autores apresentam diferentes recursos que podem ser utilizados no sentido de dinamizar as aulas, trazendo propostas para a inserção das TDs no ensino de Biologia.

Exemplo disso é a tese produzida por Leal (2018), em que a pesquisadora investiga as contribuições do laboratório virtual de aprendizagem, bem como a incorporação de metodologias diversificadas para o ensino de Biologia Celular. A autora comparou três tipos de laboratórios: i) presenciais, ii) virtuais e iii) remotos. Os laboratórios remotos são apresentados por Leal (2018), como aqueles em que os equipamentos laboratoriais estão materialmente disponíveis, mas que são controlados por um experimentador geograficamente distante, por meio de computadores conectados à internet. Por sua vez, os Laboratórios Virtuais são páginas disponíveis na internet ou softwares, aos quais o experimentador pode realizar atividades práticas e obter dados através de simulações.

Todavia, Leal (2018), destaca a carência de laboratórios virtuais e remotos voltados à Educação Básica, por isso a pesquisadora desenvolveu em conjunto com pesquisadores do Instituto Federal Sul Riograndense (IFSul) um Laboratório Virtual de Biologia Celular (LVBC). Ao aplicarem o recurso desenvolvido em turmas do Ensino Médio, os resultados pareceram ser significativos, demonstrando o LVBC apresentar potencial para contribuir com os processos de ensino aprendizagem.

Da mesma forma, Neves(2020) buscou identificar as potencialidades de um Ambiente Virtual de Aprendizagem², construído pelo próprio autor, para o ensino de Biologia. O autor aponta que o AVA auxilia o docente a utilizar uma abordagem pedagógica sólida e diferente das usuais, além de poder explorar diferentes conteúdos. Entretanto, é interessante perceber o que aponta o professor entrevistado por Neves (2020) que destacou que as tecnologias

² Os AVAs utilizam a internet para proporcionar acesso a informações por meio do compartilhamento de materiais didáticos em formato de arquivos digitais além de possibilitar a comunicação professor-aluno para além da aula e a produção de atividades pedagógicas (Pereira; Schmitt; Dias, 2007 *apud* Schimboski Woidélla, 2019).

podem contribuir positivamente, em sala de aula, contudo, observa que falta maturidade nos discentes quando atividades que utilizam Tecnologias Digitais são incorporadas nas aulas.

Schimboski Woidélla (2019), também explora as contribuições do AVA nas aulas de Biologia. A autora buscou também, entender a relação das novas gerações com as Tecnologias Digitais. Para isso, aplicou um questionário com 296 estudantes de Ensino Médio de escolas públicas do Estado do Paraná. A autora obteve resultados interessantes, apresentando que 93% dos estudantes fazem uso da internet; em contrapartida 73% deles acreditam que o melhor ambiente para aprender é na sala de aula.

Em contrapartida ao observado pelos alunos entrevistados por Schimboski Woidélla (2019), Alves (2019), ao investigar a utilização de um *Blog* e de um canal na plataforma *YouTube*, que foram incorporados no trabalho pedagógico como materiais de apoio e como ferramentas para diversificar as experiências de aprendizagem, observou que a incorporação das TIC's no ensino enfrenta obstáculos impostos pelos sistemas educacionais, pela falta de formação dos professores, pela escassez de recursos. E ponderou que as tecnologias não irão solucionar todos os problemas da educação brasileira, mas poderão contribuir para que, entre outros aspectos, possam criar espaços de aprendizagem.

Já, a pesquisa desenvolvida por Marques (2019), que aponta as potencialidades do seu produto educacional por meio do aplicativo RAbiomas, surge no sentido de contribuir com o dinamismo das aulas de Biologia, além de despertar certa motivação e estimular a participação dos estudantes para a busca de novas informações. A autora espera que o recurso: “[...] possa contribuir para uma aprendizagem, cada vez mais, significativa do conteúdo em questão, auxiliando o professor no dinamismo e na diversificação das suas práticas pedagógicas” (Marques, 2019, p.12).

Lacerda (2019), também apresenta um recurso que pode contribuir nas aulas de Biologia. O autor explora as potencialidades das Tecnologias Digitais quando apresenta o percurso de construção de uma coleção biológica virtual da área da Botânica e evidencia que as atividades foram importantes estratégias para promover a aprendizagem e que contribuíram no sentido de

estimular a atenção dos estudantes para o conteúdo que se mostraram mais interessados em interagir nas aulas, a partir da utilização das TDs em sala de aula.

Para finalizar, destaca-se o trabalho produzido por Leandro (2020) que produziu um *Blog*, onde disponibilizou materiais de Tecnologia Digital para que outros professores de Biologia pudessem incorporá-los em suas aulas. Além disso, a pesquisa realizada pelo autor (2020) apresenta dados importantes encontrados durante sua revisão do tipo Estado do Conhecimento pelas produções acadêmicas em programas de pós-graduação das áreas do ensino e da educação sobre a temática “uso das Tecnologias da informação e Comunicação (TIC) no ensino de Biologia”, em que encontrou 42 trabalhos publicados relacionados ao tema entre os anos de 2008 a 2017, contudo, o autor percebeu um aumento no número de trabalhos a partir de 2014.

Quanto ao tipo de TICs utilizadas, as mais recorrentes foram vídeos, filmes e animações (20% das publicações), seguidas das redes sociais e dos jogos. Em relação aos temas da Biologia, os que mais apareceram (16 trabalhos) estavam relacionados à área da Genética. Da área da Ecologia foram encontrados 13 trabalhos e da Citologia, 06 trabalhos. Leandro (2020), considerou o volume de publicações pouco expressivo, tendo em vista a relevância do uso de TICs no ensino de Biologia, destacando que muitos dos trabalhos selecionados para o estudo apontaram a necessidade de uma formação continuada que possibilite um suporte aos docentes de Biologia para uso destas ferramentas.

Após a busca e análise nas bases de dados foi identificada a necessidade de incorporação do termo “Tecnologias Digitais” às demais palavras-chave já utilizadas, pois se estranhou não ter sido encontrado um número expressivo de trabalhos sobre o tema, tendo em vista a realidade vivenciada durante a pandemia que impediu outra forma de comunicação entre professores e alunos que não fosse por meio do ensino remoto e, conseqüentemente, através da utilização de Tecnologias Digitais pelos professores.

Com a incorporação do termo “Tecnologias Digitais” não foram encontrados resultados significativos nas bases de dados já citadas

anteriormente, o que levou a decisão pela busca de mais trabalhos em revistas especializadas da área do ensino de Ciências e de Tecnologia. Para isso, primeiramente, foi realizada uma busca e seleção de tais revistas, o que no total chegou, aproximadamente, a 52 revistas acadêmicas da área do ensino de Ciências e Tecnologia, classificadas pela plataforma Sucupira, no quadriênio de 2013 a 2016³ como *Qualis* A1 a B2. Contudo, após análise foram selecionadas 21 revistas brasileiras que apresentaram pesquisas sobre o emprego e/ou elaboração de recursos de Tecnologia Digital para o ensino de Biologia.

5.3 O Estado do Conhecimento a partir do estudo quantitativo dos dados da pesquisa

Para a seleção dos artigos utilizou-se dos mesmos critérios de seleção dos trabalhos selecionados nas bases de dados e como critério de análise dos trabalhos selecionados, realizou-se a leitura dos resumos, identificando-se os objetivos da pesquisa, as palavras-chaves utilizadas pelos autores, o público alvo, se produziu um recurso Tecnológico Digital e/ou utilizou um recurso pronto, qual o tipo de recurso utilizado, se foi produzido pelos autores, se possui domínio público e qual o conteúdo abordado.

Das 21 revistas especializadas em ensino de Ciências e Tecnologia selecionadas para essa pesquisa, nenhuma apresentou um destaque significativo quanto ao número de publicações sobre o tema produzidas no período entre 2018 e 2022. A revista *Experiências em Ensino de Ciências (EENCI)* foi a que teve o maior volume de trabalhos selecionados com um total de nove artigos. O total de trabalhos selecionados nas 21 revistas encontra-se no Quadro 3, a seguir.

³ 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.

Quadro 3 - Número de trabalhos selecionados nas 21 revistas especializadas em ensino de Ciências e Tecnologia.

Revistas	Nº de Trabalhos
Revista Investigações em Ensino de Ciências	1
Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática	
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	
Revista Ensino & Pesquisa	
Revista Prática docente	
Revista TEAR	
Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	2
Revista Ensino de Ciências e Matemática	
Revista Areté	
Revista Informática na Educação: Teoria e Prática	3
Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista	
Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia	
Revista Ensino de Biologia	
Revista de Ensino de Ciências e Matemática	4
Revista Práxis	
Revista Cocar	
Revista Educação Ambiental em Ação	
Revista Insignare Scientia	
Revista Novas Tecnologias na Educação	5
Revista Tecnologias na Educação	6
Revista Experiências em Ensino de Ciências	9
Total de trabalhos	66

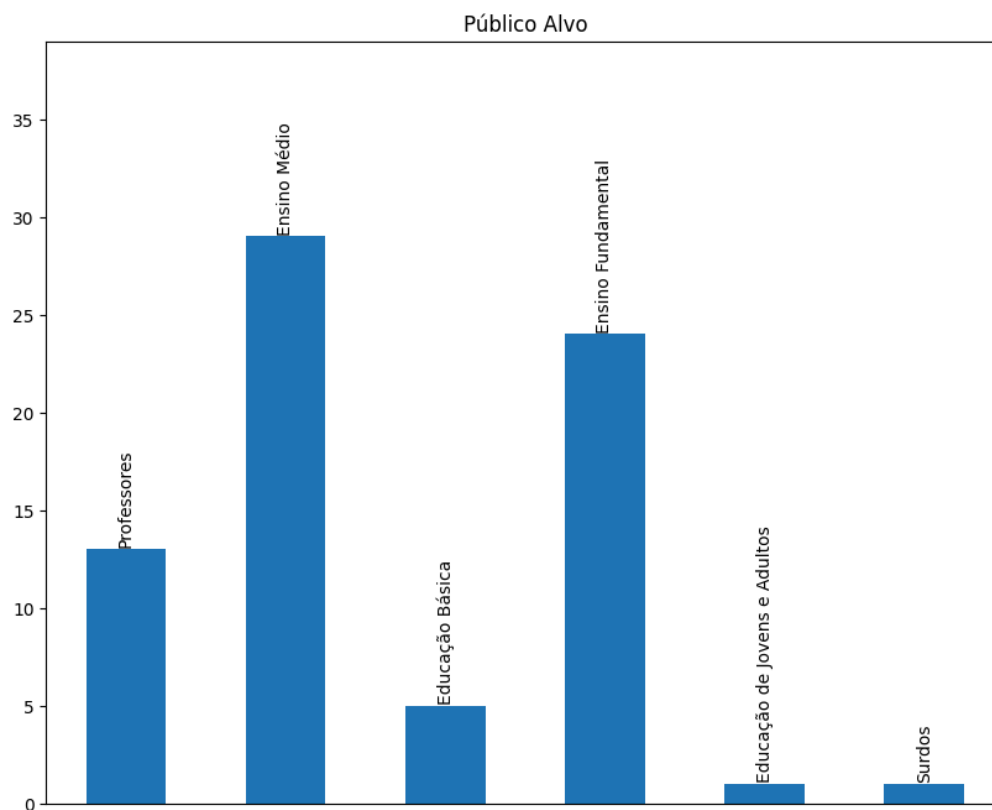
Fonte: Elaborado pela autora.

Nestas 21 revistas foram selecionados 66 trabalhos que versam sobre o uso de Tecnologias Digitais no ensino de Biologia e/ou Ciências. Dentre estes 66 trabalhos estão os 5 artigos encontrados na primeira busca, pois apareceram repetidamente quando realizada a busca nas revistas

especializadas. Somando-se estes 66 trabalhos com aqueles encontrados na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD)- o total de 7 - será analisado um total de 73 publicações. É importante destacar que a seguir será realizada uma breve análise quantitativa do total de produções encontradas neste Estado do Conhecimento.

Dentre as publicações selecionadas, algumas realizaram pesquisas, especificamente voltadas para o Ensino Fundamental (total de 24 trabalhos) ou Médio (total de 29) ou para a Educação de Jovens e Adultos (total de 1) ou, aqueles mais genéricos que não especificaram o nível de ensino (total de 05). Além disso, alguns dos trabalhos trouxeram temáticas bem específicas, como foi o caso de um deles que envolveu a produção de recursos para surdos. Ainda, em alguns trabalhos (total de 13) não ocorreu a aplicação de recursos de Tecnologia Digital nas aulas de Ciências e Biologia, pois o foco foi a discussão acerca da qualificação da prática pedagógica dos professores, a partir da utilização das TDs, como é possível ser observado na Figura 1 abaixo.

Figura 1- Gráfico com a distribuição dos trabalhos entre os diferentes níveis de ensino e as especificidades apresentadas.

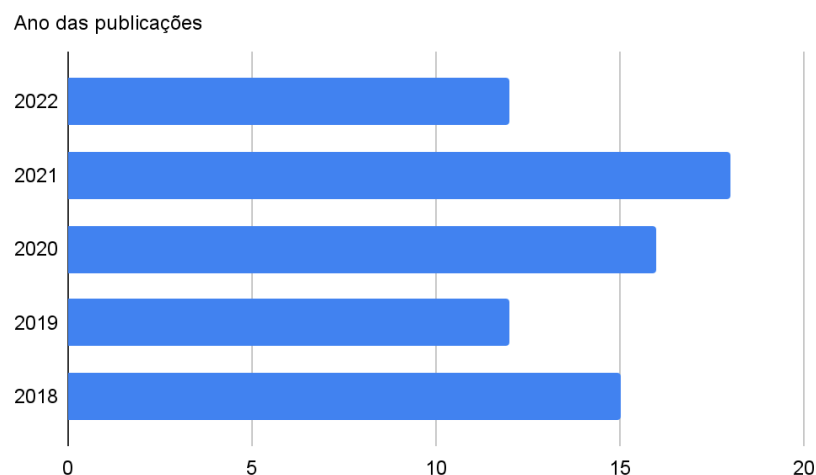


Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Ao analisar o ano de produção das publicações percebeu-se que em 2021 tivemos o maior número de publicações envolvendo a temática, com um total de 18 trabalhos publicados. Possivelmente, esse número expressivo seja reflexo das experiências vivenciadas durante a pandemia da COVID-19 em que os docentes e as instituições de ensino tiveram que se adaptar ao ensino remoto, fazendo uso exclusivo de recursos de Tecnologia Digital. Na sequência, em 2020, tivemos 17 trabalhos produzidos e relacionados à temática, provavelmente pela mesma justificativa anterior, já que 2020 foi o primeiro ano do ensino remoto e do isolamento social. Na sequência aparecem os trabalhos produzidos em 2018, totalizando 15 publicações.

É interessante perceber que, em 2022, novamente há uma queda no número de pesquisas sendo realizadas e envolvendo o tema, totalizando 12 publicações. Importante destacar que no ano de 2022 as instituições de ensino retornaram ao ensino presencial e talvez, por isso, o número de trabalhos publicados tenha diminuído. Em 2019, um ano antes da deflagração da pandemia e, conseqüentemente, do ensino remoto, também foram publicadas 12 pesquisas, envolvendo as Tecnologias Digitais, mesmo número das publicações produzidas em 2022, o que parece que há uma linearidade nas produções da área. Estes dados podem ser observados no gráfico abaixo (Figura 2).

Figura 2- Gráfico contendo o percentual de trabalhos sobre a temática “Tecnologia Digital” no ensino de Ciências e/ou Biologia organizados pelo ano de publicação.



Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Dentre os 73 trabalhos selecionados, percebeu-se que há aqueles que produziram recursos de Tecnologia Digital (57,5%) e aqueles que apenas utilizaram recursos já existentes (42,5%). Essas constatações sustentaram a decisão da pesquisadora em não produzir mais um recurso tecnológico digital, como produto educacional, tendo em vista que há um número significativo de recursos de Tecnologia Digital disponíveis na internet que podem ser incorporados nas aulas de Biologia. Chama a atenção que muitas produções desenvolvidas para fins de pesquisa e/ou estudo na pós-graduação, muitas vezes, não chegam até o professor de Biologia que ministra aula na Educação Básica ou, em alguns casos, o docente sabe da existência dos recursos, mas não sabe como utilizá-los.

Com relação aos conteúdos de Biologia abordados por esses trabalhos, é possível perceber que os temas que envolvem a questão ambiental, sejam aqueles voltados à pesquisa sobre educação ambiental ou com foco no meio ambiente ou na sustentabilidade, apareceram em maior número, totalizando 11 pesquisas. Vale ressaltar que, em alguns trabalhos, os temas (educação ambiental, meio ambiente e sustentabilidade) aparecem relacionados entre si em uma mesma pesquisa.

Em trabalho apresentado, pela autora desta dissertação, no X Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia (ERE BIO), ocorrido em 2023 em Rio do Sul/SC, discutiu-se que o número expressivo de trabalhos envolvendo a questão ambiental pode estar relacionado a diferentes fatores. Contudo, é importante destacar que há um apelo global pela preservação dos recursos naturais do nosso planeta, haja vista os impactos que a humanidade vêm sentindo devido à degradação do meio ambiente, provocada pela ação humana na natureza, podendo este ser um motivo plausível para o total de trabalhos encontrados (Sperotto e Carlan, 2023). Também, pode ter relação com os eixos da Base Nacional Comum Curricular para o Ensino Médio que na organização dos conteúdos curriculares para a área das Ciências da Natureza e suas Tecnologias apresenta a temática ambiental como eixo que transversaliza os três anos do Ensino Médio (Brasil, 2019).

Foi denominado de “Biologia” todos os trabalhos que abordaram mais de um assunto da Biologia (Biodiversidade e Genética, por exemplo) na mesma pesquisa, totalizando 12 publicações. Na sequência apareceram 7 trabalhos envolvendo Anatomia, 5 sobre a produção de Tecnologia Digital no ensino de Botânica e outras 5 publicações nas áreas da Biologia Celular e Genética, respectivamente. Já o tema Anatomia apareceu em 4 trabalhos. Além disso, 3 publicações exploraram os conteúdos sobre Biomas e a Zoologia e outros 3, o conteúdo referente aos Planetas/Sistema Solar. Os demais temas como a Imunologia, os Fungos, as Infecções Sexualmente Transmissíveis (ISTs), o ciclo da água, as drogas, o campo de estudo da Parasitologia, entre outros não apareceram em um número expressivo de publicações.

Além da análise dos aspectos quantitativos, a pesquisa do Estado do Conhecimento também envolveu uma análise qualitativa que será discutida e apresentada no subcapítulo a seguir.

5.4 Análise Qualitativa dos Trabalhos Analisados no Estado do Conhecimento

Na sequência será apresentada a organização dos dados das 73 publicações, a partir de uma abordagem qualitativa. Para isso, foi realizada Análise de Conteúdo que, segundo Bardin (2011) ocorre a partir de três

momentos ou como a autora denomina “pólos cronológicos”, sendo estes: a pré-análise; a exploração do material; e o tratamento dos dados, inferências e interpretação (Bardin, 2011, p.95).

Durante a pré-análise foi realizada a leitura inicial que ocorreu após a seleção dos artigos e das teses e dissertações disponíveis na Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD). Já durante a exploração do material foram identificados elementos em comum entre os trabalhos selecionados.

Após as análises e do tratamento dos dados e respectiva interpretação, emergiram duas categorias: “Ensino/ Aprendizagem” e “Formação Docente Tecnológica e Digital”. Da primeira categoria emergiu a subcategoria “Recurso de Tecnologia Digital” que apresenta duas unidades de contexto, sendo elas: **i) Alternativa Para Ensinar Biologia, ii) Motivação/ Interesse/ Curiosidade/ Ludicidade**. Da segunda categoria emergiram uma subcategoria denominada de “Lacunas na Formação Inicial e Continuada” e uma unidade de contexto chamada de **Falta de Formação Docente para Trabalhar com as Tecnologias**, conforme pode ser visto no Quadro 4.

Quadro 4- Categorias 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).

5.4.1 Ensino e Aprendizagem

Esta categoria 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, conseqüentemente, a associação da Tecnologia Digital com o caráter da inovação⁴, 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 análises dos trabalhos selecionados para essa pesquisa, acredita-se que esses recursos podem contribuir com os processos de ensino e de aprendizagem.

Dentre as unidades de contexto, relacionadas à categoria Ensino e Aprendizagem, a unidade de contexto que envolve os aspectos **motivação/ interesse/ curiosidade e o lúdico** ganha destaque, uma vez que grande parte

⁴ 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.

dos trabalhos relacionam o uso das Tecnologias Digitais nas aulas de Ciências e Biologia a um recurso capaz de promover a motivação e a ludicidade. Nesse contexto, Lopes e Ribeiro (2018) ao trabalharem com coleções biológicas virtuais, apontam que:

Por si só as Tecnologias Digitais já motivam os jovens, inseridos no contexto escolar e podem favorecer o interesse na participação e na realização das atividades escolares, beneficiando dessa forma, a aprendizagem (LOPES E RIBEIRO, 2018,p.2).

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. Pesquisas semelhantes a de Almeida e Lopes (2019) foram realizadas por Lilley, Barker e Britton (2004), Santos e Guedes (2005), Cruz e Neri (2013), Monteiro e Groenwald (2014), Costa, Almeida e Lopes (2015) que evidenciam o aspecto das TDs no sentido de motivar e despertar a curiosidade (Almeida e Lopes, 2019). Contudo, algumas pesquisas como as desenvolvidas por Leandro (2020); Neves (2020); Schimboski Woidélla (2019); Lemos (2020), Cézar *et al* (2021), Santos, *et al* (2021) além de evidenciar o aspecto motivador, buscaram também discutir a preocupação com os processos de ensino e aprendizagem de alunos e professores, a partir do uso das TDs.

Trentin, Pérez e Santo (2002) ao estudarem um Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA) destacam alguns motivos pelos quais o recurso pode gerar motivação nos estudantes, sendo eles os aspectos lúdicos que permitem compreender conceitos complexos de uma forma mais simples e a capacidade interativa e de controle do ambiente que possibilita uma certa autonomia do estudante para controlar seu ritmo de aprendizagem, facilitando a superação de certas dificuldades de aprendizagem.

A curiosidade também é um fator importante no sentido de gerar motivação, neste sentido o uso de recursos de Tecnologia Digital surgem como uma ferramenta que apresenta potencial para despertar nos alunos a curiosidade. Nesse sentido, a disciplina de Biologia pode contribuir, pois é um

campo do conhecimento que explora bastante a visualidade por meio de imagens da fauna e flora ou dos temas que exigem maior abstração e que correspondem ao mundo microscópico. Leandro (2020, p.26), aponta que a aprendizagem é favorecida quando a curiosidade está aguçada, uma vez que essa curiosidade também é importante para o desenvolvimento dos processos cognitivos, intelectuais e emocionais dos estudantes.

Os aspectos da motivação, da curiosidade e da ludicidade também foram destaque na pesquisa de Leal (2018) com laboratórios virtuais. Segundo a autora, os laboratórios virtuais podem favorecer a motivação, pois permitem aos alunos uma maior liberdade na escolha dos caminhos que irão percorrer para alcançar o aprendizado. Mondin e Dias (2013), apontam 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 cognitivos são inseparáveis e amplamente estudadas 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 e 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 o acesso não somente ao que já foi atingido através do desenvolvimento, como também àquilo que está em processo de maturação. (Vigotski, 1991)

Cabe ressaltar que a aprendizagem, segundo o autor, ocorre a partir daquilo que a pessoa já tenha desenvolvido 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.

Contudo, 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. 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 apresentem compreensão.

Com relação ao aspecto da ludicidade, alguns autores como Cézar *et al.* (2021); Leal (2018); Souza, Sena e Filho (2019); Laércio e Fonseca (2022), destacam que as TDs 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 abstração, como Trevizani e Benelli (2022) puderam perceber ao utilizarem um jogo de *Role-playing game (RPG)* digital para o ensino de Bioquímica Celular.

Assim, apesar das tecnologias apresentarem limitações para seu pleno desenvolvimento nas escolas, percebe-se que elas podem contribuir para motivar e gerar interesse nos alunos, despertar a curiosidade ou até mesmo

aproximar o conteúdo do estudante. Todavia, para que sua utilização seja bem sucedida é necessário que o professor utilize as TDs, a partir de objetivos pedagógicos bem definidos, contribuindo, dessa forma, para a aprendizagem dos estudantes.

Kenski (2007), afirma que em todos os tempos nós aprendemos de forma mediada pelas tecnologias que lhe são disponíveis. Segundo a autora, na atualidade as Tecnologias Digitais têm possibilitado outras formas de acessar as informações e de comunicar-se, muito impulsionada pelos computadores e pela internet. Esse fator exigirá que os docentes se apropriem pedagogicamente das TDs (Kenski, 2007), possibilitando que os processos pedagógicos ocorram em diferentes espaços e tempos.

A segunda unidade de contexto denominada **Alternativa para ensinar Biologia** da categoria “Ensino e Aprendizagem”, emergiu a partir da identificação dos diferentes recursos de Tecnologia Digital que têm sido produzidos e/ou utilizados nos trabalhos que foram selecionados para esta pesquisa, bem como os benefícios, desafios e potenciais para utilização na Educação Básica. A seguir, serão apresentadas as principais TDs que apareceram nestes trabalhos e seus reflexos para a aprendizagem dos estudantes.

Dentre as Tecnologias Digitais exploradas pelos trabalhos selecionados, surgem diversos recursos, entretanto, os jogos, *quiz* e as estratégias de *gamificação* são os mais utilizados dentre as pesquisas selecionadas, aparecendo em 20 dos 73 trabalhos. As estratégias de gamificação, apesar de serem bastante antigas, ganharam notoriedade em meados de 2010, quando começam a ser discutidas em conferências a respeito da incorporação dos jogos nos contextos escolares, que ocorreu pelo avanço das novas tecnologias. (Bissolotti, Nogueira e Pereira, 2014).

Esses recursos podem ser utilizados nas aulas para trabalhar uma infinidade de conteúdos de Ciências e Biologia. E por envolverem desafios, pontuação e recompensas, acabam por tornar as atividades mais atrativas e gerar motivação e envolvimento dos participantes (Laércio e Fonseca, 2022; Freire, Bueno e Namem, 2018). Pereira *et al.* (2018), apontam ainda que o uso de jogos pode favorecer um ensino mais interativo, contextualizado, que

envolva aspectos lúdicos e práticos além de trazer formas mais dinâmicas de abordar os conteúdos. Talvez, estes possam ser aspectos que levem os pesquisadores a escolherem desenvolver recursos que envolvam a *gamificação* no contexto escolar.

Na sequência surgem os recursos audiovisuais, tais como vídeos, filmes, séries, curta metragem, *podcast* que são explorados em 9 das 73 pesquisas selecionadas. Os recursos audiovisuais são ferramentas de fácil acesso e manipulação pelo docente, todavia o professor deve estar atento a forma como os conteúdos são abordados e se não apresentam erros conceituais (Rezende e Struchiner, 2009). Além disso, ao empregar esses recursos o docente deve auxiliar seus alunos a realizarem uma leitura crítica dos conceitos e das discussões exploradas por meio do recurso, para que sua utilização em sala de aula traga resultados significativos para a aprendizagem. Neste sentido, um exemplo disso é a pesquisa desenvolvida por Rafalski *et al.* (2021) ao elaborar vídeos com seus alunos. A atividade promoveu o interesse dos alunos pelos conteúdos de Ciências e auxiliou a tornar as aulas mais dinâmicas, interativas e significativas.

Um fato que chama atenção é a baixa produção de trabalhos que exploram a plataforma *YouTube*, haja vista que durante a pandemia muitos docentes fizeram uso desta plataforma. O único trabalho, dentre os selecionados, que utiliza deste recurso é o produzido por Alves (2019), um ano antes do início das atividades remotas, em que explora além do *YouTube* um *Blog*, a fim de disponibilizar materiais de apoio aos seus estudantes.

Dentre os recursos de Tecnologia Digital mencionados, neste Estado do Conhecimento, é 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.

Uma das principais características dos *Blogs* consiste no compartilhamento de informações e conhecimentos, possibilitando aos seus usuários publicar informações com uma maior liberdade criativa sem que haja a necessidade de uma edição elaborada (Marques, 2012). Em aula podem ser utilizados para complementação dos conteúdos por meio de uma linguagem mais próxima da que os jovens estão acostumados. Fraga *et al.* (2011) afirmam que os *Blogs* são ferramentas de interesse social do aluno e são recursos que podem facilitar a aprendizagem e serem facilmente manuseados pelos professores.

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, por meio 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 necessária 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, começa 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 e Ramos, 2020). Além disso é necessária a preocupação com o aprofundamento dos conteúdos de forma a não apresentarem 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, sendo

que dois deles fizeram uso da ferramenta *PhET*⁵, outros dois trabalhos utilizaram simuladores já existentes e um produziu seu próprio Laboratório Virtual. 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 e Valle, 2019; Rocha *et al.*, 2018) .

Outro recurso muito utilizado nos trabalhos selecionados para essa pesquisa 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. Além disso, as redes sociais são capazes de promover a motivação, o interesse e a curiosidade para a aprendizagem dos conteúdos de Ciências e Biologia. 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

⁵ PhET é um *software* de simulações interativas voltadas às Ciências e à Matemática, que auxiliam a envolver os estudantes em um ambiente intuitivo, onde os alunos podem aprender por meio de simulações e descobertas. É um recurso gratuito, desenvolvido por pesquisadores da Universidade do Colorado.

PhET – Physics Education Technology. Disponível em <http://phet.colorado.edu/>. Acesso em: 03 Dez. 2023.

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).

Quatro publicações exploram os Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA), tais como o *Moodle* e o *Google Classroom*. Os AVAs se popularizaram, efetivamente, na Educação Básica no período da pandemia da 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 e 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. Os AVAs são também, 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 por meio de legendas, audiodescrição e formatos de leitura de tela.

Os recursos de realidade aumentada e objetos em 3D 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 e Souza, 2020) e tornarem-se aliados do professor no ensino de Ciências e Biologia.

Por meio de objetos 3D é possível visualizar estruturas microscópicas e macroscópicas, objetos que não fazem parte do seu cotidiano; possibilita a visualização tridimensional de moléculas, células, sistemas entre outras estruturas biológicas. Também, pode ser um recurso interessante para aproximar os alunos dos conceitos de Ciências e Biologia, ao utilizá-lo para explicar conceitos mais abstratos e complexos, como os conceitos de célula, DNA, cloroplasto, entre outros.

Messias *et al.*(2018), afirmam que o uso livre de recursos de realidade aumentada possibilitam 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. Acreditamos que este fator se deva por 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, é interessante que os alunos sejam orientados a construir perguntas significativas e que de fato façam sentido com o 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: *sítes*, nuvens de palavras, a ferramenta da *Microsoft @Powerpoint*, a utilização de recursos de robótica, calculadora ambiental, coleção biológica virtual, livros digitais e aplicativos diversos. É importante ressaltar que essas Tecnologias Digitais também podem apresentar grande potencial nos processos de ensino e aprendizagem desde que o professor saiba ensinar através das tecnologias.

Quando se fala na utilização de TDs, em sala de aula, é necessário salientar que a escola tem a responsabilidade de se preocupar com a segurança digital e a proteção dos dados dos alunos contra conteúdos que não são adequados a sua faixa etária. O professor necessita também 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 sala de 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 favorecem o desenvolvimento 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) caracteriza 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, uma vez que o aluno aprende mediado 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

os alunos realizem tarefas cognitivas complexas. Por meio 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 desse 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 em uma sala de aula.

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). Alguns dos trabalhos selecionados nesta pesquisa, como Alves (2019), Ferreira (2020) e Menezes *et al.* (2020) apontam como um dos desafios para a incorporação das TDs em sala de aula a falta de formação docente para o uso destes recursos, tema que será discutido na próxima categoria de análise desta dissertação. Os autores também destacam a carência estrutural, a falta de computadores, a qualidade desses equipamentos, a qualidade da rede de internet que, por vezes, não atende às necessidades da escola, a falta de manutenção dos equipamentos, entre outros desafios.

5.4.2 Formação Docente Tecnológica e Digital

A segunda categoria denominada **Formação Docente Tecnológica e Digital** emergiu a partir das percepções e considerações discutidas nos 73 trabalhos selecionados que destacam que existem lacunas na formação do professor o que justificaria a não utilização dos recursos de Tecnologia Digital em sala de aula. Essas evidências apareceram em muitos trabalhos como justificativa dos professores para a não utilização das TDs, pois não se sentem

seguros para tal. Desta categoria emergiu a subcategoria “Lacunas na formação inicial e continuada”, sendo esta uma realidade presente e evidenciada por autores como Alves (2019) e Ferreira (2020) que em suas pesquisas averiguaram que a falta de domínio das Tecnologias Digitais consiste em uma das justificativas para que os professores não usem as TDs em sala de aula.

Como unidade de contexto foi encontrada a **“falta de formação docente para trabalhar com as tecnologias”**. Importante salientar que o tema apareceu em 16 trabalhos dos 73 selecionados para análise, apresentando uma proporção menor se comparado à categoria anterior, no entanto não menos importante, uma vez que 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).

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) aponta que:

[...] sobremaneira, é urgente que desde a formação inicial de professoras estejam incluídas as estratégias de ensino com uso de TDIC, voltados para a integração curricular das TDIC para que seja possível dar conta do desafio da promoção da educação científica contextualizada para as juventudes atuais (Persich, 2019, p.171).

Santos *et al.* (2021) também 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. Hüberman (1995), ao discutir o ciclo de vida profissional dos professores, observa que há períodos em que os professores estão mais tolerantes à acomodação do que em outros, assim como existem momentos

de desconforto e as Tecnologias Digitais podem representar um fator que tire o docente de sua “zona de conforto” ou simplesmente o professor pode demonstrar resistência à incorporação do “novo”. 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. Em congruência 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.

Na busca por boas práticas docentes, encontrou-se muitas surpresas positivas entre os trabalhos analisados nesta pesquisa. Por exemplo, Manhães, Batista e Marcelino (2020) trabalharam uma Sequência Didática, a partir da metodologia dos Três Momentos Pedagógicos em uma turma de 2º ano do Ensino Médio e da utilização de três aplicativos disponíveis gratuitamente, os quais foram empregados com a finalidade de trabalhar os conteúdos referentes aos sistemas respiratório, circulatório e endócrino. Quanto à proposta realizada por Manhães, Batista e Marcelino (2020), as autoras destacam que:

Apesar de algumas dificuldades encontradas, a proposta pedagógica contribuiu por tornar as aulas mais dinâmicas e interessantes, abordando assuntos relevantes do cotidiano dos alunos de uma forma diferenciada. As atividades propostas possibilitaram despertar a curiosidade em relação aos conteúdos, estimular a participação e a interação nas aulas, aumentando a vontade de aprender. Em relação aos testes, ao final da aplicação da Sequência Didática (SD), os alunos apresentaram melhores concepções acerca dos conceitos científicos, indicando um entendimento do assunto abordado (Manhães, Batista e Marcelino, 2020, p. 895).

Neste trabalho, ao empregar recursos de Tecnologia Digital, foi possível perceber o engajamento dos alunos e a aprendizagem dos conteúdos de Biologia, demonstrando ser uma alternativa interessante no auxílio do docente na construção de práticas diferenciadas. Trevizani e Benelli (2020), também descrevem exemplos de práticas que utilizaram recursos digitais, a fim de proporcionar aulas mais dinâmicas, interativas e que contribuíssem para o

aprendizado dos estudantes. Para isso, as autoras construíram um jogo do tipo RPG em formato digital, por meio da plataforma *Google Forms* que consiste em um recurso gratuito e de fácil uso, a fim de trabalhar o conteúdo de biomoléculas relacionando-o com a obesidade. O jogo criado pelas autoras conta uma história e apresenta personagens que podem ser escolhidos pelos alunos. Eles possibilitam também que ao longo do jogo, os estudantes respondam perguntas complexas a respeito do conteúdo que está sendo abordado. Trevizani e Benelli (2020) destacam que:

[...] o jogo elaborado nessa atividade proporciona uma maneira de relacionar o uso de Tecnologias Digitais aliado ao sistema de ensino, colaborando para um ensino- aprendizagem mais prazeroso e atrativo, ampliando a interação entre professor e aluno (Trevizani e Benelli, 2020, p. 102).

Esses são apenas alguns dos exemplos de como as Tecnologias Digitais podem ser incorporadas nos processos de ensino e aprendizagem. Porém, existem inúmeras outras possibilidades, contudo, estas necessitam formação tecnológica do professor para utilização em sala de aula. 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. Vilas Bôas, Nascimento Júnior e Moreira (2018), apontam que os professores que têm interesse em buscar formação em Tecnologias Digitais, fazem por conta própria.

Morin (s.d.) retrata bem 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 (MORIN, 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 buscarem por qualificação, a fim de que adquiram conhecimentos sobre as Tecnologias Digitais e ainda, aprendam a utilizar estes recursos para auxiliar seus alunos nos processos de ensino e de aprendizagem (Leal, 2018).

Outro aspecto presente nos trabalhos analisados, neste Estado do Conhecimento, refere-se às queixas dos docentes quanto à falta de estrutura na escola para o desenvolvimento de atividades com emprego das Tecnologias Digitais. 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 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 nas escolas, pois muitas escolas públicas até agora 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 das escolas com recursos nacionais mais baratos e sustentáveis.

Outra questão preocupante é o acesso 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. O relatório de monitoramento global de educação aponta que “[...] em todo o mundo, apenas 40% das escolas primárias, 50% das escolas de primeiro nível da educação secundária e 65% das escolas de segundo nível da educação secundária estão conectadas à internet” (Unesco, 2023, p. 7). Percebe-se, com isso, que as carências estruturais tecnológicas, especialmente a qualidade da conectividade são um problema global que deve ser enfrentado, especialmente, com a criação de políticas que visem garantir a conectividade das escolas.

Outro aspecto que deve ser levado em consideração quando se fala de práticas docentes a partir do uso de TDs é a base de conhecimento docente. O relatório da Unesco aponta que somente metade dos países possuem padrões de desenvolvimento de habilidades em TDs para professores (Unesco, 2023). Neste sentido é fundamental, que os professores construam uma base de conhecimentos para que consigam fazer uso qualificado das Tecnologias para ensinar Biologia. Assim o *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) ou conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo pode garantir a sustentação teórica, contribuindo para a melhor compreensão a respeito do desafio de aproximar a educação da tecnologia.

O modelo de TPACK desenvolvido por Koehler & Mishra (2005) utilizou como origem a concepção da Base de Conhecimento de Shulman (1986), especificamente do Conhecimento Pedagógico de Conteúdo, concepção na qual foi explicitamente integrado o componente de Conhecimento Tecnológico (Cibotto e Oliveira, 2017).

O TPACK busca aliar o ensino dos conteúdos curriculares utilizando de técnicas pedagógicas, métodos e estratégias que empreguem os recursos de tecnologia, a fim de atender às necessidades de aprendizagem dos alunos (Cibotto e Oliveira, 2017). E objetiva articular os 3 conhecimentos que o formam - tecnológico, pedagógico e de conteúdo - para que se possa alcançar os objetivos de ensino e de aprendizagem (Cibotto e Oliveira, 2017). Os autores citados 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.

Cibotto e Oliveira (2017), destacam que o professor ao aderir ao *framework*⁶ TPACK precisa elaborar atividades que empreguem, adequadamente, uma tecnologia ou várias tecnologias, a fim de atender uma intencionalidade pedagógica, 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, por exemplo, além de estar preparado para utilizar desses 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).

Por fim, vale ressaltar que os achados analisados e discutidos neste Estado do Conhecimento servirão para o cruzamento com os resultados encontrados na análise de campo com os professores de Biologia das escolas públicas do município de Pelotas, assim como com o referencial do *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK).

5.5 O TPACK como possibilidade de avanço no emprego das Tecnologias Digitais no ensino

Pensar o ensino de Ciências na era digital exige pensar o uso de recursos Tecnológicos Digitais e, conseqüentemente, o preparo do professor para o uso qualificado destes recursos e para isso, o *framework* Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) se mostra promissor. O TPACK reúne os conhecimentos docentes necessários ao uso qualificado de TDs nos processos de ensino e aprendizagem.

⁶ *Framework* consiste em um conjunto de conceitos relacionados e que explicam determinado fenômeno. Nesse caso, a base é a inter-relação entre os conhecimentos de tecnologia, de pedagogia e de conteúdo e as relações transacionais entre esses componentes. Uma possível tradução para a expressão seria “quadro teórico”, no entanto, nas pesquisas realizadas no Brasil, o termo em inglês tem sido mantido por julgar-se que o original possui sentido mais amplo (CIBOTTO e OLIVEIRA, 2017).

Mishra e Koehler (2006), identificam que muitas das pesquisas realizadas sobre as tecnologias na educação no início dos anos 2000 tendiam a olhar apenas para as tecnologias, discutindo práticas ou a implementação de novas ferramentas e pouco atentavam-se a como esses recursos eram utilizados para desenvolver a aprendizagem. Neste contexto, é possível observar certa semelhança com os trabalhos encontrados na revisão do Estado do Conhecimento desta dissertação, cujas pesquisas destacam a produção e/ou uso de TDs no ensino de Ciências e de Biologia, mas pouco discutem como esses recursos podem contribuir com os processos de ensino e aprendizagem.

Para Mishra e Koehler (2006, 2009), a incorporação de novas tecnologias às práticas pedagógicas não é suficiente, é preciso pensar sobre os saberes necessários para fazer uso destes recursos de forma efetiva e qualificada e, para isso, indicam a necessidade de se discutir de forma mais profunda o emprego pedagógico das tecnologias em aula. Para a construção de discussões mais profundas sobre o uso das tecnologias, os autores estruturaram uma base teórica que desse sustentação às reflexões sobre o uso das tecnologias nas práticas dos professores, o TPACK (Mishra e Koehler, 2006).

A estrutura TPACK está baseada nas descrições do PCK de Shulman (1986) e acrescenta as noções dos professores sobre as tecnologias educacionais e como estas interagem com os constructos do Pedagogical Content Knowledge (PCK), ou Conhecimento Pedagógico do Conteúdo, a fim de qualificar o ensino com tecnologia (Mishra e Koehler, 2009). Conforme os estudos realizados por Fernandez (2015) sobre as pesquisas de Shulman, o PCK compreende que a profissão docente exige mais do que saber um conteúdo, a docência como profissão necessita de um campo de conhecimentos que possa ser sistematizado e comunicado a outros. Desta forma, a base dos estudos de Shulman está na “desmontagem analítica dos componentes desenvolvidos no conhecimento docente” (Fernandez, 2015, p. 503). Assim, ganha destaque o PCK que representa o conhecimento profissional do professor e que acaba por distinguir o professor de um especialista em uma dada área do conhecimento, como por exemplo o professor de Biologia do Biólogo.

Fernandez (2015), afirma que Shulman emprega o termo “Conhecimento do Professor” no sentido de diferenciar da ideia de saber docente, pois compreende que o conhecimento do professor busca valorizar a atividade profissional docente e que o conhecimento docente passa pela transformação e construção de conhecimentos que são específicos da profissão docente. “Assim, o conhecimento é a especialização do saber, ou seja, o conhecimento passa pela reflexão do saber fazer, elevando a prática a um nível de consciência, reflexão, análise, sistematização e intenção” (Fernandez, 2015, p. 504).

Um dos desafios da atuação do professor está em tomar o que ele já tem compreensão e delinear de forma que o ensino torne-se compreensível. Para tanto, Shulman (2014) propõe um modelo de raciocínio e ação pedagógica, que tem como ponto de partida e chegada a compreensão e que propiciam o desenvolvimento do PCK docente (Bervian, 2019). Este modelo está resumido no Quadro 5, abaixo.

Quadro 5 - Modelo de ação e raciocínio pedagógico

Compreensão	De propósitos, estruturas do conteúdo, ideias dentro e fora da disciplina.
Transformação	Preparação: interpretação crítica e análise de textos, estruturando e segmentando, desenvolvimento de um repertório curricular e esclarecimento de propósitos. Representação: uso do repertório representacional, que inclui analogias, metáforas, exemplos, demonstrações, explicações e assim por diante. Seleção: escolha dentro de um repertório instrucional que inclui modos de ensinar, organizar, gerenciar e arrumar. Adaptação e ajuste às características dos alunos: consideração de conceitos, preconceitos, equívocos e dificuldades, língua, cultura e motivações, classe social, gênero, idade, habilidade, aptidão, interesses, autoestima e atenção.
Instrução	Gerenciamento, apresentações, interações, trabalho em grupo, disciplina, humor, questionamentos e outros aspectos do ensino ativo, instrução de descoberta ou de investigação e as formas observáveis de ensino em sala de aula.
Avaliação	Verificação do entendimento do aluno durante o ensino interativo. Testar o entendimento do aluno no final das aulas ou unidades. Avaliar o próprio desempenho e ajustá-lo às experiências.
Reflexão	Rever, reconstruir, reconstituir e analisar criticamente o próprio desempenho e o da classe, e fundamentar as explicações em evidência.
Novas compreensões	De propósitos, da matéria, dos alunos, do ensino e de si mesmo. Consolidação dos novos entendimentos e aprendizagens da experiência.

Fonte: SHULMAN (2014, p. 216).

O PCK é uma importante base de conhecimento docente, pois:

[...] identifica os distintos corpos de conhecimento necessários para ensinar. Ele representa a combinação de conteúdo e pedagogia no entendimento de como tópicos específicos, problemas ou questões são organizados, representados e adaptados para os diversos interesses e aptidões dos alunos e apresentados no processo educacional em sala de aula (Shulman, 2014, p. 204).

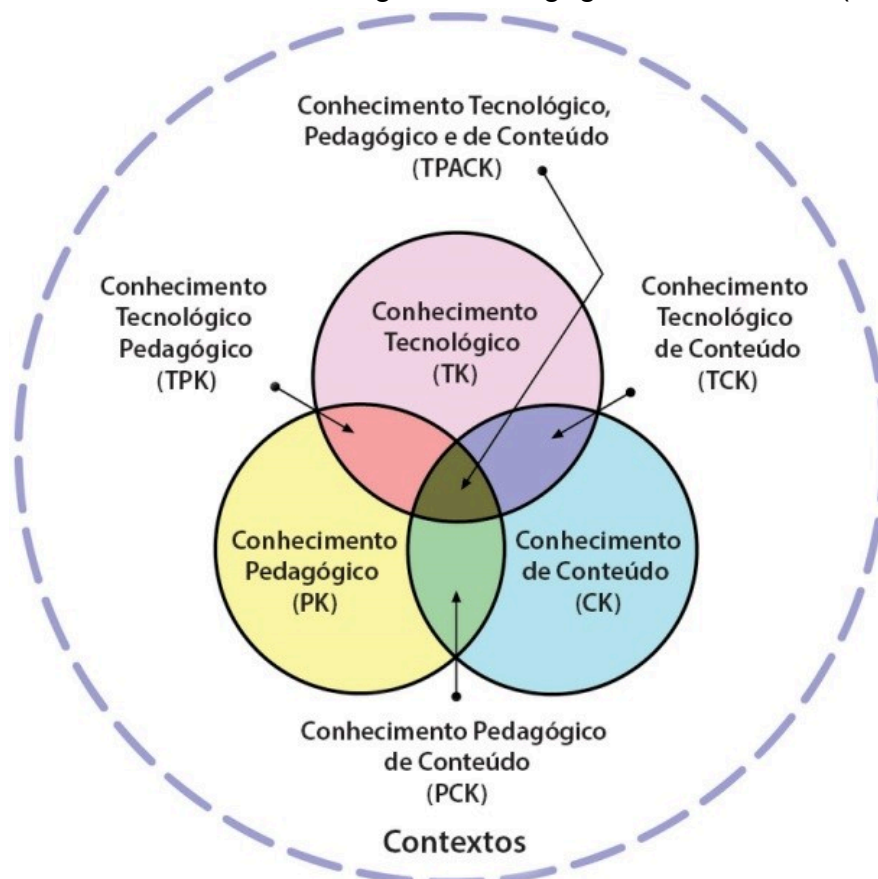
Assim, ambos os modelos, TPACK e PCK buscam explorar o arcabouço de conhecimentos necessários à prática docente, a fim de auxiliar os professores na construção de suas aulas (Avila, 2020). Quando Shulman (1986), estudou as relações entre os conhecimentos pedagógicos e de conteúdo, não deu enfoque às questões tecnológicas. Naquele contexto e até recentemente, as tecnologias comumente utilizadas nas salas de aula, como os livros didáticos, os retroprojetores, entre outras, eram usuais aos docentes que detinham o completo domínio sobre estes recursos. O ritmo que estes recursos eram atualizados era menos intenso do que se vê na atualidade com o avanço dos recursos de Tecnologia Digital, que se modificam em uma velocidade que torna quase impossível ao professor acompanhar o surgimento de novos recursos (Mishra e Koehler, 2006, 2009).

As TDs vem ocupando, cada vez mais, o ambiente escolar e se estabelecendo nos espaços de ensino e pela rapidez com que se tornam obsoletas exigem do professor não apenas aprender a usar os recursos, é também necessário que o docente construa uma gama de conhecimentos para melhor empregá-las em sala de aula. Esse conhecimento sobre as tecnologias precisa estar articulado com os conhecimentos pedagógicos e de conteúdo e é justamente as interações entre os três conhecimentos que diferenciam o TPACK (Mishra e Koehler, 2006) de outros modelos teóricos que discutem a importância do conhecimento tecnológico por parte dos professores.

Desta forma, o modelo proposto por Mishra e Koehler (2006, 2009) sustenta-se nos três saberes, pedagógico, de conteúdo e tecnológico e suas interações, a saber: Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK), Conhecimento de Conteúdo Tecnológico (TCK), Conhecimento Tecnológico Pedagógico (TPK) e Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo

(TPACK). Para melhor compreensão do modelo TPACK, este é comumente representado por meio do diagrama de Venn, ou seja, com três círculos parcialmente sobrepostos, cada qual representando uma forma distinta de conhecimento dos professores, conforme apresentado na Figura 3, abaixo.

Figura 3- Conhecimento Tecnológico e Pedagógico do Conteúdo (TPACK).



Fonte: Mishra & Koehler (2006).

Na sequência, apresento os construtos que formam o TPACK:

Conhecimento de conteúdo: conforme apresentado por Koehler e Mishra (2006, 2009) o conhecimento de conteúdo é o conhecimento sobre o assunto a ser ensinado e aprendido. Para Shulman(1986), o conhecimento do conteúdo vai além do conteúdo da disciplina e engloba o conhecimento de conceitos, fatos, teorias, ideias, estruturas organizacionais, evidências, provas, além de práticas e abordagens que levaram ao desenvolvimento de tal conhecimento. Por exemplo, os conhecimentos de teorias e postulados da Biologia diferem-se dos da Química, da Física e da Sociologia.

Desta forma, a construção do conhecimento de conteúdo envolve compreender a natureza epistemológica da disciplina que ministra, por exemplo compreender o que difere uma atividade experimental de Biologia da resolução Matemática de uma equação (Mishra e Koehler, 2006; Cibotto e Oliveira, 2017). Além disso, o professor compreender e saber adaptar esses assuntos de acordo com a etapa escolar em que está ministrando a sua aula, ou seja, a forma como se explica o conceito de célula para um estudante do 6º ano, não deve ser a mesma que a empregada para explicar a teoria celular a um estudante do Ensino Médio, que por sua vez difere-se da utilizada no Ensino Superior (Mishra e Koehler, 2006; Cibotto e Oliveira, 2017). Sem a compreensão ampla do conhecimento de conteúdo, o professor pode ensiná-lo de forma equivocada, o que resultaria na construção de concepções errôneas pelos alunos (Harris *et al*, 2005, Cibotto e Oliveira, 2017).

Conhecimento Pedagógico: Cibotto e Oliveira (2017), afirmam que em sala de aula a atuação docente envolve aspectos que vão além do conhecimento do conteúdo das disciplinas que ministram. A partir do que é proposto por Shulman (1986), compreende-se que o conhecimento pedagógico tem suas raízes na pedagogia, na didática, no currículo e em outros campos do conhecimento que envolvem o gerenciamento de sala de aula, a compreensão dos processos de ensino e aprendizagem e o entendimento dos contextos da sala de aula (Cibotto e Oliveira, 2017; Avila, 2020).

Mishra & Koehler (2006), definem o conhecimento pedagógico como sendo:

[...] um profundo conhecimento sobre os processos, práticas e métodos de ensino e aprendizagem e como se envolvem, entre outras coisas, em geral propósitos educacionais, valores e objetivos. Esta é uma forma genérica de conhecimento que está envolvida em todas as questões de aprendizagem dos alunos, gestão da sala de aula, desenvolvimento de plano de aula, implementação e avaliação do estudante. Ele inclui conhecimentos sobre as técnicas ou métodos a serem usados em sala de aula, a natureza do público-alvo e as estratégias para avaliar a compreensão do aluno. Um professor com profundo conhecimento pedagógico entende como os alunos constroem o conhecimento, adquirem habilidades e desenvolvem hábitos mentais e disposição positiva para a aprendizagem. Como tal, o conhecimento pedagógico requer uma compreensão das capacidades cognitivas, sociais e teorias de desenvolvimento da aprendizagem e como elas se aplicam aos estudantes na sala de aula (Mishra & Koehler, 2006, p. 1026-1027).

De forma sistematizada, o conhecimento pedagógico envolve as estratégias, as práticas, os processos e os métodos de ensino e de aprendizagem, bem como os objetivos de ensino e a avaliação dos alunos (Mishra e Koehler, 2005, Cibotto e Oliveira, 2017). Além disso, engloba conhecer profundamente a turma, a realidade social e cultural, bem como seus conhecimentos previamente construídos (Cibotto e Oliveira, 2017). Assim, para que o professor aplique adequadamente seus saberes pedagógicos precisa ter uma compreensão ampla das teorias cognitivas, sociais e sobre os processos de ensino e aprendizagem (Mishra e Koehler, 2006).

Conhecimento Pedagógico do Conteúdo:

Pedagogical Content Knowledge (PCK), como já discutido anteriormente, foi proposto inicialmente por Shulman (1986, 1987) e discute a interação do conhecimento de conteúdo com o conhecimento pedagógico, com ênfase na habilidade que os professores carecem desenvolver, de adaptar um conteúdo para o melhor entendimento de seus alunos (Avila, 2020). O PCK difere-se do conhecimento do especialista em uma disciplina e do conhecimento pedagógico geral compartilhado entre os professores de diferentes disciplinas (Mishra e Koehler, 2006).

Assim, o PCK abrange as questões de ensino e aprendizagem, de currículo, avaliação, relatórios e diferentes ligações entre estes processos. Mishra e Koehler (2006), afirmam que o conhecimento pedagógico do conteúdo inclui:

[...] saber quais abordagens de ensino se adequam ao conteúdo e, da mesma forma, saber como os elementos do conteúdo podem ser organizados para um melhor ensino [...]. O PCK preocupa-se com a representação e formulação de conceitos, técnicas pedagógicas, conhecimento do que torna os conceitos difíceis ou fáceis de aprender, conhecimento do conhecimento prévio dos alunos e teorias de epistemologia. Envolve também o conhecimento de estratégias de ensino que incorporam representações conceituais apropriadas, a fim de abordar as dificuldades e conceitos errôneos dos alunos e promover uma compreensão significativa. Inclui também o conhecimento do que os alunos trazem para a situação de aprendizagem, conhecimento que pode ser facilitador ou disfuncional para a tarefa de aprendizagem específica em questão. Este conhecimento dos alunos inclui as suas estratégias, concepções prévias (tanto “ingênuas” como produzidas instrucionalmente) [...] (Mishra e Koehler, 2006, p. 1027).

Desta forma, o professor que compreende o conhecimento pedagógico do conteúdo deve além de ter domínio sobre o assunto a ser abordado, encontrar formas de representá-lo e apresentá-lo aos alunos, tendo como ponto de partida aquilo que os alunos já compreendem sobre o conteúdo. Para tanto, o professor pode utilizar-se de metodologias, materiais didáticos, analogias, ilustrações, demonstrações e outros recursos, a fim de tornar os conteúdos compreensíveis aos alunos.

Conhecimento Tecnológico (TK):

Mishra e Koehler (2009), apontam que o conhecimento tecnológico é o mais difícil de ser definido justamente por sua natureza e pela rápida obsolescência das novas tecnologias, por este motivo também o TK está sempre em fluxo. No entanto, existem formas de pensar e incorporar as tecnologias que independem de quais sejam e de quando surgem (Ciboto e Oliveira, 2017; Harris *et al.*, 2009) e é isto que o TK busca articular.

O conhecimento tecnológico envolve além do conhecimento das tecnologias que são padrão no ensino, como lápis, quadro, livros, entre outros, o conhecimento de novos recursos e mais avançados, como os recursos digitais (Mishra e Koehler, 2006). Considerando as Tecnologias Digitais, o TK envolve conhecer os sistemas operacionais e *hardware*, saber usar recursos padrões como editores de texto, planilhas, navegadores, *e-mail*, compreender como instalar e remover aplicativos e *softwares*, criar e arquivar documentos (Mishra e Koehler, 2006). Uma habilidade extremamente importante aos docentes, frente aos recursos de Tecnologia Digital, é a de adaptarem-se e estarem abertos aos novos recursos que surgem a todo momento. Mishra e Koehler (2006), neste sentido, apontam que:

Como a tecnologia está continuamente mudando, a natureza da TK também precisa mudar com o tempo. Por exemplo, muitos dos exemplos dados acima (sistemas operativos, processadores de texto, navegadores, etc.) irão certamente mudar e talvez até desaparecer, nos próximos anos. A capacidade de aprender e de se adaptar às novas tecnologias (independentemente de quais sejam as tecnologias específicas) continuará a ser importante (Mishra e Koehler, 2006, p. 1028).

Com isso, definir o conhecimento tecnológico é extremamente complexo, pois:

A definição de TK usada na estrutura TPACK é próxima à de Fluência em Tecnologia da Informação (FITness), conforme proposto pelo Comitê de Alfabetização em Tecnologia da Informação do Conselho Nacional de Pesquisa (NRC, 1999). Eles argumentam que FITness vai além das noções tradicionais de alfabetização em informática para exigir que as pessoas entendam a tecnologia da informação amplamente o suficiente para aplicá-la produtivamente no trabalho e em suas vidas cotidianas, para reconhecer quando a tecnologia da informação pode auxiliar ou impedir a obtenção de uma meta e para se adaptar continuamente às mudanças na tecnologia da informação. FITness, portanto, requer uma compreensão e domínio mais profundos e essenciais da tecnologia da informação para processamento de informações, comunicação e resolução de problemas do que a definição tradicional de alfabetização em informática. Adquirir TK dessa maneira permite que uma pessoa realize uma variedade de tarefas diferentes, usando tecnologia da informação e desenvolva diferentes maneiras de realizar uma determinada tarefa. Essa conceituação de TK não propõe um "estado final", mas sim o vê de forma desenvolvimentista, como evoluindo ao longo de uma vida de interação generativa e aberta com a tecnologia (Mishra e Koehler, 2009, p.64).

Entendendo que as TDs mudaram, significativamente, a forma como nos relacionamos, nos comunicamos, as formas de entretenimento em diversas áreas do nosso cotidiano. Na educação esta revolução ainda está acontecendo e autores, como Mishra e Koeler (2006), têm buscado compreender como esse processo está ocorrendo e quais impactos na atuação docente. Schlemmer e Moreira (2020), apontam para uma mudança paradigmática no sentido de incorporar uma educação digital *onlife*⁷, pois reconhecem que a interconexão entre *online* e *offline* está cada vez mais difusa e as TDs têm impactado, cada vez mais, a forma como nos vemos, as nossas interações e os processos de ensino e aprendizagem. É necessário portanto, pensar em estruturas educacionais e de formação que atendam a necessidade de:

[...]formação docente e de educação ao longo da vida que realcem a realidade multifacetada, multidimensional, multidisciplinar e multicultural, assim como a articulação de saberes que se exige aos atuais professores/formadores, integrados nesta sociedade digital em rede (Schlemmer; Moreira, 2020, p. 27).

⁷ A educação digital *Onlife* reconhece que a aprendizagem não acontece apenas na sala de aula tradicional, mas ultrapassa para outros espaços híbridos, entre eles os ambientes virtuais e digitais e reconhece que as Tecnologias Digitais e as interações presenciais coexistem e se complementam.

Desta forma avançar para uma proposta de educação *onlife*, exige adotar uma postura de reformulação e atualização, ou seja, o docente ao longo de sua vida profissional, mais do que em outros momentos da história, terá de estar em constante formação.

Conhecimento Pedagógico da Tecnologia (TPK)

O conhecimento pedagógico da tecnologia diz respeito ao conhecimento de recursos e de suas capacidades nos processos de ensino e aprendizagem. Além disso, engloba compreender como podemos empregar as ferramentas de tecnologia para o desenvolvimento do ensino-aprendizagem em um determinado contexto (Mishra e Koehler, 2006; Cibotto e Oliveira, 2017). Logo, é preciso compreender que não há uma forma mais adequada de se empregar as tecnologias em aula, pois a forma como podem ser utilizadas sofre influência direta do contexto em que será empregada.

É preciso que o professor conheça diferentes recursos, assim como reconheça suas capacidades e limitações ao serem empregadas no ambiente escolar, bem como saiba como o ensino pode sofrer alterações a partir do uso de dado recurso (Avila, 2020; Mishra e Koehler, 2006). Também, faz-se necessário que o professor saiba utilizar ferramentas tecnológicas de forma adequada associando-as às estratégias de ensino e às metodologias. É imprescindível que o professor saiba empregar criticamente a tecnologia em um contexto pedagógico, escolhendo os recursos que melhor se adequem aos objetivos pedagógicos e aos conteúdos que estão sendo trabalhados em aula.

Neste contexto, Mishra e Koehler (2006) afirmam que existem inúmeros recursos que podem ser utilizados para uma mesma tarefa, mas é preciso escolher o que melhor se adequa ao contexto de ensino em que a aula está sendo ministrada. Por exemplo, ao trabalhar a temática relações ecológicas o docente pode escolher entre uma gama de recursos, mas o uso de um simulador de relações ecológicas permitiria, aos alunos, simular diferentes cenários ecológicos, observando diversos aspectos, entre eles: as mudanças no ambiente, a introdução de novas espécies, a mudança climática ou a remoção de predadores e os impactos destas ações nas populações e no equilíbrio do ecossistema. Em contraste, o uso de apresentações mais tradicionais, por meio do uso de *slides*, por exemplo, com a apresentação de

imagens e descrições estáticas dos ecossistemas e das relações ecológicas, talvez não tivesse impactos tão positivos na aprendizagem e observação dos fenômenos ecológicos quanto uma abordagem experimental que pode possibilitar maior dinamismo na compreensão de conceitos complexos como os referentes às interações ecológicas.

Mishra e Koehler (2006), mencionam que o TPK torna-se relevante para o ambiente escolar, uma vez que é possível sua adaptação para o ensino. Um dos recursos que têm sido mais empregados em aula, por exemplo, não foi construído para esta finalidade, como é o caso da ferramenta *PowerPoint* do pacote da *Microsoft Office* que, originalmente, foi construída para utilização em ambiente corporativo/negócios. Contudo, para incorporação destes recursos na prática pedagógica do docente, este requer o desenvolvimento do que Harris *et al.* (2009) denominam de “Flexibilidade Criativa”, ou seja, ser capaz de adaptar esses recursos que não foram projetados para a educação. Logo, o desenvolvimento do TPK requer que o professor olhe de forma mais criativa para as tecnologias, analisando suas potencialidades que, por vezes, não são observáveis por um olhar desatento.

Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK)

De forma sintética, o TCK diz respeito às formas como o conteúdo e a tecnologia influenciam e restringem um ao outro (Mishra e Koehler, 2009). A compreensão de que as tecnologias têm impacto direto sobre as práticas e o conhecimento de uma determinada área do conhecimento é essencial para que saibamos incorporar novas tecnologias para os fins educacionais (Mishra e Koehler, 2009). Por isso, os professores devem conhecer, de forma ampla, como o conteúdo que ensinam pode ser alterado, a partir do uso de um recurso de tecnologia, buscando que os alunos aprendam o conteúdo, por meio de atividades, materiais didáticos, entre outros (Mishra e Koehler, 2009; Ávila, 2020).

O professor precisa, portanto, saber identificar, conhecer e utilizar as tecnologias mais adequadas para determinado conteúdo, buscando também recursos que tornem a aprendizagem mais acessível aos estudantes. Um exemplo disso, são os *softwares* de realidade aumentada que possibilitam

visualizar a anatomia interna do corpo humano (Mishra e Koehler, 2006; Avila, 2020).

Neste sentido, Mishra e Koehler (2009) destacam que:

A escolha de tecnologias proporciona e restringe os tipos de ideias de conteúdo que podem ser ensinadas. Da mesma forma, certas decisões de conteúdo podem limitar os tipos de tecnologias que podem ser usadas. A tecnologia pode restringir os tipos de representações possíveis, mas também pode permitir a construção de representações mais novas e variadas. Além disso, as ferramentas tecnológicas podem fornecer um maior grau de flexibilidade na navegação por essas representações (Mishra e Koehler, 2009, p.65)

Assim, o conhecimento tecnológico do conteúdo consiste na forma pela qual a tecnologia e o conteúdo estão reciprocamente relacionados. Apesar de algumas tecnologias restringirem as formas como os conteúdos podem ser representados, as tecnologias mais novas, como as que surgem com a popularização da internet permitem, frequentemente, novas formas, mais flexíveis, de explorar os conteúdos. No caso dos modelos anatômicos humanos, os modelos tradicionais e físicos são rígidos e, por vezes não apresentam todas os órgãos do corpo, em comparação os modelos digitais possibilitam, por exemplo, maior interatividade, resolução mais detalhada com diferentes camadas do corpo humano, sendo possível ampliar, rotacionar e seccionar partes específicas, o que facilita a visualização de estruturas internas e detalhadas que nem sempre são visíveis em modelos físicos.

Conhecimento Tecnológico, Pedagógico e do Conteúdo (TPACK)

O TPACK é uma forma de conhecimento que emerge das interações entre os conhecimentos pedagógico, do conteúdo e tecnológico e tem por intencionalidade um ensino verdadeiramente significativo e profundamente qualificado a partir do uso de recursos de tecnologia (Mishra e Koehler, 2009).

O TPACK é a base de um bom ensino com tecnologia e requer 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 conhecimentos 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. 1026)

Como cada situação que ocorre em aula é única, não há uma única solução tecnológica que possa ser aplicada em todos os contextos de ensino. As soluções encontram-se na capacidade do docente de lançar mão dos três elementos principais: conteúdo, pedagogia e tecnologia, bem como suas interações complexas. Desta forma, o professor precisa compreender profundamente cada um dos domínios e suas inter relações, a fim de construir soluções adequadas aos desafios que se apresentam em aula. Nesta perspectiva, Mishra e Koehler (2009) pontuam que:

Ensinar com tecnologia é algo difícil de fazer bem. A estrutura TPACK sugere que o conteúdo, a pedagogia, a tecnologia e os contextos de ensino/aprendizagem têm papéis a desempenhar individualmente e em conjunto. Ensinar com sucesso com tecnologia requer criar, manter e restabelecer continuamente um equilíbrio dinâmico entre todos os componentes. Vale a pena notar que uma série de fatores influencia como esse equilíbrio é alcançado (Mishra e Koehler, 2009, p.67).

Desta forma, é importante que os professores saibam navegar com flexibilidade pelos três elementos (conteúdo, pedagogia e tecnologias), assim como por suas complexas interações sem ignorar a complexidade dessas inter relações (Mishra e Koehler, 2006; Avila, 2020).

Para exemplificar e sintetizar os conhecimentos por meio do TPACK é apresentado a seguir um quadro-síntese (Quadro 7) que foi construído por Chai; Koh; Tsai (2013) com tradução de Avila (2020).

Quadro 7: Síntese dos componentes TPACK

Comp.	Definição	Exemplo
TK	Conhecimento sobre como usar hardware e software de TIC e periféricos associados	Ao ensinar sobre sistemas de fotossíntese , o professor utiliza simuladores online (como o PhET Interactive Simulations) para permitir que os alunos visualizem e manipulem variáveis no processo da fotossíntese, como luz, temperatura e concentração de dióxido de carbono.
PK	Conhecimento sobre a aprendizagem dos alunos, métodos de ensino, diferentes teorias educacionais, avaliação de aprendizagem	Conhecimento de como conduzir um debate ou um estudo de caso.
CK	Conhecimento do assunto a ser ensinado	Conhecimento profundo a respeito das células sua estrutura, como a função dos ribossomos, mitocôndrias, e núcleo, e os diferentes tipos de células (procariontes e eucariontes).
PCK	Conhecimento de representação de conhecimento de um conteúdo e adoção de estratégias pedagógicas para tornar o conteúdo/tópico específico mais compreensível para os estudantes.	Conhecer diferentes estratégias, como mapas mentais, esquemas didáticos, entre outros que tornem o conhecimento como o da fotossíntese mais acessível aos estudantes.
TPK	Conhecimento da existência e especificações de várias tecnologias para permitir abordagens de ensino	Conhecimento de como a plataforma Kahoot pode contribuir com a revisão de conceitos como a seleção natural e adaptação.
TCK	Conhecimento sobre como usar a tecnologia para representar/pesquisar e criar o conteúdo de diferentes maneiras	Conhecimento acerca de como a ferramenta BioDigital Human pode auxiliar a mostrar aos alunos a estrutura do DNA, como a clonagem genética funciona e as implicações da edição genética.
TPACK	Conhecimento sobre como usar a tecnologia para ensinar e/ou apresentar e/ou facilitar a criação de conhecimento de um assunto específico	Ao ensinar fisiologia humana , o professor integra o uso de realidade aumentada (AR) para permitir que os alunos explorem o corpo humano em 3D. Eles podem visualizar o funcionamento do sistema circulatório e de infecções, interagindo com os modelos e, ao mesmo tempo, aplicando métodos pedagógicos como aprendizagem ativa e resolução de problemas. O uso dessa tecnologia, aliado a estratégias pedagógicas como estudos de caso e debates, promove uma aprendizagem significativa e eficaz.

Fonte: (adaptado de Chai; Koh; Tsal, 2013, 2024).

Ao apresentar o modelo TPACK, observa-se a complexidade do processo para a incorporação qualificada das Tecnologias Digitais na prática pedagógica dos professores, sendo possível compreender que não basta apenas motivar os alunos ou saber usar o recurso tecnológico é preciso mobilizar uma gama de conhecimentos para tal. Mishra e Koehler (2006), afirmam que não basta “treinar” os professores para o uso de uma ou outra tecnologia, uma vez que em anos ou meses esses recursos correm o risco de tornarem-se obsoletos.

Conhecimento Contextual (XK):

O XK envolve o conhecimento dos professores sobre os contextos em que atuam. Na Figura 3 (pg.67), contendo o esquema com a representação das interações entre os constructos TPACK, o conhecimento contextual é representado no formato de um círculo tracejado que circunda os demais constructos, pois o contexto não tem uma forma definida e pode ser atravessado por uma série de elementos. Mishra (2019), aponta que:

Conhecimento Contextual seria tudo, desde a conscientização do professor sobre as tecnologias disponíveis até o conhecimento do professor sobre as políticas escolares, distritais, estaduais ou nacionais em que ele opera (Mishra, 2019, p.76).

A integração do Conhecimento Contextual aos conhecimentos docentes que formam o TPACK acaba por tornar o currículo externo um outro domínio de conhecimento que os professores devem desenvolver para um ensino com tecnologias. Mishra (2019), afirma que a integração do XK:

[...] implica que o conhecimento contextual é algo em que nós (como educadores de professores) podemos agir, mudar e ajudar os professores a desenvolver. Assim como buscamos desenvolver os conhecimentos dos professores e o Conhecimento TPACK geral, fica claro que devemos trabalhar para aumentar seu conhecimento contextual também. O conhecimento contextual torna-se de importância crítica para os professores e a falta dele limita a eficácia e o sucesso de qualquer desenvolvimento de TPACK, ou as tentativas de um professor de integração de tecnologia (Mishra, 2019, p. 76-77).

Porras-Hernández e Salinas-Amescua (2013), também discutem o papel dos contextos e com base em outros trabalhos a respeito do modelo TPACK, definem três níveis de contexto, sendo eles: macro, meso e micro contextos.

Para os autores, esses níveis de contextos compreendem condições externas e objetos de conhecimento do professor que influenciam ou determinam a prática docente, conforme pode ser observado no Quadro 6, a seguir.

Quadro 6: Níveis do Contexto, segundo Porras-Hernández e Salinas-Amescua (2013).

Nível	Condições
Macro	Condições sociais, políticas, tecnológicas e econômicas nacionais e mundiais.
Meso	Condições sociais, culturais, políticas, organizacionais e econômicas estabelecidas na comunidade local e na instituição educacional.
Micro	Condições de aprendizagem em sala de aula

Fonte: Adaptado pela autora com base em: Porras-Hernández e Salinas-Amescua (2013).

Entendo que estes níveis têm influência sobre o ensino e impactam a forma como o trabalho com as tecnologias ocorrerá em aula. Neste sentido, Mishra (2019) aponta que conhecer o contexto é de fundamental importância para o trabalho dos professores, uma vez que a falta deste conhecimento limita o desempenho e o sucesso nos processos de ensino e aprendizagem, assim como o desenvolvimento do TPACK do professor (Mishra, 2019).

Com relação às condições sociais e culturais do contexto, por exemplo, para Vigotski (2007) as relações sociais são elemento central do desenvolvimento cognitivo das pessoas. Desta forma, a escola como um espaço social onde os estudantes interagem, conecta-se com o “conhecimento científico e suas relações com a sociedade” (Pastorio, *et al*, 2024, p.29), sendo um ambiente rico que auxilia os estudantes na formação de suas subjetividades e no desenvolvimento das funções psicológicas superiores. É por meio das interações sociais que a relação entre aprendizagem e

desenvolvimento aprimora-se, e por isso, a escola, como um espaço social de aprendizagem é muito importante (Vigotski, 2007).

Para Vigotski (2007), os signos e os instrumentos são a ponte que possibilitam a relação entre os homens e o mundo. A escola, como espaço que possibilita compreender a linguagem e a escrita e apropriar-se de como o conhecimento foi construído ao longo da história, tem um papel central na construção e organização social, assim como no desenvolvimento das pessoas, uma vez que ela proporciona os instrumentos para o desenvolvimento.

Rodrigues e Angotti (2023), ao explorarem os estudos de Vigotski, entendem que os instrumentos são recursos, tanto físicos, como simbólicos (linguagem) pelos quais os homens ao se apropriarem utilizam-nos para transformar a natureza e, neste movimento de transformação, ele também é transformado pela natureza, ou seja, desenvolve-se. Portanto, o desenvolvimento não é passivo, é um movimento dialético de transformação que se dá pelas relações sociais e pelos instrumentos. Esses instrumentos por sua vez, trazem, por serem produzidos pelo próprio homem, elementos culturais e históricos (Rodrigues e Angotti, 2023) .

Pastorio *et al.* (2024, p. 30), entendem que “As Tecnologias Digitais são instrumentos moldados e construídos pela sociedade como um todo, logo, são instrumentos relacionados à cultura atual e imbricados em nossas ações do dia a dia”. Para os autores, apesar da construção das TD não ser acessível a todas as pessoas o seu uso é, especialmente quando falamos dos *smartphones* e da internet, por isso é possível entender as Tecnologias Digitais como Instrumentos Culturais. Freitas (2010), entende as tecnologias como instrumentos tanto materiais (ferramentas), quanto psicológicos (signos), pois além de serem ferramentas, máquinas, exigem dos usuários novas práticas de leitura e escrita e, por isso podem ser considerados instrumentos de linguagem.

Diante da apresentação dos constructos que compõem o TPACK busco discutir, na sequência deste trabalho, como os professores de Biologia de algumas escolas públicas do município de Pelotas/RS vem incorporando os recursos de Tecnologia Digital em suas práticas pedagógicas para, ao final, após análise e tratamento dos dados, propor um produto educacional que

busque apresentar um novo olhar para as Tecnologias Digitais e como estas podem ser potencializadoras dos processos de ensino e aprendizagem de Biologia.

6. Metodologia

Assim como as tecnologias necessitam de um algoritmo claro que delimite suas funções e operacionalidades, a pesquisa necessita de uma forma e condições bem definidas para que possamos encontrar as respostas às nossas questões. Desta forma, a definição da metodologia de abordagem e do processamento de dados permitem a plena funcionalidade do nosso algoritmo de pesquisa. Contudo, é importante destacar que, para essa pesquisa, a abordagem utilizada será, predominantemente, qualitativa.

A partir dos estudos de Bogdan e Biklen (1982, *apud* Lüdke e André, 2018), uma pesquisa qualitativa envolve a coleta de dados descritivos, a partir do contato do pesquisador com a situação estudada de forma a enfatizar mais o processo do que o produto, preocupando-se em retratar a perspectiva dos participantes.

Com relação à metodologia, utilizou-se, nesta dissertação, a metodologia do tipo exploratório-descritiva. Segundo Gil (2022), uma pesquisa exploratória busca a familiarização do pesquisador com o problema da pesquisa, a fim de que se torne mais claro ou que seja possível formular hipóteses. Já a pesquisa do tipo descritiva, é aquela que descreve as características de determinada população ou fenômeno, podendo ter a finalidade de estabelecer relações entre as variáveis e, em alguns casos, busca determinar a natureza dessas relações (Gil, 2022).

Também, foi realizada pesquisa de campo, que implica em o pesquisador atuar no mesmo lugar em que os desdobramentos da pesquisa ocorrem (Triviños, 1987). Segundo Fonseca (2002), é um tipo de pesquisa na qual além de se coletar dados, por meio de pesquisa bibliográfica e/ou documental, coletam-se dados com as pessoas por meio de diversos instrumentos de pesquisa, como por exemplo as entrevistas.

O primeiro passo da pesquisa consistiu em uma revisão do tipo Estado do Conhecimento. Esse tipo de revisão possibilita, ao pesquisador, ampliar o

entendimento sobre o tema que está sendo pesquisado e enriquecer a pesquisa (Azevedo, 2016). Uma das principais características do Estado do Conhecimento consiste na seleção de trabalhos dos últimos três ou cinco anos, além de ser necessário que o pesquisador apresente os critérios utilizados para a busca e a seleção dos trabalhos (Azevedo, 2016).

Para a construção do Estado do Conhecimento foram utilizados como critérios de inclusão: i) publicações realizadas nos últimos cinco anos; ii) revistas com *qualis* de A1 a B2; iii) trabalhos escritos em língua portuguesa; iv) apresentar recursos tecnológicos digitais voltados ao ensino de Biologia. E como critérios de exclusão, aqueles trabalhos que fugiram do escopo mencionado acima.

Como instrumentos de coleta de dados foi empregada: análise bibliográfica e entrevista semi-estruturada. Uma análise documental é aquela que faz a análise de documentos, elaborados para as mais diversas finalidades (Gil, 2022, p.29). Foi realizada Análise Bibliográfica dos 73 trabalhos selecionados para a organização do Estado do Conhecimento que versam acerca da utilização das Tecnologias Digitais no Ensino de Biologia. Para Boccato (2006), uma pesquisa bibliográfica consiste no levantamento e análise crítica de documentos publicados sobre o tema, com o intuito de buscar conhecimento, atualizar e contribuir com a realização da pesquisa.

As entrevistas, por sua vez, foram realizadas com cinco professores de Biologia, com o intuito de compreender se estes vêm fazendo uso dos recursos tecnológicos digitais no período pós-pandêmico, bem como o papel que as Tecnologias Digitais têm ocupado no planejamento das aulas dos docentes; o roteiro dessa entrevista pode ser encontrado no Apêndice I. Para Lüdke e André (2018), uma entrevista permite ao pesquisador e pesquisado uma maior interação, uma vez que o entrevistado disserta a partir das informações e vivências que possui sobre o tema que está sendo trabalhado, de forma que se “houver um clima de estímulo e de aceitação mútua, as informações fluirão de maneira natural e autêntica” (Lüdke e André, 2018, p. 39).

O registro da entrevista ocorreu por meio de gravação e anotações da pesquisadora. A gravação, como afirma Lüdke e André (2018, p. 43), possibilita ao pesquisador “[...] registrar todas as expressões orais [...]”. Segundo as autoras, as anotações possibilitam registrar expressões não orais e registrar as

informações que o pesquisador julga mais importantes. A gravação do material ocorreu com auxílio do *Google Docs*, por meio da ferramenta de digitação por voz.

Os sujeitos da pesquisa são professores graduados em Biologia/Ciências Biológicas que trabalham com o Ensino Médio em escolas públicas do município de Pelotas/RS. Neste trabalho foram identificados com a letra “P” de professor, seguidos de um número, a saber: P1; P2; P3; P4 e P5. Os professores que aceitaram fazer parte da pesquisa atuam em diferentes esferas (municipal, estadual e federal) da educação pública e em variados contextos. A escolha por estes sujeitos ocorreu com o objetivo de melhor cercar a realidade escolar do município quanto à utilização das TDs.

Dos cinco professores participantes da pesquisa, um deles trabalha em uma escola pública federal, três deles atuam apenas em escolas públicas estaduais e outro ministra aulas em escola pública estadual e municipal. Com exceção de uma escola que é localizada em um bairro periférico, as demais são localizadas no centro da cidade e por este motivo acabam por atender estudantes de diferentes bairros e realidades socioeconômicas. A maioria dos professores entrevistados ministram aulas apenas para o Ensino Médio, mas acabam atendendo multimodalidades de ensino como a Educação de Jovens e Adultos (EJA), a Educação Especial e Inclusiva, como é o caso de um dos professores que trabalha com alunos surdos.

A análise dos dados coletados, durante o percurso da pesquisa (Estado do Conhecimento e Entrevistas), ocorreu por meio de Análise de Conteúdo (AC). A partir dos estudos de Bardin (2011) a respeito da AC, é possível compreender que essa tem por finalidade analisar o conteúdo imerso nas comunicações, adotando ou não, certos instrumentos, a partir do tipo de diálogo e do tipo de interpretação que se pretende com o objeto de estudo.

Uma das características mais marcantes da Análise de Conteúdo consiste na categorização, momento quando o pesquisador analisa o texto completo com a perspectiva de encontrar ou não itens de sentido. Essa classificação depende dos critérios estabelecidos, a partir daquilo que se procura ou se pretende encontrar (Bardin, 2011).

A estrutura de uma Análise de Conteúdo consiste em três pontos: “a pré análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados, a inferência e a

interpretação” (Bardin, 2011, p. 125). A pré análise consiste na sistematização e organização das ideias; é nesse momento que se define os documentos que serão analisados, formula-se as hipóteses e objetivos e define-se os indicadores para sistematização final (Bardin, 2011). A segunda etapa é propriamente a exploração do material que se pretende analisar, de forma a codificar, decompor ou enumerar a partir das regras estabelecidas anteriormente (Bardin, 2011). E na terceira etapa, o pesquisador faz inferências nos resultados que devem ser significativos e fieis, sendo interpretados a fim de se alcançar os objetivos propostos para a pesquisa (Bardin, 2011).

Os dados encontrados no Estado do Conhecimento foram categorizados *a posteriori*, ou seja, resultaram de uma classificação que ocorreu de forma gradual, a partir de elementos que foram emergindo das leituras dos materiais encontrados (Batista, Oliveira e Camargo, 2021). Já os resultados das entrevistas passaram por categorização *a priori* que consiste no processo de determinação e definição prévia das categorias (Batista, Oliveira e Camargo, 2021). Na categorização das entrevistas, os três constructos principais (Conhecimentos Tecnológico, Pedagógico e do Conteúdo) do referencial *Technological Pedagogical Content Knowledge* (TPACK) foram as categorias de análise escolhidas.

Como produto final desta pesquisa, foi organizada a proposta de um curso de formação sobre as Tecnologias Digitais e voltado para os professores de Biologia que estejam em exercício nas escolas, assim como para os acadêmicos dos cursos de Licenciatura. A proposta será apresentada mais adiante e, após apreciação pela banca de defesa final, pretende-se hospedar a proposta na plataforma e-projeto da Universidade Federal de Pelotas.

7. Analisando as entrevistas com os docentes

Após o aceite dos professores de Biologia em participar das entrevistas, estas foram marcadas, inicialmente, para ocorrerem durante o período de maio a julho de 2024. Entretanto, devido às enchentes que atingiram o estado do Rio Grande do Sul, neste período, muitas entrevistas tiveram de ser remarçadas.

Estas ocorreram de forma remota por meio da plataforma de Webconferência da Universidade Federal de Pelotas, o que facilitou a logística de organização das entrevistas.

A partir das gravações das entrevistas e posterior degravação foram realizadas as transcrições e o tratamento dos dados organizados a partir de Análise de Conteúdo (Bardin, 2011), que possibilitou chegar às categorias de análise apresentadas a seguir.

7.1 Categorias de Análise

A categorização dos dados coletados nas entrevistas foi definida *à priori*, ou seja, organizadas antes das análises, com o intuito de aproximar as discussões dos resultados com o referencial do TPACK. Desta forma, definiu-se como categoria de análise os “Conhecimentos base TPACK”. Os conhecimentos base do *framework* TPACK são fundamentais na prática docente e sustentam a construção de um ensino qualificado integrando as tecnologias (Mishra e Koehler, 2006).

Dessa forma, as subcategorias de análise foram definidas a partir dos três conhecimentos base do TPACK (Mishra e Koehler, 2006) e são eles: “Conhecimento Tecnológico”; “Conhecimento Pedagógico” e o “Conhecimento do Conteúdo”. Como unidades de contexto foram consideradas: “Utilizar Tecnologia em Aula”; “Aprendizagem” e “Ensinar Biologia”. A organização destas análises foram sistematizadas no Quadro 8.

Quadro 8: Categorização das entrevistas definidas *a priori*

Categoria	Subcategoria	Unidade de Contexto
Conhecimentos base TPACK	Conhecimento Tecnológico	Utilizar Tecnologia em Aula
	Conhecimento Pedagógico	Aprendizagem
	Conhecimento do Conteúdo	Ensinar Biologia

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

A partir do que foi discutido no referencial teórico, desta dissertação, a respeito do Conhecimento Tecnológico, entende-se que este requer do professor conhecimento para a utilização de diferentes recursos em aula, como mídias, redes sociais e aplicativos diversos (Mishra e Koehler, 2006, 2009). Para exemplificar o que os autores querem dizer com “Conhecimento Tecnológico” podemos compreender que é quando o professor sabe criar recursos básicos como *slides*, vídeos, exercícios entre outras ferramentas, a partir de meios digitais, assim como saber resolver pequenos problemas do cotidiano como montar o projetor multimídia para apresentação de *slides*. Enfim, para a utilização cotidiana do Conhecimento Tecnológico, o professor precisa manter-se atualizado quanto aos novos recursos e buscar aprender a utilizar novas ferramentas (Mishra e Koehler, 2006, 2009) .

Assim, definimos a partir da subcategoria “Conhecimento Tecnológico”, a unidade de contexto “Utilizar Tecnologia em Aula” que envolve aspectos, mencionados pelos entrevistados, a respeito de conhecer e/ou saber utilizar recursos de Tecnologia Digital e não se sentirem aptos para trabalhar com TD por falta de formação ou devido à demanda de trabalho exaustiva que acaba tomando boa parte do tempo do professor ou pela carência de estrutura na escola que impede o uso de recursos tecnológicos.

No decorrer das entrevistas, observou-se que os professores, de maneira geral, conhecem algumas ferramentas de Tecnologia Digital e as utilizam tanto em suas aulas quanto no planejamento. As TDs mencionadas pelos entrevistados são aquelas comumente empregadas em aula, como *slides*, *sites*, jogos, vídeos, além das ferramentas do *Google*, como *Google Forms*, *Jamboard* entre outras. Estes recursos também foram citados nas pesquisas selecionadas para a revisão do Estado do Conhecimento (Laércio e Fonseca, 2022; Alves, 2019; Santos Franco Da Silva Abe, Diban Quijada, 2021), o que indica, de maneira geral, que elas fazem parte do repertório docente, sobretudo por terem sido amplamente utilizadas durante a pandemia da COVID 19. Neste contexto, um dos sujeitos entrevistados para esta dissertação, denominado de P1 corrobora com o que foi mencionado anteriormente ao afirmar que: “[...] *quando é propício, eu uso slides, levo eles para a sala de informática, eles acessam algum site, fazemos algum jogo, essas coisas que normalmente utilizo*”.

Quanto a saber criar e/ou utilizar recursos para que sejam empregados em aula, os professores entrevistados encontram-se em estágios de compreensão diferentes. Há os que têm facilidade em utilizar as TDs e os que ainda possuem certa dificuldade. P1 retrata que os seus colegas ainda não possuem conhecimento suficiente para utilizar estas ferramentas de forma ampla ao afirmar que:

[...] não adianta pensar em *kahoot* se tem colegas que não sabem nem fazer *slide* que não sabem nem usar o *Google* que é uma ferramenta que está aqui. [...] Esses dias eu falei em *Jamboard* e alguns colegas meus perguntaram: o que é isso? Quer dizer, passou a pandemia inteira usando o *Google* e não sabe o que é isso? (P1, 2024)

Shulman (1986), destaca que o desenvolvimento contínuo do conhecimento dos professores é essencial para o ensino. Para o autor é necessário que os professores constantemente busquem ampliar seu conhecimento sobre o conteúdo que ministram, assim como o repertório de estratégias pedagógicas que fazem uso. Em uma realidade digital espera-se que o professor também busque estar atualizado quanto aos novos recursos que surgem e que podem contribuir para um ensino que apresente, cada vez mais, qualidade. Shulman (1986), discute também que a busca por ampliar os conhecimentos é um processo contínuo ao longo da carreira do professor, exigindo reflexão, aprendizagem e adaptação contínua. Assim, num contexto em que as ferramentas tornam-se obsoletas em questão de anos, é imprescindível que o professor adote uma postura de eterno aprendiz.

Observa-se que P1, dentre os cinco docentes entrevistados, destaca-se por expressar o desejo em aprender a utilizar novas ferramentas, quando menciona que tem interesse em aprender a criar vídeos: “[...] *tenho uma vontade de fazer vídeos pro YouTube há muitos anos, [...] já deixar a aula gravadinha ali, aí quando o aluno precisar, sabe, eu digo: tá lá a minha aula, assistam lá*” (P1, 2024). Também, se observa comportamento semelhante em P3 quando afirma que: “*eu queria aprender mais porque eu sei que tem outras coisas que eu poderia usar*” (P3, 2024).

Os professores entrevistados que mencionaram utilizar recursos de TD informaram que suas dificuldades para uso das Tecnologias Digitais também

está relacionada à falta de uma formação sólida durante a graduação que lhes desse suporte para o trabalho com TD, conforme destaca P2 a seguir:

Bom! Na minha graduação não tanto, *né*, o período não demandava tanto as tecnologias, *né*. Me formei em 2011 e não obtive tanta formação dentro da graduação, eu só fui obter alguma formação dentro de tecnologias em 2013, quando eu já tinha me concursado pelo Estado em que a gente recebeu formação (P2, 2024).

Além disso, os entrevistados apontam a necessidade de buscar por formação quando já estavam atuando como docentes. Shulman (1986), Mishra e Koehler (2006), apontam a necessidade de formação docente que dê suporte aos professores na construção de suas aulas, articulando, o conteúdo, os aspectos pedagógicos (Shulman, 1986) e a tecnologia (Mishra e Koehler, 2006). No entanto, a formação docente, especialmente a continuada, no contexto brasileiro, esbarra, em questões estruturais da carreira docente, como a jornada de trabalho, muitas vezes, de 60 horas semanais para complementação salarial, tendo em vista a pouca valorização profissional. A burocratização das práticas que tomam muito do tempo de planejamento do professor, somada a falta de liberação das redes (municipais e estaduais) para a realização de cursos de aperfeiçoamento e a carência de cursos gratuitos disponíveis aos professores para aprender novas tecnologias dificulta a utilização e aprendizagem de recursos de Tecnologia Digital (Lacerda, 2017; André, 2015). Neste sentido, P1 retrata essa realidade ao afirmar que:

[...] mas assim oferecer outras coisas pra gente ampliar ou sei lá cursos avançados, isso não existe, talvez pela plataforma do Estado, faz tempo que eu não navego lá, eles oferecem bastante cursos *online*, mas é assim [...] aquela coisa do professor usar a sua folga para buscar esses cursos, eles não te liberam do teu horário de trabalho para fazer os cursos, então se *tu* quiser *tu* tem que fazer por conta própria (P1, 2024).

Além dos aspectos acima mencionados, pela falta de incentivo por parte das redes de ensino, para que o professor realize cursos de formação, na maioria das vezes, o profissional precisa buscar por conta própria essas formações, conforme aponta, P1:

[...]ao longo da minha carreira boa parte do que eu estudei foi por conta própria, assim as próprias mantenedoras oferecem alguns cursos, mas são uma coisa muito rápida. Na pandemia isso aumentou um pouco, ofertaram mais cursos ligados ao uso de Tecnologias Digitais *né*, mas nada muito significativo assim, eu sinto uma grande necessidade ainda de aprender algumas coisas (P1, 2024).

Esses fatores, acabam dificultando a busca por formação e, em muitos casos, geram desmotivação dos profissionais que não conseguem explorar o conhecimento tecnológico e por consequência utilizam pouco ou, por vezes, não utilizam as Tecnologias Digitais em aula.

O fator “tempo”, devido a jornada exaustiva de trabalho dos professores acaba sendo também um empecilho para buscar esses aprendizados, uma vez que conforme afirma P2: *“[...] eu poderia também explorar outras formas de tecnologia, mas por questões de tempo eu não estava conseguindo trazer essas coisas para dentro de sala de aula, né!”* (P2, 2024) .

As poucas oportunidades de formação continuada, a carência de tempo para preparar aulas, utilizando-se de recursos de Tecnologia Digital e a carência estrutural das escolas públicas consistem nas principais barreiras que dificultam o trabalho com as tecnologias. Nesse sentido, P1 afirma que: *“[...] tem que ter recurso, né, não adianta eu fazer todo o preparo de uma aula e chegar lá e não ter uma extensão, não ter as coisas básicas para no mínimo apresentar um slide, não adianta”* (P1, 2024). P2 também destaca a mesma preocupação com relação à falta de estrutura da escola para ensinar por meio das TDs.

[...] até temos os equipamentos até tem a tecnologia, mas a gente em algum ponto da infraestrutura da escola a gente acaba que não tem acesso por exemplo à internet, isso ainda é uma realidade, a nossa internet oscila, some, tem problema. Então, acho que é um ponto que a gente ainda precisa melhorar dentro da escola (P2, 2024).

A carência estrutural das escolas também foi um aspecto encontrado na revisão realizada para o Estado do Conhecimento, em que as pesquisas selecionadas também apontaram a fragilidade estrutural das escolas. A falta de equipamentos e de manutenção, a internet que não atende a necessidade da escola e a estrutura tecnológica das escolas públicas brasileiras ainda é um ponto nevrálgico para o avanço e a construção de práticas que se apoiem em recursos tecnológicos e digitais (Bottentuit Junior, 2020; Ferreira, 2020).

Como consequência da carência de formação, da falta de estrutura da escola e da pouca intimidade dos professores com o uso das Tecnologias Digitais, percebe-se a necessidade de ampliação dos conhecimentos

tecnológicos dos docentes, conforme o referencial TPACK destaca como sendo um dos pilares para saber ensinar usando as tecnologias. Por exemplo, P4 ao afirmar que apresenta dificuldade na busca por novos recursos que sejam adequados, diante de uma infinidade de recursos disponíveis na internet, dá indícios de que apresenta pouco conhecimento tecnológico, ao afirmar que: *“porque ainda existe muita dificuldade né, até mesmo que forma de recurso tu pode utilizar, porque, às vezes, a gente fica perdido nisso”* (P4, 2024). Mishra e Koehler (2006), mencionam que a habilidade de se adaptar às novas tecnologias, independente de quais sejam, será sempre um aspecto importante frente à profissão docente, assim, compreender e saber encontrar recursos que se adequem ao que o professor está propondo é essencial para o uso qualificado das TDs em aula.

Ainda, ao abordar o Conhecimento Tecnológico na perspectiva de Mishra e Koehler (2006; 2009), compreende-se que o professor precisa preparar-se para fazer o uso das ferramentas de tecnologia. No entanto, essa preparação exige uma postura, de aprendiz, de curiosidade frente aos recursos, exigindo do professor uma familiarização com as TDs disponíveis, para que compreenda como incorporá-las nas suas aulas. Isso requer que o professor, conheça, explore, teste, experimente novos recursos. No entanto, em um contexto onde os docentes encontram-se sobrecarregados pela demanda de trabalho e pelas tarefas burocráticas, encontrar um momento para busca de novos recursos é desafiador. Neste contexto, P5 ao ser questionado sobre estar preparado para utilizar TDs afirma que:

Acho que preparado não seria a melhor palavra, no entanto devido às necessidades e a importância de dinamizar o processo educativo, tenho me desafiado e pesquisado, a fim de implementar uma maior série de recursos. No momento, os principais utilizados são o *moodle* e *google formulários* (P5, 2024).

P3 ao ser questionado a respeito de quais conhecimentos seriam necessários para fazer uso de TDs em sala de aula, afirma que é preciso:

No mínimo saber mexer na informática, aí depois o conhecimento, o mínimo que tu saiba mexer, eu acho que tu já consegue ir aprendendo e cada vez que a gente vai mexendo a gente vai aprendendo novas coisas, né! Então eu acho que o básico né! claro,

eu acho que não existe mais nenhum professor que não saiba ligar um computador, baixar um aplicativo, eu acho que isso é o mínimo. Claro, que depois, tu vai ter que ir mexendo no aplicativo e ver como funciona e ver de que maneira tu vai conseguir utilizar aquele recurso que tu quer com aquela finalidade que tu quer, pra fazer com que os alunos aprendam com aquilo ali. Então acho que o mínimo é saber o básico da informática e a vontade de querer aprender, que essa é a principal (P3, 2024).

A pandemia da COVID-19 foi um espaço importante na aquisição do Conhecimento Tecnológico e que, de forma geral, auxiliou os professores a ampliarem seus conhecimentos. Nesta perspectiva, P3 aponta que a pandemia da COVID-19 foi um propulsor de aprendizagem tecnológica, pois:

[...] tudo foi novidade, até essas videoconferências [*professor referindo-se à plataforma em que a entrevista está sendo realizada*] foram novidades, porque até então, eu não era acostumada, claro, já sabia preparar uma apresentação, mas até a questão de produzir um vídeo para disponibilizar aula pra eles tudo isso foi novidade. Tudo isso a gente teve que ir aprendendo, não foi fácil no começo, mas depois a gente foi aprendendo, foi conseguindo avançar melhor (P3, 2024).

Diante dos dados coletados nas entrevistas, percebeu-se que os professores conhecem e sabem utilizar alguns recursos, sabem resolver pequenos problemas, conseguem criar alguns recursos para utilizar em aula. No entanto, o principal elemento do Conhecimento Tecnológico que consiste em manter-se atualizado e buscar novas ferramentas ainda não é uma realidade para os professores entrevistados, seja pela carência de formação inicial e/ou continuada ou pela falta de incentivo para a realização de cursos de formação, ou pela desmotivação resultante das carências de estrutura tecnológica das escolas.

A subcategoria “Conhecimento Pedagógico” busca discutir aspectos da prática pedagógica docente que tenham como foco a aprendizagem dos estudantes. Para isso, envolverá a discussão acerca da prática pedagógica dos professores, incluindo o planejamento das aulas, a construção de objetivos de aprendizagem, a organização das estratégias que costumam ser empregadas em aula e a avaliação destes processos que deve resultar na aprendizagem dos estudantes (Mishra e Koehler, 2006, 2009). Além disso, busca-se com as discussões referentes ao Conhecimento Pedagógico ampliar a visão dos professores quanto ao papel das TDs nas aulas, passando de uma ferramenta

de apoio ao entendimento de que são instrumentos culturais que podem contribuir com o desenvolvimento cognitivo dos estudantes (Gottardo, Bervian, 2024),

Emergiu, como unidade de contexto, a palavra “Aprendizagem”, pois ela representa o principal aspecto do constructo “Conhecimento Pedagógico” presente no referencial TPACK (Mishra e Koehler, 2006, 2009).

A partir do que discute Vigotski (2000), a respeito do desenvolvimento e da aprendizagem, entende-se que a aprendizagem é um processo contínuo que ocorre mediado pelas interações sociais e culturais. De acordo com o autor, é por meio da aprendizagem que o ser humano se desenvolve, pois é através dela que as crianças internalizam ferramentas culturais e aprendem a controlar seus próprios processos mentais.

A respeito da aprendizagem mediada pelas TDs, os professores entrevistados identificaram uma barreira, ultimamente, muito presente em aula que tem dificultado a aprendizagem, a desatenção. Os professores relatam uma diminuição no tempo que os estudantes mantêm a atenção voltada ao conteúdo que o professor está explicando em aula. Nesse contexto, P1, assim como os demais professores entrevistados, demonstra preocupação em relação a este aspecto ao afirmar que:

[...] os alunos hoje vivem com um problema de atenção, eu me apavoro, eu tenho a certeza que devem ter estudiosos pensando sobre isso, assim, a pandemia piorou muito, teve uma defasagem muito grande dessa atenção, dessa retenção, talvez porque eles passaram a usar mais ainda as Redes Sociais onde a informação é curta, tipo *Twitter* é curto, o *TikTok* é curto, entendeu, então e tu vai lá e vai querer dar uma aula de 50 minutos (P1, 2024).

A atenção é uma função psicológica superior, que como tal se desenvolve mediada pelas ferramentas culturais e pelo meio social. Seu funcionamento está baseado em mecanismos neurológicos inatos e involuntários e vai gradualmente sendo submetida a processos de controle voluntário fundamentado pela mediação simbólica (Tanaka, 2007). Desta forma, a atenção se desenvolve pela linguagem e, no caso da sala de aula, o professor tem um papel fundamental no sentido de auxiliar os estudantes a manterem sua atenção nas atividades (Tanaka, 2007). Para isso, a utilização de diferentes estratégias de ensino, como por exemplo as Tecnologias Digitais,

podem ser boas aliadas do professor para manter o foco dos alunos nas atividades desenvolvidas em aula.

A chegada do celular possibilitou o acesso a uma infinidade de recursos, como ouvir música, acessar vídeos, jogos, redes sociais e, neste contexto, repleto de estímulos, torna-se, cada vez mais, desafiador manter os alunos atentos a uma aula tradicional, realidade muito presente ainda na maioria das escolas brasileiras. Segundo Schlemmer, Backes e Palagi (2021), a escola parece não ter acompanhado as mudanças resultantes do avanço das Tecnologias Digitais, uma vez que os alunos continuam a consumir e reproduzir informações em exercícios e provas. P3 aponta que os estudantes:

[...] já vivem num mundo digital, né! Então assim, não tem um aluno que não tenha um celular, que não esteja mexendo num joguinho, alguma coisa. Então esse é o mundo deles né! E aí a gente acaba que vai lá para a escola e vai dando o tradicional, que é a lousa, passa matéria e dá uma folhinha, mas eles não querem mais isso, eles estão cansados, eles têm tantas outras coisas mais interessantes [...] (P3, 2024).

Cabe destacar, que a avaliação recente realizada pelo Programa de Avaliação Internacional de Estudantes (*Programme for International Student Assessment* – PISA), aponta uma relação negativa entre o uso excessivo das Tecnologias Digitais e o desempenho escolar (Unesco, 2023). Além disso, o estudo evidenciou em 14 países que a aproximação do celular em aula, resulta na distração dos estudantes e aumenta os desempenhos negativos dos estudantes (Unesco, 2023). Os professores entrevistados também percebem essa relação negativa entre o celular e a atenção dos estudantes e afirmam que a retenção da atenção dos estudantes, neste contexto repleto de estímulos, tem se tornado cada vez menor.

Inclusive em 2024, o Dicionário *Oxford* elegeu a expressão “cérebro podre” ou “*brain rot*” como a expressão do ano, possivelmente pela preocupação dos usuários da internet com o impacto trazido por tantos conteúdos de baixa qualidade *online*, uma vez que a procura pelo termo aumentou significativamente nas redes (Redação G1, 2024, *online*) A expressão “cérebro podre” significa a deterioração mental ou intelectual causada pelo consumo excessivo de conteúdos superficiais e pouco desafiadores, principalmente os de redes sociais. O termo foi usado pela primeira vez em 1854 por Henry David Thoreau, no livro “*Walden*”. O autor

criticava a falta de valorização de ideias complexas e comparava o “*brain rot*” ao apodrecimento das batatas na Inglaterra (Redação G1, 2024, *online*).

Neste contexto, P2 expõe sua realidade diante de estudantes que usam excessivamente os celulares e por isso estão tendo dificuldade de manterem-se atentos o tempo necessário para que o professor explique o conteúdo. Segundo este professor:

Eles vão ter de certa forma algo mais efetivo em poucos minutos, no máximo 1 minuto, 2 minutos e a gente tem que se adaptar a isso. Não adianta oferecer uma aula que dura 30 minutos, oferecer um recurso visual que dure 30 minutos se no máximo ele vai ter atenção por 1 minuto ou 2 e se não interessar a ele, ele vai ficar pensando outra coisa então a gente tem que ter ferramentas que sejam mais instantâneas porque o nosso aluno é diferente hoje (P2, 2024).

Esta baixa capacidade de se manter atento ao que o professor está trabalhando em aula, tem se tornado um aspecto preocupante. Como forma de buscar a compreensão de onde vem essa “desatenção” provocada pelo uso excessivo do celular, Christoph Türcke (2010, *apud* Zuin e Zuin, 2018), aponta que o consumo contínuo e excessivo de choques audiovisuais, ou seja, aqueles recursos que fazem com que nossa atenção se volte para aquilo que está sendo comunicado, tem alterado a nossa concentração e nossa atenção. Türcke (2010, *apud* Zuin e Zuin, 2018), afirma que esses choques imagéticos retêm nossa atenção, no entanto, como estamos sendo submetidos a inúmeros choques, nossa atenção acaba sendo aos poucos decomposta, resultando no que o pesquisador chama de “distração concentrada” (Türcke, 2010, *apud* Zuin e Zuin, 2018). Zuin e Zuin (2018) apresentam que:

Esse é o fenômeno da distração concentrada, uma vez que a capacidade de atenção é imediatamente voltada para que ocorra a concentração de determinado choque, mas, como os choques continuamente se alternam, essa concentração não consegue permanecer atrelada ao estímulo audiovisual o tempo necessário para que sejam elaboradas representações mentais duradouras, ou, em outras palavras, conceitos (Zuin e Zuin, 2018, p.424).

Essa distração concentrada faz com que as pessoas, de modo geral, tenham dificuldade em compreender o que foi apresentado. É comum estarmos a algum tempo utilizando as redes sociais e não lembrarmos dos conteúdos⁸

⁸Ao referirmos aos conteúdos, neste caso específico, não necessariamente estamos nos referindo aos conteúdos curriculares abordados na escola, mas sim, as informações que estão sendo apresentadas nesses recursos.

abordados nos vídeos que acabamos de ver. Por consequência, o uso excessivo dos celulares impacta negativamente a aprendizagem, uma vez que o estudante não consegue manter a sua atenção pelo tempo necessário para que elabore representações mentais duradouras que se concretizem em conceitos. Além disso, impactam também na forma como o professor irá trabalhar em aula. Assim, buscando tornar a aprendizagem efetiva, P1, tem incorporado em sua prática algumas estratégias, a fim de tentar amenizar as dificuldades decorrentes do fator “atenção” dos estudantes, que está cada vez mais reduzida. Dentre as estratégias utilizadas por P1 estão a construção de mapas mentais, um atendimento individualizado em que o professor se desloca até a classe do aluno para tentar sanar suas dúvidas.

Outro aspecto mencionado pelos professores, referente à aprendizagem mediada por Tecnologias Digitais, são os contextos de ensino. Gottardo e Bervian (2024), afirmam que é somente conhecendo os contextos que o professor consegue realizar escolhas pedagógicas adequadas. Apesar de Mishra (2019) tratar o “contexto” como um conhecimento de igual relevância aos demais constructos do TPACK, entende-se que este aspecto tem uma relação profunda com o Conhecimento Pedagógico dos professores, assim como com a aprendizagem, por isso a abordagem nesta categoria de análise. Além disso, entende-se que o conhecimento dos contextos envolvem aspectos como conhecer as legislações educacionais até a organização e estrutura da escola (Mishra, 2019; Gottardo e Bervian, 2024). Contudo, é importante salientar que não foi foco de análise, desta dissertação, os aspectos socioculturais do público atendido pelos professores entrevistados.

Quando falamos em incorporar tecnologias às práticas pedagógicas entendemos que é necessário considerar as características e necessidades do público com o qual se está trabalhando. Assim, entende-se que uma aula mediada por TDs no Ensino Médio regular, por exemplo, deve ser planejada de forma diferente de uma aula para a Educação de Jovens e Adultos (EJA) (Mishra e Koehler, 2006), uma vez que os contextos socioculturais destes públicos são distintos. Em uma realidade de EJA os alunos podem apresentar dificuldades no uso das TDs, sem contar que os ritmos de aprendizagem podem ser mais heterogêneos. Nesta perspectiva, Santos (2017) evidencia que alguns dos desafios de se trabalhar com as TDs na EJA estão relacionados à

aceitação dos estudantes em utilizar em aula as TDs, pois, muitas vezes, não sabem usar as tecnologias ou não têm acesso aos recursos, além disso, muitos deles também possuem certa limitação motora e cognitiva. Nesta perspectiva, os dados encontrados por Santos (2017), corroboram com a realidade retratada por P3, a seguir, em que os estudantes da EJA, por vezes, apresentam certa resistência frente às tecnologias por não saberem utilizar esses recursos.

[...] porém as minhas aulas são à noite e aí tem o diferencial do público, que são da EJA, alunos mais velhos, e assim eles também têm uma certa resistência. Muitos deles também não sabem utilizar esses recursos, então assim, é diferente [...], quando tu está trabalhando com pessoas de mais idade, elas são mais resistentes, às tecnologias, querendo ou não, e eu vou dizer, vou me colocar junto também, pois acho que eu também, eu preciso me conscientizar a aprender a buscar essas ferramentas, a aprender a utilizar as ferramentas, por que eu acho que é muito válido, muito importante (P3, 2024).

É importante também que o professor pense nas questões de acessibilidade tecnológica e se este recurso atende à diversidade dos alunos presentes em suas turmas. As Tecnologias Digitais, em ambiente escolar, possibilitam além da potencialização das práticas inclusivas, a superação de algumas barreiras que se apresentam, pois permitem às pessoas com deficiência, o acesso à informação e o empoderamento, contribuindo para que participem ativamente da vida em sociedade (NIC.br, 2020). P2 destaca a importância de pensar as questões de acessibilidade tecnológica:

[...] pensem com carinho as questões da Educação Especial e acessibilidade porque é um dos grandes problemas que eu enfrento como coordenador do curso ensino médio para surdos que existe pouco material e poucos recursos destinados a eles. Então, eu gasto muito tempo buscando material para eles, recurso para eles para ser mais efetivo dentro da minha prática. Então, Educação Especial, inclusão e recursos com acessibilidade a gente tem que ter um pouquinho mais de atenção (P2, 2024).

A partir da variedade de recursos disponíveis, principalmente na internet, torna-se possível adaptar os conteúdos às necessidades específicas e individuais dos alunos, como por exemplo, por meio do uso de *softwares* de leitura de tela, dispositivos de comunicação alternativa e aumentativa, bem

como aplicativos adaptativos. Esses recursos têm possibilitado o acesso às informações e ao conhecimento, além da participação ativa dos estudantes com deficiência e/ou necessidades específicas no processo de aprendizagem. P2 ainda destaca a importância das tecnologias na inclusão de alunos surdos, ao afirmar que: “[...] *inclusive eu trabalho com alunos surdos eu ensino alunos surdos e não tem como eu não trabalhar algo dentro da tecnologia porque se a Biologia é abstrata imagina num caminho que tem uma barreira comunicacional*” (P2, 2024). Contudo, ainda existem desafios no sentido de incorporar as TDs como potencializadoras da inclusão, uma vez que muitas pessoas ainda não estão conectadas ao mundo digital, “não têm acesso às tecnologias adequadas ou não conseguem se beneficiar plenamente destas, devido às barreiras de acessibilidade” (NIC.br, 2020, p.19).

Em consonância com o que foi analisado na revisão do Estado do Conhecimento, observa-se que os professores entrevistados também entendem as Tecnologias Digitais como potencializadoras dos processos de ensino e aprendizagem, uma vez que todos relatam fazer uso destes recursos em suas aulas. Contudo, essa pesquisa, não apresenta informações suficientes para afirmar se os professores conseguem articular os conteúdos de Biologia às TDs utilizadas em aula, pois quando questionados a respeito de como fazem uso destes recursos em aula, os docentes, de forma geral, tangenciaram a resposta. Entretanto, vale ressaltar o que afirmam Mishra e Koehler (2006) quando mencionam que saber usar as ferramentas de Tecnologia Digital é diferente de saber ensinar fazendo uso destes recursos.

A terceira e última categoria, “Conhecimento do Conteúdo” busca refletir a respeito de como estes professores têm explorado o conteúdo, no caso desta dissertação, o conteúdo de Biologia, a partir do uso de ferramentas de Tecnologia Digital. Para Mishra e Koehler (2006), o Conhecimento do Conteúdo refere-se aos saberes do professor sobre o conteúdo a ser ensinado, como por exemplo, na área da Biologia compreender os conceitos relacionados à Zoologia, Botânica, Biologia Celular e Molecular, Ecologia, entre outros. Além do conhecimento dos conceitos é importante que o professor compreenda como esse conhecimento foi construído e organizado, aprofundando-se em teorias e postulados, além de se manter atento às novas descobertas científicas (Mishra e Koehler, 2006, 2009). Também, é necessário que o

professor saiba adequar os conteúdos à etapa de ensino em que a aula está sendo ministrada. Por exemplo, trabalhar as Relações Ecológicas com uma turma de 6º ano é exponencialmente diferente de abordar as discussões sobre Dinâmicas Populacionais e Impacto Ecológico com uma turma de Ensino Médio (Mishra e Koehler, 2006, 2009).

Neste sentido, emerge como unidade de contexto, “Ensinar Biologia” que envolve aspectos referentes ao conteúdo de Biologia, assim como a natureza deste conhecimento e como as TDs podem ser importantes para a compreensão dos conteúdos, gerando aprendizagem. Ao analisar a BNCC (Brasil, 2018), observa-se que ela indica o uso de recursos de Tecnologia Digital e, especificamente, na área de Ciências da Natureza, aponta que ela pode ser utilizada como forma de auxiliar os estudantes na leitura e na análise de materiais científicos, conforme é possível perceber no trecho a seguir:

Pretende-se, também, que os estudantes aprendam a estruturar discursos argumentativos que lhes permitam avaliar e comunicar conhecimentos produzidos para diversos públicos em contextos variados, utilizando diferentes mídias e Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) e implementar propostas de intervenção pautadas em evidências, conhecimentos científicos e princípios éticos e socioambientalmente responsáveis (Brasil, 2018, p. 552).

Além disso, a competência específica número 3, destaca que o estudante deverá ser capaz de:

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) (Brasil, 2018, p. 558)

O documento da BNCC ainda orienta que o estudante conheça e saiba explorar as tecnologias contemporâneas para que se torne capaz de avaliar seus impactos sociais, culturais e ambientais. Desta forma, o aluno deverá ser capaz de utilizar recursos digitais, a fim de auxiliá-lo na compreensão de processos biológicos complexos, como os relacionados aos conteúdos de Genética, Ecologia e Fisiologia, por exemplo.

Entendendo que os conteúdos trabalhados pela Biologia tem uma natureza complexa e abstrata (Leal, 2018; Neves, 2020; Trentin, Pérez e Santo, 2002), pois envolvem, funções, estruturas, organismos que não são possíveis de serem observados no cotidiano, as Tecnologias Digitais podem ser incorporadas às aulas de Biologia como ferramentas para auxiliar os professores a tornar a aprendizagem destes conteúdos mais acessível aos estudantes. Trentin, Pérez e Santo (2020, p.4), apontam que as TDs podem ser aliadas dos professores para o ensino destes conteúdos que tem uma natureza complexa ao afirmarem que: “A realização de experiências, a utilização de meios audiovisuais e o aproveitamento de *software* adequado podem facilitar o processo de ensino”. Neste contexto, P2, retrata a preocupação em tornar os conteúdos trabalhados em aula mais acessíveis aos estudantes e aponta as TDs como uma possibilidade para isso, ao afirmar que:

[...] como a Biologia, de certa forma, ela é muito abstrata e ela trabalha o ser vivo, mas tu não pode trabalhar com os seres vivos propriamente, eu acredito que a tecnologia ela vem para ser um recurso interessante para “tirar” essa abstração. Porque a gente pode falar 20 vezes que a ervilha é verde, que a ervilha é amarela e que se eles não enxergarem o porquê disso [*referindo-se aos experimentos de Mendel, a respeito da Hereditariedade*] onde isso tá acontecendo, em que nível isso está acontecendo, então, não vai se transformar em conhecimento efetivo, vai se transformar em uma repetição daquilo que eu disse e não é isso que a gente quer, a gente quer que eles entendam os níveis de como esses processos acontecem [...] Aquele conteúdo que é mais abstrato que a gente não consegue falar que tem no nosso dia a dia [...] a gente tem que trazer algum elemento tecnológico dentro da sala de aula, então quando eu escolho qual vai ser é com certeza com o nível de abstração que esse conteúdo pode oferecer (P2, 2024).

Nesta perspectiva, uma das formas de incorporar as TDs nas aulas de Biologia para auxiliar na aprendizagem de conteúdos abstratos, pode ser por meio do uso de recursos imagéticos e em formato 3D que possibilitem aos estudantes observarem e visualizarem estruturas e fenômenos que não sejam possíveis de observação no cotidiano (Neves, 2015). P1 aponta a importância do uso de recursos tecnológicos digitais, com o intuito de promover a visualização de estruturas em formato 3D ou que não estejam disponíveis na escola ao trabalhar os conteúdos de Biologia. Nesse sentido destaca que:

Eu acho que Biologia é um componente curricular que ele exige muita imagem para que a gente possa explicar ou [*utilizar*] algum modelo

anatômico, fazer tipo alguma coisa que o aluno possa tornar aquilo que é 2D tipo uma célula em 3D (P1, 2024).

P3, também afirma utilizar TDs como forma de aproximar do concreto aqueles assuntos que são distantes do cotidiano dos estudantes e argumenta que:

Eu acho que tudo que sai do abstrato, [...] acho que tudo que tu traz de concreto, uma imagem, algo que eles consigam visualizar, eu acho que eles conseguem assimilar melhor, entender melhor, gravar melhor, então eu acho que isso facilita o aprendizado e claro a aula fica muito mais atrativa para eles (P3, 2024).

Como forma de aproximar os estudantes dos conteúdos de Biologia que, muitas vezes, são complexos para compreensão, para P1 um professor deve: *“[...] pensar em Tecnologias Digitais aí têm passeios virtuais, têm jogos, tem quiz, têm simuladores, [...] para pensar esse conteúdo que é complexo”* (P1, 2024). Corroborando com o que foi encontrado na pesquisa do Estado do Conhecimento, existem inúmeras possibilidades de ferramentas de Tecnologia Digital para ensinar Biologia e reitera-se a importância de trazer o recurso desenvolvido por Leal (2018), uma vez que apresenta um bom exemplo das potencialidades de um laboratório virtual de aprendizagem (LVA) para o ensino de Biologia Celular. A autora destaca que o LVA é um recurso que complementa o ensino e a aprendizagem por apresentar os conteúdos de forma integrada, dinâmica e contextualizada. Apesar do conteúdo de Biologia Celular ser complexo e repleto de nomenclaturas que não fazem parte do cotidiano dos estudantes, o LVA surge como uma ferramenta interessante, pois possibilita abordar esse conteúdo de formas diversas, respeitando os diferentes ritmos e estilos de aprendizagem (Leal, 2018).

Outro recurso, que pode contribuir com o ensino de Biologia, são os museus virtuais que se popularizaram com a pandemia da COVID-19, momento em que não era viável realizar uma visita presencial a um museu (Fabrício *et al.*, 2022). De acordo com os autores, por exemplo, um *tour* virtual a um museu pode ser uma ferramenta que aproxima os estudantes do estudo dos Biomas, pois possibilita aos estudantes visualizarem a riqueza de espécies dos Biomas Brasileiros, conhecendo algumas características desses locais. Além disso, Fabrício *et al.* (2022, p. 361) afirmam que a conservação virtual

das exposições permite que os usuários, de qualquer lugar do mundo, acessem, visitem, explorem e interajam com as exposições. O que possibilita, por exemplo, alunos de uma escola do interior do Rio Grande do Sul visualizarem as características do Bioma Cerrado que se encontra a uma distância significativa do estado.

P5 aponta outras potencialidades das Tecnologias Digitais para o ensino de Biologia, como o potencial motivador. Este aspecto também foi um elemento presente nas pesquisas selecionadas para a revisão do Estado do Conhecimento desta dissertação. P5 destaca também o potencial das TDs para a promoção da independência e da autonomia na busca e construção do conhecimento, conforme destaca a seguir:

Acredito que para o ensino de Biologia muitos recursos poderiam aumentar a motivação dos alunos, bem como ampliar o conhecimento deles sobre alguns assuntos. Acesso a novas maneiras de “assimilar” o conteúdo bem como a independência para buscarem e ampliarem seu conhecimento podem ser pontos importantes com o uso dessas tecnologias (P5, 2024).

Não foi possível obter mais elementos para discussão desta categoria, uma vez que os entrevistados foram evasivos em suas respostas, não trazendo elementos que nos oportunizassem o aprofundamento desta discussão, assim como elementos/informações suficientes sobre como realizam a transposição didática dos conteúdos de Biologia em suas aulas. Contudo essas respostas podem indicar a dificuldade dos professores em conseguirem explorar o universo de possibilidades que as TDs podem oferecer para ensinar Biologia, pensando do ponto de vista do desenvolvimento e da aprendizagem dos alunos. Apesar de documentos como a BNCC (2018) indicarem o uso pedagógico das Tecnologias Digitais, talvez este aspecto ainda não seja realidade entre os professores, sobretudo das escolas públicas brasileiras que sofrem com a carência estrutural do ambiente escolar.

Também, foi possível perceber a dificuldade dos professores em associar as TDs aos conteúdos que estão sendo trabalhados. Além disso, não foi possível encontrar uma articulação entre as respostas obtidas nas entrevistas com os demais constructos, a saber: Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK); Conhecimento Tecnológico Pedagógico (TPK); Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK) e Conhecimento Tecnológico, Pedagógico do

Conteúdo (TPACK). Como forma de auxiliar na compreensão e utilização, pelos professores, das Tecnologias Digitais em aula, essa dissertação apresentará, a seguir, uma proposta de formação continuada, como produto educacional.

8. Pensando um curso de Formação

Tendo como ponto de partida a observação de que talvez não seja necessário construir mais um recurso de Tecnologia Digital, pois a pesquisa realizada para o Estado do Conhecimento mostrou que existe um número significativo de recursos Tecnológicos Digitais disponíveis na internet para utilização pelos professores de Biologia e por meio do destaque dos professores entrevistados de que há a necessidade de formação tecnológica, elaborou-se uma proposta de formação continuada pensada no sentido de ensinar os professores a articularem, em suas aulas, o conhecimento pedagógico e de conteúdo com o conhecimento tecnológico.

A proposta deste curso consiste em sensibilizar os docentes para o uso qualificado das TDs, levando em consideração os constructos do TPACK. Com o intuito de atingir um maior número de professores, a decisão foi por uma formação na modalidade da educação à distância. A estrutura do curso levou em consideração alguns apontamentos mencionados pelos professores durante as entrevistas.

É importante ressaltar que este produto educacional consiste em um protótipo, logo não foi aplicado e ainda sofrerá adequações para o efetivo desenvolvimento. A proposta foi organizada para ter duração de 100 horas e ser dividido em quatro módulos; cada módulo apresentará, em média, de duas a três disciplinas, totalizando 100 horas. A proposta do curso na íntegra pode ser acessado ao clicar no link a seguir:

PROPOSTA DO CURSO DE FORMAÇÃO

9. Considerações Finais

A partir do que foi produzido ao longo do percurso, desta pesquisa, pude explorar a temática das Tecnologias Digitais no ensino de Biologia, tecendo várias reflexões. As análises e discussões que apresento, nesta dissertação, são imbricadas das minhas percepções sobre a/o educação/ensino e o uso dos recursos de TDs nas aulas, apesar de ainda não atuar como professora de Biologia.

Percebo que com o percurso de construção desta pesquisa meu olhar sobre as TDs tem se ampliado para além das potencialidades dos recursos digitais. Começo a olhar de forma mais ampla, crítica e reflexiva, percebendo as limitações e desafios que estes recursos podem apresentar aos processos de ensino e aprendizagem. Entendo que o avanço tecnológico e digital tem impactos na sociedade contemporânea, transformando as relações sociais e o próprio ensino. E como principal mudança paradigmática, provocada pela construção desta pesquisa, entendo que a ênfase das discussões sobre as TDs não devem se centrar somente nos recursos que estão sendo empregados em aula, mas nas condições de apropriação tecnológica e na construção de conhecimentos dos professores e alunos.

Com isso, busquei observar o contexto brasileiro das Tecnologias Digitais e do ensino de Biologia, a partir da revisão de Estado do Conhecimento, embora o foco, desta pesquisa, tenha sido a prática pedagógica dos professores de Biologia de escolas públicas (municipal, estadual e federal) do município de Pelotas/RS. Para tanto, o objetivo central deste trabalho foi o de compreender se e como os professores de Biologia de escolas públicas do município de Pelotas/RS vêm fazendo uso dos recursos tecnológicos digitais no período pós-pandêmico, bem como o papel que as Tecnologias Digitais têm ocupado no planejamento das aulas dos docentes.

Entendo que as questões de pesquisa: 1. Como os professores de Biologia de escolas públicas percebem a utilização de Tecnologias Digitais em suas escolas? 2. Estes professores têm usado recursos digitais em suas práticas pedagógicas, sobretudo após o término do período de pandemia e da implementação do ensino remoto? foram respondidas, em partes, quando os

docentes indicaram utilizar recursos de Tecnologia Digital em suas aulas, especialmente, aqueles mais comuns, como a ferramenta *Powerpoint*, vídeos e jogos, como o *Kahoot*.

Entretanto, observei que as percepções dos professores sobre as Tecnologias Digitais ainda não são muito claras quanto ao papel das TDs no ensino de Biologia, assim como quanto à realização da transposição didática dos conhecimentos ao utilizar tais ferramentas. Suas percepções ainda estão relacionadas à utilização da ferramenta de Tecnologia Digital como fator para motivar, despertar o interesse e a curiosidade sem apresentar uma conexão mais concreta com os aspectos que podem ser explorados, com a utilização das TDs, para que os alunos desenvolvam a aprendizagem. Motivar, despertar o interesse e a curiosidade também são fatores importantes ao se trabalhar com qualquer recurso em aula e estão relacionados, de certa forma, com a aprendizagem. Contudo, para além disso, os professores precisam apresentar clareza quanto ao percurso trilhado por seus alunos para aprender por meio das tecnologias, apresentando objetivos de aprendizagem mais consistentes. Importante destacar que na revisão do Estado do Conhecimento, as pesquisas selecionadas também destacaram, sobremaneira, a motivação e a ludicidade como reflexos da utilização dos recursos de Tecnologia Digital, sendo poucos os trabalhos que encontrei conexão e preocupação com a aprendizagem.

Essas fragilidades indicaram ser reflexo da falta e/ou pouco conhecimento e formação dos professores sobre como explorar, pedagogicamente, as Tecnologias Digitais em suas aulas. Jornada de trabalho exaustiva, pouco tempo para preparar aulas mais elaboradas e precária estrutura das escolas também foram aspectos indicados tanto pelos professores entrevistados, quanto nas pesquisas do Estado do Conhecimento como empecilhos para uso das TDs nas aulas de Biologia.

Apesar da proposta curricular da BNCC, assim como outros documentos e resoluções educacionais, indicarem a importância e a necessidade de uso de recursos de Tecnologia Digital pelas escolas brasileiras, carecemos de programas e projetos dos governos estaduais e federais em que seja possível a concretização do que indicam as políticas públicas educacionais.

Além disso, na BNCC orienta-se a construção de atividades que promovam o letramento digital dos estudantes, no entanto, não fica claro como ele deve ocorrer. Entendendo que habilidades como a de compreensão, utilização e criação de informações em diferentes formatos digitais, a capacidade de navegar criticamente em ambientes digitais, interpretar informações, resolver problemas, comunicar-se de forma eficaz nos meios digitais, são cada vez mais necessários, uma vez que as TDs são uma realidade presente no cotidiano dos alunos, entendo ser importante, em pesquisas futuras, explorar mais a temática do letramento digital, a influência da Inteligência Artificial no ambiente escolar, assim como os referenciais da educação *onlife* como alternativas para modificar a relação da escola com o uso das tecnologias. Uma vez que, o acesso aos recursos de TD especialmente nos espaços formais de aprendizagem é uma forma de auxiliar a mitigar barreiras sociais e a incluir esses quase 70% da população brasileira que ainda não possuem habilidades básicas para o uso de tecnologias.

Em que pese as limitações e desafios do uso das TDs, nas escolas públicas brasileiras, devam ser discutidos, a fim de que sejam superados, percebo as potencialidades das ferramentas de Tecnologia Digital, entre elas: o desenvolvimento da autonomia, o potencial para promover abstração e o protagonismo dos estudantes, de auxiliar na resolução de problemas, além de motivar e despertar a curiosidade.

Ao reconhecer as potencialidades e os desafios do emprego das Tecnologias Digitais e a necessidade de saber ensiná-las, defendo o uso do *framework* TPACK, como referencial importante na formação dos professores, a fim de que estes construam conhecimentos no sentido de desenvolver uma prática pedagógica mais qualificada, suprimindo as necessidades atuais da sociedade do século XXI.

Referências

ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de. Tecnologias na Educação: dos caminhos trilhados aos atuais desafios. **Bolema**, Rio Claro (Sp), v. 21, n. 29, p.

99-129, 2008. Disponível em:
<https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/bolema/article/view/1723>. Acesso em: 4 fev. 2023.

ALMEIDA, Caroline Medeiros Martins, LOPES, Paulo Tadeu Campos. 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** Vol. 18, Nº 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, Virgínia Samôr. **Utilização das tecnologias da informação e comunicação como ferramentas para a melhoria do aprendizado nas aulas de Biologia**. 2019. 40f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional- PROFBIO) Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora. 2019.

ANDRÉ, M.. Políticas de valorização do trabalho docente no Brasil: algumas questões. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 23, n. 86, p. 213–230, jan. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-40362015000100008>. Acesso em: 01 de out. 2024.

AVILA, Christiano Martino Otero. **PAPERT PC Framework** - Um arcabouço para criação de atividades curriculares integradas com o Pensamento Computacional. 2020. 217 f. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2020.

AZEVEDO, Debora. Revisão de Literatura, Referencial Teórico, Fundamentação Teórica e Framework Conceitual em Pesquisa – diferenças e propósitos. **Working paper**, 2016. Disponível em: <https://unisinus.academia.edu/DeboraAzevedo/Papers> Acesso em 06 de dez. de 2022.

BARBIERI, Laura Ecker; LAZZARI, Thaís; FERNANDES, Tatiane Pacheco; BOBROWSKI, Vera Lucia; CARLAN, Francelle de Abreu. Lives e redes sociais: ferramentas didáticas no Ensino Remoto Emergencial. **Diversitas Journal**, [S.l.], v. 7, n. 4, 2022. DOI: 10.48017/dj.v7i4.2237. Disponível em: https://www.diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/2237. Acesso em 09 de fev. de 2023

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

BATISTA, Heloisa Fernanda Francisco; OLIVEIRA, Guilherme Saramago de; CAMARGO, Clarice Carolina Ortiz de. ANÁLISE DE CONTEÚDO::

pressupostos teóricos e práticos. **Prisma**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p. 48-62, 2021.

BERVIAN, Paula Vanessa. **Processo de investigação-formação-ação docente: uma perspectiva de constituição do conhecimento tecnológico pedagógico do conteúdo**. Tese (doutorado) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (Campus Ijuí). Educação nas Ciências. Ijuí, 2019.

BISSOLOTTI, Katielen; NOGUEIRA, Hamilton Garcia; PEREIRA, Alice Theresinha Cybis. Potencialidades das mídias sociais e da gamificação na educação a distância. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, v. 12, n. 2, 2014. DOI: 10.22456/1679-1916.53511. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/53511>. Acesso em: 3 dez. 2023.

BOCCATO, V. R. C. Metodologia da pesquisa bibliográfica na área odontológica e o artigo científico como forma de comunicação. **Rev. Odontol.** Univ. Cidade São Paulo, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 265-274, 2006.

BOTTENTUIT JUNIOR, João Batista. Aplicativos de interação em sala de aula: análise de três possibilidades pedagógicas com recursos digitais. **Revista Cocar**, [S. l.], v. 14, n. 30, 2020. Disponível em: <https://periodicos.uepa.br/index.php/cocar/article/view/3313>. Acesso em: 24 nov. 2022

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.

_____. **Base Nacional Comum Curricular: ensino médio**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2019.

_____. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação Básica**: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, Diretoria de Currículos e Educação Integral, Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013.

_____. Ministério de Educação e Cultura. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB)** - Lei nº 9394/96, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Brasília: MEC, 1996.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN 's): Matemática**. Ministério da Educação e do Desporto: Secretaria de Educação Fundamental. Brasília, 1997.

_____. Ministério da Educação. **Parecer CNE/CP nº 5/2020**. Brasília: Ministério da Educação, 28 de abr. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/mec/pt-br/cne/normas-classificadas-por-assunto/covid-19#:~:text=Parecer%20CNE%2FCP%20n%C2%BA%205,da%20Pandemia%20da%20COVID%2D19>. Acesso em: 23 de set. 2023.

_____. **Política Nacional de Educação Digital (PNED)**- Lei nº14.533 de 11 de janeiro de 2023. Estabelece a Política Nacional de Educação Digital. Brasília, 2023.

CHAI, Ching. S.; KOH, Joyce. H. L.; TSAI, Ching-Chung. A review of technological pedagogical content knowledge. **Journal of Educational Technology & Society**, [S.l.], v.16, n.2, p.31–51,2013.

CÉZAR, Amanda Cordeiro de Melo Souza, ANDRADE, André Lucas Corrêa de, MELO, Tatiane França, SILVA, Ivan Sá Leitão da, SILVA, Karla Maria Euzébio da. 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. 202. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/845/879>. Acesso em: 26 out. 2022.

CHASSOT, Attico. Alfabetização científica:: uma possibilidade para a inclusão social*. **Revista Brasileira de Educação**, Rio de Janeiro, n. 22, p. 89-100, 2003. Quadrimestral.

CIBOTTO, Rosefran Adriano Gonçalves; OLIVEIRA, Rosa Maria Moraes Anunciato. TPACK – CONHECIMENTO TECNOLÓGICO E PEDAGÓGICO DO CONTEÚDO: uma revisão teórica. **Imagens da Educação**, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 11-23, 2017. Universidade Estadual de Maringá. <http://dx.doi.org/10.4025/imagenseduc.v7i2.34615>.

COOPER, Aline de Fátima Santos Camara, ANJOS, Maylta Brandão dos. Sequência Didática como Produto Educacional: em Foco os Recursos Audiovisuais e a Educação Ambiental Crítica. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**. v.10, n. 2. ISSN 2238-2380. p.236-245. 2020. Disponível em: <https://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/5173/3308>. Acesso em: 20 nov. 2022.

CORDEIRO, Alexander; OLIVEIRA, Glória ; RENTERIA, Juan; GUIMARAES, Carlos Alberto. Revisão sistemática: uma revisão narrativa. **Revista do Colégio Brasileiro de Cirurgiões**. 34. 10.1590/S0100-69912007000600012. 2007.

CUNHA, Camila; FREITAS DOS SANTOS, Alana; DO SOCORRO ANDRADE DOS SANTOS, Maria. As Tecnologias da Informação e Comunicação e o Uso Whatsapp: as Posições dos Professores de Ciências e Biologia. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC** , v. 11, n. 1, p. 30-31, 1 jun. 2021.

DOMINGUES, Vitória da Silva Pereira; SANTAREM, Walber Moreira; LEDA, Luciana Ribeiro. O uso da ferramenta blog como estratégia de divulgação científica para o ensino de ciências. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 15, p. 1-17, 2022. Disponível em:

<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/article/view/13774/pdf>. Acesso em: 13 out. 2022.

FABRÍCIO, Cristiane Machado; CAZZANELLI, Paola; LARA, Isabel Cristina Machado de; DENARDIN, Luciano. Visitas Virtuais em museus: uma proposta de ensino com pesquisa para estudantes do 5º ano do Ensino Fundamental em meio a uma pandemia. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v.5, n.4, set./dez. 2022. p. 357-371, 2022.

FERNANDEZ, Carmen. Revisitando a base de conhecimentos e o conhecimento pedagógico do conteúdo (pck) de professores de ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências** (Belo Horizonte) [online]. 2015, v. 17, n. 2 pp. 500-528, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1983-21172015170211>>. Epub May-Aug 2015. ISSN 1983-2117. <https://doi.org/10.1590/1983-21172015170211>. Acesso em: 20 set. 2024.

FERREIRA, Diego. Ensinar e Aprender Ciências por Problemática 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. Dossiê 2020. Disponível em: <https://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/6591/3317>. Acesso em: 08 out. 2022.

FONSECA, João José Saraiva da. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002. Apostila. Disponível em: <http://www.ia.ufrj.br/ppgea/conteudo/conteudo-2012-1/1SF/Sandra/apostilaMetodologia.pdf>. Acesso em 30 de Nov. de 2022.

FRAGA, Vinicius Munhoz; SOUZA, Priscila Cardoso Moraes de; TRAJANO, Sílvia Cristina de Souza; MAFFRA, Stella Maria; SOARES, Valéria Rangel; NUNES, Wallace Vallory; OLIVEIRA, Alexandre Lopes de. Blog como recurso didático pedagógico no ensino de ciências: as tecnologias de ensino na era dos nativos digitais. p. 1- 11. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Silvia-Cristina-De-Souza-Trajano/publication/n/352310319_BLOG_COMO_RECURSO_DIDATICO_PEDAGOGICO_NO_ENSINO_DE_Ciencias_AS_Tecnologias_de_Ensino_na_era_dos_Nativos_Digitais_Blog_as_Teaching_Pedagogy_in_Science_Education_Technology_Education_on_Digital_Natives_/links/60c2e447299bf1949f498e2a/BLOG-COMO-RECURSO-DIDATICO-PEDAGOGICO-NO-ENSINO-DE-Ciencias-AS-TECNOLOGIAS-DE-ENSINO-NA-ERA-DOS-NATIVOS-DIGITAIS-BLOG-AS-TEACHING-PEDAGOGY-IN-SCIENCE-EDUCATION-TECHNOLOGY-EDUCATION-ON-DIGITAL-NATIVES.pdf. Acesso em: 15 out. 2023.

FREIRE, Bruno Araújo; BUENO, Cecilia; NAMEN, Anderson Amendoeira. Uma Proposta Diferenciada de um Jogo Digital para Educação Ambiental de Crianças. **Educação Ambiental em Ação**. v.XVI, n.62. Dezembro/2017-Fevereiro/2018. Disponível em: <http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=3001>. Acesso em: 23 nov. 2022

FREITAS, M. T. Letramento digital e formação de professores. **Educação em Revista**, v. 26, n. 3, p. 335-352, 2010.

FONSECA, João José Saraiva da. Metodologia da pesquisa científica. Ceará: Universidade Estadual do Ceará, 2002.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 7. ed. Barueri [Sp]: Atlas, 2022.

GOTTARDO, Laís; BERVIAN, Paula Vanessa. Constituição e mobilização do conhecimento tecnológico, pedagógico do conteúdo: Uma perspectiva de formação inicial em Ciências Biológicas In: PASTÓRIO, Dioni Paulo; WENZEL, Judite Scherer; GÜLLICH, Roque Ismael da Costa; WIRZBICKI, Sandra Maria (Org). **Perspectivas curriculares e de formação de professores em ciências**. - Santo Ângelo: Metrics, 2024.

HARRIS, Judith B.; MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew J. Teachers' technological pedagogical content knowledge and learning activity types: Curriculum-based technology integration reframed. **Journal of research on technology in education**, [S.l.], v.41, n.4, p.393–416, 2009.

HUBERMAN, Michael. O Ciclo de vida dos professores. In: NÓVOA, Antônio (org.). **Vidas de professores**. 1989.

JESUS, Angelo; SILVEIRA, Ismar; ARAÚJO, Mauro; XAVIER DA PENHA, Pedro. Simsustentabilidade: um Jogo Digital de Estratégia para Educação Ambiental. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC** , v. 11, n. 3, p. 132-151, 30 nov. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.31512/encitec.v11i3.40>. Acesso em: 22, nov.2022.

KENSKI, Vani Moreira. Educação e tecnologia: O novo ritmo da informação. São Paulo: Papirus, 2007

KOEHLER, Matthew J.; MISHRA, Punya. Teachers learning technology by desing. **Journal of Computing In Teacher Education**, v21, n3, p. 94-102. 2005. Recuperado em: 01 mar. 2017.

_____. Introducing TPCK. Imagem. In: COLBERT, J. A.; BOYD, K. E.; CLARK, K. A.; GUAN., S.; HARRIS, J. B.; KELLY, M. A.; THOMPSON, A. D.(orgs)., **Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge for Educators**. p. 1-29. New York: Routledge. 2008.

KONDER. O Ensino de Ciências no Brasil: um breve resgate histórico. In: CHASSOT, A. e Oliveira, J. R. (org). **Ciência, ética e cultura na educação**. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1998, p. 25.

KRASILCHIK, Myriam. **Reformas e Realidade: o caso do ensino das ciências. SÃO PAULO EM PERSPECTIVA**, 14 (1), 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/spp/a/y6BkX9fCmQFDNnj5mtFgzyF/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 02 mar. 2023.

LACERDA, Nadja Larice Simão de. **Uso de coleções virtuais como ferramentas didáticas no ensino de Botânica**. 2019. 81f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional- PROFBIO). Universidade Federal da Paraíba – UFPB. 2019.

LACERDA, Lilian dos Santos. Trabalho docente na sociedade administrada. **Olhar de Professor**. 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5212/OlharProfr.v.20i1.0001>. Acesso em: 01 de out. 2024.

LÁERCIO, Francisco Giovani Souza, FONSECA, Letícia Rodrigues da. O Processo de Desenvolvimento de Jogos Digitais para a Efetivação da Educação Ambiental. **Educação Ambiental em Ação**. v. XX, n.78. não paginado. Março-Maio/2022. Disponível em: <http://www.revistaeea.org/artigo.php?idartigo=4271>. Acesso em: 22 nov. 2022.

LEAL, Aline Jaime. **Uso de Laboratório Virtual e de Metodologias Diversificadas no Ensino de Biologia Celular**. 2018. 142f. Tese (Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018.

LEANDRO, Edmaylson Jóia. **O uso de tecnologia da informação e comunicação (TIC) no ensino de Biologia**. 2020. 193f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática - PPGECEM) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2021.

LEMOS, Pamela Beatriz Menezes. Auxiliando dificuldades de aprendizagem apontadas por alunos do ensino médio por meio de objetos virtuais de aprendizagem. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 3–21, 2020. DOI: 10.46667/renbio.v13i1.265. Disponível em: <https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/265>. Acesso em: 18 nov. 2022.

LEMOS, Renata Araujo; VALLE, Mariana Guelero do. Simulações de Tipagem Sanguínea com uso de TDIC: contribuições para o Ensino de Ciências. **Revista Tecnologias na Educação**. v/n30, novembro, 2019. Disponível em: <https://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2019/12/Art9-Ano-11-vol30-Novembro-2019.pdf>. Acesso em: 10 out. 2022.

LOPES, Livia Mara Menezes; RIBEIRO, Viviane Salvador. O estudante como protagonista da aprendizagem em ambientes inovadores de ensino. **CIET:EnPED**, São Carlos, maio 2018. ISSN 2316-8722. Disponível em: <https://cietenped.ufscar.br/submissao/index.php/2018/article/view/286>. Acesso em: 10 out. 2023.

LOPES, Mauricio Capobianco, KRAUSS, Patrick, VIEIRA, Rafaela. Recuperação de Áreas sem Cobertura Vegetal nas Margens dos Cursos de Água: um Jogo para a Educação Ambiental. **Experiências em Ensino de Ciências**. v.16 n.1 p. 612-621. 202. Disponível em:

<https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/825>. Acesso em: 22 nov. 2022.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Desenvolvimento dos Estados de Consciência e Ludicidade**. Cadernos de pesquisa, do núcleo de FAGED/UFBA, vol2, n.21, p. 19- 30, 1988.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli E. D. A.. **Pesquisa em educação: pesquisa em educação**. 2. ed. Rio de Janeiro: EPU, 2018.

MARQUES, Márcia Siqueira Costa. **O BLOG COMO MEIO DE COMUNICAÇÃO**.: origem, apropriações e horizontes da blogsfera na sociedade contemporânea. 2012. 183 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação 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, Cecília Monica Lorensi; RAMOS, Lisiane Acosta. *Blog - Uma Importante Ferramenta para a Educação Ambiental: Análise de blogs de Educação Ambiental para educadores*. **Educação Ambiental em Ação**. v.XIX, n.72. Setembro-Novembro/2020. Disponível em: <https://www.revistaeea.org/artigo.php?idartigo=3998>. Acesso em: 13 out. 2022.

MARQUES, Raimunda Aline Djanira Freire. **Produto Educacional-Rabiomas: Aplicativo Androide Destinado ao Estudo dos Biomas Brasileiros**. 2019. 14f. Produto Educacional (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. 2019.

MARQUES, Aline Rosa Lopes. **Motivação para aprender: como a motivação afeta a aprendizagem na escola**. Orientador(a): Prof(a).Dr(a). Tamyris Bonilha, TCC (Curso de Graduação em Ciências Biológicas)- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo - Campus Avaré, Avaré, 2019.

MEDEIROS, Claudia Escalante; BERVIAN, Paula Vanessa. Contribuições do framework TPACK no currículo e na formação de professores de ciências da natureza. **Revista E-Curriculum**, [S.L.], v. 22, p. 1-21, 1 ago. 2024. Pontifical Catholic University of Sao Paulo (PUC-SP). <http://dx.doi.org/10.23925/1809-3876.2024v22e61615>.

MESSIAS, Thiago Fonseca; RODRIGUES, Anna Giselle Câmara Dantas Ribeiro; VIEIRA, Matheus Pimentel; DANTAS, Rummenigge Rudson; SOARES, Heliana Bezerra. Corpo Humano 3D: aplicativo para uso de realidade aumentada. **Revista Tecnologias na Educação** – Ano 10 – n/v.26. p. 208-228. Edição Temática VIII – III Congresso sobre Tecnologias na Educação. Set. 2018. Disponível

em: <https://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2018/09/Art12-vol.26-EdicaoTematicaVIII-Setembro2018.pdf>. Acesso em: 16 nov. 2022.

MENEZES, Jones Bones Ferreira De; NASCIMENTO, Edilane Ribeiro Do; RODRIGUES, Marcos Paulo Lopes; SILVA, Ana Carolina Oliveira. Criação e Aplicabilidade de Recursos Tecnológicos no Ensino de Biologia. **Revista Prática Docente**, [S. l.], v. 5, n. 3, p. 1964–1979, 2020. DOI: 10.23926/RPD.2526-2149.2020.v5.n3.p1964-1979.id910. Disponível em: <https://periodicos.cfs.ifmt.edu.br/periodicos/index.php/rpd/article/view/408>. Acesso em: 11 nov. 2022;

MANHÃES, Marcelle de Oliveira; BATISTA, Silvia Cristina Freitas; MARCELINO, Valéria de Souza. Sequência didática para o ensino de Anatomia Humana: proposta com metodologia ativa associada ao uso do smartphone. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 11, n. 6, p. 877–897, 2020. DOI: 10.26843/rencima.v11i6.2638. Disponível em: <https://revistapos.cruzeirodosul.edu.br/index.php/rencima/article/view/2638>. Acesso em: 23 nov. 2022.

MISHRA, Punya. **Considering Contextual Knowledge: The TPACK Diagram Gets an Upgrade**. Journal of Digital Learning in Teacher Education, [S.l.], v.35, n.2, p.76–78, 2019.

MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew J. **Conhecimento Pedagógico Tecnológico de Conteúdo: Uma Estrutura para o Conhecimento do Professor**. *Teachers College Record*, 108 (6), 1017–1054, 2006.

_____. **Introducing technological pedagogical content knowledge**. In: American Educational Research Association, 2008. Proceedings. [S.l.: s.n.], 2008. p.1–16.

_____. **What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)?** In: CONTEMPORARY ISSUES IN TECHNOLOGY AND TEACHER EDUCATION, 2009. Proceedings. . . Society for Information Technology & Teacher Education, 2009. v.9, n.1, p.60–70.

MONDIN, Elza Maria Canhetti, DIAS, Carmen Lúcia. A profissão docente sob diferentes concepções psicológicas: O enfoque construtivista e o socioconstrutivista. **Psicologia Argumento**. Curitiba, 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, José Manuel. Desafios que as Tecnologias Digitais nos trazem. In: MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica**. 21. ed. Rio de Janeiro: Papirus, 2013. p. 30-35.

_____. As mídias na educação. In: MORAN, José. **Desafios na Comunicação Pessoal**. 3. ed. São Paulo: Paulinas, 2007. p. 162-166. Disponível em: http://www2.eca.usp.br/prof/moran/site/textos/tecnologias_eduacacao/midias_educ.pdf. Acesso em: 15 fev. 2023.

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

NEVES, Kiandro de Oliveira Gomes. **Uma Abordagem Pedagógica Baseada em Vygotsky com Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação para o Ensino de Biologia**. 2020. 109f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática) Universidade Federal do Amazonas. Manaus. 2020.

NEVES, Ricardo Ferreira das. **Abordagem do conceito de célula: uma investigação a partir das contribuições do modelo de reconstrução educacional (MRE)**. 2015. 264 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2015.

Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR – NIC.br. **Acessibilidade e Tecnologias: um panorama sobre acesso e uso de Tecnologias de Informação e Comunicação por pessoas com deficiência no Brasil e na América Latina**. Comitê Gestor da Internet no Brasil – CGI.br São Paulo 2020.

PANKE, Thales Ferreira; GÓES, Anderson Roger Teixeira. 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.

PASTORIO, J.; SOUZA, M.; LIMA, C.. **As tecnologias digitais de informação e comunicação e o referencial histórico-cultural de Vygotski: diálogos e aproximações**. In: PASTÓRIO, Dioni Paulo; WENZEL, Judite Scherer; GÜLLICH, Roque Ismael da Costa; WIRZBICKI, Sandra Maria (Org.). **Perspectivas curriculares e de formação de professores em ciências**. - Santo Ângelo: Metrics, 2024.

PEREIRA, Carlos Alberto Sanches; PEREIRA, Ana Paula Cunha; SILVA JUNIOR, Júlio Cezar Azevedo da; ALBUQUERQUE, Gabriela Girão de; VIEIRA, Valéria da Silva. "JOGO DA TRADUÇÃO": uma ferramenta pedagógica no ensino de genética. **Revista Praxis**, [S.L.], v. 10, n. 20, p. 9-22, 4 dez. 2018. Fundação Oswaldo Aranha - FOA. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.47385/praxis.v10.n20.802>. Acesso em: 12 out. 2022

PERSICH, Gracieli Dall Ostro. 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, Jean. **Seis estudos de psicologia**. Rio de Janeiro: Forense, 1964, 146 p.

PORRAS-HERNÁNDEZ, L. H.; SALINAS-AMESCUA, B. Strengthening Tpack: A Broader Notion of Context and the Use of Teacher's Narratives to Reveal Knowledge Construction. **Journal of Educational Computing Research**, 48(2), 223-244. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.2190/EC.48.2.f>. Acesso em: 20 de set. 2024.

QUINQUIOLO, Natália Carvalho Rosas ; SANTOS, Carlos Alberto Moreira dos; SOUZA, Mariana Aranha de. Uso de software de realidade aumentada como ferramenta pedagógica: apresentação do aplicativo Virtual Tee. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 328–345, 2020. DOI: 10.46667/renbio.v13i2.309. Disponível em: <https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/309>. Acesso em: 13 set. 2022.

RAFALSKI, Claudiene; ALVES MARTINS, Silvânia; LIÉGE NUNES GONÇALVES, K.; DE REZENDE RAMOS, Alessandra. Utilização de Vídeo Educativo Sobre Clonagem no Ensino de Ciências. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC** , v. 11, n. 3, p. 119-131, 30 nov. 2021.

REDAÇÃO G1 (ed.). **'Cérebro podre': entenda o que é 'brain rot', expressão do ano eleita pelo Dicionário Oxford**. 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/educacao/noticia/2024/12/02/entenda-o-que-e-brain-rot-cerebro-podre-expressao-do-ano-eleita-pelo-dicionario-oxford.ghtml>. Acesso em: 25 jan. 2025.

REZENDE, Luiz Augusto; STRUCHINER, Miriam. Uma Proposta Pedagógica para Produção e Utilização de Materiais Audiovisuais no Ensino de Ciências: análise de um vídeo sobre entomologia. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**. UFSC, Florianópolis, Santa Catarina. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37914>. Acesso em: 03 Dez. 2023

RIBEIRO, Ana Elisa. TECNOLOGIAS DIGITAIS. in: Glossário Ceale, online. Disponível em: <https://www.ceale.fae.ufmg.br/glossarioceale/verbetes/tecnologia-digital#:~:text=>

[=Tecnologia%20digital%20%C3%A9%20um%20conjunto.uns%20\(0%20e%201\). Acesso em: 10 nov. 2023.](#)

RODRIGUES, Adriana; ANGOTTI, Eduardo Marega. **O papel dos instrumentos e signos culturais no desenvolvimento do pensamento:** contribuições para a educação. Cadernos da Fucamp, v.22, n.55, p.70-86/2023. 2023.

ROCHA, Maria do Carmo Santos; BARROS, Aparecida da Silva Xavier; ROCHA, Petterson Santos; BARROS, Bruno Xavier; DOS SANTOS, Deric Vinicius. A ROBÓTICA SUSTENTÁVEL COMO ESTRATÉGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, [S. l.], v. 5, n. especial, 2022. DOI: 10.5335/rbecm.v5iespecial.12875. Disponível em: <https://seer.upf.br/index.php/rbecm/article/view/12875>. Acesso em: 22 nov. 2022.

ROCHA, Juliana Corrêa Taques; DEMUNER, Lourival; NOBRE, Isaura Alcina Martins; NUNES, Vanessa Battestin. Tic no Ensino-Aprendizagem do Ciclo da Água: uma Proposta Transversal no Ensino Médio. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, Porto Alegre, 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.

TANAKA, Priscila Junko. **Atenção:** reflexão sobre tipologias, desenvolvimento e seus estados patológicos sob o olhar **psicopedagógico**. Instituto Sedes Sapientiae, São Paulo, Constr. psicopedag. v.16 n.13 São Paulo dez. 2008. 2007

TAVARES, Neide Rodriguez Barea. **História da informática educacional no Brasil observada a partir de três projetos públicos**. [n.d.]. Disponível em: <https://www.apadev.org.br/pages/workshop/historialnf.pdf>. Acesso em: 04 dez. 2023.

TRENTIN, Marco Antônio S.; PÉREZ, Carlos AS; SANTO, Antônio Venício dos. **A Utilização de Laboratórios Virtuais na Melhoria do Processo de Ensino-Aprendizagem**. Universidade de Passo Fundo, Porto Alegre. 2002. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/228766565_A_Utilizacao_de_Laboratorios_Virtuais_na_Melhoria_do_Processo_de_Ensino-Aprendizagem. Acesso em 05 out. 2023.

TREVIZANI, Amanda Gonçalves Edmundo; BENELLI, Elaine Machado. O uso do RPG como recurso didático para o ensino de biomoléculas: jogo de calorias. **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, [S. l.], v. 15, n. 1, p. 92–104, 2022. DOI: 10.46667/renbio.v15i1.670. Disponível em: <https://renbio.org.br/index.php/sbenbio/article/view/670>. Acesso em: 16 nov. 2022.

TRIVIÑOS, Augusto Nibaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais:** a pesquisa qualitativa em educação. São Paulo: Atlas, 1987. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4233509/mod_resource/content/0/Trivinos-Introducao-Pesquisa-em_Ciencias-Sociais.pdf. Acesso em 30 de Nov. de 2022.

TOREZIN, Flávia Roberta. **O conceito de interesse na educação brasileira:** um estudo em livro-texto e periódicos. Orientador: Dr. Odair Sass, Mestrado em Educação, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo, 2006.

SALLUM, Ana Maria Calil, GARCIA, Dayse Maioli, SANCHES, Mariana. Dor aguda e crônica: revisão narrativa da literatura. **Acta Paul Enfermagem**. v. 25, n. 1, p.150- 1544, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ape/a/9XWXKgJMWrrj7KRdDDxLpZtt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 25 fev. 2024.

SANTOS, Ana Jackeline de França; DA SILVA FALCÃO, Emerson Peter; CAVALCANTE LIMA, Kênio Erithon. O Uso do Stop Motion no Ensino de Bioquímica para o Nível Médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, [S. l.], v. 26, n. 2, p. 127–144, 2021. DOI: 10.22600/1518-8795.ienci2021v26n2p127. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/2401>. Acesso em: 14 set. 2022.

SANTOS, Aline Coêlho dos; NICOLETE, Priscila Cadorin; SILVA, Juarez Bento da. AVEA integrado à uma proposta de Sala de Aula Invertida: Percepção de alunos do Ensino Médio quanto ao uso da metodologia aplicada nas aulas de Biologia. *Revista Tecnologias na Educação*, a10, n/v 25, Julho 2018. Disponível em: <https://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2018/07/Art5-vol.25-Junho-2018.pdf>. Acesso em: 23 nov. 2022.

SANTOS, Cianir Mendonça dos, ANDRADE, Alexandra Nascimento de, NEGRÃO, Felipe da Costa, MORHY, Priscila Eduarda Dessimoni. 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, José Rufino Silva dos. SOUZA, Brenda Thaise Cerqueira de. A Utilização das Tecnologias da Informação e Comunicação no Ensino de Biologia : Uma Revisão Bibliográfica .Id on Line Rev. Mult. Psic., 2019, vol.13, n.45 SUPLEMENTO 1, p. 40-59. ISSN: 1981-1179.

SANTOS, Flávia Andréa dos. Da perspectiva analógica ao contexto digital: desafios à inserção das tecnologias digitais na EJA. In: **REUNIÃO NACIONAL DA ANPEd**, 38., 2017, São Luís, MA. Anais [...]. São Luís, MA: UFMA, 2017. p. 1-17. Disponível em:

https://anais.anped.org.br/sites/default/files/arquivos/trabalho_38anped_2017_GT18_459.pdf. Acesso em: 29 de set. de 2024.

SANTOS FRANCO DA SILVA ABE, A.; DIBAN QUIJADA, C. Muito além da video aula: diversificando as metodologias de ensino remoto de biologia. **Revista Insignare Scientia - RIS**, v. 4, n. 4, p. 349-362, 20 jun. 2021

SCHIMBOSKI-WOIDEÉLLA, Eloísa. **Uso do Ambiente Virtual de Aprendizagem como Ferramenta Auxiliar no Processo de Ensino-Aprendizagem**. 2019. 89f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO) Universidade Federal do Paraná. Curitiba. 2019.

SCHLEMMER, Eliane; MOREIRA, José António Marques. Ampliando Conceitos para o Paradigma de Educação Digital OnLIFE. **Interacções**, [S.L.], p. 103-122, 30 dez. 2020. Interacções. <http://dx.doi.org/10.25755/INT.21039>. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/interaccoes/article/view/21039>. Acesso em 05 de Jul de 2023.

SCHLEMMER, Eliane; BACKES, Luciana; PALAGI, Ana Maria Marques. **O habitar do ensinar e do aprender onlife**: vivências na educação contemporânea. 2021.

SCHULMAN, LEE S. Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Research*. v12, n2. p.4-14, 1986. Acesso: 04 dez. 2023. Disponível em: http://www.fisica.uniud.it/URDF/masterDidSciUD/materiali/pdf/Shulman_1986.pdf.

SHULMAN, Lee S. **Conhecimento e ensino**: fundamentos para a nova reforma. Caderno CENPEC, n.2, v. 4, p. 196-229, 2014.

SOUZA, Mônica Salazar; SENA, Everton Messias Santos; FILHO, Arlindo Serpa. Álbum de Figurinhas Online como ferramenta de Educação Ambiental em Museu de Biologia. **Informática na educação: teoria & prática**, Porto Alegre, 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.

SPEROTTO, Maria Eduarda Domingues; Carlan, Francele de Abreu. **O Ensino de Ciências e Biologia e o Potencial das Tecnologias Digitais**. in: IV Simpósio Catarinense em Educação em Ciências e X Encontro Regional Sul de Ensino de Biologia, 2023, online.

Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO). **Relatório de monitoramento global da educação - resumo, 2023**: A tecnologia na educação: uma ferramenta a serviço de quem?. Paris, UNESCO. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000373721>. Acesso em: 12 de jan. 2025.

VALENTE, José Armando. Informática na Educação no Brasil: Análise e Contextualização Histórica. In VALENTE, José Armando (org). **O Computador na Sociedade do Conhecimento**. Campinas, SP:UNICAMP/NIED, 1999. p.156.

VILAS BÔAS, Rogério Custódio; NASCIMENTO JUNIOR, Antonio Fernandes; MOREIRA, Fatima Maria de Souza. Utilização de recursos audiovisuais como estratégia de ensino de Microbiologia do Solo nos ensinos fundamental II e Médio. **Revista Praxis**, v. 10, n. 19, jun., 2018. Disponível em: <https://revistas.unifoa.edu.br/praxis/article/view/691/1803>. Acesso em: 11 nov. 2022.

VIGOTSKI, Lev Semionovitch. **A formação social da mente**. Livraria Martins Fontes Editora Ltda. São Paulo/SP ed.4, 1991.

_____. **A formação social da mente: o desenvolvimento social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2007

_____. **A construção do Pensamento e da Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2000

ZUIN, Vânia Gomes; ZUIN, Antônio Álvaro Soares. O celular na escola e o fim pedagógico. **Educação & Sociedade**, Campinas, v. 143, pág. 419-435, abr.-jun., 2018.

Apêndices

Apêndice 1 – Roteiro de entrevista com os professores

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

Roteiro de entrevista

- 1. Ao longo de sua carreira como docente, desde a graduação, alguma vez teve formação para trabalhar com Tecnologias Digitais?** (i) essas formações você procurou ou lhe foram ofertadas pela escola/ gestores/redes? ii) se teve, como foram essas formações? iii) você sente-se preparado para fazer uso das Tecnologias em suas aulas (quando foi essa preparação? antes ou durante a pandemia?) iv) Você faz uso frequentemente das tecnologias na sua vida pessoal e de que forma você faz uso delas?
- 2. Atualmente, especialmente após o período da pandemia de COVID-19, você ainda vem utilizando recursos tecnológicos em suas aulas?** ii) como está agora esse emprego, considera-se mais preparado? iii) você aprendeu a fazer uso de quais tecnologias durante este período? iv) quais recursos vem utilizando atualmente? Atualmente tem adotado outras estratégias de ensino? v) quais desafios você encontra quando utiliza recursos tecnológicos digitais? vi) como você “lida/”encara os desafios que se apresentam.
- 3. Você acredita que as tecnologias podem contribuir com o ensino de biologia?** (i) Quando você faz uso dos recursos de TD como você seleciona os conteúdos que irá abordar?; (ii) Quando faz uso desses recursos, que aspectos você espera atingir nos estudantes? (iii) Você considera que as tecnologias podem ser aliadas do professor, auxiliando na aprendizagem dos alunos?
- 4. Quais conhecimentos você julga importantes o docente possuir para que consiga fazer bom uso das tecnologias em sala de aula?** (i) Você considera que os conhecimentos didáticos seriam importantes ao fazer uso das Tecnologias Digitais em sala de aula? ii) O que você sente mais dificuldade na hora de planejar sua aula utilizando as tecnologias, é na seleção dos conteúdos, do método didático-pedagógico ou do tipo de tecnologia que será empregada?