



OS CONHECIMENTOS TECNOLÓGICOS NA PRÁTICA EDUCATIVA: REFLEXÕES RESSURGENTES NA FORMAÇÃO DE DOCENTES DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA

*Technological Knowledge on educational practice: resurgent reflections in Science and Biology
teacher training*

Pércia Paiva Barbosa [percia@alumni.usp.br]

Instituto de Biociências

Universidade de São Paulo

Rua do Matão, nº 321, Cidade Universitária, São Paulo - SP, Brasil

Resumo

Há algumas décadas, defende-se a necessidade de se preparar professores de Ciências e Biologia para o adequado uso das “tecnologias” no ensino, sendo que pesquisas nessa área podem ser boas aliadas para propostas mais exitosas de formação docente. Logo, investigou-se 17 graduandos do curso de Ciências Biológicas, desenvolvido pela Universidade de São Paulo, durante as aulas de uma disciplina optativa focada no ensino de Zoologia. Como objetivos, pretendia-se identificar: i) indícios de conhecimentos tecnológicos dos graduandos pesquisados; ii) se (e como) a referida disciplina possibilitou o desenvolvimento desses conhecimentos. Primeiramente, foi aplicado um questionário focado na identificação de conhecimentos tecnológicos (*T-CoRe*), sendo que os diálogos dos graduandos durante a elaboração de suas respostas a esse instrumento foram gravados, posteriormente transcritos e analisados, segundo Bardin (2013), o que também foi realizado com as respostas escritas desses estudantes. Em seguida, entrevistas foram realizadas com alguns participantes. Identificou-se compreensões relativamente adequadas dos graduandos a respeito do uso pedagógico das “tecnologias”. Entretanto, também foram identificadas lacunas em alguns conhecimentos considerados importantes para o desenvolvimento da Educação Científica de aprendizes nas escolas. Esses resultados são coerentes com a etapa de formação dos graduandos pesquisados, entretanto reforçam a necessidade de os diferentes tipos de conhecimentos (inclusive tecnológicos) serem abordados, de forma contínua e integrada, ao longo da formação do educador.

Palavras-Chave: Conhecimentos tecnológicos; Ensino de Zoologia; Formação docente.

Abstract

For some decades, it is known that teacher training is necessary for the use of technologies in Science and Biology classes. Therefore, surveys could be allies for successful proposals of teacher training. We investigated 17 undergraduate students of a Biology course, developed by São Paulo University, during classes of an optative discipline focused on Zoology learning. As objectives, we intended to identify: i) evidence of technological knowledge of the undergraduates; ii) if (and how) that discipline allowed the development of these kinds of knowledge. First, the undergraduate students answered a questionnaire focused on different types of technological knowledge (*T-CoRe*), as their dialogues were recorded, transcribed, and analyzed according to Bardin (2013). Then, we interviewed some of these students. We found an adequate understanding in these students about the pedagogical use of technologies. However, we also found gaps in some types of knowledge that are considered necessary for Scientific Literacy. These results are consistent with the training stage of the undergraduates that participated in this survey, but it is essential to include different types of knowledge (including technological) throughout the teacher's training.

Keywords: Technological knowledge; Zoology teaching; Teacher training.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, a intensificação do mercado global, os avanços tecnológicos, a maior interação e comunicação entre as pessoas, dentre outras possibilidades, provocaram profundas transformações na sociedade. Assim, espera-se que, hoje, os cidadãos desenvolvam competências relacionadas: i) às formas de pensar, isto é, que desenvolvam a criatividade, a inovação, o pensamento crítico, a capacidade de solução de problemas e a tomada de decisão; ii) às formas de trabalhar, desenvolvendo as capacidades de comunicação e colaboração; iii) às formas de viver no mundo, permitindo que sejam capazes de exercer a cidadania local e global e a responsabilidade pessoal e social; e iv) às ferramentas para o trabalho, desenvolvendo a literacia de informação e a literacia de informação e comunicação tecnológica (Binkley *et al.*, 2012). Especificamente sobre esse último aspecto, acredita-se que a alfabetização digital é algo tão importante para a vida hodierna, que a inaptidão do indivíduo para acessar ou usar as tecnologias de informação e comunicação pode ser uma barreira para sua plena integração e desenvolvimento pessoal no mundo contemporâneo (European Commission, 2008).

Neste contexto, conforme destaca o relatório elaborado pela UNESCO, em 2008 (UNESCO, 2008), acredita-se que a Educação possa ser uma das formas capazes de garantir o desenvolvimento das competências supracitadas pelos cidadãos, tornando-os usuários qualificados das “tecnologias” e permitindo que busquem, analisem, avaliem e sejam capazes de solucionar os problemas que se apresentam, cotidianamente, em suas vidas. No cenário brasileiro, também é possível citar documentos que apontam necessidades nessa mesma direção, como os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (MEC, 1998), divulgados no final dos anos 90, e a Base Nacional Comum Curricular – BNCC (MEC, 2018), vigente no país nos dias atuais. Já no âmbito do ensino de Ciências e Biologia, o quadro apresentado não é diferente: há alguns anos, pesquisadores têm defendido a importância da inclusão das “tecnologias” no ensino de forma a garantir um aprendizado mais adequado e ativo sobre tais temáticas nas escolas. McCrory (2008), por exemplo, defende três formas de se inclui-las nas aulas de Ciências: 1) por meio do uso de recursos tecnológicos não relacionados à Ciência, mas que estão a serviço desta (ex.: processadores de texto, planilhas, gráficos, dentre outros); 2) por meio de recursos tecnológicos utilizados para ensinar e aprender Ciências (ex.: simulações, animações, etc.); 3) por meio de recursos tecnológicos utilizados para aprender a “fazer Ciência” (ex.: sondas, microscópios digitais, dentre outros). Nessa conjuntura, conforme destaca Angeli (2005), desde 1993, a Associação Americana para o Avanço da Ciência (*American Association for the Advancement of Science*) considera o uso científico das “tecnologias” nas salas de aula como um ponto importante para se promover a Educação Científica dos estudantes, justificativa também apresentada por Jimoyiannis (2010).

Para garantir a inclusão das “tecnologias” na prática educativa, acredita-se que a formação docente é fundamental: há algumas décadas, é possível encontrar na literatura científica estudos que enfatizam a importância da formação do professor para o uso pedagógico dos recursos tecnológicos no cotidiano escolar (ex.: Teo & Noyes 2010; Petko, 2012; Atanzio & Leite, 2018; outras). No entanto, também é possível identificar pesquisas que apontam carências e lacunas nessa formação, como as investigações conduzidas por Costa *et al.* (2008), Zhao (2003) e Barbosa (2019). Sobre a primeira, ao investigarem a formação docente em Portugal, os pesquisadores detectaram que a inadequada preparação do educador recém-formado para o uso dos recursos tecnológicos era uma das principais barreiras que o impediam de utilizar os computadores no contexto educativo de forma adequada. No caso da formação continuada, os autores identificaram a mesma situação, afirmando que, na maioria das vezes, não havia o aprofundamento desse tipo de abordagem nos currículos dos cursos voltados para os docentes. Já no contexto americano, Zhao (2003) identificou que as iniciativas de formação de professores apenas adicionavam disciplinas sobre “tecnologia” em suas grades curriculares, apresentando foco meramente tecnocêntrico, enfatizando apenas a instrumentalização técnica do professor sem fazer conexões com as possibilidades pedagógicas que as “tecnologias” poderiam oferecer para o ensino dos tópicos. No cenário brasileiro, Barbosa (2019) apontou conclusões semelhantes a essas, destacando a baixa integração entre os conhecimentos (inclusive tecnológicos) desenvolvidos pelos professores de Ciências durante a formação docente.

Diante disso, concordamos com Alayyar, Fisser e Voogt (2012) e acreditamos que, para um professor ser capaz de integrar diferentes recursos tecnológicos no ensino, ele precisa desenvolver tanto as suas habilidades técnicas, como compreender as relações entre a Pedagogia, o Conteúdo a ser ensinado e própria “Tecnologia” em si. Isso significa que, para preparar professores para o uso eficaz das ferramentas tecnológicas, os programas de formação precisam auxiliá-los a construir conhecimentos sobre boas práticas pedagógicas, sobre o conteúdo a ser abordado e sobre habilidades técnicas, conforme também defendem Tondeur *et al.* (2012). Assim, consideramos que os estudos sobre o desenvolvimento dos conhecimentos tecnológicos do professor, como aqueles que abordam o Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo de educadores (TPACK, do inglês *Technological Pedagogical Content Knowledge*), apresentam

potenciais contribuições para o adequado uso dessas ferramentas no ensino, o que também é defendido por Koehler e Mishra (2005), Barbosa (2019), dentre outros pesquisadores. Vale mencionar que as pesquisas sobre o TPACK são inspiradas nas ideias de Shulman (1987), que defendia a importância de se desenvolver o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK, do inglês: *Pedagogical Content Knowledge*) do professor para que este fosse capaz de desenvolver um adequado processo de ensino-aprendizagem dos tópicos a serem ensinados.

Sobre o TPACK, diferentes pesquisas têm sido realizadas, ao longo dos últimos anos, tentando defini-lo e determinar quais tipos de conhecimentos contribuem para o seu desenvolvimento (ex: Angeli & Valanides, 2005; Niess, 2005; Mishra & Koehler, 2006; Jimoyiannis, 2010; dentre outras). Neste artigo, adotaremos a definição proposta por Koehler e Mishra (2008) por considerarmos essa abordagem mais adequada aos nossos objetivos de pesquisa (descritos mais adiante neste texto). Assim, segundo tais pesquisadores, o TPACK se apresenta como uma interseção entre três domínios de conhecimento (Conteúdo, Tecnologia e Pedagogia), os quais devem ser compreendidos a partir da forma como interagem, e não de maneira isolada. Logo, partindo-se desses domínios iniciais, tem-se o Conhecimento do Conteúdo (CK, do inglês: *Content Knowledge*), que se refere à compreensão do educador sobre o tema que será ensinado (no caso das Ciências e/ou Biologia, seria o entendimento dos fatos e teorias científicas, do método científico, do raciocínio baseado em evidências, dentre outros). Já o Conhecimento Pedagógico (“PK”, do inglês: *Pedagogical Knowledge*), abrange a compreensão do educador sobre os processos e as práticas de ensino-aprendizagem (como as propostas educacionais, os valores, os objetivos de ensino, dentre outros.) Na interseção entre esses dois conhecimentos, tem-se o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK, referido anteriormente), que pode ser definido como uma mistura entre o Conteúdo e a Pedagogia, permitindo ao professor compreender como tópicos particulares podem ser melhor adaptados para o aprendizado dos estudantes. O Conhecimento Tecnológico (TK, do inglês: *Technological Knowledge*), por sua vez, se refere à compreensão do professor sobre as “tecnologias”, reconhecendo como estas poderão auxiliá-lo a alcançar determinado objetivo. Da interseção entre esse conhecimento e o Conhecimento do Conteúdo, tem-se o Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK, do inglês: *Technological Content Knowledge*), que abrange o entendimento do educador sobre como determinada “tecnologia” está inter-relacionada com determinado conteúdo de ensino (no caso da Biologia, poderíamos citar as recentes “tecnologias” que têm auxiliado na maior compreensão das relações de parentesco entre os seres vivos, por exemplo. Tais “tecnologias” não são utilizadas, necessariamente, com fins pedagógicos, porém fazem parte do escopo do conhecimento do conteúdo de “Evolução”). Da mesma maneira, a partir da interseção entre o Conhecimento Tecnológico e o Conhecimento Pedagógico, tem-se o Conhecimento Tecnológico Pedagógico (TPK, do inglês: *Technological Pedagogical Knowledge*), que diz respeito à compreensão do professor sobre como as “tecnologias” podem ser utilizadas para fins pedagógicos. Por último, a partir da interseção entre todos os conhecimentos listados, tem-se o Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK): este, para Koehler e Mishra (2008), é a base do bom ensino com as “tecnologias”. Vale destacar que tais conhecimentos estão inseridos dentro de um contexto específico de ensino e aprendizagem, conforme evidenciado pela Figura 1:

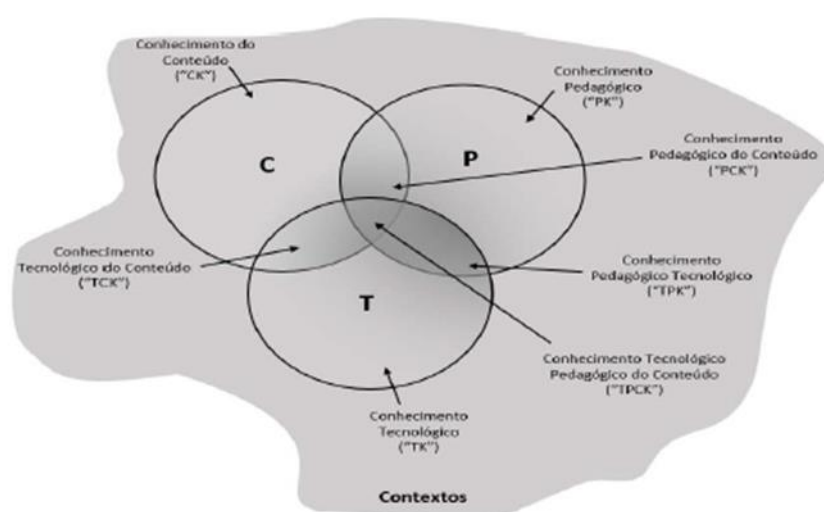


Figura 1 – Representação do Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK), segundo a proposta de Koehler e Mishra (2008), traduzida por Barbosa (2019, p.108).

Tendo em vista o resultado de diferentes estudos que mostram as dificuldades de professores para a adequada integração das “tecnologias” no ensino, julgamos pertinente investigar os conhecimentos

tecnológicos desenvolvidos por estudantes de um curso de graduação em Ciências Biológicas. Dessa maneira, com a presente investigação, pretende-se: i) identificar indícios dos conhecimentos desses estudantes relacionados à efetiva integração das “tecnologias” no ensino, conforme sugerem pesquisas de Graham *et al.* (2009) – isto é: Conhecimento Tecnológico (TK); Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK); Conhecimento Tecnológico Pedagógico (TPK); e Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK); ii) identificar se (e como) a disciplina utilizada como contexto do presente estudo (descrita na seção Metodologia) contribuiu para o desenvolvimento desses tipos de conhecimentos pelos graduandos.

Para concluir, é importante apresentarmos uma breve explicação sobre o termo “tecnologia” que, neste texto, tem sido escrito entre aspas devido a sua polissemia. Apesar de ele estar associado, atualmente, às Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) e às Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC), sua definição ainda é alvo de muitas discussões. Segundo Zhao (2003), “tecnologia” pode significar qualquer aplicação do conhecimento humano a problemas práticos, o que inclui uma gama quase inesgotável de itens, abrangendo desde artefatos simples (como o retroprojektor e lápis) até sistemas complexos (como o computador e a internet). Entretanto, conforme explica Mouza (2016), o foco dos trabalhos relacionados ao desenvolvimento do TPACK é nas chamadas “tecnologias emergentes” e, por isso, estas serão o foco da presente pesquisa. Assim, incluímos nesse escopo as ferramentas digitais, os computadores, dentre outros tipos de recursos que fazem parte do atual contexto tecnológico dos professores, conforme sugere Cox (2008).

Por fim, partindo-se do fato de que o TPACK está diretamente relacionado a um conteúdo de ensino, na seção a seguir, apresentaremos um breve panorama sobre o ensino de Zoologia, uma vez que nossa investigação terá como contexto uma disciplina dessa área.

Um breve contexto sobre o ensino de Zoologia

O ensino de Zoologia tem como objeto o estudo dos animais, relacionando-os aos ecossistemas por meio do contexto ecológico-evolutivo (Santos & Téran, 2011). Com isso, defende-se que a abordagem dessa temática na Educação Básica deve proporcionar reflexões profundas nos estudantes sobre a natureza, problematizando os modelos utilitaristas e antropocêntricos vigentes e motivando ações frente às questões políticas e socioambientais relacionadas à realidade dos educandos (Rocha, Duso, & Maestrelli, 2013).

Nas propostas curriculares brasileiras, como a Base Nacional Comum Curricular (MEC, 2018), citada previamente, destaca-se que a aprendizagem sobre determinados tópicos (como a diversidade, os processos de evolução e a manutenção da vida) possibilita aos estudantes a compreensão (e a possível intervenção) sobre o mundo em que vivem. Dessa forma, tal documento destaca que, no Ensino Fundamental (8º e 9º anos), os estudantes devem desenvolver conhecimentos relacionados ao conceito de evolução, aos mecanismos adaptativos e evolutivos, às ideias evolucionistas, à diversidade de espécies, à atuação da seleção natural, dentre outros. Já no Ensino Médio, espera-se que os discentes sejam capazes de analisar a complexidade dos processos relativos à origem e evolução da Vida (em especial, dos seres humanos), assim como a diversidade dos seres vivos e a relação destes com o ambiente de forma mais aprofundada.

Para a compreensão sistêmica da biodiversidade, e considerando a importância do desenvolvimento da Educação Científica do aluno a partir da aprendizagem sobre os diferentes temas das Ciências e Biologia (Santos, 2007), Silva (2020) defende que a abordagem da “Sistemática Filogenética” durante o ensino de Zoologia é importante, uma vez que apreende os três aspectos fundamentais para o desenvolvimento da alfabetização científica do educando: i) a partir desse enfoque, a *natureza da ciência* pode ser abordada por meio de discussões sobre como a pesquisa a respeito da diversidade biológica é realizada, ponderando-se as tentativas de classificação dos seres vivos ao longo da história. Além disso, é possível discutir sobre as limitações dessas classificações, destacando-se as formas de construção, corroboração e refutação de hipóteses científicas; ii) a *linguagem científica* dos aprendizes é outro aspecto que pode ser desenvolvido por meio do ensino desse tópico, especialmente quando se pensa nas representações comumente utilizadas para explicar a dinâmica da história evolutiva, como os esquemas e os cladogramas, dentre outras possibilidades; c) por fim, a partir do tema em questão, é possível discorrer sobre *aspectos sociocientíficos* que permeiam tal temática, auxiliando na superação do antropocentrismo e subsidiando o desenvolvimento de habilidades relacionadas à tomada de decisão (especialmente focadas na preservação e na conservação das espécies).

Partindo-se do que foi exposto, depreende-se que a teoria da Evolução se constitui, hoje, como eixo central para a discussão de diferentes questões relacionadas às ciências da vida (Silva, 2020). Isso, no entanto, pode originar diferentes desafios para alunos e professores. Dentre estes, Santos e Calor (2007) citam: i) a assimilação da dimensão temporal das mudanças evolutivas; ii) o reconhecimento da importância

do pensamento sobre a dinâmica populacional; iii) a ideia equivocada de progresso na evolução; iv) a impossibilidade de se descobrir os verdadeiros grupos ancestrais de organismos; iv) as relações genealógicas entre o homem e os outros animais; dentre outros. Outras dificuldades para o ensino da temática são elencadas por Amorim (2008): tal autor ressalta que a abordagem da diversidade biológica tem sido realizada de forma fragmentada, enfatizando-se habilidades relacionadas à memorização de características dos animais, sem que haja uma unidade do ponto de vista biológico ou filosófico (fato também reportado por Oliveira, 2017). Neste quadro, tais desafios somados, a nosso ver, contribuem para a perpetuação do cenário do ensino de Zoologia descrito por Santos (2010), isto é, mesmo com a grande biodiversidade da fauna brasileira, o ensino e a pesquisa sobre essa temática nas escolas ainda são incipientes. Logo, isso se torna um fator de preocupação quando se pensa na importância da Educação para o desenvolvimento de atitudes de preservação e conservação dos indivíduos em uma sociedade (Barbosa, Macedo, Katon, & Ursi, 2020) e na quantidade de espécies da fauna brasileira que estão ameaçadas de extinção.

Tendo em vista esse contexto, como sugestões para o desenvolvimento de um adequado processo de ensino-aprendizagem de Zoologia, Oliveira (2017) enfatiza a necessidade do ensino integrado dos temas zoológicos, relacionando o estudo dos animais à Evolução e, até mesmo, ao comportamento do animal nos ambientes em que vivem, o que se aproxima das ideias defendidas por Silva (2020). A autora também considera importante que o professor faça uso de diferentes ferramentas de ensino, além de variadas formas de abordagem dos conteúdos, especialmente relacionadas às metodologias consideradas “inovadoras”, distintas daquelas que, normalmente, são utilizadas em aulas “tradicionais”. Isso, em nossa visão, vai ao encontro das pesquisas que defendem o uso dos recursos tecnológicos como formas de aprimorar a aprendizagem dos estudantes sobre Ciências e Biologia.

Nesse âmbito, ressalta-se a importância do investimento na formação docente como uma das possibilidades de se minimizar os desafios enfrentados para o ensino de Zoologia. Assim, reitera-se a necessidade de estudos com esse enfoque serem realizados, possibilitando maiores compreensões sobre as diferentes maneiras de se abordar tal temática nos ambientes educativos, especialmente com o uso dos recursos tecnológicos. Partindo-se disso, a presente investigação visa contribuir nesse sentido. Na seção a seguir, apresentaremos em detalhes a metodologia utilizada nesta pesquisa.

METODOLOGIA

Esta pesquisa se caracteriza por sua abordagem qualitativa (Lankshear & Knobel, 2004). Os sujeitos investigados foram 17 graduandos do curso de Ciências Biológicas da Universidade de São Paulo (USP) – Licenciatura e Bacharelado, que se matricularam em uma disciplina de caráter optativo, focada no ensino de Zoologia, desenvolvida no segundo semestre de 2016. Tal disciplina foi escolhida como contexto da presente pesquisa por conter, em algumas de suas aulas, abordagens capazes de desenvolver conhecimentos tecnológicos em seus participantes, segundo nossa avaliação.

Dentre os objetivos da referida disciplina, destacam-se: i) a promoção de reflexões sobre o ensino de Zoologia na escola básica e em outros espaços educativos; ii) a promoção de discussões sobre conteúdos, estratégias didáticas e instrumentos de avaliação capazes de serem utilizados no processo de ensino-aprendizagem dos tópicos dessa área; iii) a elaboração e a análise de diferentes recursos didáticos (como textos, multimídias, modelos, imagens, jogos, filmes, animações; outros) capazes de serem utilizados no ensino dos temas zoológicos na Educação Básica; iv) outros.

A disciplina foi desenvolvida ao longo de quinze aulas de quatro horas. Como produtos finais, os graduandos deveriam: a) apresentar uma proposta de sequência didática (SD) sobre o ensino de determinado tópico zoológico. Para isso, em pelo menos uma das atividades sugeridas nessa SD, eles deveriam utilizar um recurso didático tecnológico; b) elaborar um recurso didático passível de ser utilizado na sequência desenvolvida. Logo, tendo em vista o item “a”, descrito anteriormente, a docente da disciplina recomendou que os estudantes elaborassem um recurso tecnológico. Com isso, eles poderiam utilizá-lo na SD. O programa geral da disciplina está descrito a seguir (Quadro 1).

Todas as aulas da disciplina foram observadas pela autora deste estudo. Porém, neste artigo, a análise será focada em três destas por terem maior aproximação com os objetivos da pesquisa: a) Aula 6: nessa aula a formadora propôs duas atividades com foco na avaliação (do ponto de vista pedagógico) de objetos educacionais. Para isso, ela pediu que os graduandos acessassem bancos de objetos educacionais na internet (por ela disponibilizados) e que os avaliassem segundo os seguintes critérios: i) facilidade de acesso; ii) confiabilidade pedagógica; iii) capacidade de despertar motivação do aprendiz; iv) capacidade de proporcionar *feedback* sobre a aprendizagem para o usuário; v) linguagem utilizada; vi) *layout*; vii) outras

possibilidades verificadas pelos estudantes; b) Aula 7: nessa aula a formadora sugeriu que os graduandos avaliassem recursos didáticos elaborados por ex-alunos da disciplina em questão, utilizando, para isso, os seguintes parâmetros, também estabelecidos pela docente: i) facilidade de uso; ii) proposta pedagógica; iii) correção de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais; iv) linguagem utilizada; v) *layout*; vi) possibilidades de uso pedagógico; vii) momentos, durante o ensino de determinado tópico, em que tais recursos deveriam ser utilizados por docentes; viii) outras possibilidades verificadas pelos estudantes; c) Aula 8: nessa aula a formadora realizou uma apresentação sobre diferentes mídias que poderiam ser utilizadas para o ensino de Zoologia. Além disso, a docente explorou os objetivos do ensino dessa temática, a abordagem desse assunto nos currículos brasileiros e possibilidades pedagógicas oferecidas pelos diferentes tipos de mídias (por exemplo, o uso de intertextualidade ao se utilizar o recurso “filmes”). Ainda nessa aula, a formadora sugeriu que os graduandos realizassem diferentes leituras de artigos científicos focados no ensino de Zoologia e, em especial, no ensino dessa temática com o uso de mídias e de recursos tecnológicos.

Quadro 1 – Programa da disciplina sobre ensino de Zoologia, contexto do presente estudo.

Aulas	Programa
1	Apresentação da disciplina Levantamento das concepções dos estudantes sobre o ensino de Zoologia Proposta de Aprendizagem Social Atividade sobre sequências didáticas
2	Abordagem sobre ensino de Zoologia: senso comum e conhecimento científico Apresentação das possibilidades de análise das sequências didáticas
3	A Zoologia nos currículos oficiais brasileiros Apresentação de pesquisa sobre ensino de Zoologia
4	Elementos integradores para o ensino de Zoologia: Sistemática Filogenética
5	Elementos integradores para o ensino de Zoologia: a perspectiva da Educação Ambiental
6	A Zoologia nos objetos educacionais Discussão (em grupos) sobre a primeira versão da sequência didática e proposta de material educativo
7	Apresentação das sequências didáticas e dos materiais educativos produzidos nos oferecimentos anteriores da disciplina.
8	Ensino de Zoologia e as diferentes mídias (revistas, quadrinhos, filmes, outros). Entrega da primeira versão da sequência didática
9	A pesquisa em ensino de Biologia com ênfase no ensino de Zoologia.
10	A Zoologia em espaços não formais e a divulgação científica
11	Mapeamento socioambiental no <i>campus</i> da USP – identificando possibilidades de ensino de Zoologia nos arredores da escola
12	Organização do trabalho final
13	Apresentação do material didático produzido e oficinas de análise
14	Apresentação final das sequências didáticas e do material produzido.
15	Autoavaliação e avaliação da disciplina

Fonte: adaptado de Usp Disciplinas - <https://edisciplinas.usp.br/>, recuperado em 28, agosto, 2021.

Neste cenário, a presente pesquisa foi dividida em duas etapas. A primeira consistiu na aplicação de um questionário focado na identificação de conhecimentos tecnológicos (segundo definição de Koehler e Mishra, 2008) dos graduandos participantes, em especial, na identificação do Conhecimento Tecnológico (TK), do Conhecimento Tecnológico Pedagógico (TPK), do Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK), e do Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK), os quais são intimamente ligados ao uso das “tecnologias” no ensino (conforme também pode ser identificado nos estudos de Graham *et al.*, 2009). Para isso, utilizou-se o *T-CoRe* (Representação de Tecnologia associada a um Conteúdo), segundo proposta apresentada em Barbosa (2019). O *T-CoRe* visa acessar diferentes tipos de conhecimentos de professores (ou futuros professores), em especial, os conhecimentos tecnológicos destes, e foi inspirado nos estudos de Loughran, Mulhall e Berry (2004), que propuseram o instrumento “CoRe” (do inglês: *Content Representation* – Representação de Conteúdo). Esse último, segundo seus autores, visa acessar o Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (PCK) de docentes (e futuros docentes). As questões do *T-CoRe* são apresentadas a seguir (Quadro 2).

Quadro 2 – Representação de Tecnologia associada a um Conteúdo (*T-CoRe*).

Conteúdo a ser ensinado: _____

Quais ideias sobre esse conteúdo você pretende ensinar?

Ideia 1:

Ideia 2:

Ideia 3:

Ideia...:

	Representação de Tecnologia associada a um Conteúdo (<i>T-CoRe</i>)			
	Ideia 1	Ideia 2	Ideia 3	Ideia ...
1. O que você espera que os alunos aprendam sobre essa ideia?	1.1	1.2	1.3	...
2. Que tecnologia você utilizaria para auxiliar o aluno para aprender essa ideia?	2.1	2.2	2.3	...
3. Por que você escolheu essa tecnologia?	3.1	3.2	3.3	...
4. De que forma essa tecnologia poderá auxiliar os alunos a compreenderem a ideia em questão?	4.1	4.2	4.3	...
5. Quais tipos de habilidades essa tecnologia auxiliará a desenvolver nos alunos?	5.1	5.2	5.3	...
6. Quais são as possíveis dificuldades relacionadas ao emprego dessa tecnologia para a aprendizagem da ideia pelos alunos?	6.1	6.2	6.3	...
7. Como você pretende utilizar essa tecnologia para ensinar essa ideia?	7.1	7.2	7.3	...
8. Quais maneiras você utilizará para avaliar se a tecnologia utilizada foi adequada para os objetivos de ensino da ideia?	8.1	8.2	8.3	...

Fonte: Barbosa (2019).

A aplicação do *T-CoRe* ocorreu durante a 11ª Aula da disciplina, quando os graduandos já possuíam ideias mais claras sobre as sequências didáticas que desenvolveriam e sobre os recursos tecnológicos que elaborariam e utilizariam nestas. O preenchimento do instrumento foi realizado em grupos e gravado em áudio e vídeo. Foram obtidas respostas de cinco grupos (totalizando 17 participantes), que haviam se dividido em momentos anteriores à Aula 11 para o desenvolvimento de suas respectivas sequências didáticas. O perfil dos estudantes de cada grupo é apresentado no Quadro 3 (a seguir).

Quadro 3 – Perfil dos participantes do presente estudo.

Grupos	Sexo	Idade	Período da Graduação		Grupos	Sexo	Idade	Período da Graduação
G1	F	21	6º		G4	F	20	8º
G1	F	24	6º		G4	M	21	7º
G2	F	25	8º		G4	F	21	8º
G2	F	25	6º		G4	M	22	8º
G2	F	24	12º		G4	M	23	8º
G2	F	NR	NR		G5	M	23	10º
G3	F	23	8º		G5	M	23	9º
G3	M	23	8º		G5	M	22	10º
G3	M	23	8º		-	-	-	-

Obs.: NR: Não respondeu. O curso de Ciências Biológicas da USP possibilita ao graduando escolher a modalidade “Licenciatura” e/ou “Bacharelado” depois deste realizar um Núcleo Básico comum de dois anos. Assim, após esse período, o estudante opta por cursar uma e/ou outra modalidade, que terá a duração de, aproximadamente, dois anos. A previsão de conclusão do curso Integral é de 8 semestres, enquanto a estimativa do curso Noturno é de 12 semestres.

Cada grupo respondeu o *T-CoRe* a partir do assunto escolhido para a proposta de sua respectiva SD. Assim, os temas escolhidos pelos graduandos foram: Anatomia comparada dos Sistemas Respiratório e Circulatório em Cordados (G1); Diversidade e Filogenia de Metazoa (G2); Panorama Evolutivo de Vertebrados (G3); Chaves de identificação e Filogenia de Vertebrados (G4); Conceito de Espécie-chave e Espécie-bandeira (G5). O tempo de preenchimento do instrumento foi: G1: 51'; G2: 33'; G3: 18'; G4: 34' e G5: 69', sendo que os diálogos dos estudantes foram transcritos na íntegra e analisados por meio da proposta de Bardin (2013). Logo, a partir desses diálogos e do preenchimento escrito do instrumento, buscamos indícios dos conhecimentos TK, TPK, TCK e TPACK, que representaram nossas categorias de análise (estabelecidas, assim, *a priori*).

Partindo-se do que foi exposto, consideramos indícios do TK quando o graduando (ou grupo) manifestou conhecimento sobre *quais* “tecnologias” (segundo a conceituação Cox, 2008 - apresentada na Introdução deste texto), de forma geral, estão disponíveis para uso no ensino (ex: computador, internet, vídeo, animação, fórum, aplicativos, redes sociais, dentre outras possibilidades). Também consideramos indícios do TK quando tais graduandos manifestaram conhecimento técnico sobre o uso dessas “tecnologias”. Sobre os indícios do TPK, consideramos os momentos em que o estudante (ou grupo) evidenciou seus conhecimentos sobre *como* utilizar as variadas “tecnologias” citadas, tendo em vista a aprendizagem de seus possíveis alunos. Consideramos como indícios do TCK quando o graduando (ou grupo) manifestou seu conhecimento a respeito de “tecnologias” que fazem parte da construção do conhecimento científico relacionado à Biologia e/ou à Zoologia (por exemplo, o uso de microscópios para análise de células e/ou tecidos animais; *softwares* para a proposição da Sistemática Filogenética, dentre outras possibilidades). Por fim, sobre os indícios do TPACK, consideramos os momentos em que o estudante (ou grupo) manifestou conhecimento sobre como utilizar o recurso tecnológico escolhido para abordagem de determinado tópico da Zoologia visando aprimorar a aprendizagem de um aluno. Vale mencionar que essas delimitações entre os conhecimentos são recorrentes em pesquisas da área (ex.: Koehler e Mishra, 2008; Graham *et al.*, 2009; Barbosa, 2019; dentre outros) e visam proporcionar maior clareza dos resultados detectados pelos pesquisadores. No entanto, na prática docente, tais conhecimentos se apresentam de forma interligada, dificilmente fragmentada, conforme é realizado nas pesquisas do campo (Graça, 1997).

A segunda etapa do presente estudo teve como objetivo a complementação (e, possivelmente, a confirmação) das interpretações obtidas por meio da primeira fase da pesquisa. Assim, após a conclusão da disciplina, convidamos os grupos de estudantes para participarem desse segundo momento, que consistiu em uma entrevista semiestruturada (segundo definição de Lankshear & Knobel, 2004) com duração aproximada de 60 minutos. Obtivemos a resposta positiva dos integrantes do Grupo 3. Por isso, devido ao pequeno número de grupos participantes na segunda etapa de investigação, decidimos tratar os dados obtidos nesta como um estudo de caso (Ludke & Andre, 1986). Isso significa que, embora tais resultados ampliem e complementem nossas impressões iniciais, eles dizem respeito a percepções particulares dos sujeitos pesquisados, inviabilizando generalizações relacionadas aos demais grupos estudados previamente. Abaixo, apresentamos o roteiro utilizado na condução da entrevista semiestruturada realizada com o Grupo 3:

1. O que vocês consideraram como “tecnologia”, ao preencherem o *T-CoRe*? [Etapa 1 da pesquisa]
2. Vocês tiveram alguma disciplina [específica] sobre “tecnologia” durante a graduação?
3. O que vocês consideram como “bom uso” das “tecnologias” no ensino?
4. O que vocês consideram como “mau uso” das “tecnologias” no ensino?
5. Quais motivos fariam vocês utilizarem “tecnologias” no ensino?
6. Quais motivos fariam vocês não utilizarem “tecnologias” no ensino?
7. Sobre os recursos tecnológicos que vocês citaram no *T-CoRe* [Etapa 1 da pesquisa], por que vocês os escolheram? (Expliquem os motivos de escolha do Power Point [apresentação em Power Point]; dos vídeos; das animações; dos *gifs*; dos *sites*; do projetor; da internet – na sequência didática proposta por vocês).
8. Sobre os recursos tecnológicos que vocês citaram no *T-CoRe* [Etapa 1 da pesquisa], como vocês os utilizariam? (Expliquem como utilizariam o Power Point [apresentação em Power Point]; os vídeos; as animações; os *gifs*; os *sites*; o projetor; a internet – na sequência didática proposta por vocês).
9. O que vocês consideram como “mau uso” desses recursos [citados nas perguntas 7 e 8] no ensino? Por quê?
10. Vocês acham que essas tecnologias [citadas nas perguntas 7 e 8] poderiam desenvolver alguma habilidade nos alunos? (Em caso positivo, quais?)

A entrevista foi realizada com dois integrantes do Grupo 3, aqui denominados como “Eric” e “Michael”. Ela ocorreu no *campus* da Universidade de São Paulo, dois meses após a finalização da disciplina sobre

ensino de Zoologia (analisada neste artigo). Os diálogos foram transcritos na íntegra e analisados conforme Bardin (2013). Trechos destes serão apresentados na seção a seguir visando subsidiar as discussões realizadas. É importante destacar que os estudantes investigados em ambas as etapas deste estudo concordaram em participar desta investigação e assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), confirmando ciência e aprovação de sua participação.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Apesar de o *T-CoRe* possibilitar a identificação de elementos que permitem a análise de diferentes conhecimentos de professores (e futuros professores) - como apresentado por Barbosa (2019) - reiteramos que, nesta pesquisa, focaremos nossa análise em apenas alguns destes, isto é: i) no Conhecimento Tecnológico (TK); ii) no Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK); iii) no Conhecimento Tecnológico Pedagógico (TPK); iv) e no Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK), como também realizado por Graham *et al.* (2009).

Conforme abordado previamente, os dados obtidos nesta investigação (isto é: as respostas dos grupos ao *T-CoRe*; as transcrições dos diálogos ocorridos durante o preenchimento desse instrumento - Etapa 1; e as entrevistas realizadas com o Grupo 3 - Etapa 2) foram analisados segundo Bardin (2013). Esclarecemos que, pelo fato dessas análises terem gerado um grande volume de dados, ocupando um número substancial de páginas, optamos por apresentar neste artigo apenas as nossas considerações finais, decorrentes das interpretações dos resultados obtidos. Entretanto, para a ilustração do processo metodológico adotado na presente pesquisa, a seguir, apresentamos um exemplo da categorização realizada. Ela foi retirada de um episódio ocorrido durante o preenchimento da Questão 3 (*T-CoRe*) pelo Grupo 2 - Etapa 1 deste estudo. Mostramos, assim, alguns dos conhecimentos tecnológicos identificados nessa passagem:

Grupo 2: preenchimento do *T-CoRe* (Questão 3) – Etapa 1

Aluna 4: *Por que que a gente escolheu o vídeo? Por que...*

Aluna 1: *É um meio mais fácil de mostrar a diversidade porque não tem como trazer os bichos 'pra' sala. A gente poderia levar eles no zoológico, mas, mesmo assim, não mostra tipo...mostra mais vertebrados...*

Aluna 2: (Concorda com a cabeça).

Aluna 4: *Ah! Eu não sei se é um argumento, mas, meu: a facilidade de usar um vídeo, né? É muito mais fácil usar um vídeo!*

Aluna 1: *É...eu coloquei aqui (apontando)...é mais fácil de mostrar o processo [relacionado à Zoologia].*

Categoria	Subcategoria	Unidade de Registro	Unidade de Contexto
TK	Vídeo	Reflexão	Aluna 4: <i>Por que que a gente escolheu o vídeo? Por que...</i>
TPK	Motivo	Facilidade de uso	Aluna 4: <i>Ah! Eu não sei se é um argumento, mas, meu: a facilidade de usar um vídeo, né? É muito mais fácil usar um vídeo!</i>
TPACK	Forma de uso do vídeo sobre diversidade	Demonstração	Aluna 1: <i>É um meio mais fácil de mostrar a diversidade porque não tem como trazer os bichos 'pra' sala. A gente poderia levar eles no zoológico, mas, mesmo assim, não mostra tipo...mostra mais vertebrados...</i>
			Aluna 1: <i>É...eu coloquei aqui ...é mais fácil de mostrar o processo...</i>

Feitas essas considerações, visando a melhor compreensão dos dados obtidos, apresentaremos os resultados e as discussões de acordo com cada conhecimento tecnológico pesquisado neste estudo.

Conhecimento Tecnológico (TK)

No contexto da disciplina sobre ensino de Zoologia, detectamos momentos em que a docente possibilitou a ampliação do Conhecimento Tecnológico (TK) dos graduandos (porém não focados na instrumentação técnica relacionada a cada ferramenta). Alguns desses episódios ocorreram nas Aulas 6, 7 e 8 (relatadas anteriormente na seção Metodologia), quando a formadora apresentou para os discentes diferentes recursos educacionais (inclusive tecnológicos – como sites, animações, vídeos, etc.) que poderiam ser utilizados para a elaboração das sequências didáticas. Consideramos que esse enfoque adotado pela disciplina foi positivo, uma vez que pesquisas têm defendido a importância de se desenvolver o TK do

professor e do futuro professor (ex.: Teo & Noyes, 2010; Fraillon, Ainley, Schulz, Friedman, & Gebhardt, 2014), fazendo com que se sintam mais seguros para empregar as “tecnologias” em suas práticas educativas. Somada a isso, Graham *et al.* (2009) complementam, afirmando que a ampliação do conhecimento tecnológico do professor é fundamental para o desenvolvimento das demais bases tecnológicas, como o TCK, o TPK e o TPACK. Logo, concordamos que aprimorar o TK do docente (ou do futuro docente) é um pré-requisito importante para que este promova a maior integração dos recursos tecnológicos no ensino de forma eficaz.

Partindo-se disso, detectamos que diferentes recursos tecnológicos apresentados pela docente durante as aulas da disciplina foram selecionados pelos graduandos na proposição de suas respectivas seqüências didáticas. Nas respostas desses estudantes à segunda questão do *T-CoRe*, identificamos: *sites*, vídeos e computadores com acesso à internet (G1); vídeos (G2); [apresentação em] Power Point, vídeos, animações e *sites* (G3); [apresentação em] Power Point (G4); e *slides* [apresentação em Power Point] - (G5). No entanto, cabe destacar que alguns estudantes citaram recursos que não se encaixaram na nossa definição de tecnologia (também utilizada por Cox, 2008), como cartões de jogos (G2) e “*flyers*” (G5). Aparentemente, muitos destes encontraram dificuldades para definir “tecnologia”, elencando diferentes artefatos que fazem parte da criação humana, conforme explicado por Zhao (2003). O trecho a seguir ilustra um desses momentos:

Grupo 4: preenchimento do *T-CoRe* (Questão 2) – Etapa 1

Aluno 1: *Tecnologia aqui...o conceito é o senso comum de tecnologia: computador, celular e tal...*

Aluna 2: *É! Mas tecnologia é qualquer coisa!*

Aluno 3: *Sim! É o que tô falando! Igual papel, mano...*

Apesar dessa dificuldade, consideramos que os grupos, no geral, elencaram recursos tecnológicos condizentes com aquilo que esperávamos a partir da aplicação do *T-CoRe*, o que também foi confirmado nas respostas dos alunos do Grupo 3 à entrevista (Etapa 2/ Questão 1):

Michael: *Eu acho que foi essa concepção básica de tecnologia digital que vem à cabeça...*

Eric: *A gente não teve mais esse debate profundo sobre quais as coisas são tecnologia...depende do contexto, não! A gente tava pensando em tecnologia como algo mais digital.*

Ainda que consideremos a definição de “tecnologia” complexa, classificamos como indícios de lacunas no TK dos graduandos o fato de alguns destes terem citado estratégias didáticas (como aulas dialogadas) como passíveis de serem interpretadas como recursos tecnológicos aplicáveis ao ensino. O trecho abaixo exemplifica um desses momentos. O Aluno 3, no entanto, corrige seu colega a esse respeito:

Grupo 5 (resposta à questão 2 do *T-CoRe*/Etapa 1):

Aluno 1: *Por que a gente escolheu Power Point?*

Aluno 2: *Não é Power Point, é uma aula dialogada!*

Aluno 1: *Tá bom! Então por que a gente escolheu uma aula dialogada?*

Aluno 3: *Se bem que aula dialogada não é tecnologia...é o modelo da aula que a gente vai usar...*

Tendo em vista o quadro apresentado, reiteramos a necessidade de a formação docente assegurar aos professores e futuros professores momentos em que reflexões sobre esses aspectos possam ser realizadas, ampliando os conhecimentos destes sobre as variadas definições de tecnologias. Além disso, tais momentos devem aprimorar a capacidade técnica do educador, possibilitando-lhe maior instrumentalização e segurança para o efetivo uso dos recursos tecnológicos em suas aulas (Teo & Noyes, 2010; Petko, 2012; Barbosa, 2019). Conforme evidenciado no trecho da entrevista transcrito acima, Eric comenta não se lembrar de uma discussão sobre o conceito de tecnologia ao longo da disciplina de Zoologia (“*A gente não teve mais esse debate profundo sobre quais as coisas são tecnologia...depende do contexto, não!*”). Ele também destaca que, ao longo de sua graduação, não existiram disciplinas obrigatórias específicas para abordar a temática tecnológica no ensino: segundo o estudante, discussões próximas a isso permearam apenas componentes da grade optativa do curso de Ciências Biológicas da universidade em questão, os quais, nem sempre, são escolhidos pelos alunos antes de se formarem.

Por fim, também foi possível detectar o TK quando, durante o preenchimento do *T-CoRe*, os alunos demonstraram conhecer diferentes recursos tecnológicos, como computadores, vídeos, animações, dentre outros. Entretanto, nos chamou atenção o fato de grande parte desses recursos estarem relacionados à apresentação de informações. Em um primeiro momento, não consideramos esse aspecto negativo, já que a exposição de conteúdos e conceitos é uma parte necessária do processo de ensino-aprendizagem. Porém, consideramos pertinente investigar, com mais afinco, a forma de uso dessas ferramentas proposta pelos estudantes, o que também é sugerido por Koehler e Mishra (2008) como algo importante de ser pesquisado. Por isso, no próximo tópico, focaremos nossa análise nesses aspectos.

Conhecimento Tecnológico Pedagógico (TPK)

Conforme mencionado previamente, além de possibilitar ao futuro professor a ampliação de seu repertório de conhecimentos sobre *quais* “tecnologias” existem e estão disponíveis (Conhecimento Tecnológico), a formação do educador também deve lhe proporcionar momentos de reflexão sobre *como* utilizar tais recursos no ensino. A esse respeito, Koehler e Mishra (2008) afirmam que:

“aprender sobre tecnologia (como usar e-mail, processamento de texto ou a versão mais recente de um sistema operacional de computador) é diferente de aprender o que fazer com ela. Claramente, uma sólida compreensão do conhecimento em cada domínio individual seria a base para o desenvolvimento do TPK. O desenvolvimento dessas bases de conhecimento é necessário, mas claramente não é suficiente. Por exemplo, o ensino de habilidades tecnológicas sozinho (o T em nosso modelo) faz pouco para ajudar os professores a desenvolverem conhecimentos sobre como usar ferramentas digitais para ensinar de forma mais eficaz (TP), navegar nas relações entre tecnologia e representações de conteúdo (CT) ou como usar a tecnologia para ajudar os alunos a aprenderem um determinado tópico (TPC). Da mesma forma, isolar a aprendizagem sobre o conteúdo (C) ou habilidades pedagógicas gerais (P) não, necessariamente, ajudará os professores a desenvolverem uma compreensão sobre como aplicar esses conhecimentos” (Koehler & Mishra, 2008, p. 21, tradução nossa).

Conclusões semelhantes são relatadas por outras investigações, como as de Costa *et al.* (2008) e Valanides e Angeli (2008). Tais pesquisadores detectaram que saber utilizar um computador, por exemplo, não é suficiente para garantir o adequado uso desse instrumento pelo docente durante o ensino. Partindo-se disso, acreditamos que a disciplina sobre ensino de Zoologia proporcionou momentos capazes de desenvolver o “TPK” dos graduandos matriculados, especialmente nas aulas em que estes deveriam avaliar pedagogicamente os diferentes objetos educacionais (Aulas 6 e 7, descritas na seção Metodologia). No entanto, assim como Costa *et al.* (2008), acreditamos que proporcionar vivências de situações concretas, em que os futuros professores são estimulados a refletir sobre o uso dos recursos tecnológicos no ensino, poderiam ter sido mais eficientes para o desenvolvimento dos conhecimentos tecnológicos pedagógicos destes. Diante disso, em nossa visão, essa faceta poderia ter sido mais explorada, tanto pela disciplina analisada, como pelo próprio curso de Ciências Biológicas investigado, que tem a Licenciatura como uma de suas vertentes.

Detectamos o Conhecimento Tecnológico Pedagógico (TPK) dos graduandos em algumas respostas destes ao T-CoRe: por exemplo, na Questão 2 – Etapa 1. Outras situações que nos possibilitaram a identificação do TPK ocorreram na entrevista, realizada na Etapa 2 deste estudo. Alguns trechos desses episódios são apresentados a seguir:

Grupo 1 (sobre a escolha de vídeos – Questão 2 do T-CoRe na Etapa 1):

Aluna 1: *Os vídeos vão ser usados para fechar os conceitos...como é que fala isso?*

Aluna 2: *O vídeo vai ser usado como resumo da matéria e os alunos vão ter que responder algumas questões pertinentes.*

Grupo 3 (sobre escolha do Power Point – Questão 7 da entrevista na Etapa 2):

Eric: *Isso! Porque seria um facilitador de você apresentar isso...porque eu imagino o professor escrevendo essa atividade inteira na lousa, ia levar um tempão da aula [...]*

Partindo-se dos trechos acima, percebemos que os motivos para escolha das “tecnologias”, assim como as formas de uso propostas pelos estudantes, estão focados na prática do professor, o que se aproxima dos resultados observados por Graham *et al.* (2009), Gao, Chee, Wang, Wong e Choy (2011) e Barbosa (2019). Isso significa que os recursos foram escolhidos com o intuito de melhorar a atuação do docente em sala de aula, além de facilitar a apresentação de informações. A esse respeito, variadas pesquisas (ex.: Valanides & Angeli, 2008; Graham *et al.* 2009; Harris & Hofer, 2009; Barbosa, Macedo, Bueno, & Ursi, 2015) têm destacado a importância desse cenário ser revertido, fazendo com que as “tecnologias” sejam utilizadas a favor da aprendizagem do aluno e, com isso, estarem centradas neste. Além disso, é necessário que as escolhas dos professores relacionadas aos recursos tecnológicos também considerem as possíveis competências digitais que estas podem desenvolver nos aprendizes, conforme destacamos na Introdução deste texto.

Neste quadro, assim como Graham *et al.* 2009, acreditamos que nossos resultados podem ser justificados pelo fato de os graduandos nas universidades (inclusive das Licenciaturas), muitas vezes, não

serem formados para utilizar as “tecnologias” em suas práticas educativas (como relatado por Eric durante a entrevista). Por isso, eles acabam reproduzindo as formas de uso desses recursos com as quais estão habituados, a partir da observação da prática docente de seus mentores. Diante disso, concordamos com Heckler, Saraiva e Filho (2007), quando estes frisam que as Tecnologias de Informação e Comunicação (e mais recentemente as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação) devem ser utilizadas como ferramentas auxiliares do ensino, o que significa que elas devem ser consideradas como mais um recurso para o processo de ensino-aprendizagem. Logo, ao incluir essas ferramentas em suas aulas, é de suma importância que o professor possibilite espaços para as perguntas dos aprendizes, para os debates e reflexões, fazendo com que esses últimos sejam ativos e participantes do aprendizado que almejam construir.

Ainda a esse respeito, vale dizer que, embora tenhamos detectado o uso dos recursos tecnológicos focados no professor, em menor número, alguns dos graduandos também elencaram propostas focadas no aprendiz (trecho a seguir), o que se aproxima dos resultados identificados por Barbosa (2019). Assim como a autora, pelo fato de os estudantes investigados estarem em processo de formação inicial, consideramos pertinentes as ambiguidades que estes apresentaram sobre o uso desses recursos durante o processo de ensino-aprendizagem. Logo, podemos dizer que nossos resultados eram esperados e são coerentes com o contexto dessa investigação:

Grupo 3 (sobre escolha de vídeos– Questão 7/Etapa 2):

Eric: [...] *tem um vídeo que explica o que você tá falando e ainda com imagens. É bonitinho, esquemático, de uma forma amigável e apresentável. Ele [aluno] pode não entender, em um primeiro momento, compreender aquilo, de fato. Mas ele consegue ouvir e ficar com isso na cabeça e ficar pensando.*

Outras lacunas que detectamos no Conhecimento Tecnológico Pedagógico dos graduandos referiram-se à incapacidade destes em prever as possíveis habilidades (inclusive digitais) que os recursos escolhidos poderiam desenvolver nos aprendizes, como atestam os diálogos do Grupo 1 transcritos abaixo. Além dessas lacunas, também identificamos que alguns estudantes não conseguiram citar as possíveis dificuldades que seus aprendizes encontrariam ao utilizar os recursos tecnológicos escolhidos (diálogos do Grupo 2 a seguir). Isso reforça nossas impressões de que, apesar de nas Aulas 6 e 7 a formadora ter solicitado aos graduandos a avaliação pedagógica de alguns recursos tecnológicos educacionais (estabelecendo como critérios a *facilidade de acesso*, que poderia estar relacionada às dificuldades do aprendiz com o recurso, e as *potencialidades pedagógicas*, que poderiam explicitar os tipos de habilidades capazes de se desenvolver nos educandos a partir do uso de determinada “tecnologia”), tal abordagem não foi suficiente para o aprimoramento do TPK destes nesse sentido, uma vez que tais graduandos manifestaram dificuldades para avaliar o recurso tecnológico por eles escolhido e de fazer previsões sobre as potencialidades pedagógicas de tal recurso. Isso nos leva a reiterar a necessidade de vivência de situações concretas com o uso das “tecnologias” pelos futuros professores, as quais poderão oportunizar momentos em que estes possam, de fato, refletir sobre a inserção dos recursos tecnológicos no ensino, recomendação também sugerida por Costa *et al.* (2008).

Grupo 1 (sobre sites e vídeos – Questão 5 do T-CoRe/ Etapa 1):

Aluna 1: *Observação e interpretação?*

Aluna 2: *Não...*

Aluna 1: *Observação no vídeo*

Aluna 2: *Não! Acho que mais interpretação, talvez...*

Aluna 1: *Comparação?*

Aluna 2: *Observação, comparação? Que vai comparando...*

Grupo 2 (sobre uso de vídeos – Questão 6 do T-CoRe Etapa 1):

Aluna 1 : *De vídeo?*

Aluna 4: *Dificuldade?*

Aluna 1: *De vídeo não tem nenhuma...[...].*

Ao longo dos anos, muitos estudos se empenharam em descrever as *potencialidades pedagógicas* dos vídeos (ex.: Cabero, 1998; Barbosa *et al.*, 2015) – aqui, reitera-se que “potencialidades pedagógicas” foi um dos critérios de avaliação dos recursos tecnológicos propostos pela formadora durante as Aulas 6 e 7 da disciplina sobre ensino de Zoologia. Assim, tais pesquisas asseveram que, ao utilizar tais recursos, é necessário que o educador considere as possíveis dificuldades que os aprendizes poderão manifestar. Por exemplo, é provável que os educandos se sintam cansados e desmotivados para a aprendizagem se o vídeo escolhido pelo professor for muito longo e apresentado sem interrupções com possíveis discussões (Barbosa, 2019). Outro aspecto que o docente precisa estar atento diz respeito ao público-alvo, uma vez que tal recurso pode ter sido elaborado para um certo perfil de aluno, distante daquele presente na classe do educador

(Cabero, 1998). Logo, conforme mencionamos, para que o futuro professor consiga refletir sobre esses aspectos, é necessário que ele seja formado com esse olhar, o que, a nosso ver, foi pouco contemplado na disciplina analisada. Tal cenário reforça nossas impressões de que, aparentemente, esse tipo de reflexão tem ocorrido com pouca frequência durante a formação docente, fato também observado em outros estudos, como o de Barbosa (2019).

Por fim, ainda sobre as lacunas identificadas no TPK dos graduandos pesquisados, detectamos dificuldades destes para propor avaliações capazes de revelar se as ferramentas tecnológicas utilizadas foram, de fato, efetivas para aprendizagem dos discentes (*T-CoRe/Questão 8*). Assim, muitos grupos propuseram avaliações focadas no conteúdo conceitual ministrado pelo professor, e não no recurso tecnológico em si:

Grupo 1 (sobre sites e vídeos – Etapa 1):

Aluna 2: *Na verdade, nesse vai ser por meio do trabalho...*

Aluna 2: *O que eles vão pôr no trabalho! Ah! Já sei! Como o site vai ser usado...se eles fizeram um bom trabalho?*

Grupo 2 (sobre vídeos – Etapa 1):

Aluna 1: *Avaliação será feita pelo jogo.*

Em nossa visão, avaliações sobre essas “tecnologias” poderiam ocorrer da seguinte forma: no caso dos sites, que o professor observasse, durante suas aulas, como os grupos fariam o uso de tais recursos, identificando possíveis dificuldades e tentando solucioná-las na medida em que fossem ocorrendo. No caso dos vídeos, o educador poderia observar se a turma demonstrou interesse ou se ficou dispersa com a forma escolhida para a apresentação das informações contidas nesse recurso.

Nesse cenário, é importante dizer que esperávamos o surgimento dessas dificuldades dos graduandos: conforme temos discutido, aspectos relacionados à inclusão das “tecnologias” no ensino, aparentemente, foram pouco contemplados durante a formação desses estudantes e, no caso da disciplina sobre ensino de Zoologia, esses elementos também não foram profundamente abordados, o que reforça nossa visão sobre a necessidade de a formação docente incorporar essas questões de forma recorrente e integrada aos demais conhecimentos a serem desenvolvidos pelo futuro educador.

Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK)

Sabe-se que um dos objetivos do ensino de Ciências na atualidade está relacionado à promoção da Educação Científica dos aprendizes (Santos, 2007). Assim, conforme abordamos na Introdução deste texto, pesquisadores, como McCrory (2008), defendem que a sala de aula de Ciências é um lugar natural para o uso da “tecnologia”, uma vez que a produção do conhecimento científico está diretamente relacionada à evolução tecnológica. Com isso, o uso dos recursos tecnológicos para promover o aprendizado sobre o “fazer científico” pelos educandos tem sido recorrentemente defendido na literatura da área (ex.: Jimoyiannis, 2010; Fraser, 2017): acredita-se que, a partir da inclusão das “tecnologias” com esse enfoque, os alunos poderão desenvolver conhecimentos procedimentais dessa área, intimamente relacionados a um dos aspectos da Educação Científica (natureza da Ciência).

Neste quadro, conforme temos defendido, preparar o professor (e o futuro professor) adequadamente para que ele possa atuar de forma a desenvolver esses tipos de aprendizagens nos discentes é fundamental. Ao analisarmos as aulas da disciplina sobre ensino de Zoologia (e partindo-se do fato de que durante a graduação os estudantes em questão não tiveram disciplinas focadas, exclusivamente, no uso pedagógico das “tecnologias”), não detectamos momentos em que os aspectos supracitados tenham sido contemplados de forma profunda, o que consideramos negativo. Acreditamos que a carência dessa abordagem durante a formação dos graduandos investigados pode ter refletido na ausência do Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (TCK) nas respostas destes ao *T-CoRe* (Etapa 1), como também na entrevista realizada com o Grupo 3 na Etapa 2. Nossos resultados vão ao encontro de outros estudos que têm evidenciado como a ainda é incipiente a abordagem do TCK na formação inicial de educadores. Barbosa (2019), por exemplo, analisando dois cursos de Licenciatura em Ciências, oferecidos por duas grandes universidades paulistas (USP e UNIVESP) na modalidade à distância, detectou que uma parte mínima da grade curricular destes possuía abordagens capazes de desenvolver o TCK de seus licenciandos. Diante disso, a pesquisadora questionou como o educador contemplaria o uso tecnológico com foco no “fazer científico” se, ao longo de sua formação, poucos espaços para esse tipo de reflexão lhe eram proporcionados. Neste quadro, também nos fazemos esse questionamento e julgamos ser fundamental a proposição de atividades que foquem no desenvolvimento do TCK de educadores (e futuros educadores). Tendo em vista a importância deste para a

promoção da Educação Científica dos aprendizes nas escolas, ampliar os espaços de formação docente com esse enfoque é urgente e primordial.

Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK)

Conforme apresentamos previamente, o Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo (TPACK) é um dos conhecimentos necessários para a efetiva aplicação das “tecnologias” no ensino, sendo que a inadequada formação do docente a esse respeito tem sido apontada como uma possível causa para a baixa inclusão de recursos tecnológicos nas aulas de Ciências (Valanides & Angeli, 2008). Assim, julga-se pertinente que a formação de educadores possibilite a integração entre as três vertentes que envolvem o TPACK, isto é: a Tecnologia, a Pedagogia e o Conteúdo, conforme explicado na Introdução deste texto.

Partindo-se disso, quando analisamos as abordagens presentes na disciplina sobre ensino de Zoologia (especialmente as Aulas 6, 7 e 8), detectamos momentos em que a formadora propôs a integração entre esses três domínios. Com isso, acreditamos que ela promoveu oportunidades de ampliar o TPACK dos graduandos: na Aula 6, por exemplo, a docente sugeriu que os estudantes avaliassem diferentes objetos didáticos relacionados à Zoologia (muitos destes eram tecnológicos) considerando as potencialidades pedagógicas que esses últimos poderiam apresentar para o ensino da temática. Já na Aula 7, os graduandos tiveram que avaliar recursos didáticos (inclusive tecnológicos) que foram produzidos por ex-alunos da disciplina em questão. Por fim, na Aula 8, a formadora apresentou diferentes mídias relacionadas aos temas zoológicos que poderiam ser utilizadas pelos estudantes em suas sequências didáticas para a abordagem dos assuntos. Além desses momentos, foi sugerido aos graduandos a leitura de variados artigos científicos enfocando a integração das “tecnologias” no ensino de Zoologia, o que também pode ter contribuído para a ampliação do TPACK desses futuros educadores, aprimorando a compreensão destes a respeito do adequado uso dos recursos tecnológicos para a abordagem dos temas zoológicos.

Tendo em vista este quadro, conforme mencionamos, grande parte dos graduandos selecionaram recursos tecnológicos apresentados pela formadora para a proposição das atividades em suas sequências didáticas. Além do mais, detectamos que grande parte dos grupos escolheu uma das abordagens conceituais da Zoologia apresentadas pela disciplina (aspectos evolutivos relacionados à temática), o que está em consonância tanto com as atuais propostas curriculares brasileiras para essa área (ex.: BNCC), quanto com as pesquisas cujo foco é o ensino de Zoologia (ex.: Amorim, 2008), o que foi positivo. Apesar disso, é importante mencionar que muitos graduandos propuseram o uso dos recursos tecnológicos selecionados focados na performance do docente e para a apresentação de conteúdos zoológicos. Por exemplo, o Grupo 4 sugeriu o uso de *slides* de Power Point para introduzir conceitos relacionados à Sistemática Filogenética e para mostrar imagens. Já o Grupo 3, considerou o uso desse recurso para poupar o tempo do professor durante a aula, conforme evidenciado pelos trechos a seguir:

Grupo 4 (sobre o uso do Power Point para abordar conteúdos de Zoologia – Etapa 1):

Resposta ao T-CoRe/Questão 3 (Ideia 1): Para introduzir os conceitos de sistemática, faremos uma aula expositiva dialogada, em que o Power Point é uma tecnologia útil para mostrar imagens, o passo-a-passo da construção [do cladograma] e o conteúdo conceitual relacionado.

Grupo 3 (sobre o uso do Power Point para abordar conteúdos de Zoologia – Etapa 2):

Eric: [...] como é que você desenha na lousa um cladograma gigantesco com todas as linhagens de Homínídeo para o aluno entender? Você vai gastar meia hora da aula só desenhando o cladograma ou, muito provavelmente, não vai rolar!

Conforme destacamos, a apresentação de informações faz parte do processo de ensino-aprendizagem e, a princípio, sugestões de uso dos recursos tecnológicos com esse intuito não devem ser consideradas negativas. Assim, as formas de uso dos *slides* sugeridas pelos estudantes são, de fato, importantes para a prática docente, inclusive por permitirem, nesse caso, o desenvolvimento da linguagem científica dos educandos a partir do contato destes com as representações relacionadas à temática estudada (cladogramas, por exemplo, conforme assevera Silva, 2020). Entretanto, esperávamos que os graduandos considerassem outras possibilidades de uso dessa “tecnologia”, não se resumindo às formas que, tradicionalmente, conhecem.

Nesse contexto, uma maneira de se utilizar a ferramenta Power Point centrada no aprendiz é sugerida por Harris e Hofer (2009): segundo os autores, o professor pode propor trabalhos em equipe, em que os estudantes utilizam tal recurso para criar uma apresentação focada nos temas de ensino para os demais colegas de classe. Partindo-se disso, no caso do ensino de Zoologia, a nosso ver, o professor poderia sugerir diferentes tipos de apresentação para cada grupo de aprendizes, focadas nos temas a serem aprendidos por

estes, como: “analogia e homologia dentro dos grupos de seres vivos”; “classificação de espécies com base nos aspectos evolutivos”; “evolução humana”; dentre outras possibilidades. Assim, por meio dessas apresentações, questões sociocientíficas relacionadas às temáticas estudadas poderiam ser abordadas nas aulas, promovendo o desenvolvimento de mais um aspecto da Educação Científica. Esse tipo de atividade, inclusive, poderia possibilitar o desenvolvimento das competências tecnológicas dos aprendizes, igualmente importantes para a vida na sociedade em que vivemos. Isto posto, consideramos que a abordagem da formadora durante as aulas da disciplina sobre ensino de Zoologia não foi suficiente para fazer com que os graduandos compreendessem esse tipo de uso da “tecnologia”, focada no aprendiz.

Outro aspecto que merece ser mencionado está relacionado à ambiguidade das formas de uso dos recursos tecnológicos propostas pelos graduandos (já comentada previamente). Notamos que, muitas vezes, apesar de as propostas de uso dos recursos tecnológicos escolhidos pelos graduandos estarem focadas na prática do professor, também foi possível detectar propostas centradas no aprendiz. Reiteramos que essas perspectivas dos estudantes são pertinentes e podem ser explicadas pelo fato desses alunos ainda estarem em processo inicial de formação docente, apresentando pouca experiência com a prática educativa. Assim, os Grupos 2 e 3, por exemplo, apesar de terem evidenciado, em muitos momentos, durante o preenchimento do *T-CoRe*, percepções de uso da “tecnologia” com foco no professor, em outros episódios eles propuseram o uso focado no aprendiz. Os trechos, a seguir, evidenciam alguns desses momentos em que os grupos sugerem o uso de vídeos e de imagens para ampliar o repertório de conhecimentos dos educandos sobre a biodiversidade animal:

Grupo 2 (sobre o uso de vídeos com conteúdos de Zoologia – Etapa 1)

Aluna 1: *É um meio mais fácil de mostrar a diversidade porque não tem como trazer os bichos ‘pra’ sala. A gente poderia levar eles no zoológico, mas, mesmo assim, não mostra, tipo: mostra mais vertebrados...*

Grupo 3 (sobre o uso de slides Power Point com conteúdos de Zoologia – Questão 5/Etapa 2)

Eric: *[...]já você pergunta para ele ‘qual bicho que você conhece?’ ‘Leão!’. Aí você traz um ornitorrinco ‘pra’ ele, você traz um bicho-pau, aí o moleque começa a pirar: ‘Meu Deus! É um bicho!’*

O uso da “tecnologia” para ampliar conhecimentos dos educandos sobre a biodiversidade também foi identificado em outras pesquisas, como na de Barbosa (2019). Utilizar imagens, inclusive, é defendido por Martins, Gouvêa e Piccinini (2005), que acreditam que estas auxiliam o desenvolvimento das ideias científicas do aprendiz, uma vez que são lembradas mais facilmente que a linguagem verbal.

Sobre os vídeos, estudos, como o de Patrick *et al.* (2013), evidenciam como tais recursos são poderosos meios de informação para alunos de seis diferentes países, incluindo o Brasil. Na pesquisa, os autores identificaram que muitos discentes em idade escolar possuíam conhecimento vago sobre animais: na maioria das vezes, eles citavam mamíferos e desconsideravam os invertebrados (o que vai ao encontro das reflexões dos graduandos citadas acima), sendo que as principais fontes de informação desses aprendizes sobre a biodiversidade animal eram canais de TV, como o “*Animal Planet*”.

Outras maneiras de uso de vídeos para a abordagem dos tópicos da Zoologia são apresentadas por Rezende e Struchiner (2009), que sugerem a intertextualidade, capaz de desenvolver a habilidade de comparação e o pensamento crítico dos aprendizes. Raciocínio semelhante é apresentado por Silva, Lahr e Rocha (2015), que propõe o uso de filmes para fazer com que os discentes se engajem no aprendizado e despertem um olhar mais atento e analítico a respeito da Ciência apresentada nessas produções. Alarcon, Bervian, Boelter e Limberger (2018), por sua vez, propõem o uso do YouTube, permitindo aos educandos a capacidade de criação de seus próprios conteúdos (o que também possibilitaria o desenvolvimento das competências digitais).

Assim, partindo-se deste quadro, detectamos que o Grupo 1 sugeriu o uso de um vídeo com ideia próxima a de Alarcon *et al.* (2018) – trecho a seguir. Já o Grupo 5, demonstrou saber que filmes, por despertarem a curiosidade dos alunos, são capazes de motivá-los para aprendizagem, o que se aproxima das propostas de Silva, Lahr e Rocha (2015). Com isso, tal grupo sugeriu a criação desse tipo de material pelo professor para abordar os conteúdos zoológicos, conforme atesta o segundo grupo de diálogos transcritos abaixo:

Grupo 1 (sobre o uso de vídeos com conteúdos de Zoologia – Etapa 1)

Aluna 1: *...o professor pode falar para os alunos ...*

Aluna 2: *fazerem dois vídeos? Um com o comparado e o outro...tipo... com o sistema circulatório...*

Grupo 5 (sobre o uso de vídeos com conteúdos de Zoologia – Etapa 1):

Aluno 1: 'Bee Movie' não é um apelo para salvar as abelhas? Eu não vi 'Bee Movie', mas foi um aluno meu que me perguntou: "é verdade que as abelhas estão se extinguindo? [...]"

Aluno 1: Então é nesse naipe que você tava tentando falar? A gente pega, sei lá, uma estrela do mar...

Aluno 3: E dá uma cara pra ela...

Aluno 1: E dá uma cara pra ela, fala o que é uma vida de estrela do mar [...]

Por fim, mas sem esgotarmos as possibilidades, outra maneira de se utilizar os vídeos com foco no aprendiz seria a partir da seleção de algumas partes (conforme apresentado em Blonder *et al.*, 2013). Com isso, o professor poderia trabalhar de maneira problematizadora e investigativa, propondo questões e discussões a respeito daquilo que os alunos estariam observando nos fragmentos selecionados. Identificamos proposta semelhante a essa nos diálogos do Grupo 3, o que consideramos positivo:

Grupo 3 (sobre o uso de vídeos com conteúdos de Zoologia – Questões 7 e 8/Etapa 2):

Eric: [...] a habilidade do professor de encontrar um bom vídeo, separar pequenos trechos e falar 'Galera, esse é o trecho, esse é o trecho, esse é o trecho... vamos debater em cima disso!' Porque, muitas vezes, você encontra um vídeo bom, mas se você passar esses 10 minutos inteiros dentro da sala, você mata a sala também, então...

Partindo-se disso, julgamos pertinente que os professores, a partir da realidade dos educandos, aproveitem essas mídias, propondo atividades que possibilitem a ampliação dos conhecimentos dos aprendizes sobre diferentes animais. Entretanto, ressaltamos a importância da capacidade crítica do educador para avaliar o material a ser utilizado, uma vez que muitos desses vídeos e programas televisivos podem estar mais focados em atrair audiências descomprometidas do que em garantir a educação dos espectadores, prejudicando indagações necessárias ao aprendizado em Ciências, conforme explicam Rezende e Struchiner (2009).

Outras propostas dos graduandos para o uso das "tecnologias" durante o ensino-aprendizagem dos tópicos zoológicos foram as pesquisas bibliográficas em *sites*. Sobre isso, vale dizer que, embora seja uma forma de focar o uso da "tecnologia" no aprendiz, por permitir que este busque a informação, ao invés de simplesmente recebê-la de forma passiva, acreditamos que o papel do educador nesses momentos é fundamental: para que o educando desenvolva senso crítico e a capacidade de buscar informações em meios confiáveis, a pesquisa deve ser, a todo tempo, orientada pelo professor (Edelson, 2001). Percebemos, assim, que os estudantes do Grupo 3 manifestaram esse discernimento:

Grupo 3 (sobre o mau uso da "tecnologia" para abordagens de conteúdos de Zoologia – Questão 9/ Etapa 2)

Michael: É, acho que faz parte dos objetivos que os professores de Biologia e de outras ciências têm que ter é o de desenvolver esse senso crítico nos alunos de perceber que tipo de fonte é confiável e qual não é.

Por fim, outros recursos tecnológicos citados pelos graduandos foram as animações com temas zoológicos. Os estudantes do Grupo 3, novamente, sugeriram o uso ora focado na transmissão de informações (como forma de ilustrar um conteúdo abordado pelo professor e sem participação do aluno), ora focado no aprendiz (que deverá interagir e comentar o que está assistindo):

Grupo 3 (sobre o mau uso da "tecnologia" para abordagens de conteúdos de Zoologia – Questão 7/ Etapa 2)

Michael: Eu acho que tem a ver com essa tentativa de ilustrar uma coisa que é um processo... porque não é uma coisa pontual, uma classificação, um exemplo, tem que ter uma coisa que varia ao longo do tempo...

[...]

Michael: Sim! Ela poderia aparecer também em um exercício para casa, tipo: 'Assista essa animação e comente o que essa animação está mostrando, quais são as etapas X, Y e Z'. Porque eu entendo, como eu falei, que a animação é uma maneira de você mostrar uma coisa processual, sintética, a mesma coisa que um vídeo faria em menos tempo.

A esse respeito, Barbosa *et al.* (2015) evidenciaram como professores utilizam animações em sala de aula: da mesma maneira citada pelos graduandos pesquisados nesta investigação, os educadores do estudo das autoras apresentaram foco ilustrativo e demonstrativo, na maioria das vezes, ao proporem o uso desses recursos em suas aulas. Entretanto, as pesquisadoras também detectaram que muitos dos docentes investigados consideraram o emprego desses recursos focado no aluno como forma de proposição de experimentos e de discussões. Neste quadro, acreditamos que essas últimas maneiras são mais efetivas

para o ensino de diferentes temáticas (inclusive das Ciências e Biologia), o que vai ao encontro das ideias defendidas por Mayer (2003) e O'Day (2007).

Somada às formas de uso das animações apresentadas no parágrafo anterior, uma outra proposta de uso pedagógicos desses recursos, centrada no aprendiz, é sugerida por Bossler (2015): com o uso de massinhas de modelar, o autor propõe que os educandos criem suas próprias animações e compartilhem o aprendizado de determinado conteúdo com os colegas (possibilitando tanto a aprendizagem dos tópicos abordados pelo professor, como o desenvolvimento das competências digitais dos aprendizes ao elaborarem tais animações). Assim, especificamente para o ensino de Zoologia, acreditamos que as alunas do Grupo 1, por exemplo, poderiam ter elencado esse tipo de proposta como um dos tipos de atividade da sequência didática por elas produzida. Com isso, os educandos poderiam elaborar animações evidenciando os sistemas fisiológicos de diferentes animais de forma comparada e destacando os aspectos evolutivos.

Outros recursos tecnológicos que, a nosso ver, poderiam ter sido considerados para a abordagem do tema proposto pelo Grupo 1 são os atlas anatômicos virtuais, pois, possivelmente, ampliariam a curiosidade dos aprendizes sobre tal assunto. Sem esgotarmos as possibilidades, não podemos deixar de mencionar os museus virtuais, amplamente encontrados na internet na atualidade, e que foram pouco explorados pelos grupos investigados nesta pesquisa.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ensinar não deve ser uma simples transmissão de informações. Isso significa que o educador de Ciências e Biologia precisa desenvolver um conjunto de conhecimentos que exceda os domínios do conteúdo disciplinar, permitindo-lhe o uso adequado de diferentes recursos didáticos (inclusive tecnológicos) para a abordagem dos tópicos, além da capacidade de promover um processo de ensino-aprendizagem centrado no aluno e passível de desenvolver a Educação Científica deste.

Nesse cenário, discussões sobre a necessidade de se preparar os professores para o uso adequado das “tecnologias” têm sido realizadas, há várias décadas, por diferentes estudiosos e profissionais da Educação. Assim, nesta pesquisa, apresentamos elementos capazes de ampliar as reflexões nesse campo e de subsidiar novas iniciativas que tenham como foco a formação docente (inicial e continuada). Tendo isso em vista, ao investigarmos os conhecimentos tecnológicos de graduandos de um curso de Ciências Biológicas (em especial, o Conhecimento Tecnológico - TK; o Conhecimento Tecnológico Pedagógico - TPK; Conhecimento Tecnológico do Conteúdo - TCK; e o Conhecimento Tecnológico Pedagógico do Conteúdo – TPACK - focado no ensino de Zoologia-), identificamos que muitos destes possuíam compreensões relativamente adequadas sobre o conceito de “tecnologia”, como também sobre o uso pedagógico dessas ferramentas no ensino, isto é, centrado no aprendiz. Com isso, podemos dizer que nossos resultados evidenciaram, em muitos momentos, um bom desenvolvimento do TK e do TPK dos graduandos, sendo que a disciplina de ensino de Zoologia (contexto deste estudo) pode ter contribuído para isso.

Concomitantemente, também identificamos lacunas no TPK dos estudantes pesquisados, uma vez que manifestaram o entendimento de que os recursos tecnológicos deveriam ser utilizados apenas como subsídio à parte instrumental da prática docente (por exemplo: o uso de computadores/Power Point para a apresentação de imagens e de conteúdos ou o uso de vídeos e de animações para sintetizar um assunto apresentado pelo docente). Outras lacunas nos conhecimentos tecnológicos dos estudantes, detectadas pela nossa investigação, relacionam-se ao TCK e ao TPACK destes. Sobre o primeiro, não conseguimos identificá-lo nas respostas ao *T-CoRe*, o que, a nosso ver, deve ser um ponto de atenção para os formadores e para as iniciativas que promovem a formação docente. Conforme destacamos previamente, esse conhecimento é importante para o desenvolvimento de habilidades relacionadas ao fazer científico de aprendizes nas salas de aula de Ciências e Biologia, sendo que os professores (e os futuros professores) dessas áreas devem desenvolvê-lo para que sejam capazes de promover atividades focadas na Educação Científica (especialmente relacionadas aos conteúdos procedimentais e à compreensão dos educandos sobre a natureza da Ciência). Sobre o TPACK, apesar de, em muitos momentos, os graduandos terem sugerido o uso das ferramentas tecnológicas para o ensino de Zoologia focado no aprendiz, e capazes de desenvolver as competências digitais destes, também detectamos propostas centralizadas unicamente na prática docente.

Sobre a disciplina de ensino de Zoologia, consideramos positivo o foco relacionado ao uso pedagógico das “tecnologias” para o ensino dessa temática, uma vez que, aparentemente, os graduandos pesquisados não tiveram esse tipo de abordagem ao longo de sua formação. Com isso, acreditamos que, em muitos momentos, tal disciplina auxiliou o desenvolvimento dos conhecimentos tecnológicos desses estudantes, especialmente o TPACK. Porém, também consideramos que abordagens mais aprofundadas,

relacionadas aos outros conhecimentos, como o TCK, deveriam ter sido mais exploradas pela formadora. Além disso, acreditamos que a vivência de situações concretas pelos estudantes, em que estes deveriam, de fato, empregar os recursos selecionados para o desenvolvimento da prática educativa (em uma aula simulada, por exemplo), poderia ter sido mais eficaz para o desenvolvimento desses tipos de conhecimentos pelos graduandos investigados.

Partindo-se do que foi apresentado, acreditamos que os resultados detectados nessa investigação são coerentes com a etapa de formação dos graduandos pesquisados, mas evidenciam o quanto é necessário que os diferentes tipos de conhecimentos (pedagógicos, conceituais e tecnológicos) sejam abordados de forma integrada e contínua ao longo dessa formação. Assim, reafirmamos a importância de as iniciativas com essa natureza auxiliarem os educadores (e futuro educadores) a refletirem sobre as melhores maneiras de se inserir os recursos tecnológicos no ensino. Reiteramos que essa inserção deve garantir a centralidade do processo de ensino-aprendizagem no aprendiz, além do desenvolvimento de diferentes conhecimentos e habilidades destes, para além do aspecto conceitual do tema a ser ensinado. Especificamente para a formação de professores de Ciências e Biologia, além dos aspectos supracitados, defendemos que os educadores (e os futuros educadores) sejam capazes de compreender a inclusão das tecnologias na prática educativa como uma forma de *ensinar* Ciência e de *fazer* Ciência, garantindo, com isso, a Educação Científica dos aprendizes, perspectiva almejada e necessária para a sociedade nos dias atuais.

REFERÊNCIAS

- Alarcon, A. M. Y, Bervian, P. V., Boelter, R. A., & Limberger, C. T. (2018). O Uso de Tecnologia no Ensino: o *Aedes aegypti* no Youtube. In R. E. Günzel & R. I. C. Güllich (Orgs.). *Aprendendo Ciências: ensino e extensão* (pp. 43-48). Bagé, RS: Faith.
- Alayyar, G. M., Fisser, P., & Voogt, J. (2012). Developing technological pedagogical content knowledge in pre-service science teachers: support from blended learning. *Australasian Journal of Educational Technology*, 28(8), 1298-1316. <https://doi.org/10.14742/ajet.773>
- Amorim, D. S. (2008). Paradigmas Pré-Evolucionistas, espécies ancestrais e o ensino de Zoologia e Botânica. *Ciência & Ambiente*, 19(36), 125-150. Recuperado de https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/368146/mod_resource/content/1/Amorim%20ensino%20de%20Zoo.pdf
- Angeli, C. (2005). Transforming a teacher education method course through technology: effects on preservice teachers' technology competency. *Computers & Education*, 45(4), 383-398. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2004.06.002>
- Angeli, C., & Valanides, N. (2005). Pre-service teachers as ICT designers: An instructional design model based on an expanded view of pedagogical content knowledge. *Journal of Computer Assisted Learning*, 21(4), 292–302. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2005.00135.x>
- Atanzio, A. M. C., & Leite, Á. E. (2018). Tecnologias da Informação e Comunicação (Tic) e a formação de professores: tendências de pesquisa. *Investigações em Ensino de Ciências*, 23(2), 88-103. <https://doi.org/10.22600/1518-8795.ienci2018v23n2p88>
- Barbosa, P. P. (2019). *Licenciatura EAD em Ciências e Biodiversidade Vegetal: bases de conhecimento docente, crenças de formadores, percepções e produções de estudantes*. (Tese de doutorado). Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. Recuperado de <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41132/tde-25062019-085110/pt-br.php>
- Barbosa, P. P., Macedo, M., Bueno, C. A., & Ursi, S. (2015). As Tecnologias de Informação e Comunicação e o ensino: como professores de Biologia fazem uso de animações? In Anais do X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X Enpec. Águas de Lindóia, São Paulo, SP. Recuperado de <http://www.abrapecnet.org.br/enpec/x-enpec/anais2015/resumos/R1079-1.PDF>
- Barbosa, P.P., Macedo, M., Katon, G. F., & Ursi, S. (2020). Preservação e conservação da vegetação brasileira: entrelaces com a formação docente e o ensino de Botânica. *Pesquisa Em Foco (UEMA)*, 25(1), 49-79. <https://doi.org/10.18817/pef.v25i1.2341>
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo*. Lisboa, Portugal: Edições 70.

- Binkley, M., Erstad, O., Hermna, J., Raizen, S., Ripley, M., Miller-Ricci, M., & Rumble, M. (2012) Defining Twenty-First Century Skills. In P. Griffin, B. McGaw, & E. Care (Eds.) *Assessment and Teaching of 21st Century Skills* (pp.17-66). Dordrecht, Newtherlands: Springer.
- Blonder, R., Jonatan, M., Bar-Dov, Z., Benny, N. Rap, S., & Sakhninia, S. (2013). Can You Tube it? Providing chemistry teachers with technological tools and enhancing their self-efficacy beliefs. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(3), 269-285. <https://doi.org/10.1039/C3RP00001J>
- Bossler, A. P. (2015). Produção de animações com massa de modelar: gaps cognitivos, protagonismo e autoria em sala de aula. *Textos FCC (Fundação Carlos Chagas)*, 47, 27-44. Recuperado de <http://publicacoes.fcc.org.br/index.php/textosfcc/article/view/5540/3582>
- Cabero, J.C. (1998). Avaliar para melhorar: meios e materiais de ensino. In J. M. Sancho (Org). *Para uma tecnologia Educacional*. (Trad. B. A. Neves). (pp. 257-284). Porto Alegre, RS: Artes Médicas.
- Costa, F., Rodrigues, A., Peralta, M. H., Cruz, E., Reis, O., Ramos, J. L., Sebastião, L., Maio, V., Dias, P., Gomes, M. J., Osório, A. J., Ramos, A., & Valente, L. (2008). *Competências TIC: Estudo de Implementação - v. I*, Lisboa, Portugal: GEPE- Ministério da Educação. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/299656592_Competencias_TIC_Estudo_de_Implementacao
- Cox, S. (2008). *A conceptual analysis of technological pedagogical content knowledge*. (Doctoral dissertation). Brigham Young University. Provo, UT, United States of America. Recuperado de <https://scholarsarchive.byu.edu/cgi/viewcontent.cgi?referer=&httpsredir=1&article=2481&context=etd>
- Edelson, D. C. (2001). Learning-for-use: A framework for the design of technology-supported inquiry activities. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(3), 355-385. [https://doi.org/10.1002/1098-2736\(200103\)38:3<355::AID-TEA1010>3.0.CO;2-M](https://doi.org/10.1002/1098-2736(200103)38:3<355::AID-TEA1010>3.0.CO;2-M)
- European Commission (2008). *Digital Literacy European Commission working paper and recommendations from Digital Literacy High-Level Expert Group*. Brussels, Belgium: Author. Recuperado de <https://ifap.ru/library/book386.pdf>
- Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Friedman, T., & Gebhardt, E. (2014). *Preparing for life in a digital age: the IEA*. International Computer and Information Literacy Study. Amsterdam, Netherlands: International Association for the Evaluation of Educational Achievement (IEA). Recuperado de <https://www.springer.com/gp/book/9783319142210>
- Fraser, W. J. (2017). Science teacher educators' engagement with Pedagogical Content Knowledge and scientific inquiry in predominantly paper-based distance learning programs. *Turkish Online Journal of Distance Education-TOJDE*, 18(4), 35-51. <https://doi.org/10.17718/tojde.340375>
- Gao, P., Chee, T. S., Wang, L., Wong, A., & Choy, D. (2011). Self-reflection and preservice teachers' technological pedagogical knowledge: promoting earlier adoption of student-centred pedagogies. *Australasian Journal of Educational Technology*, 27(6), 997-1013. <https://doi.org/10.14742/ajet.925>
- Graham, C. R., Burgoyne, N., Cantrell, P., Smith, L., Clair, L. S., & Harris, R. (2009). TPACK development in science teaching: measuring the TPACK confidence of inservice Science teachers. *TechTrends*, 53(5), 70-79. <https://doi.org/10.1007/s11528-009-0328-0>
- Harris, J., & Hofer, M. (2009). Instructional planning activity types as vehicles for curriculumbased TPACK development. In C. Maddux (Ed.) *Research highlights in technology and teacher education* (p.99-108). Chesapeake, United States of America: Association for the Advancement of Computing in Education.
- Heckler, V., Saraiva, M. F. O., & Filho, K. S. O. (2007). Uso de simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino/aprendizagem de óptica. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 29(2), 267-273. <https://doi.org/10.1590/S0102-47442007000200011>
- Jimoyiannis, A. (2010). Designing and implementing an integrated technological pedagogical science knowledge framework for science teacher's professional development. *Computers & Education*, 55(3), 1259-1269. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.05.022>

- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2005). What happens when teachers design educational technology? The development of technological pedagogical content knowledge. *Journal of Educational Computing Research*, 32(2), 131–152. <https://doi.org/10.2190/OEW7-01WB-BKHL-QDYV>
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2008). Introducing TPCK. M. C. Herring, M.J. Koehler, P. Mishra (Eds.). *The handbook of technological pedagogical content knowledge (TPCK) for educators* (pp. 3–29). Mahwah, United States of America: Lawrence Erlbaum Associates.
- Lankshear, C., & Knobel, M. (2008). *Pesquisa Pedagógica: do projeto à implementação*. (Trad. M. F. Lopes). Porto Alegre, RS: Artmed.
- Loughran, J.J., Mulhall, P., & Berry, A. (2004). In Search of Pedagogical Content Knowledge in Science: Developing Ways of Articulating and Documenting Professional Practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 370-391. <https://doi.org/10.1002/tea.20007>
- Lüdke, M., & André, M. E. D. (1986). *Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas*. São Paulo, SP: Epu.
- Martins, I., Gouvêa, G., & Piccinini, C. (2005). Aprendendo com imagens. *Ciência & Cultura (Bauru)*, 57(4), 38-40. Recuperado de http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252005000400021
- Mayer, A. K., Leichner, N., Peter, J., Guenther, A., & Peter, J. (2013). Developing a Blended Learning Approach to Foster Information Literacy in German Psychology Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 93(21), 1259-1262. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.025>
- McCrorry, R. (2008). Science, technology, and teaching: The topic-specific challenges of TPCK in science. In M. C. Herring, M.J. Koehler, & P. Mishra (Eds.) *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) for Educators* (pp. 193-206), New York, United States of America: Routledge.
- MEC – Ministério da Educação e Cultura. (1998). *Parâmetros Curriculares Nacionais: Introdução aos Parâmetros curriculares Nacionais*. Secretaria de Educação Fundamental, Brasília, DF: MEC/SEF. Recuperado de <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro01.pdf>
- MEC – Ministério da Educação. (2018) *Base Nacional Comum Curricular*. Secretaria da Educação Básica. Brasília, DF: MEC/CONSED. Recuperado de <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: a framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Mouza, C. (2016). Developing and Assessing TPACK: among Pre-Service Teachers A Synthesis of Research. In M. C. Herring, M.J. Koehler, & P. Mishra (Eds.). *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) for Educators* (pp. 169-190), New York, United States of America: Routledge.
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education*, 21(5), 509–523. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2005.03.006>
- O'Day, D. H. (2007). The Value of Animations in Biology Teaching: A Study of Long-Term Memory Retention. *Cell Biology Education: a Journal of Life Sciences Education*, 6(3), 217–223. <https://doi.org/10.1187/cbe.07-01-0002>
- Oliveira, C. A. (2017). *Zoologia nas escolas: percursos do ensino de zoologia em escolas da rede pública no município de Aracaju/SE*. (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Sergipe, Aracaju, SE. Recuperado de https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/7158/2/CRISLAINE_OLIVEIRA.pdf
- Patrick, P., Byrne, J., Tunnicliffe, S., Asunta, T., Carvalho, G. S., Havu-Nuutinen, S., Sigurjónsdóttir, H., Óskarsdóttir, G., & Tracana R. B. (2013). What plants and animals do early childhood and primary students name? Where do they see them? *Journal of Science Education and Technology*, 9(1), 18-32. <https://doi.org/10.1007/s10956-011-9290-7>

- Petko, D. (2012). Teachers' Pedagogical Beliefs and Their Use of Digital Media in Classrooms: Sharpening the Focus of the "Will, Skill, Tool" Model and Integrating Teachers' Constructivist Orientations. *Computers & Education*, 58(4), 1351-1359. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.12.013>
- Rezende, L. A., & Struchiner, M. (2009). 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*, 2(1), 45-66. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/37914>
- Rocha, A. L. F., Duso, L., & Maestrelli, S. R. P. (2013). Contribuições da Filogenética para um ensino crítico da Zoologia. In Atas do *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Águas de Lindoia, São Paulo, SP. Recuperado de http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/ixenpec/atas/resumos/R0299-1.pdf
- Santos, C. M. D., & Calor, A. R. (2007). Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética. *Ciência & Ensino*, 1(1), 1-8. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/282153721_ENSINO_DE_BIOLOGIA_EVOLUTIVA_UTILIZANDO_A ESTRUTURA CONCEITUAL DA SISTEMATICA FILOGENETICA - I
- Santos, S. C. S. (2010). *Diagnóstico e possibilidades para o ensino de zoologia em Manaus/AM*. (Dissertação de mestrado profissional). Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia, Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, AM. Recuperado de http://files.ensinodeciencia.webnode.com.br/200000604-48d0b49ca7/2010_Diagn%C3%B3stico%20e%20Possibilidade%20para%20o%20Ensino%20de%20Zoologia%20em%20Manaus%20AM.pdf
- Santos, S. C. S., & Terán, A. F. (2011). Conhecimentos teóricos para a docência no ensino de zoologia em licenciaturas em Manaus/AM. In *Anais do XX Encontro de Pesquisa Educacional Norte Nordeste*, UFAM, Manaus, AM. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/309736231_CONHECIMENTOS_TEORICOS_PARA_A_DOCENCIA_NO_ENSINO_DE_ZOOLOGIA_EM_LICENCIATURAS_DE_CIENCIAS_EM_MANAUSAM
- Santos, W. L. P. (2007). Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. *Revista Brasileira de Educação*, 12(36), 474-550. Recuperado de <https://www.scielo.br/rj/rbedu/a/C58ZMt5JwnNGr5dMkrDDPTN/?format=pdf&lang=pt>
- Silva, G. M. (2020). *Planejamento didático na formação de professores de Ciências e Biologia: perspectivas e referenciais para o ensino de Zoologia*. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP. Recuperado de <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/81/811133/tde-17062020-145938/en.php>
- Silva, R. L. F., Lahr, D. J. G., & Rocha, R. P. (2015). Filmes como elementos motivadores para repensar o ensino de Biologia: contribuições de uma disciplina. *Textos FCC. Fundação Carlos Chagas*, 47, 85-94. Recuperado de <http://publicacoes.fcc.org.br/index.php/textosfcc/article/view/5541>
- Teo, T., & Noyes, J. (2010). Exploring attitudes towards computer use among pre-service teachers from Singapore and the UK. *Education & Technology Journal*, 4(2), 126–135. <https://doi.org/10.1108/17504971011052331>
- Tondeur, J., Van Braak, J., Sang, G., Voogt, J., Fisser, P., & Ottenbreitleftwich, A. (2012). Preparing pre-service teachers to integrate technology in education: a synthesis of qualitative evidence. *Computers & Education*, 59(1), 134–144. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.10.009>
- UNESCO. (2008). *ICT competency standards for teachers: implementation guidelines, version 1.0*. Paris, France: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Recuperado de <http://www.unesco.org/new/en/communication-and-information/resources/publications-and-communication-materials/publications/full-list/ict-competency-standards-for-teachers-implementation-guidelines-version-10/>
- Valanides, N., & Angeli, C. (2008). Professional development for computer-enhanced learning: A case study with science teachers. *Research in Science and Technological Education*, 26(1), 3–12. <https://doi.org/10.1080/02635140701847397>

Zhao, Y. (2003). What teachers need to know about technology? framing the question. In Y. Zhao (Ed.). *What should teachers know about technology* (pp. 1–14), Greenwich, United Kingdom: Information Age Publishing.

Recebido em: 26.06.2021

Aceito em: 28.09.2021