

ESTRATÉGIA METACOGNITIVA NO ENSINO DE CIÊNCIAS: Fornecendo o *Feedback* com Apoio das Tecnologias Digitais

Marly Stephany Magalhães Machado¹
Maria das Graças Cleophas²

RESUMO

O *feedback* aliado às tecnologias digitais apresenta-se como uma estratégia que pode contribuir para o desenvolvimento da regulação metacognitiva dos estudantes. Esta pesquisa concentrou-se em investigar como os professores de ciências incentivam a autorregulação dos estudantes por meio da estratégia de *feedback* quando fazem uso das tecnologias digitais. A pesquisa é de natureza básica, com abordagem qualitativa e exploratória, cujos dados foram obtidos por entrevistas realizadas com 14 professores de ciências e para organização dos dados foi utilizada a análise de conteúdo. Os resultados indicaram que algumas estratégias didáticas podem criar possibilidades de incentivar o planejamento, monitoramento e avaliação dos estudantes quando fornecido o *feedback* utilizando ambientes de aprendizagem *on-line*, plataformas interativas, de comunicação e vídeos. Entretanto, esse processo não ocorre, muitas vezes, de maneira explícita e consciente. Espera-se que este estudo possa ampliar o conhecimento referente à tríade metacognição, *feedback* e tecnologias digitais no contexto do ensino de ciências.

Palavras-chave: Autorregulação; Estratégias de Aprendizagem; Ferramentas interativas; Metacognição.

METACOGNITIVE STRATEGY IN SCIENCE TEACHING: PROVIDING FEEDBACK WITH THE SUPPORT OF DIGITAL TECHNOLOGIES

ABSTRACT

Feedback combined with digital technologies is presented as a strategy that can contribute to the development of students' metacognitive regulation. This research focused on investigating how science teachers encourage students' self-regulation through the feedback strategy when making use of digital technologies. The research is of a basic nature, with a qualitative and exploratory approach, whose data were obtained through interviews with 14 science teachers and content analysis was used to organize the data. The results indicated that some didactic strategies can create possibilities to encourage the planning, monitoring and evaluation of students when providing feedback using online learning environments, interactive platforms, communication and videos. However, this process often does not occur explicitly and consciously. It is hoped that this study can expand knowledge regarding the triad metacognition, feedback and digital technologies in the context of science teaching.

Keywords: Self-regulation; Learning Strategies; Interactive tools; Metacognition.

Submetido em: 13/6/2022

Aceito em: 27/12/2022

¹ Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática. Curitiba/PR, Brasil. <http://orcid.org/0000-0002-4964-315X>

² Universidade Federal da Integração Latino-Americana. Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade. Foz do Iguaçu/PR, Brasil. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática. Curitiba/PR, Brasil. <https://orcid.org/0000-0002-5611-2437>

INTRODUÇÃO

As transformações sociais acarretadas pelo desenvolvimento tecnológico ao longo das últimas décadas vêm, progressivamente, modificando a concepção de ensino e de aprendizagem no âmbito escolar. Nesse contexto, os estudantes manifestam o contato com o conhecimento de maneira distinta, dado que o acesso à internet, bem como a inúmeras plataformas digitais, constituem-se de meios dinâmicos para a mobilização de informações e recursos didáticos. Isto posto, a utilização de diferentes tecnologias possibilita maior flexibilidade de tempo e de espaço, ao incluir atividades síncronas e assíncronas (Barroso; Antunes, 2016).

Partindo dessas concepções iniciais, a empregabilidade das tecnologias digitais na educação pode favorecer diferentes aspectos das relações entre professores e estudantes, isto é, sua organização, autonomia e construção coletiva do conhecimento. Ainda, em se tratando das vantagens em sua utilização, as tecnologias podem ampliar o tempo voltado à aprendizagem, por meio de atividades fora do espaço escolar, o que privilegia o contato prolongado e dinâmico dos estudantes com os conteúdos (Silva *et al.*, 2018).

Diante da necessidade de empregar práticas pedagógicas que favoreçam metodologias mais dinâmicas, colaborativas e inovadoras, abre-se espaço para compreender os benefícios do *feedback* para a aprendizagem das ciências naturais. Com efeito, ele consiste em ferramenta que pode ser utilizada através das tecnologias digitais como estratégia metacognitiva. Sobre isso, entende-se o *feedback*, conforme Nicol e Macfarlane-Dick (2006), como o retorno fornecido ao aprendiz, isto é, a informação referente ao grau de compreensão deste sobre um conteúdo e/ou atividade, partindo dos objetivos de aprendizagem previamente estabelecidos pelo professor. Deste modo, para os autores, ao receber o retorno do professor, o estudante pode reestruturar tais informações em sua estrutura cognitiva e utilizá-las para o planejamento, monitoramento e avaliação em suas próximas atividades.

Por fim, tomando como base as acepções previamente discutidas, a questão que direcionou esta pesquisa, concentrou-se em investigar como os professores de ciências incentivam a regulação metacognitiva – ou autorregulação – de seus estudantes por meio da estratégia de *feedback* por meio da utilização das tecnologias digitais? Logo, o objetivo deste estudo, encontrou-se pautado em compreender de que forma os professores de ciências do ensino fundamental e médio promovem a regulação metacognitiva de seus estudantes por meio do *feedback* aliado às tecnologias digitais no contexto de aprendizagem.

METACOGNIÇÃO: BREVES TESSITURAS

O conceito referente à “metacognição” foi inicialmente definido por John Flavell, na década de 1970, partindo de seus trabalhos acerca da memória. Nesse sentido, etimologicamente, a metacognição, encontra-se constituída de dois fragmentos, isto é, “meta”, prefixo que significa “para além de” e “cognição” que concerne ao “ato de conhecer”. Deste modo, inicialmente, esse conceito esteve imbricado ao sentido de “para além da cognição”, ou seja, ao conhecimento que o sujeito possui acerca da própria cognição

(Flavell, 1979). Brown, Bransford e Campione (1982, p. 85) complementam o conceito de metacognição para “o conhecimento e o controle do domínio do conhecimento”.

Tendo em vista o refinamento do conceito, para Flavell, Miller e Miller (2002), o campo metacognitivo passou a incluir, posteriormente, além do saber acerca da própria cognição, o poder lidar com ela, isto é, a sua regulação – ou autorregulação. Segundo os autores, a metacognição pode ser compreendida como uma amálgama do conhecimento metacognitivo e da autorregulação ou regulação metacognitiva e, desse modo, passam a existir dois aspectos básicos da metacognição: o conhecimento sobre o próprio conhecimento e o controle das ações cognitivas.

Logo, a regulação metacognitiva é composta por três elementos fundamentais à aprendizagem, sendo eles: o planejamento, o monitoramento e a avaliação. Em outras palavras, ela se refere a uma capacidade de modificar processos cognitivos e estratégias para manter o controle de seus conflitos de aprendizagem, ajudando os alunos a monitorarem e controlarem seus processos de aquisição de conhecimento (Zimmerman, 1995; Stanton *et al.*, 2015; Efklides, 2008). Isto posto, o planejamento está pautado no conjunto de procedimentos que antecedem à execução de uma determinada atividade e, portanto, abarca a escolha de estratégias a serem utilizadas para o seu empreendimento em relação ao objetivo estabelecido, bem como a previsão de seus resultados (Brown; Palincsar, 1982; Brown, 1987).

No ensino de ciências, o *feedback* é considerado um recurso capaz de fornecer informações aos aprendizes e, quando dado pelos professores, ajuda os alunos a esclarecerem mal-entendidos e a identificarem lacunas no conhecimento e nas suas habilidades, sendo, portanto, uma forma de monitoramento metacognitivo bastante eficaz. Com essas informações, os estudantes passam a entender o que compreendem acerca de um determinado conteúdo e, com isso, podem buscar estratégias alternativas para chegarem ao objetivo estabelecido, de modo a melhorar o seu desempenho. Nessa conjuntura, as tecnologias digitais podem constituir meios dinâmicos para dar o *feedback* no espaço educacional (Guerten; Meulemans, 2017; Schraw; Crippen; Hartley, 2006), já que elas podem ser usadas para “apoiar o desenvolvimento da metacognição dos alunos ao ajudá-los a compreender como se constrói o conhecimento” (Machado; Cleophas, 2022, p. 205).

FEEDBACK COM APORTE DAS TECNOLOGIAS DIGITAIS

Na educação contemporânea, o termo *feedback* pode ser definido, conforme Hattie e Timperley (2007), *a priori*, como a informação fornecida ao estudante por um agente, neste caso, o professor, um livro, a família, os colegas, experiências ou, até mesmo, o próprio indivíduo, considerando aspectos de sua compreensão e/ou desempenho. Nesse sentido, para os autores, o *feedback* pode ser entendido como a consequência do desempenho do indivíduo diante de uma situação e/ou atividade e ele, certamente, é o caminho mais viável e eficaz para ajudar o estudante a aprender a autorregular-se em relação à sua própria aprendizagem.

Adicionalmente, Leibold e Schwarz (2015) consideram que o seu propósito basilar está articulado à ideia de pontuar aspectos fortes, bem como aspectos que necessitam ser aperfeiçoados no que diz respeito ao desempenho do sujeito diante de uma dada

situação e/ou desenvolvimento de uma tarefa. Nesse horizonte, Hattie (1999) defende o *feedback* como um moderador individual poderoso e que tem o papel de melhorar o desempenho do aprendiz, já Nicol (2010) advoga que ele ajuda a desenvolver a capacidade de monitorar, avaliar e regular a aprendizagem.

Dito isso, em se tratando de um *feedback* efetivo, para Hattie e Yates (2014), o retorno do desempenho deve compreender algumas características básicas. Dentre elas, tem-se a necessidade em se entender esse processo como algo relacionado ao que o aprendiz recebe e interpreta, além disso, este deve conhecer os objetivos que precisa alcançar ao desempenhar uma atividade. Ademais, o *feedback* deve desafiar o estudante a investir esforço e dedicação para conseguir avançar no desenvolvimento das tarefas, sendo assim, os erros devem ser considerados parte do processo, ou seja, devem ser aceitos de forma natural e não menosprezados pelos professores.

Para Costa *et al.* (2016), o *feedback* pode ser subdividido em componentes dimensionais quanto à sua abordagem pedagógica. Deste modo, tem-se a dimensão cognitiva atrelada à construção do conhecimento do aprendiz, na assimilação dos conteúdos, na compreensão da tarefa e na correção de possíveis erros. Enquanto a dimensão metacognitiva está pautada em incentivar a reflexão sobre o próprio conhecimento – e, nesse sentido, o caminho percorrido pelo aprendiz – e a sua autorregulação. Numa última esfera, encontra-se a dimensão afetiva/emocional, referente aos estímulos extrínsecos, para ser possível manter o aprendiz interessado no aprendizado.

Por conseguinte, o *feedback* pode ser trabalhado em quatro níveis, a citar: tarefa, processo, autorregulação e pessoal, conforme Hattie e Timperley (2007). O nível tarefa diz respeito a analisar conceitos corretos ou incorretos. O nível processo encontra-se intimamente relacionado às ações de aprendizagem necessárias para compreender e concluir uma determinada atividade. O nível autorregulação inclui a autoavaliação diante da tarefa por parte do estudante, enquanto o nível pessoal está relacionado ao próprio estudante, por meio de mensagens de motivação.

Posteriormente, quanto ao objetivo, Masantiah *et al.* (2020) discutem o *feedback* positivo, quando ele fornece ao estudante informações a respeito de aspectos pessoais de seu bom desempenho em uma determinada atividade, para motivá-lo. Logo, a falta desse retorno pode gerar insegurança ou desmotivação. O *feedback* negativo, no que lhe toca, baseia-se em críticas construtivas para pontuar possíveis erros conceituais e, então, sugerir mudanças quanto às estratégias e/ou ações utilizadas pelo aprendiz.

Nessa direção, Leibold e Schwarz (2015) discutem uma classificação quanto à especificidade em quatro categorias, a citar o *feedback* corretivo, específico no que tange à tarefa com a finalidade de corrigir erros. Em continuidade, o *feedback* epistêmico refere-se às perguntas de reflexão e explicação. Posteriormente, o *feedback* sugestivo é aquele que contém orientações e direcionamento para se poder aperfeiçoar uma ideia. Nesse panorama, conforme Brookhart (2008), independentemente do tipo de *feedback* escolhido, cada um deles está intimamente relacionado ao propósito de sua utilização no espaço escolar. Deste modo, as estratégias podem variar em outros aspectos, a saber: momento, quantidade, modo e audiência. O momento pode ser imediato (durante ou logo após a realização de uma atividade); a frequência pode ser

contínua ou não; o modo pode ser escrito, oral, audiovisual ou interativo; e a audiência pode ser de maneira individual e/ou em grupos.

Sendo assim, para Chou e Zou (2020), a partir do *feedback* externo, os estudantes podem reconhecer e interpretar o significado da tarefa e estabelecer objetivos. Nessa direção, ao longo processo de desenvolvimento da atividade, passam a aplicar suas táticas em busca de atingir os resultados esperados, além de avaliarem seu desempenho. Com isso, os aprendizes podem gerar um *feedback* interno, dando continuidade ao ciclo de autorregulação necessário à aprendizagem. Em síntese, compreendemos, neste trabalho, que o monitoramento é um processo metacognitivo que possibilita a produção de um *feedback* interno capaz de regular o conhecimento, objetivos e estratégias do sujeito.

Portanto, conforme Hepplestone *et al.* (2011), o *feedback* fornecido por meio de *quizzes* – como Sistemas de Resposta à Audiência (SRA) – atividades virtuais, gamificação e outros meios semelhantes podem promover uma aprendizagem mais autônoma. Desta forma, os aprendizes monitoram seu progresso ao longo do desenvolvimento da tarefa, à medida que acompanham os resultados do seu desempenho. Para os autores, a implementação das tecnologias digitais no contexto educacional como forma potencialmente eficaz para dar o *feedback* permite um maior engajamento entre os estudantes, o que os motiva diante do conteúdo.

METODOLOGIA

O presente estudo caracteriza-se de natureza básica, abordagem qualitativa e de objetivo exploratório, pois se encontra imbricado na investigação, compreensão e representação de opiniões e/ou perspectivas dos participantes da pesquisa. Neste caso, professores de ciências da educação básica que voluntariamente aceitaram participar desta pesquisa ao assinar termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). O instrumento escolhido para a constituição de dados foi a entrevista semiestruturada – com sete questões para a caracterização da amostra e sete questões de direcionamento abertas – por possibilitar um contato mais direto com o colaborador, além de evitar erros na compreensão quanto ao conteúdo das questões formuladas, permitindo maior profundidade (Amado, 2014). Dito isso, para alcançar o propósito desta pesquisa, perpassamos por cinco fases, a citar: 1) preparação do estudo; 2) constituição dos dados; 3) análise dos dados; 4) discussão dos resultados; e 5) conclusão.

Desta forma, a Fase 1 consistiu no delineamento da pesquisa e na estruturação das entrevistas. Inicialmente, as entrevistas passaram por um teste piloto, com uma amostra de 10 professores da educação básica, provenientes de diferentes áreas de formação, com o objetivo de validar esse instrumento de coleta de dados. Na sequência, na Fase 2, realizou-se o recrutamento dos participantes pelo encaminhamento de convites eletrônicos nas redes sociais e, sua seleção ocorreu a partir dos critérios de inclusão previamente estabelecidos: a) professores da área de Ciências da Natureza licenciados em Biologia, Física e/ou Química; b) em exercício na rede pública e/ou privada; c) da Educação Básica, no segmento do Ensino Fundamental II e Ensino Médio; d) com acesso a um dispositivo com internet e “WhatsApp” instalado; e, e) que tivessem interesse em participar do estudo. Posteriormente, 14 professores foram selecionados e, seguindo

os trâmites previstos pelo Comitê de Ética em Pesquisa³, encaminharam-se os termos de consentimento aos participantes para a sua apreciação e aceite. A partir disso, as entrevistas foram realizadas por áudios por meio da plataforma virtual “WhatsApp” e transcritas por meio da plataforma *Reshape*.

Por conseguinte, a Fase 3 esteve alicerçada à análise dos dados obtidos por meio das transcrições de áudio, submetidas ao *Software MAXQDA* versão 20.4.1 para análise de conteúdo, conforme proposto por Bardin (2016), visando realizar a codificação e categorização indutiva. Após esse procedimento, seguimos para a Fase 4, em que foi realizada a apresentação e discussão dos resultados ancorados ao referencial teórico. Por fim, a Fase 5 contemplou o momento de síntese dos resultados, em busca da resposta à questão de investigação proposta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Integralmente, participaram voluntariamente deste estudo 14 professores de Ciências da Natureza – Biologia (06), Física (04) e Química (04). Sendo 08 do sexo feminino e 06 do sexo masculino, atuantes profissionalmente nos estados do Paraná, Pernambuco, Santa Catarina e São Paulo, com idade entre 25 e 49 anos, da rede pública e/ou privada, nos anos finais do ensino fundamental e/ou médio. Ademais, 02 licenciados, 07 com pós-graduação *lato sensu* (especialização), 04 com pós-graduação *stricto sensu* (mestrado) e 01 pós-graduação *stricto sensu* (doutorado), com tempo de docência entre 02 e 26 anos, até o ano de 2020.

Partindo da análise das entrevistas realizadas, foram estabelecidos três temas e, suas categorias empíricas – indutivas – *a posteriori*, que emergiram dos dados obtidos. No primeiro tema, referente ao uso das tecnologias digitais, concentraram-se as categorias: a) antes da pandemia; b) durante a pandemia; e c) recursos utilizados. No segundo tema, *feedback* ao estudante, foram estabelecidas as categorias a) como o *feedback* é fornecido; b) tipo de *feedback* fornecido; e c) tecnologias digitais utilizadas. No terceiro e último tema, isto é, a regulação metacognitiva, foram delimitadas as categorias a) situações didáticas; e b) tecnologias digitais utilizadas.

Uso das Tecnologias Digitais

Inicialmente, quanto ao tema “tecnologias digitais” e categoria “antes da pandemia”, os professores relataram utilizar pouca ou nenhuma tecnologia digital. À vista disso, a participante E1 assinalou: “*Antes da pandemia era bem pouco utilizado, pelo menos eu utilizava muito pouco! Era uma ou outra atividade [...]*”. No entanto, quando utilizadas, entre as finalidades das ferramentas digitais citadas pelos professores, pontuaram-se a) sites de pesquisa para realização de atividades em casa e/ou laboratório de informática; b) apresentação de *slides* do conteúdo ministrado em sala e/ou seminários dos estudantes; c) aplicativos como laboratórios virtuais; d) simulações com o objetivo de demonstrar a ocorrência de processos físicos, químicos e/

³ Este estudo faz parte de um projeto de pesquisa devidamente aprovado pelo Comitê de Ética da UFPR, CEP/SD - UFPR, sob o CAAE: 47157721.1.0000.0102, nº do parecer: 4.843.351.

ou biológicos; e) animações para ilustrar conceitos trabalhados em sala; e f) vídeos para complementar o conteúdo abordado. Essas informações estão contempladas no Quadro 1. Para preservar o anonimato dos participantes, eles foram designados de E1 a E14.

Quadro 1 – Uso das tecnologias digitais no ensino de ciências antes da pandemia

Tema: uso das tecnologias digitais no ensino de ciências		
Categoria: antes da pandemia		
Subcategorias	Unidades de registro	Respondentes
Pesquisa	Pesquisa no laboratório de informática	E1, E7
	Ferramenta de pesquisa	E10
Apresentação de <i>slides</i>	Apresentação de <i>slides</i>	E2, E5, E6, E8, E13
Aplicativos	Aplicativos de celular	E2, E4
Simulações	Simulações do Phet	E2, E6, E11
Animações	Animação gráfica	E2
Vídeos	Vídeos em sala de aula	E3, E7, E9
	Recortes de filmes	E5, E12
Nenhuma	Nenhuma	E14

Fonte: As autoras, 2023.

Nesse cenário, com base nos dados obtidos, verificou-se que quando havia a utilização de recursos digitais, isso se dava de maneira pontual ou complementar ao conteúdo, de característica mais demonstrativa em sala de aula. Ainda, alguns professores relataram não utilizar as tecnologias por não as conhecerem ou não sentirem familiaridade e/ou segurança com elas. Esse fato pode ser explicado, conforme Schuhmacher *et al.* (2017), pela existência de uma barreira didática e epistemológica na formação docente, isto é, o desconhecimento total ou parcial acerca da empregabilidade das tecnologias digitais no contexto educacional, relacionada, conforme Ribeiro *et al.* (2019) ao currículo de formação docente inicial e continuada.

Além disso, entre as falas, também foram mencionadas a infraestrutura educacional e a resistência docente. Sobre isso, conforme Torres *et al.* (2020), as escolas públicas, diferente das escolas particulares, são regidas pelos concelhos estaduais e secretarias municipais, o que desencadeia distinções significativas nas questões operacionais destas. Isto posto, para Ziede *et al.* (2016), na rede pública, muitas vezes, devido às condições precárias dos equipamentos associadas às dificuldades quanto ao acesso à internet, ocorre a impossibilidade e/ou, até mesmo, a desmotivação do professor em incorporar recursos digitais às suas aulas.

Por conseguinte, quanto à categoria “durante a pandemia”, o cenário relacionado à utilização das tecnologias digitais sofreu mudanças bruscas, ressaltando ainda mais a importância desses recursos no ensino. Isso pode ser evidenciado a partir da diversidade de ferramentas empregadas pelos professores neste período, como jogos virtuais, plataformas de aprendizagem on-line, aplicativos, *quizzes*, sites interativos e simulações, apresentação de *slides*, videoconferências, pesquisas na internet, animações e vídeos, como representado no Quadro 2.

Quadro 2 – Uso das tecnologias digitais no ensino de ciências durante a pandemia

Tema: uso das tecnologias digitais no ensino de ciências		
Categoria: durante a pandemia		
Subcategorias	Unidades de registro	Respondentes
Jogos virtuais	Jogos	E1
	Jogos on-line interativos	E9, E11
Plataformas de aprendizagem on-line	Google Classroom	E1, E8, E13, E14
	Professor on-line	E9, E10
	Ambiente Virtual de Aprendizagem	E12
Aplicativos	Aplicativos	E2
Quizzes	Kahoot	E8, E9
	Quizzes	E10
Sites interativos e simulações	Museu on-line	E7, E12
	Wordwall	E11
	Plataforma Phet	E2, E04, E6, E7, E8, E13
Apresentação de slides	PowerPoint	E2, E9, E13
Videoconferências	Google Meet	E1, E2, E3, E4, E7, E13, E14
	Microsoft Teams	E6
	Zoom	E12
Pesquisa	Pesquisa na internet	E5, E12
	Site do IBGE	E11
Animações	GIF	E2, E8
	Animações 3D	E7
Vídeos	Vídeos	E7, E8, E14

Fonte: As autoras, 2023.

Diante desses relatos, é possível constatar que as medidas de implementação de ações emergenciais na educação, pelos respectivos governos estaduais, aceleraram o processo de inserção das tecnologias nas aulas, embora de maneira não planejada (Oliveira *et al.*, 2021). Isto posto, pensar em alternativas de abordagens didático-pedagógicas foi crucial para dar continuidade às aulas no sistema remoto. Deste modo, aos professores que ainda não apresentavam familiaridade com os recursos digitais, a compreensão de seu uso demonstrou-se imprescindível (Schneider *et al.*, 2020).

Perante o exposto, a origem da busca por plataformas e demais ferramentas digitais voltadas para o ensino, segundo os professores entrevistados, esteve atrelada ao processo de formação continuada, mencionado pela entrevistada E7: “[...] eu fiz curso de aperfeiçoamento, do estado mesmo, pra aprender a lidar com outras tecnologias” e, na partilha de experiências – ou “troca de figurinhas” – como dito pela participante E9: “[...] a gente vai trocando umas figurinhas e vai usando mais os recursos”. Partindo desse prisma, em relação à maior procura por recursos interativos, quando comparado ao período precedente à pandemia e início das aulas remotas, Ostemberg e Carraro

(2020) atribuem essa situação à necessidade dos professores em manter e/ou estabelecer vínculos com seus estudantes por meio de aulas mais dinâmicas, tendo em vista o distanciamento social e o processo de transição de aulas presenciais para aulas remotas.

Já no que concerne aos tipos de tecnologias digitais mais utilizadas entre os professores de ciências na educação básica, participantes deste estudo, foram mencionadas as “ferramentas Google”, as quais incluem o “Google Meet”, “Google Forms”, “Google Classroom” e “Jamboard”; plataformas interativas, como o “Wordwall”, “Mentimeter”, “Kahoot”, “Mozaweb”, “Geogebra” e “Phet”; recursos para demonstração e pesquisa como o “Khan Academy”, “Tabela Periódica Digital”, “YouTube” e “Site IBGE”; além de plataformas de criação, como o “Padlet”, “Cmap tools” e “Canva”; e de comunicação como o “WhatsApp”, visto no Quadro 3.

Quadro 3 – Tecnologias digitais utilizadas no ensino de ciências

Tema: Uso das tecnologias digitais no ensino de ciências		
Categoria: tecnologias digitais utilizadas		
Subcategorias	Unidades de registro	Respondentes
Ferramentas Google	Google Classroom	E1, E3, E5, E13, E14
	Google Drive	E5, E10, E14
	Google Forms	E1, E6, E9, E10, E13, E14
	Google Meet	E1, E2, E3, E7, E12, E13, E14
	Jamboard	E5, E7
Plataformas interativas	Wordwall	E1, E11
	Mentimeter	E2, E9
	Kahoot	E8, E9
	Mozaweb	E7
	Geogebra	E6
Demonstração e pesquisa	Phet	E2, E4, E6, E7, E8, E13
	Khan Academy	E7
	Tabela Periódica Digital	E2, E13
	YouTube	E3, E9, E10
Plataformas de criação	Site IBGE	E11
	Padlet	E1
	Cmap tools	E4
Comunicação	Canva	E5, E8
	WhatsApp	E03, E10, E13, E14

Fonte: As autoras, 2023.

Com base nos dados obtidos, quanto à finalidade do uso das tecnologias digitais no ensino de ciências, pode-se citar cinco direcionamentos principais, isto é: a constituição de ambientes de aprendizagem, como as “ferramentas Google”; atividades interativas através do “Wordwall”, “Mentimeter”, “Kahoot”, “Mozaweb”, “Geogebra” e “Phet”; atividades demonstrativas e de pesquisa, como o “Khan Academy”, a “Tabela Periódica

Digital”, “YouTube” e o site “IBGE”; atividades de criação, como o “Padlet”, “Cmap tools” e “Canva”; e de comunicação como o “WhatsApp”.

Feedback ao Estudante

Em se tratando do tema “*feedback* ao estudante”, quanto à categoria “como o *feedback* é fornecido” aos estudantes pelos professores de ciências, registraram-se dois grandes grupos de respostas: a) após a realização das atividades e de avaliações; e b) durante a realização de atividades avaliativas, como evidenciado pelo Quadro 4.

Quadro 4 – Modos de como o *feedback* é fornecido ao estudante pelos professores

Tema: <i>feedback</i> ao estudante		
Categoria: como o <i>feedback</i> é fornecido		
Subcategorias	Unidades de registro	Respondentes
Após a realização de atividades e de avaliações	Retorno após as atividades	E1, E3, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E12, E13, E14
Durante a realização de atividades avaliativas	Retorno na hora da atividade	E1, E2, E3, E4, E8, E9, E11

Fonte: As autoras, 2023.

Nesse bojo, verificou-se predominância do retorno atrelado às atividades avaliativas e/ou avaliações formais, que ocorrem de maneira bimestral ou trimestral, isto é, aparece intimamente relacionado à nota como métrica de aprendizado, o que denota o *feedback* somativo. Nesse panorama, o *feedback* somativo, conforme Naylor *et al.* (2014), caracteriza-se pela ação de dar um número ou conceito a uma atividade, ou avaliação, para checar o nível de compreensão de um estudante diante de um conteúdo.

Entre os relatos de professores, conforme dados da literatura e, discutido por Giles *et al.* (2013), uma situação que impede um *feedback* mais elaborado se refere ao número de estudantes nas salas de aula. Isso é corroborado pela fala da participante E1, por exemplo: “*feedback* bem individual pra eles [estudantes] é meio difícil, né? [...] eu tenho dez turmas, cerca de trinta alunos por turma, aí eu já tenho 300 alunos”. Nesse sentido, como relatado pela entrevistada E1, as diferenças individuais e especificidades de cada estudante em sala de aula, muitas vezes, impossibilitam o professor de reconhecer dúvidas e orientar ações e estratégias adequadamente. Aliado a isso, saber como e quando intervir é tido como um desafio diante dessas situações (Lodge *et al.*, 2018).

Isto posto, outra problemática evidenciada entre as entrevistas obtidas foi o desinteresse do estudante em receber o *feedback*, como dito pela participante E14: “[...] nem todos [os estudantes], mas alguns ainda insistem na mesma forma de pensar e de estudar, não são tão abertos a essa reflexão, né?”. Nesse sentido, para o *feedback* ser efetivo é necessário que ele seja contínuo, uma de suas condições é que o estudante tenha predisposição em recebê-lo e processá-lo, ou seja, que reconheça o valor dessa informação em seu aprendizado.

Nesse seguimento, quanto à categoria “tipos de *feedback*” fornecidos, foram categorizados e investigados elementos relativos ao momento (imediate ou adiado), ao objetivo (positivo ou negativo), ao modo (oral, escrito, interativo) e à audiência (individual ou em grupos). Isso é evidenciado no Quadro 5.

Quadro 5 – Tipos de *feedback* fornecidos aos estudantes

Tema: <i>feedback</i> ao estudante		
Categoria: tipos de <i>feedback</i>		
Subcategorias	Unidades de registro	Respondentes
Momento	Imediato	E1, E2, E3, E4, E8, E9, E10, E11, E14
	Adiado	E1, E3, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E12, E13, E14
Objetivo	Positivo	E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E11, E12, E13, E14
	Negativo	E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E11, E12, E13, E14
Modo	Oral	E1, E3, E4, E5, E7, E8, E9, E11, E13, E14
	Escrito	E1, E3, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E12, E13, E14
	Interativo	E1, E2, E8, E9
Audiência	Individual	E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E10, E12, E13, E14
	Grupos	E1, E3, E7, E8, E9, E11, E13, E14

Fonte: As autoras, 2023.

Inicialmente, quanto ao momento, levantou-se o retorno imediato – durante ou logo após uma atividade – é adiado dias depois da realização da atividade. Isto posto, não houve uma diferença significativa entre as respostas diante desse aspecto, no entanto, o *feedback* adiado se apresentou ligeiramente mais frequente. Sobre isso, Corral *et al.* (2020) discutem que *feedbacks* imediatos são mais significativos ao aprendizado quando comparados aos *feedbacks* adiados, pois amenizam o esquecimento do estudante diante de uma correção. Entretanto, alguns estudos, como o de Masadeh e Elfeky (2017), atribuem igual importância aos dois momentos e, que sua efetividade pode variar conforme o contexto de ensino. Nessa direção, para os professores entrevistados, nem sempre é viável fornecer um retorno de maneira instantânea, como no caso de avaliações formais, em que há a necessidade de correção para a atribuição de notas.

Na sequência, quanto ao retorno positivo – reforço de um comportamento com elogios e/ou motivação – e negativo – com o objetivo de modificar um comportamento por meio de críticas construtivas – ambos foram constatados nas falas dos professores entrevistados. Essa situação é descrita pela participante E14: “[eu] comento algumas respostas deles [dos estudantes], não todas, mas as que mais se destacaram positiva ou negativamente [após as avaliações]”. Nesse sentido, esses dois direcionamentos

são importantes para o aprendizado quando fornecidos adequadamente de maneira conjunta, dado que apenas *feedbacks* negativos podem desmotivar o aprendiz (Kim; Lee, 2019). Com essas duas abordagens, o estudante é orientado a reforçar ou modificar conceitos, comportamentos e ideias diante dos conteúdos estudados, de maneira mais efetiva.

Quanto ao modo de fornecer o *feedback*, foram constatadas as maneiras escrita, oral e interativa. Na literatura, conforme Rezazadeh *et al.* (2018), não são encontradas diferenças significativas entre *feedback* oral e escrito, no que tange à efetividade e, que quando combinados, podem ser mais satisfatórios, pois é algo que está relacionado também à preferência do estudante e ao contexto de ensino. No que concerne ao *feedback* interativo, no entanto, segundo Henderson *et al.* (2019), a presença das tecnologias pode ainda facilitar situações como a aprendizagem colaborativa por meio do Sistema de Resposta a Audiência (SRA), vistos no “Kahoot” e no “Mentimeter”, por exemplo, o que possibilita o engajamento dos estudantes. Sobre isso, outra vantagem reside na facilidade da organização e da tabulação dos dados coletados, o que torna as correções mais rápidas.

Ainda sobre isso, para Cavalcanti *et al.* (2021), a intensa produção de plataformas on-line com inúmeras ferramentas que possibilitam o fornecimento do *feedback* de maneira mais interativa e dinâmica, tem atraído os professores. Além desse fator, a facilidade e a preferência dos educandos em utilizarem esses recursos também contribui para a escolha dessa estratégia em sala de aula. Nas entrevistas obtidas, apesar de poucos professores terem apontado utilizá-las em suas aulas, observa-se que tal processo se encontra em expansão, principalmente com o contexto de pandemia da Covid-19.

Em relação à audiência, observou-se tanto o retorno individual quanto o coletivo nas respostas obtidas. Para Brookhart (2008), assim como outros aspectos do *feedback*, a audiência – para quem é direcionado o retorno – é algo que depende da situação. Neste caso, quando se trata de um assunto específico a um estudante, é preferível o retorno individualizado para garantir que ele reconheça o que deve melhorar de forma mais assertiva. Em contrapartida, quando o retorno é comum a vários estudantes, o *feedback* coletivo pode poupar tempo e, também, servir de uma retomada do conteúdo para a turma.

No entanto, para Hattie e Timperley (2007) e Kim e Lee (2017), a audiência também depende da preferência do estudante e/ou seu modo de aprendizagem. Para alguns alunos, o *feedback* individual é o mais adequado, pois é específico às suas ações e/ou comportamentos e, desta maneira, a compreensão do que deve corrigir é mais significativa. Nesse caminho, para os autores, o problema não consiste na quantidade de retorno que é fornecido ao estudante, mas em sua qualidade.

Além do exposto, foram observados outros componentes do *feedback* nos relatos dos entrevistados como o nível (tarefa, processo, autorregulação e pessoal) e a especificidade (corretivo, epistêmico ou sugestivo). Tais elementos não foram quantificados em quadros como os demais, pois não estiveram presentes em todas as falas analisadas. No que concerne ao nível, isto é, sobre o que o *feedback* é trabalhado, foram levantados os quatro níveis entre os relatos, conforme estabelecido por Hattie e Timperley (2007), no

entanto, os aspectos referentes à tarefa e ao processo foram os mais frequentes como mencionado pela participante E3: “[dou o] *retorno durante a realização das atividades pra que o aluno já vá arrumando o que precisa*”. Sobre isso, o foco do *feedback* está relacionado ao resultado da tarefa e no seu desenvolvimento. Por fim, no que diz respeito à especificidade do *feedback* (corretivo, epistêmico e sugestivo) como proposto por Leibold e Schwarz (2015), na maioria dos relatos, é evidenciado o enfoque para o *feedback* corretivo, isto é, voltado para a correção de erros.

Quanto à categoria “tecnologias digitais utilizadas” para fornecer o *feedback*, foram registrados ambientes de aprendizagem, como as “ferramentas Google”, “plataformas de boletim on-line” e “ambiente virtual de aprendizagem”. Além disso, também foi levantado plataformas de comunicação, como o e-mail e o aplicativo “WhatsApp”; plataformas interativas, como o “Mentimeter”, o “Kahoot” e o “Wordwall”. As tecnologias citadas pelos professores, encontram-se representadas no Quadro 6.

Quadro 6 – Tecnologias digitais utilizadas para fornecer o *feedback* ao estudante

Tema: <i>feedback</i> ao estudante		
Categoria: tecnologias digitais utilizadas		
Subcategorias	Unidades de registro	Respondentes
Ambientes de aprendizagem	Ferramentas Google	E1, E3, E6, E7, E8, E10, E13, E14
	Plataforma de boletim on-line	E7, E9, E10
	Ambiente Virtual de Aprendizagem	E12
Plataformas de comunicação	E-mail	E5
	WhatsApp	E3, E5, E10, E13
Plataformas interativas	Mentimeter	E2, E9
	Kahoot	E8, E9
	Wordwall	E11
Nenhuma	Nenhuma	E4

Fonte: As autoras, 2023.

Partindo dos resultados obtidos, verificou-se que o uso das tecnologias digitais para fornecer o *feedback* no ensino de ciências encontra-se voltado ao retorno imediato e escrito, como possibilitado pelos formulários de correção automática no “Google Forms”; ao retorno imediato e interativo como no “Kahoot”, “Mentimeter” e “Wordwall”, isto é, plataformas baseadas em Sistema de Resposta à Audiência e/ou gamificação. Ademais, também foi pontuado o retorno de forma adiada e escrita por meio de plataformas como ambientes de aprendizagem, e-mail e “WhatsApp”.

Algumas tecnologias digitais têm sido utilizadas em decorrência da busca pelo engajamento dos estudantes durante as aulas (Ostemberg; Carraro, 2020). Nessa direção, é possível constatar que no que tange ao *feedback*, os professores têm buscado empregar plataformas interativas com auxílio de dispositivos móveis, bem como favorecido o retorno imediato. No entanto, com base nas respostas obtidas, verificou-se que apesar da intensa empregabilidade de tecnologias digitais no sentido de fornecer o

feedback, poucas são interativas. Isto é, esses recursos são majoritariamente utilizados com o objetivo de proporcionar o *feedback* escrito aos estudantes.

Regulação Metacognitiva

Quanto ao tema “regulação metacognitiva”, da categoria “situações didáticas”, emergiram as subcategorias: “leitura e pesquisa”; “atividades criativas”, “experiências”; “resolução de problemas”; “questões de problematização e reflexão”; “revisão”; e “avaliação”, como ações estimuladas pelos professores de modo a incentivar o planejamento, monitoramento e regulação de seus estudantes. As subcategorias, suas unidades de registro e respectivos respondentes são evidenciados no Quadro 7.

Quadro 8 – Situações didáticas

Tema: regulação metacognitiva		
Categoria: situações didáticas		
Subcategorias	Unidades de registro	Respondentes
Leitura e pesquisa	Leitura, organização da informação e pesquisa	E3, E9, E10, E11, E12, E11, E14
Atividades criativas	Criação de <i>folders</i> e recursos visuais	E1
	Criação de textos, cartazes, apresentações e vídeos	E9
Experiências	Desenvolvimento de experiências	E2, E3, E5, E7
Resolução de problemas	Resolver questões	E4, E6
Questões de problematização e reflexão	Situações problematizadoras para discutir e refletir em aula	E1, E2, E4, E5, E6, E8, E10, E11, E12, E14
Revisão	Retomada do conteúdo	E1, E5, E10, E13
Avaliação	Atividades avaliativas e avaliações formais	E1, E2, E4, E7, E09, E11, E14

Fonte: As autoras, 2023.

Com base nesses relatos, principalmente no caso dos participantes E11 e E14, alguns aspectos de habilidades metacognitivas são levantados, como identificar características importantes nos textos envolvendo gráficos e a pesquisa de termos desconhecidos. Na descrição do professor E11, por exemplo, ocorre um processo estruturado e explícito para a compreensão de um gráfico, em que: “[são apontadas as] *informações necessárias para que o estudante consiga extrair as ideias e dados principais* [dos gráficos analisados]”. Enquanto na fala da professora E14, apesar de “orientar os estudantes a consultarem palavras desconhecidas por eles em livros ou na internet” e, neste caso, poder contribuir para o monitoramento destes, não foram pontuadas estratégias específicas para a compreensão leitora, como as características levantadas por Brown, Bransford e Campione (1982). Tais características incluem estabelecer os objetivos da leitura, identificar e/ou destacar aspectos importantes do texto e, verificar se os objetivos estão sendo alcançados.

Na sequência, foram levantadas as experiências como situação didática para o desenvolvimento autorregulatório no ensino de ciências. Para Rosa (2014), as atividades experimentais favorecem a construção do conhecimento, pois promovem a aprendizagem conceitual e atitudes científicas. No relato da professora E3, por exemplo, é pontuado que durante o desenvolvimento de experiências nas aulas práticas de ciências, os estudantes identificam seus conhecimentos prévios, dificuldades e buscam corrigir falhas quando necessário, o que indica a ativação do pensamento metacognitivo, mesmo que não utilizado de maneira totalmente consciente.

No que tange à resolução de problemas, esta ação didática abrange o uso ordenado de métodos para encontrar soluções referentes a situações específicas. Segundo Rosa (2014), utilizar estratégias metacognitivas na resolução de problemas pode contribuir para o planejamento, monitoramento e avaliação dos procedimentos conduzidos, o que torna o processo mais efetivo. Para Safari e Meskini (2016), algumas orientações que podem ser fornecidas pelo professor incluem: a) estudar o problema; b) parafraseá-lo; c) visualizá-lo; d) resolvê-lo; e, e) revisá-lo. Partindo dessa acepção, os relatos revelaram que os professores evidenciam os passos necessários para que os estudantes resolvam um determinado problema. Entretanto, na fala do participante E6, é perceptível a orientação explícita desse processo, dado que ocorre a explicação acerca da origem da resolução de um problema, o que pode conduzir os estudantes a planejar, estudar, visualizar e resolver a atividade de forma mais eficiente: *“comecei a utilizar os simuladores coletando dados, montando tabelinhas, chegando em equações com esses dados, ou seja, construindo um processo de como se chega em regras”*. Nessa direção, o retorno é fornecido durante o desenvolvimento das atividades para que os estudantes se monitorem, pois, o *feedback* externo possibilita a produção de um *feedback* interno nesse processo.

Outra situação didática citada foi a discussão ou debate entre os estudantes diante de questões de problematização e reflexão. Essas atividades, conforme Raoofi *et al.* (2014), podem favorecer a conscientização do aprendiz sobre seus conhecimentos prévios, limitações e habilidades. Nesse contexto, a participante E5 destaca: *“[eu costumo fazer] novos questionamentos pra verificar se realmente foi aprendido ou não”*. A partir das descrições fornecidas, observou-se que os professores conduzem os estudantes à autorreflexão. Deste modo, os aprendizes são incentivados a identificar seus pontos fortes e fracos, além de reconhecer suas limitações. Com efeito, elaborar as próprias perguntas, ser questionado sobre o seu entendimento e discutir um tema, por exemplo, pode levar o indivíduo a pensar acerca do que sabe e do que não sabe diante do conteúdo e a autoavaliar-se, para que, a partir desse autodiagnóstico, ele adapte e/ou modifique suas estratégias para alcançar seus objetivos de aprendizagem e melhorar seu desempenho.

No que diz respeito à revisão – a retomada do conteúdo estudado em aula – o professor pode fazer questionamentos acerca do que está sendo abordado por meio de perguntas diretas ou *quizzes* interativos e, resgatar informações importantes que não foram assimiladas, bem como corrigir possíveis erros conceituais. A participante E10 menciona: *“antes de iniciar um novo conteúdo, eu preciso fazer essa revisão, conversar com eles, aí eu faço perguntas dentro da sala de aula para que eles relembrem aquilo”*

que foi visto”. A partir da recapitulação dos conceitos, os estudantes podem realizar perguntas e obter um *feedback* do professor, favorecendo o seu monitoramento. Entretanto, é imprescindível orientá-los a buscar suas próprias estratégias de revisão do conteúdo, mostrando-lhes a sua importância para uma aprendizagem mais efetiva.

Por fim, a avaliação se destacou como a situação didática mais utilizada entre os professores entrevistados. Para Rosa (2014), a avaliação apresenta-se como um elemento sistemático que possibilita ao professor identificar e/ou averiguar a aprendizagem dos estudantes. Nesse sentido, o *feedback* se torna essencial, pois possibilita ao estudante identificar seus erros e reconhecer o momento em que se desviou da proposta (Hattie; Yates, 2014). Entre os relatos analisados, o participante E2 menciona: “a partir do resultado que o aluno obtém da avaliação, ele já utiliza como *feedback* qual é o ponto forte e qual foi o ponto fraco dele”. No entanto, para que o *feedback* da avaliação seja efetivo, é importante que o professor refaça as questões com seus alunos de modo que compreendam a origem dos seus erros e busquem revisar o que é necessário para o seu aprendizado (Locatelli, 2014).

Quanto à categoria referente às tecnologias digitais utilizadas para incentivar a regulação metacognitiva, foram pontuadas as subcategorias “ambientes de aprendizagem *online*”; “plataformas interativas”; e “vídeos”. As subcategorias, unidades de registro e respectivos respondentes são evidenciadas no Quadro 8.

Quadro 8 – Tecnologias digitais utilizadas para a regulação metacognitiva

Tema: regulação metacognitiva		
Categoria: tecnologias digitais utilizadas		
Subcategorias	Unidades de registro	Respondentes
Ambientes de aprendizagem on-line	Google Classroom	E1, E5, E14
	Google Meet	E14
Plataformas interativas	Mentimeter	E2
	Kahoot	E8
Vídeos	Vídeos	E3, E13
Nenhuma	Nenhuma	E4, E6, E7, E9, E10, E11, E12

Fonte: As autoras, 2023.

De modo geral, os professores entrevistados levantaram alguns recursos tecnológicos – todos vinculados ao *feedback* – para incentivar o planejamento, monitoramento e avaliação dos estudantes. Isto é, por meio de conversas em vídeo chamadas, recados no “Google Classroom”, *quizzes* atrelados ao Sistema de Resposta à Audiência (SRA) e, vídeos, para correção de erros conceituais.

Diante disso, a professora E14 fornece o *feedback* aos estudantes pelas videochamadas – de forma oral – e pelo correio eletrônico e “Google Classroom” – de forma escrita. Esse retorno abarca uma comparação entre os objetivos de aprendizagem e o desempenho dos estudantes diante de uma atividade. Nesse sentido, explicitar o que se pretende acerca da tarefa, orientar os alunos a refletirem sobre o aprendizado e, a buscarem as estratégias que sejam mais adequadas nesse processo pode favorecer

o desenvolvimento de aspectos metacognitivos. Deste modo, a partir do retorno fornecido e, conhecendo os objetivos de aprendizagem, os estudantes podem refletir sobre o que realmente compreendem acerca do conteúdo e, nessa direção, pensar em estratégias alternativas para conseguirem melhores resultados (Guerten; Meulemans, 2017).

Articulado a isso, o uso do “Mentimeter” e do “Kahoot” também aparecem atrelados ao *feedback* para o desenvolvimento da regulação metacognitiva. Isto posto, para o professor E2, as plataformas interativas com *feedback* instantâneo, como o “Mentimeter”, podem auxiliar os estudantes a identificarem seus pontos fortes e pontos fracos através de *quizzes*. As respostas das questões são visualizadas na forma de gráficos e/ou nuvens de palavras e, deste modo, os resultados obtidos e a comparação com os objetivos de aprendizagem podem conduzir o aluno a se autoavaliar. Para Wood e Shirazi (2020), o *feedback* imediato obtido pode auxiliar o estudante a monitorar seu processo de aprendizagem e a reconhecer seus pontos fortes e fracos diante do conteúdo estudado.

Na sequência, a professora E3 justifica a utilização de vídeos em suas aulas no sentido de demonstrar como são realizadas e/ou conduzidas experiências para auxiliar os estudantes durante suas atividades práticas. Nessa direção, explanar os objetivos da tarefa são essenciais para que o aluno consiga se planejar e escolher as estratégias mais adequadas para desenvolver o que lhe foi proposto. Ainda, sobre o uso de vídeos durante as aulas, o participante E13 levanta que ao assistirem aos vídeos sobre o conteúdo estudado, após as atividades, os estudantes podem sanar dúvidas e corrigir possíveis erros conceituais, incluindo aqueles provenientes das avaliações realizadas.

Seguindo essa concepção, Bene (2014) discute que o uso de vídeos e documentários em sala de aula pode trazer questões mais reflexivas sobre múltiplos eventos e situações aos estudantes. Para tanto, o professor deve incentivar que o aprendiz verbalize seus pensamentos, ou seja, que “pense em voz alta”. Nessa seara, a autora também levanta várias possibilidades no que tange o estímulo à criação de vídeos, pois durante essa atividade, o estudante consegue organizar suas ideias, emoções e ações de uma forma visual.

Destarte, os professores entrevistados indicaram utilizar ambientes de aprendizagem on-line, plataformas interativas e vídeos para auxiliar os estudantes a identificarem pontos fortes e fracos e a se autoavaliarem diante do conteúdo abordado. Cabe destacar que o *feedback* aparece intimamente relacionado a esse processo, conforme os relatos obtidos. Além disso, alguns dos professores mencionaram não utilizar tecnologias digitais específicas para incentivar o desenvolvimento da regulação metacognitiva dos estudantes no contexto de ensino em ciências, no entanto, assinalaram o uso de ferramentas para fornecer o *feedback*, como discutido anteriormente.

Ademais, apesar de citarem a empregabilidade de diferentes recursos com a finalidade de estimular o monitoramento e a autoavaliação dos estudantes, verificou-se que poucos professores fazem isso de maneira estruturada e explícita. Nesse sentido, apesar de utilizarem ferramentas que apresentam potencial no desenvolvimento da regulação metacognitiva, foram levantadas poucas situações em que isso ocorre.

CONCLUSÕES

Em resposta à questão de investigação, por meio de situações didáticas, como: leitura e pesquisa, atividades criativas, experiências, resolução de problemas, questões de problematização e reflexão, revisão e avaliação, os professores de ciências vêm criando possibilidades de incentivar a regulação metacognitiva de seus estudantes. Isso ocorre por meio do *feedback* – predominantemente somativo e corretivo – utilizando ambientes de aprendizagem on-line, plataformas interativas, plataformas de comunicação e vídeos. Entretanto, por mais que em alguns relatos tenha sido possível levantar indícios de favorecimento do desenvolvimento de elementos autor-regulatórios, esse processo não ocorre, muitas vezes, de maneira totalmente explícita e consciente, isto é, com orientações estruturadas e direcionadas a esse propósito, mas de forma indutiva.

Em relação a essa afirmativa, tal situação pode estar atrelada ao desconhecimento, por parte dos professores, da metacognição e sua importância no processo de ensino e aprendizagem, já que esse campo ainda não integra de maneira efetiva o currículo de formação docente. Portanto, a falta de familiaridade com os pressupostos didático-metodológicos do *feedback* e das tecnologias digitais dificulta seu uso como recurso pedagógico. Todavia, cabe salientar que a “metacognição é relevante não apenas para entender os processos e os produtos cognitivos dos estudantes e professores(as), mas também para que os próprios sujeitos das ações pedagógicas se avaliem e se autorregulem durante o desenvolvimento das atividades em sala de aula” (Cleophas; Francisco, 2018, p. 24).

Para finalizar esta investigação, uma das limitações desta pesquisa pode estar alocada ao número de professores entrevistados. Sendo assim, a ampliação do universo amostral poderia conceder novos levantamentos, além do registrado e minuciosamente discutido neste trabalho. Por fim, espera-se que este estudo possa ampliar o conhecimento no que se refere ao modo como os professores trabalham a tríade metacognição, *feedback* e tecnologias digitais no contexto de ensino. Além disso, levantar subsídios para pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

- AMADO, J. *Manual de investigação qualitativa em educação*. 2 ed. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2014.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BARROSO, F.; ANTUNES, M. Tecnologia na educação: ferramentas digitais facilitadoras na prática docente. *Rendimento, Desempenho e Desigualdades Educacionais*, v. 5, n. 1, p. 124-131, 2016.
- BENE, R. Opportunities and challenges of using video to examine high school students' metacognition. *The Qualitative Report*, v. 19, n. 35, p. 1-26, 2014.
- BRABO, J. C. Metacognição, ensino-aprendizagem e formação de professores de ciências. *Amazônia Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, v. 14, n. 29, p. 1-9, 2018.
- BROOKHART, S. M. *How to give effective feedback to your students*. Alexandria: Association for Supervision and Curriculum Development, 2008.
- BROWN, A. L. Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. In: WEINERT, F. E.; KLUWE, R. H. (Eds.). *Metacognition, motivation and understanding*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1987.

- BROWN, A. L.; BRANSFORD, J. D.; CAMPIONE, R. A. F.; CAMPIONE, J. C. *Learning, remembering and understanding*. Massachusetts: Bolt Beranek and Newman, 1982.
- BROWN, A. L.; PALINCSAR, A. S. *Inducing strategic learning from texts by means of informed, self-control training*. Massachusetts: Bolt Beranek and Newman, 1982.
- BROWN, A. L.; DELOACHE, J. S. Skills, plans e self-regulation. In: SIEGLER, R. (Ed.). *Children's thinking: what develops*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, 1978.
- CAVALCANTI, A. P.; BARBOSA, A.; CARVALHO, R.; FREITAS, F.; TSAI, Y. S.; GASEVIC, D.; MELLO, R. F. Automatic feedback in online environments: a systematic literature review. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, v. 2, p. 1-17, 2021.
- CHOU, C. Y.; ZOU, N. B. Na analysis of internal and external feedback in self-regulated learning activities mediated by self-regulated learning tools and open learner models. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, v. 17, n. 55, p. 1-27, 2020.
- CLEOPHAS, M. G.; FRANCISCO, W. Metacognição e o ensino e aprendizagem das ciências: uma revisão sistemática da literatura (RSL). *Revista Amazônia*, v. 14, n. 29, p. 10-26, 2018.
- CORRAL, D.; CARPENTER, S. K.; CLINGAN-SILVERLY, S. The effects of immediate versus delayed feedback on complex concept learning. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, p. 1-14, 2020.
- COSTA, E.; FECHINE, J.; SILVA, P.; ROCHA, H. Modelos de *feedback* para estudantes em ambientes virtuais de aprendizagem. In: *V Jornada de Atualização em Informática na Educação*, 2016, Porto Alegre. Anais da Jornada de Atualização em Informática na Educação. Porto Alegre: JAIE, 2016.
- EFKLIDES, A. Metacognition: defining its facets and levels of functioning in relation to self-regulation and co-regulation. *Eur. Psychol.* 13, 277-287, 2008.
- FLAVELL, J. H. Metacognition and cognitive monitoring: a new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, v. 34, n. 10, p. 906-911, 1979.
- FLAVELL, J. H.; MILLER, P. H.; MILLER, S. A. *Cognitive Development*. 4 ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002.
- GIL, A. C. *Métodos e técnicas de pesquisa social*. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- GILES, T. M.; GILBERT, S.; MCNEILL, L. Do students want and need written feedback on summative assignments? Engaging students with the feedback process – a topic review activity. *Ergo*, v. 3, n. 1, p. 15-21, 2013.
- GUERTEN, M.; MEULEMANS, T. The effect of feedback on children's metacognitive judgments: a heuristic account. *Journal of Cognitive Psychology*, v. 29, n. 2, p. 1-18, 2017.
- HATTIE, J. *Influences on student learning*. Auckland: University of Auckland, 1999.
- HATTIE, J.; TIMPERLEY, H. The power of feedback. *Review of Educational Research*, v. 77, n. 1, p. 81-112, 2007.
- HATTIE, J.; YATES, G. Using feedback to promote learning. In: BENASSI, V.; OVERSON, C.; HAKALA, C. (Eds.). *Applying Science of Learning in Education: Infusing Psychological Science into the Curriculum*. Washington: Society for the Teaching Psychology, 2014.
- HENDERSON, M.; PHILLIPS, M.; RYAN, T.; BOUD, D.; DAWSON, P.; MOLLOY, E.; MAHONEY, P. Conditions that enable feedback. *Higher Education Research & Development*, v. 38, n. 7, p. 1401-1416, 2019.
- HEPPLESTONE, S.; HOLDEN, G.; IRWIN, B.; PARKIN, H. J.; THORPE, L. Using technology to encourage student engagement with feedback: a literature review. *Research in Learning Technology*, v. 19, n. 2, p. 117-127, 2011.
- KIM, E. J.; LEE, K. R. Effects of an examiner's positive and negative feedback on self-assessment of skill performance, emotional response, and self-efficacy in Korea: a quasi-experimental study. *BMC Medical Education*, v. 19, n. 142, p. 1-7, 2019.
- LEIBOLD, N.; SCHWARZ, L. M. The art of giving online feedback. *The Journal of Effective Teaching*, v. 15, n. 1, p. 34-46, 2015.
- LOCATELLI, S. W. *Tópicos de Metacognição: para aprender e ensinar melhor*. Curitiba: Appris, 2014.
- LODGE, J. M.; KENNEDY, G.; LOCKYER, L.; ARGUEL, A.; PACHMAN, M. Understanding difficulties and resulting confusion in learning: an integrative review. *Frontiers in Education*, v. 3, n. 49, p. 1-10, 2018.
- MACHADO, M. S. M. *O feedback por meio das tecnologias digitais como estratégia para o desenvolvimento da regulação metacognitiva no ensino de ciências*. 2021. 189 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2021).

MACHADO, M. S. M.; CLEOPHAS, M. G. Revisão bibliométrica das produções científicas em metacognição e tecnologias digitais no ensino de ciências no período de 2000 a 2020. *REVISTA DYNAMIS*, v. 28, n. 2, p. 188-207, 2022.

MASADEH, T. S. Y.; ELFEKY, A. I. M. Immediate versus delayed feedback in promoting student teachers skills for lesson plan implementation. *British Journal of Education*, v. 5, n. 8, p. 43-58, 2017.

MASANTIAH, C.; PASIPHOL, S.; TANGDHANAKANOND, K. Student and feedback: which type of feedback is preferable? *Kasetsart Journal of Social Sciences*, v. 41, p. 269-274, 2020.

NAYLOR, R.; BAIK, C.; WATTY, K.; ASMAR, C. *Good feedback practices: prompts and guidelines for reviewing and enhancing feedback for students*. Melbourne: The University of Melbourne, 2014.

NICOL, D. From monologue to dialogue: improving written feedback processes in mass higher education. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, v. 35, n. 5, p. 501-517, 2010.

NICOL, D. J.; MACFARLANE-DICK, D. Formative assessment and self-regulated learning: a model and seven principles of good feedback practice. *Studies in Higher Education*, v. 31, n. 2, p. 199-218, 2006.

OLIVEIRA, B. R.; OLIVEIRA, A. C. P.; JORGE, G. M. S.; COELHO, J. I. F. Implementação da educação remota em tempos de pandemia: análise da experiência do estado de Minas Gerais. *Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação*, v. 16, n. 1, p. 84-106, 2021.

OSTEMBERG, E.; CARRARO, M. R. S. As tecnologias digitais na educação e nos processos educativos durante a pandemia do COVID-19: relatos de professores. *Educação Por Escrito*, v. 11, n. 2, p. 1-11, 2020.

RAOOFI, S.; CHAN, S. H.; MUKUNDAN, J.; RASHID, S. M. Metacognition and second/foreign language learning. *English Language Teaching*, v. 7, n. 1, p. 36-49, 2014.

REZAZADEH, S.; ASHRAFI, S.; FOOZUNFAR, M. The effects of oral, written feedback types on EFL learners' written accuracy: the relevance of learners' perceptions. *Second National Conference on English Language Studies: Applied Linguistics Perspectives on EFL*, p. 1-21, 2018.

RIBEIRO, A. L.; BOVO, A. P. M. C.; DOROTÉIO, P. K. S. S. Desafios, saberes e práticas da formação docente quanto às tecnologias digitais. *SCIAS – Educação, Comunicação e Tecnologia*, v. 1, n. 1, p. 79-93, 2019.

ROSA, C. T. W. *Metacognição no ensino de Física: da concepção à aplicação*. Passo Fundo: UPF, 2014.

SAFARI, Y.; MESKINI, H. The effect of metacognitive instruction on problem solving skills in Iranian students of health sciences. *Global Journal of Health Science*, v. 8, n. 1, p. 150-156, 2016.

SCHNEIDER, E. M.; LIMA, B. C. T.; NETO, B. C. T. NUNES, S. A. O uso das tecnologias digitais da informação e comunicação (TDIC): possibilidades para o ensino (não) presencial durante a pandemia COVID-19. *Revista Científica Eduç@o*, v. 4, n. 8, p. 1071-1090, 2020.

SCHRAW, G.; CRIPPEN, K. J.; HARTLEY, K. Promoting self-regulation in science education: metacognition as part of a broader perspective on learning. *Research in Science Education*, v. 36, p. 111-139, 2006.

SHUCHMACHER, V. R. N.; ALVES FILHO, J. P.; SHUCHMACHER, E. As barreiras da prática docente no uso das tecnologias de informação e comunicação. *Ciência & Educação*, v. 23, n. 3, p. 563-576, 2017.

SILVA, R. D.; TRAJANO, I. R. L.; LIMA, I. C. R. S. O uso da tecnologia digital smartphone no processo educativo. In: *V Congresso Nacional de Educação*, 2018, Olinda. Anais V CONEDU. Campina Grande: Realize Editora, 2018.

STANTON, J. D.; NEIDER, X. N.; GALLEGOS, I. J.; CLARK, N. C. Differences in metacognitive regulation in introductory biology students: when prompts are not enough. *CBE life sciences education*, v. 14, n. 2, 2015.

TORRES, C. M. G.; AMORIM, M. N.; BEZERRA, W. A. P.; MARÇAL, F. A.; TORRES, S. M. G. COVID-19 e o acesso tecnológico de pais e alunos à educação remota em escolas públicas e privadas. *Revista Interfaces*, v. 8, n. 3, p. 785-792, 2020.

WOOD, R.; SHIRAZI, S. A systematic review of audience response systems for teaching and learning in higher education: the student experience. *Computers and Education*, v. 153, p. 1-19, 2020.

ZIEDE, M. K. L.; SILVA, E. T.; PEGORARO, L.; CANALLE, E. M.; SILVA, A. O. M.; CARVALHO, A. F. W. Tecnologias digitais na educação básica: desafios e possibilidades. *Novas Tecnologias na Educação*, v. 14, n. 2, p. 1-10, 2016.

ZIMMERMAN, B. J.; MOYLAN, A. R. Self-regulation: Where metacognition and motivation intersect. In: Hacker, D. J.; Dunlosky, J.; Graesser, A. C. (Eds.). *Handbook of metacognition in education* (p. 299-315). Routledge/Taylor & Francis Group, 2009.

Este artigo é fruto da dissertação de mestrado “*O feedback por meio das tecnologias digitais como estratégia para o desenvolvimento da regulação metacognitiva no ensino de ciências*” (Machado, 2021), realizada no Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática da Universidade Federal do Paraná.

Autora correspondente:

Maria das Graças Cleophas

Universidade Federal da Integração Latino-Americana. Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Energia e Sustentabilidade.

Avenida Tarquínio Joslin dos Santos, 1000 - Polo Universitário, Foz do Iguaçu/PR, Brasil.

Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e em Matemática.

4º andar Edifício da Administração – R. Centro Politécnico – Jardim das Américas, Curitiba/PR, Brasil.

E-mail: mgcp76@gmail.com

Todo conteúdo da Revista Contexto & Educação
está sob Licença Creative Commons CC – By 4.0.