

A BIOQUÍMICA POR TRÁS DA COVID-19: DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DE WEBQUEST DIRECIONADA AO ENSINO REMOTO EMERGENCIALNoeli S. M. Silva^a, Carolina Sotério^{a,*}, Fernanda Canduri^a e Saete Linhares Queiroz^{a,*}^aInstituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo, 13560-970 São Carlos – SP, Brasil

Recebido em 09/11/2022; aceito em 02/03/2023; publicado na web 17/04/2023

THE BIOCHEMISTRY BEHIND COVID-19: WEBQUEST DEVELOPMENT AND APPLICATION FOR EMERGENCY REMOTE TEACHING. WebQuests are inquiry-oriented activities structured in such a way that almost all resources used come from the web. The present study aims to investigate to what extent a WebQuest focusing on Biochemistry and COVID-19 can be used as an instructive tool to enhance undergraduate students' media and information literacy (MIL). Students' opinions on the use of the WebQuest were also discussed. The WebQuest was implemented in a BSc in Physical and Biomolecular Sciences course in the context of the COVID-19 pandemic. Based on the results of this study, the WebQuest has improved the MIL competence of students and motivated them towards learning Biochemistry.

Keywords: *WebQuest*; media and information literacy; COVID-19; biochemistry.**INTRODUÇÃO**

A Bioquímica é a área científica responsável pelo estudo das reações biológicas e químicas dos seres vivos, como plantas e animais, e não vivos, como os vírus, as quais estão presentes no meio inter e extracelular e são essenciais para que haja a vida. Esse ramo da ciência, que está em constante evolução, busca compreender como as macromoléculas, tais como lipídeos, carboidratos, proteínas e ácidos nucleicos, atuam no desenvolvimento e na manutenção da vida.¹

Nessa perspectiva, o conhecimento em Bioquímica é de grande valia para a formação dos profissionais das áreas das Ciências Biológicas, de Química e de Saúde, por possibilitar a compreensão de mecanismos biológicos e químicos a nível molecular e fornecer subsídios para a compreensão acerca de assuntos abordados em outras áreas, tais como: Biologia Celular e Molecular, Microbiologia, Genética, Biofísica, Fisiologia, entre outras.^{2,3} De fato, profissionais que atuam em laboratórios ou empresas de Biotecnologia, Bioquímica, Biologia Molecular, Biologia Celular e Biofísica, recorrentemente lançam mão de tal conhecimento para a resolução de problemas e tomada de decisões.

No que diz respeito aos componentes curriculares no Brasil, a Bioquímica é uma disciplina ofertada nos ciclos básicos dos cursos da área de Ciências e da Saúde, tanto na modalidade de licenciatura (Biologia e Química) quanto na de bacharelado (Biologia, Química, Biotecnologia, Ciências Físicas e Biomoleculares, Medicina, Fisioterapia, Enfermagem, Farmácia, Terapia Ocupacional, Psicologia, Nutrição, Odontologia, entre outras).^{2,3} Embora seja notória a importância do aprendizado dessa disciplina para a formação dos estudantes, tal processo é permeado por dificuldades, devido à abordagem de conteúdos complexos e densos, que precisam continuamente ser reformulados e contextualizados.⁴ Nesse sentido, há a necessidade de fomentar o protagonismo dos alunos nos ambientes de ensino, de modo a favorecer a aprendizagem em Bioquímica.

Trabalhos reportados na literatura relatam iniciativas que buscam justamente o alcance do referido propósito. Silva e Galembeck,⁵ por exemplo, investigaram como aplicativos de celular poderiam ser aprimorados para facilitar a aprendizagem de conteúdos de

Bioquímica pelos estudantes. Além disso, recursos de multimídia tais como plataformas de visualização de dados e de estruturas biológicas e recursos de bioinformática e de educação científica em aulas de Bioquímica são ferramentas relatadas por Parslow.⁶

A ferramenta *WebQuest* tem sido alvo de atenção nas últimas duas décadas.⁷ Proposta inicialmente por Bernie Dodge e Tom March, em 1995, a *WebQuest* é orientada de forma que o estudante lance mão de informações, sendo a maior parte delas provenientes da internet, de forma a consolidar a aprendizagem. Em outras palavras, associa-se o aprendizado a uma atividade didática que é levada a cabo por meio do acesso às referidas informações, sendo a construção de *WebQuests* pautada em recursos *web* simples, usualmente um processador de texto inserido em um site, de formato HTML.⁸⁻¹⁰ As informações são exploradas com a supervisão docente, podendo ser estabelecidas relações entre elas e outros recursos multimídias, atividade manuais e tarefas experimentais.⁹ Além disso, na aplicação de uma *WebQuest*, alguns elementos são necessários tais como: introdução de um conteúdo, atribuição de determinada tarefa, disponibilidade de recursos e informações, descrição de como os estudantes devem seguir para finalizar a tarefa e acompanhamento da atividade, a fim de que a proposta seja concluída com sucesso.¹⁰ Cabe destacar que a definição adotada neste artigo da *WebQuest* como uma ferramenta não é a única observada na literatura, podendo a mesma ser definida também como metodologia de ensino.

A ferramenta *WebQuest* tem sido amplamente aplicada em diferentes áreas do conhecimento e pode aprimorar habilidades como o pensamento crítico, a resolução de problemas, a seleção de informações no ambiente *web* e o aprendizado de conceitos científicos.¹¹⁻¹⁴ Tais características vão ao encontro do desenvolvimento da alfabetização informacional e midiática (AMI), reiterada pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO) como uma maneira de empoderar pessoas e propiciar o alcance de seus objetivos pessoais, sociais, ocupacionais e educacionais a partir do uso significativo das mídias e do acesso e disseminação da informação em diferentes formatos.¹⁵ Somado a isso, o formato *WebQuest* estimula uma abordagem investigativa e a formulação de hipóteses acerca do conteúdo proposto, o que pode proporcionar uma experiência de aprendizagem mais satisfatória e rica.^{8,16}

Com base nas referidas premissas e no cenário de pandemia da COVID-19, iniciada em 2020, que implicou no distanciamento físico

*e-mail: saete@iqsc.usp.br

entre docentes e discentes, o presente trabalho tem como objetivo relatar e analisar, na perspectiva da AMI,¹⁵ a aplicação da *WebQuest* denominada *A Bioquímica por trás da COVID-19* em uma disciplina de Bioquímica ofertada pelo Instituto de Química de São Carlos, Universidade de São Paulo (IQSC/USP) no curso de Bacharelado em Ciências Físicas e Biomoleculares, do Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo (IFSC/USP), adaptada ao ensino emergencial remoto. Além disso, foram investigadas as percepções dos estudantes frente à atividade proposta. Os aspectos discutidos neste trabalho podem fornecer subsídios para educadores acerca de aplicações metodológicas e implementação de propostas similares, para o desenvolvimento de habilidades desejáveis na formação de graduandos das áreas das Ciências Biológicas, de Química e de Saúde.

WebQuest A Bioquímica por trás da COVID-19

Conforme reportado na literatura,¹⁷ uma *WebQuest* deve apresentar três importantes características para ser considerada uma boa ferramenta em práticas de ensino, o que é conhecido como os três “Rs”: Real, Rica e Relevante. Sob a perspectiva Real, deve-se analisar se a atividade apresenta conexão com a realidade, ou seja, se a proposta possibilita a associação dos conteúdos com aspectos recorrentes fora da sala de aula. Por outro lado, concernente à característica Rica, a atividade é considerada eficaz se permite o enriquecimento do ensino e não se alinha com práticas tradicionais. Por fim, a respeito da Relevância, deve-se verificar se a atividade proposta é capaz de despertar o interesse dos discentes. Cabe ainda destacar que um típico modelo de *WebQuest* abarca seis módulos: Introdução, Tarefa, Fontes, Processo, Avaliação e Conclusão.⁸

A *WebQuest* em questão, *A Bioquímica por trás da COVID-19*, disponível em <https://melons9.wixsite.com/website>, cuja tela inicial encontra-se ilustrada na Figura 1, foi criada tendo em vista o atendimento das referidas premissas e visando à promoção de reflexões dos alunos acerca da relação da Bioquímica com o estudo do Coronavírus.

Na ocasião deste estudo, a *WebQuest* dividiu-se em oito abas (Figura 2): introdução, tarefa, processo, recursos, avaliação, conclusão, créditos e comentários.

Introdução: aba que contextualiza o cenário de pandemia e a busca de soluções para o mesmo. Destaca a importância das áreas de Bioquímica e Física Biomolecular no combate ao Coronavírus, e assim busca despertar o interesse dos estudantes para a realização da tarefa.

Tarefa: aba que contém a atividade proposta na qual era solicitado que os alunos trabalhassem em grupo para a resposta da seguinte questão de estudo: “Qual é a relação da Bioquímica com a composição e aplicação de macromoléculas para o estudo do Coronavírus?”. Para tanto, os discentes deveriam escolher uma das seguintes perspectivas: composição estrutural viral - proteínas (anticorpos, receptores de membranas, enovelamento e transporte de proteínas virais); composição estrutural viral - ácidos nucleicos (DNA e RNA); composição estrutural viral - lipídeos e carboidratos; física biomolecular *in vitro* - uma análise estrutural e molecular.

Processo: aba que apresenta as orientações acerca do tempo disponível para a realização da tarefa (3 semanas), como ela deveria ser elaborada (formato livre) e como a resposta deveria ser disponibilizada (via Google Drive).

Notícias e recursos: aba que disponibiliza notícias e recursos no formato de vídeos. O primeiro recurso, intitulado *Coronavírus: O que COVID-19 faz com o seu Corpo*, é uma videoreportagem de 5 minutos e 25 segundos feita pela *British Broadcasting Corporation* (BBC) sobre o processo de infecção da doença. O segundo recurso, intitulado *O que é um Vírus?* é uma videoreportagem de 6 minutos e 6 segundos elaborada pelo Jornal O Globo, cujo conteúdo aborda a natureza viral da doença COVID-19. A terceira videoreportagem, produzida pela Uol e com duração de 4 minutos e 43 segundos, é denominada *O que Sabemos sobre as Vacinas Contra o Coronavírus?*, e clarifica as etapas de produção dos imunizantes. O quarto recurso, intitulado *Porque o Sabão Mata o Coronavírus???* (sic), diz respeito a uma videoaula de curta duração (1 minuto e 56 segundos), preparada



Figura 1. Tela inicial da *WebQuest* aplicada em aula sobre Bioquímica e COVID-19

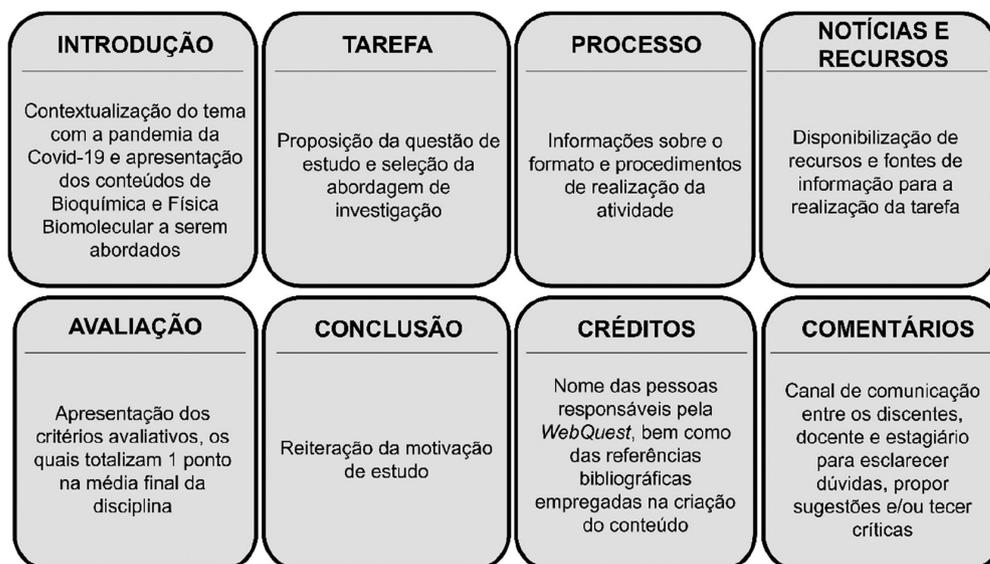


Figura 2. Abas da *WebQuest* sobre Bioquímica e COVID-19, adaptado de Dodge⁸

por uma professora de Química, sobre os três principais elementos de um vírus: o RNA, as proteínas e os lipídeos. O quinto recurso, nomeado *Bioquímica do Novo Coronavírus*, é uma videoaula com duração de 10 minutos e 32 segundos na qual um professor de Bioquímica explicita o mecanismo de ação do vírus SARS-CoV-2. O sexto e último vídeo, publicado pelo canal da USP com o título *CIBFar: da Estrutura das Proteínas até os Medicamentos*, trata de uma entrevista de 10 minutos e 49 segundos com um especialista em cristalografia de proteínas, o qual discorre sobre os principais aspectos do processo de desenvolvimento de fármacos.

Avaliação: aba que apresenta os critérios utilizados para obtenção de nota na atividade, bem como sua pontuação na média final.

Conclusão: aba que indica o que era esperado após a realização da tarefa. Ou seja, a verificação da importância da disciplina para o estudo da doença, além da compreensão e aplicação dos conteúdos que já haviam sido vistos de forma integrada.

Créditos: aba que traz os nomes do estagiário (vinculado ao Programa de Aperfeiçoamento de Ensino (PAE)¹⁸ da USP) e docente, criadores da *WebQuest*, bem como as fontes utilizadas para a elaboração da mesma.

Comentários: aba que possibilita a interação dos estudantes com o estagiário e docente responsável pela disciplina diante do surgimento de dúvidas, críticas ou sugestões acerca da atividade. Para tal, era necessário submeter informações de e-mail, nome, telefone (opcional) e endereço (opcional).

Contexto de aplicação da proposta

A aplicação da *WebQuest* denominada *A Bioquímica por trás da COVID-19* ocorreu na disciplina de Princípios de Química Orgânica e Bioquímica de Macromoléculas, teórica de 4 créditos, oferecida aos alunos matriculados no 3º semestre do curso de Bacharelado em Ciências Físicas e Biomoleculares do IFSC/USP em 2 aulas semanais com duração de 2 h cada. Esta disciplina tem como principal objetivo o estudo das propriedades físicas e químicas das macromoléculas biológicas.¹⁹

A disciplina, ofertada de forma remota via Google Meet durante o 1º semestre de 2020 – que marcou o início da pandemia de COVID-19 – contou com 27 alunos matriculados, dos quais 23 participaram de todas as etapas da aplicação da *WebQuest*, com o auxílio de um estagiário, responsável por acompanhar o desenvolvimento da atividade ao longo do período letivo. Os estudantes se organizaram

da seguinte forma para a realização da atividade: 2 duplas, 3 quintetos e 4 estudantes optaram por realizar as tarefas de forma individual.

A disciplina em questão apresenta a teoria relacionada ao estudo das biomoléculas, por meio de suas unidades básicas e grupos funcionais, bem como seus níveis de organização e interações metabólicas, de forma a possibilitar a compreensão acerca das funções, considerando bases moleculares e energéticas. Os alunos estudam as diferentes propriedades físicas, químicas e biológicas das macromoléculas, divididas em dois momentos: a parte inicial, correspondente principalmente à Química Orgânica, fornece suporte à segunda parte, correspondente ao conteúdo de Bioquímica. Dentre os conteúdos abordados na disciplina, são enfatizados os seguintes: Química do carbono; os grupos funcionais e as reações orgânicas de interesse em Bioquímica; as propriedades de sistemas biológicos; a estrutura e função de proteínas; enzimas; propriedades e função de carboidratos e lipídios; nucleotídeos e ácidos nucleicos; e princípios de bioenergética.¹⁹

Aplicação da *WebQuest* A Bioquímica por trás da COVID-19

A *WebQuest* foi implementada durante a segunda parte da disciplina, que diz respeito aos conteúdos de Bioquímica de Macromoléculas, em 3 etapas (Figura 3).

Etapa I

Inicialmente, o docente e o estagiário da disciplina fizeram a apresentação e contextualização da *WebQuest* sobre os conteúdos de Bioquímica mobilizados no tema da COVID-19 em aula ministrada na plataforma Google Meet, com duração de 2 horas. Na ocasião, foi disponibilizado o endereço eletrônico da *WebQuest* para os alunos e percorridas as abas da mesma para explicitar cada uma delas (Figura 3, I a). Ainda, foram enfatizados os recursos disponíveis na forma de vídeo (reportagens, aulas e uma entrevista), os quais correlacionavam temas de Bioquímica e COVID-19 e poderiam auxiliar os estudantes na realização da tarefa solicitada (Figura 3, I b).

Etapa II

Após a apresentação e contextualização da *WebQuest*, os estudantes foram divididos em grupos de até 5 pessoas para a realização da tarefa (Figura 3, II a). Estes foram apresentados às 3 principais abordagens que poderiam ser adotadas na resolução da questão de estudo, que dizia respeito à investigação da composição estrutural viral na perspectiva do estudo das proteínas, ácidos

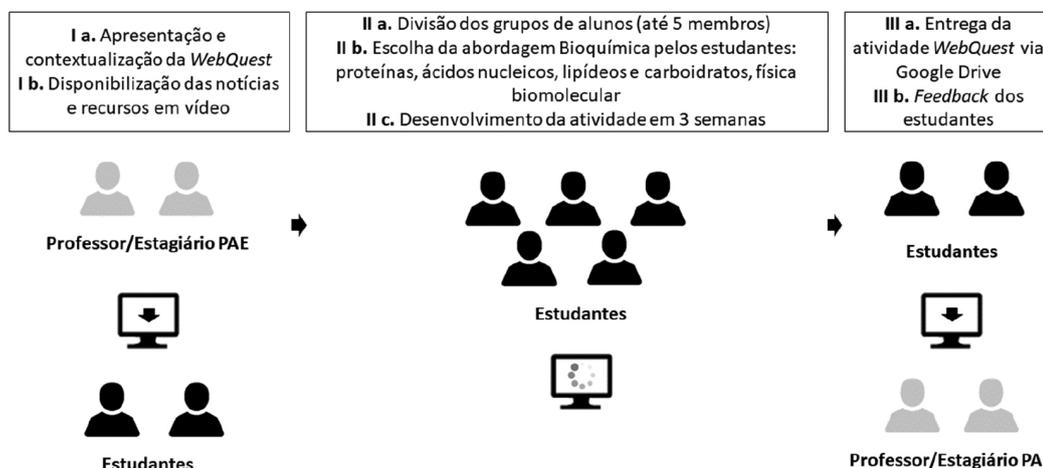


Figura 3. Representação esquemática das etapas da aplicação da *WebQuest* sobre Bioquímica e COVID-19 de forma remota

nucleicos, lipídeos e carboidratos ou da Física Biomolecular (Figura 3, II b). Por fim, foi acordado um prazo de 3 semanas para que os estudantes apresentassem uma atividade em formato livre que respondesse à proposição sobre como a Bioquímica poderia auxiliar no estudo da COVID-19 (Figura 3, II c).

Etapa III

Ao final do prazo acordado, os estudantes submeteram os materiais elaborados como resposta à questão de estudo na plataforma Google Drive, de modo que os arquivos ficassem automaticamente salvos e fossem compartilhados entre todos os matriculados na disciplina (Figura 3, III a). Além disso, com o intuito de conhecer as percepções dos alunos diante da aplicação da *WebQuest* e à adaptação ao ensino remoto emergencial, foi solicitado que respondessem de forma anônima o questionário ilustrado no Quadro 1. O questionário foi elaborado na plataforma Socrative,²⁰ a qual já era familiar aos estudantes, e disponibilizado no último dia de aula (Figura 3, III b).

Quadro 1. Questões endereçadas aos estudantes via Socrative para obtenção de *feedback* sobre a atividade *WebQuest*

Questão	Pergunta
1	Você conhecia/havia participado de alguma atividade envolvendo <i>WebQuest</i> antes de cursar essa disciplina?
2	Por meio da <i>WebQuest</i> você conseguiu verificar o papel da Bioquímica no estudo da COVID-19?
3	Você se sentiu motivado(a) ao realizar a <i>WebQuest</i> proposta?
4	Você considera que a atividade proposta e o material disponibilizado ajudaram em sua aprendizagem, embora o conteúdo tivesse sido adaptado ao ensino remoto emergencial?
5	Você considera interessante que atividades <i>WebQuest</i> sejam utilizadas em outras disciplinas?
6	Como você consideraria o seu grau de aprendizado nesta disciplina? Responda com uma das seguintes opções: ótimo, bom, regular ou ruim.

Os materiais produzidos, na plataforma Google Drive, foram submetidos à avaliação pelo docente, segundo os critérios previamente apresentados: estabelecimento de relações entre a Bioquímica e a COVID-19; pesquisa fundamentada na literatura científica; e criatividade na elaboração da resposta à atividade proposta.

Resolução da *WebQuest*

As produções entregues pelos estudantes como resposta à

WebQuest foram analisadas na perspectiva da AMI, a qual, segundo a UNESCO, que desenvolveu o documento responsável pela popularização do termo:

“É definida como um conjunto de competências que empodera os cidadãos para acessar, recuperar, compreender, avaliar, usar, criar e compartilhar informações e conteúdos midiáticos de todos os formatos, usando várias ferramentas, com senso crítico e de forma ética e efetiva, para que participem e engajem-se em atividades pessoais, profissionais e sociais”.¹⁵

Em consonância com esta definição, a resolução da *WebQuest* possibilitou, inicialmente, que os estudantes se engajassem na realização de uma tarefa cujo tema permeia esferas pessoais, profissionais e sociais. Nesse sentido, ao traçar relações entre a Bioquímica e a COVID-19, eles se dedicaram a investigar, na perspectiva científica, um problema de ordem social²¹ (a pandemia), cujos impactos se deram no âmbito pessoal e profissional, evidenciado pela própria adaptação da disciplina em questão para o ensino remoto emergencial.

A seguir, as produções dos estudantes são discutidas em detalhes, ilustrando o emprego de tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) e as competências mobilizadas com a resolução da *WebQuest*.

Produções dos estudantes: TDIC empregadas

A variedade de TDIC empregadas para a resolução da *WebQuest*, que totaliza 9 produções, é mostrada no Quadro 2. Cabe ressaltar que este levantamento considerou a variedade de conteúdos e formatos – visuais e escritos – presentes em cada produção estudantil, de forma que uma mesma produção pode conter mais de um tipo de TDIC.

Dentre as TDIC listadas no Quadro 2, notou-se o emprego de conteúdos textuais (presentes em 100,0% das atividades), seguidos de infográficos e imagens (ambos 77,8%), slides (66,7%), vídeos (33,3%), histórias em quadrinhos (HQ) e *podcasts* (ambos 11,1%) para a resolução da *WebQuest*. Cabe destacar que os infográficos se diferenciam das imagens por combinarem recursos verbais e imagéticos.²²

No que diz respeito às produções majoritariamente textuais, observou-se que a estrutura daquelas numeradas como 1 e 5 no Quadro 2 se assemelhou à dos artigos científicos, uma vez que contemplou seções como introdução, desenvolvimento e conclusões, além da utilização de uma linguagem de caráter técnico.²³ Ao

Quadro 2. Descrição dos conteúdos e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) presentes na resolução da *WebQuest* pelos estudantes

Número de estudantes e produções	Conteúdos abordados na resolução da <i>WebQuest</i>	TDIC empregadas
Individual (produção 1)	Texto intitulado <i>A Bioquímica envolvida por trás da COVID 19 - A Composição Estrutural Viral: DNA e RNA</i> . Nesta produção é detalhada a estrutura viral do SARS-CoV-2, com atenção para a diferença entre vírus de DNA e RNA e o desenvolvimento de vacinas para combater a doença	Texto (16 páginas de extensão no formato PDF) e infográficos
Individual (produção 2)	Apresentação de slides criada a partir da plataforma Google Slides e intitulada <i>Coronavírus: Proteínas Estruturais - MENS</i> . Nesta produção é detalhada a estrutura das principais proteínas envolvidas no processo de infecção viral pelo SARS-CoV-2	Slides (compostos por 9 transições) contendo textos curtos, imagens e infográficos
Individual (produção 3)	Apresentação de slides criada a partir da plataforma Google Slides e intitulada <i>O Coronavírus e os Tipos Sanguíneos</i> . Nesta produção é feita uma relação entre a doença COVID-19 e sua manifestação de forma grave ou branda em pessoas de diferentes tipos sanguíneos (sistema ABO)	Slides (compostos por 10 transições) contendo textos curtos, infográficos, imagens, vídeo do tipo <i>vlog</i> (1'45'') e <i>podcast</i> (5'00'')
Individual (produção 4)	Videoanimação intitulada <i>Qual é a Relação da Bioquímica com a Composição e Aplicação de Macromoléculas para o Estudo do Coronavírus</i> , criado com slides a partir da plataforma Animaker. ²¹ Nesta produção é ilustrado o processo de infecção da COVID-19 e discorre sobre o uso de inteligência artificial para análise das estruturas virais e criação de estratégias de combate	Videoanimação na forma de slides (1'50'') contendo textos curtos e imagens
Dupla (produção 5)	Texto intitulado <i>A Bioquímica Envolvida por trás da COVID-19, Lipídeos e Carboidratos</i> . Esta produção detalha a estrutura viral do SARS-CoV-2, com ênfase nos carboidratos, e o emprego de saneantes para combater o vírus, com particular atenção para a função do sabão na destruição do envelope viral composto por lipídeos	Texto (3 páginas de extensão no formato docx)
Dupla (produção 6)	Vídeo contendo a gravação da apresentação de slides intitulada <i>WebQuest: Replicação de RNA no COVID-19</i> . Esta produção detalha a estrutura viral do SARS-CoV-2 e a ação de fármacos, como o Favipiravir e o Remdesivir, no combate à doença	Videogravação (7'08'') de uma apresentação de slides (composta por 9 transições), contendo textos curtos, infográficos e imagens
Quinteto (produção 7)	Texto intitulado <i>COVID-19</i> que discorre sobre o programa de mapeamento da COVID-19 na cidade de São Carlos. Nesta produção é detalhado o processo de infecção viral no corpo dos seres humanos e, consequentemente, como a infecção pode ser detectada por meio do teste ELISA	Texto (8 páginas de extensão no formato PDF), imagens e infográficos
Quinteto (produção 8)	Jornal de notícias intitulado <i>Coronavírus</i> , criado como uma apresentação de slides a partir da plataforma Prezi. Na capa desta produção é apresentada uma matéria nomeada <i>Coronavírus e a Pandemia: Entenda o Funcionamento do Vírus que se Alastra pelo Mundo</i> , que discorre sobre o processo de infecção, disseminação e formas de prevenção da doença, com detalhamento da estrutura viral do SARS-CoV-2	Slides (compostos por 15 transições) compondo um jornal de notícias, contendo textos curtos, infográficos, imagens e histórias em quadrinhos (HQ)
Quinteto (produção 9)	Apresentação de slides intitulada <i>As Facetas do DNA e RNA Virais</i> , criada a partir da plataforma Prezi. Nesta apresentação são apresentados aspectos estruturais do vírus, técnicas de diagnóstico e formas de prevenção farmacológicas e não-farmacológicas	Slides (compostos por 33 transições) contendo textos curtos, imagens e infográficos

mesmo tempo, a produção 7 pode ser caracterizada como um texto de divulgação científica (TDC) em função do uso de intertítulos e imagens chamativas; recursos linguísticos como o emprego de aspas, conceituação e procedimentos explicativos; presença de lide jornalística, entre outros; com a finalidade de disseminar os resultados de um estudo científico para públicos leigos.²⁴ As demais produções empregaram conteúdos textuais mais curtos e, portanto, como um elemento auxiliar da exposição das informações.

O endereçamento de tais produções a públicos distintos também foi observado na elaboração de slides pelos estudantes, visto que as produções 2-4, 6, 8 e 9 continham informações de maior nível de detalhamento e, portanto, eram direcionadas a uma audiência com maior nível de especialização no assunto; enquanto que o jornal de notícias (produção 8), por fazer menção a um tipo de mídia popular, remeteu à comunicação com públicos não-especializados.

Segundo a UNESCO, a AMI impacta diferentes esferas da sociedade e, portanto, faz-se necessário que tanto parcelas mais populares quanto mais especializadas e com poder de decisão adquiram competências desejáveis para que participem dos debates

públicos de forma crítica e democrática.¹⁵ Nesse sentido, os resultados encontrados revelaram uma preocupação dos estudantes em informar diferentes audiências sobre o papel da ciência no estudo da pandemia. Tal atitude é reforçada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) diante da infodemia ocasionada pela COVID-19 – isto é, a circulação massiva de informações não necessariamente apuradas, cuja disseminação é principalmente facilitada pela internet e redes sociais. Assim, para combater os efeitos dessa crise informacional associada, a OMS destaca a necessidade de especialistas se capacitarem para promover o acesso a informações baseadas em evidências científicas por todos os cidadãos, inclusive, com a utilização dos canais midiáticos.²¹

A *WebQuest* também propiciou a utilização de infográficos para a sua resolução (produções 1-3 e 6-9), ferramentas corriqueiramente empregadas pelas mídias populares – e cada vez mais presentes na prática educativa – para auxiliar a visualização de informações complexas, uma vez que exploram o entendimento do leitor para que as informações graficamente dispostas sejam assimiladas.²² Ainda, imagens foram empregadas nas produções 2-4 e 6-9 para ilustrar

a estrutura de proteínas, carboidratos, fármacos com potencial para combater a COVID-19 e do vírus; o trabalho do cientista em laboratório; livros de ciência; e o processo de infecção pela COVID-19 no corpo humano. Com efeito, empregar recursos que facilitem o entendimento efetivo da mensagem, como infográficos e imagens, é um dos pilares da AMI, que advoga pela inclusão de práticas em sala de aula que propiciem a elaboração de imagens e textos para estimular um aprendizado a partir da assimilação de conteúdos e da reflexão.^{15,25}

Em menor frequência, foram empregados vídeos, *podcasts* – arquivos digitais de áudio ou vídeo que podem ser baixados pela internet²⁶ – e HQ. A utilização de vídeos (presentes nas produções 3, 4 e 6) é recorrente em modalidades de ensino remoto. No entanto, a produção autoral destes materiais por estudantes é pouco relatada na literatura, apesar de seu potencial em fomentar tanto habilidades digitais quanto a aprendizagem do conteúdo científico em si.^{27,28} Ademais, cabe notar que esses tipos de TDIC empregados para a resolução da *WebQuest* refletem a influência das redes sociais no cotidiano dos estudantes, uma vez que a comunicação em vídeo – especialmente o *vlog* – se originou a partir de plataformas como o YouTube e tem se tornado ainda mais popular com a pandemia da COVID-19.²⁹

Já o *podcast* (produção 3) trouxe a fala de uma pesquisadora para explicitar a relação entre tipos sanguíneos e formas graves da COVID-19; enquanto que a HQ (produção 8) quis atribuir um tom cômico à facilidade de se combater o SARS-CoV-2 a partir do uso de saneantes. Apesar de não tradicionais no ensino de química, os *podcasts* foram listados pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) como um dos recursos didáticos explorados por educadores de todo o mundo diante do ensino remoto emergencial instaurado com a pandemia da COVID-19;³⁰ enquanto as HQ têm sido utilizadas, inclusive, para a abordagem de temas sociocientíficos em sala de aula.³¹ Ademais, como preza a AMI, a comunicação também deve ser pensada em seu sentido socio-cultural.¹⁵ Com efeito, *podcasts* e HQ são mídias culturalmente populares em diversas nações³²⁻³⁴ e, portanto, podem despertar o interesse e facilitar a comunicação sobre temas de ciência com pessoas que já consomem conteúdos dessas mídias.

Conforme exposto, o aparecimento de materiais convencionais de ensino de ciências, como as apresentações de slides e os textos que remeteram aos artigos científicos, pode ser justificado pelo uso recorrente destes tipos midiáticos no cotidiano das carreiras científicas e em grande parte das ações didáticas.³⁵ No entanto, também foi notada a presença de recursos que fogem às estratégias costumeiras – tais como as HQ, *podcasts*, jornais de notícias e TDC – e reforçam o potencial das *WebQuests* de inovar as intervenções didáticas levadas a cabo no ensino de Bioquímica no nível superior.

Essa combinação de recursos verbais e não verbais para a realização da atividade, conforme expresso no Quadro 2, aponta para o caráter multimidiático das *WebQuests*, reportado na literatura como um potencial facilitador do processo de ensino e aprendizagem, uma vez que favorece a aquisição de conhecimentos a partir da combinação de diferentes ferramentas e a circulação das informações científicas em meios distintos, tais como canais de áudio, imagem e texto.³⁶⁻³⁸

Produções dos estudantes: competências mobilizadas pela AMI

Em continuidade, foi analisado o potencial da atividade para o desenvolvimento das competências previstas pela AMI,¹⁵ considerando as produções, cujas características estão expressas no Quadro 2. Nessa perspectiva, foi possível constatar que esta propiciou que os estudantes compreendessem as relações existentes entre a COVID-19 e a Bioquímica, principalmente no que diz respeito ao

estudo do vírus e à transmissão e combate à doença, conforme ilustra o seguinte excerto da produção 1, que dialoga sobre o papel da ciência no desenvolvimento de vacinas:

“Com a propagação rápida e mortal do novo Coronavírus, a ciência se tornou a cada dia que se passou desde o primeiro surto, cada vez mais importante e presente na rotina das pessoas, que antes disso tudo. Ela está presente desde o sabão que utilizamos para matar vírus e bactérias do nosso corpo, na composição de materiais hospitalares, tecidos tecnológicos para máscaras e proteção individual de médicos(as), enfermeiros(as) e da população em geral, mas o ponto em que a sociedade mais cobra e espera da ciência nos dias de hoje é a Vacina contra a COVID-19”.

Além disso, a realização da atividade favoreceu que os estudantes recuperassem conhecimentos trabalhados ao longo do semestre letivo para explicitar tais relações. Isto pode ser observado a partir dos conteúdos de todas as produções (Quadro 2), que tanto dialogam com tópicos previstos na ementa da disciplina,¹⁹ tais como a estrutura e função de proteínas, quanto trazem em seu bojo novas informações, o que demonstra compreensão textual.³⁹ O excerto, a seguir, oriundo da produção 7, corrobora esta afirmação:

“No caso do COVID-19 (...) esse vírus possui uma proteína em sua membrana que se destaca (representado em roxo), chamada spike ou S-protein, essa proteína é uma máquina multifuncional que intermedia a entrada do vírus nas células hospedeiras ligando-se aos receptores proteicos da célula (ACE2 receptor) e também mediam as fusões de membrana célula-vírus. Esses receptores são mais abundantes em células do pulmão e do intestino, daí surgem problemas como a SARS e, em algumas pessoas, diarreia também. Uma vez ligado às proteínas receptoras transmembranares da célula, o vírus entra na célula e então está pronto para replicar-se, repetindo exponencialmente esse ciclo”.

Ademais, os estudantes se mostraram não somente capazes de compreender e recuperar conhecimentos, mas também aptos para avaliar o conteúdo de tais informações.¹⁵ Este último aspecto foi verificado na produção 3, em que o estudante não somente expõe as relações existentes entre a manifestação grave ou branda da COVID-19 e o tipo sanguíneo do paciente, apontadas pela literatura científica, mas também lança novos questionamentos acerca do tema a partir de um relato na forma de *vlog*, conforme ilustra o excerto a seguir, complementando, assim, sua resposta à *WebQuest*:

“Para complementar e finalizar essa apresentação, eu gostaria de fazer alguns questionamentos. Os estudos indicam que [para] os pacientes com o tipo sanguíneo “A” – que são aqueles que apresentam o *N*-Acetilgalactosamina como um fator determinante para diferenciar o glicoesfingolípido do seu antígeno – existe a tendência de desenvolver a forma grave da doença, enquanto que os “tipo O” tem a tendência de não desenvolver a forma grave, tendo sintomas mais brandos. E as perguntas que eu trago seriam: será que esse antígeno tipo A contribui de alguma forma para a reprodução do Coronavírus? Será que ele ajuda no transporte do Coronavírus entre as células? Ou será que o problema está mais enraizado na genética de cada pessoa do que a gente imagina? São respostas que a gente vai ter só depois de muitas pesquisas feitas pelos cientistas e que ainda é muito cedo para ter qualquer conclusão”.

De fato, a UNESCO destaca como a AMI pode favorecer o pensamento crítico e reflexivo, conectando-se, portanto, com a habilidade de gerenciar e ponderar sobre informações oriundas de diferentes fontes,¹⁵ o que se mostra essencial diante da infodemia ocasionada pela COVID-19.²¹

A partir da aquisição das informações necessárias para a resolução da *WebQuest*, todos os estudantes mostraram-se capazes de utilizar, compartilhar e criar conteúdos midiáticos de diferentes formatos, exemplificado pelas produções listadas no Quadro 2. Com efeito, o domínio de ferramentas digitais e a combinação de diferentes modelos e plataformas de comunicação são aspectos essenciais da AMI para a vida no século XXI, que é marcado pela grande circulação de informações e dados em ambientes tecnológicos.¹⁵

O alcance de tais resultados foi possibilitado pelo acesso às informações científicas acuradas, em grande parte devido à aba de “Notícias e Recursos” da *WebQuest*, em que foram disponibilizados materiais sobre o assunto. De fato, todas as produções referenciaram as fontes das informações veiculadas, com destaque para:

- a) a citação de artigos científicos, em inglês, publicados por periódicos com seletiva política editorial, tais como *The Lancet*, *The Journal of Physical Chemistry Letters* e *Journal of Advanced Research*;
- b) livros didáticos, com grande influência do material intitulado *Princípios de Bioquímica de Lehninger*;¹
- c) materiais de imprensa elaborados por instituições de credibilidade, como notícias científicas (publicadas, por exemplo, pelo *New York Times*, Uol e a Sociedade Brasileira de Análises Clínicas), entrevista via *podcast* (veiculada pela Rádio USP) e *websites* (tanto destinados à publicações de conteúdo de educação, como a plataforma Descomplica, quanto vídeos do YouTube);
- d) bancos de dados, como o *Protein Data Bank*, uma base estadunidense de acesso aberto que contém informações das estruturas 3D de moléculas biológicas.

Cabe destacar que, dentre os recursos citados, foi observado o emprego de novas referências, além das inicialmente disponibilizadas pela *WebQuest*. Com efeito, a AMI favorece não somente o consumo de conteúdos disponíveis em diferentes mídias, mas também a criação e compartilhamento de informações responsáveis, inclusive, a partir do uso de TDIC.¹⁵ Além disto, o volume de informações acessadas pelos estudantes em língua inglesa é surpreendente, visto os desafios históricos que o Brasil tem enfrentado frente ao ensino-aprendizagem do idioma estrangeiro.^{40,41}

Percepções dos estudantes sobre a *WebQuest*

Conforme mencionado anteriormente, com o intuito de conhecer as percepções dos alunos sobre a atividade didática realizada, foi aplicado um questionário (Quadro 1), cuja análise permitiu concluir que a maior parte deles (84,6%) nunca havia participado de atividades *WebQuest* (questão 1). Este resultado não é surpreendente, visto que são poucos os artigos que relatam o uso dessa ferramenta didática no ensino superior de química no Brasil – com efeito, até a data de elaboração deste manuscrito, somente um artigo publicado nesta revista fez menção às *WebQuests*.⁴²

Com o desenvolvimento da atividade e a familiarização com o seu formato, 84,6% dos estudantes relataram ter percebido o papel da Bioquímica de Macromoléculas para o estudo da COVID-19 (questão 2), ao passo em que 69,2% dos respondentes relataram, inclusive, terem se sentido motivados pela profissão escolhida e notado a importância desta no atual momento de pandemia (questão 3). De fato, a pandemia de COVID-19 trouxe a Ciência e a Tecnologia para os holofotes midiáticos de forma nunca antes vista, evidenciando, também, o papel dos profissionais dessas áreas.³⁸ Esses

dados reforçam o que já foi observado em fenômenos históricos que propiciaram o engajamento público em temas científicos e culminaram no ingresso de jovens nessas carreiras, como ocorrido com a missão Apollo.⁴³

Ainda, todos os estudantes disseram que os materiais, atividades e as aulas ajudaram em sua aprendizagem ainda que o conteúdo tivesse sido dado mediante o ensino remoto emergencial (questão 4); e 84,6% acham interessante o uso da *WebQuest* em outras disciplinas (questão 5). Tais resultados são expressivos frente aos desafios enfrentados mundialmente para adaptar atividades presenciais para o ambiente virtual mantendo a qualidade do ensino e da aprendizagem, com destaque para a dificuldade de acesso aos materiais e aulas por questões de inclusão digital, convívio familiar e falta de interação humana.⁴⁴

Por fim, quando questionados sobre seu aprendizado na disciplina (questão 6, escala Likert), 54% dos discentes consideraram seu aprendizado como bom, 23% como ótimo e 23% como regular, mas nenhum deles considerou seu aprendizado como ruim. De fato, são muitos os fatores que interferem na relação do estudante com a disciplina diante do ensino remoto, dentre os quais se destacam o acesso à internet, a disposição de um ambiente de estudo e a própria estafa mental diante do cenário de calamidade pública.⁴⁵ Mesmo diante de um cenário de muitas dificuldades, a *WebQuest* se mostrou um recurso eficiente de apoio às aulas da disciplina, na perspectiva dos estudantes, e resultou no alcance da nota total (1 ponto na média) para essa atividade por todos os participantes, o que reforça o alcance dos objetivos de ensino. Estes resultados são reforçados pela literatura, que desmistifica a efetividade do ensino e aprendizagem de conteúdos de química a partir de estratégias não convencionais,⁴⁶ especialmente a *WebQuest*.⁴⁷

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A *WebQuest* desenvolvida na disciplina de Princípios de Química Orgânica e Bioquímica de Macromoléculas mostrou-se uma ferramenta viável para subsidiar as aulas frente ao ensino remoto emergencial instaurado pela pandemia de COVID-19 e para promover as competências previstas pela AMI.

Os resultados obtidos com a realização da atividade apontaram para o domínio de uma variedade de TDIC pelos estudantes, desde as mais tradicionais no processo de ensino e aprendizagem de Bioquímica no nível superior (como o uso de recursos textuais, imagéticos e de slides) às menos tradicionais (como vídeos, *podcasts* e HQ), corroborando o alcance das competências relativas à utilização, criação e compartilhamento das informações e conteúdos midiáticos. Ademais, para consumir e disseminar tais conhecimentos, os estudantes demonstraram dominar o acesso às informações cientificamente acuradas sobre a COVID-19, tanto facilitado pela aba “Notícias e Recursos” da *WebQuest* quanto pela busca individual por referências.

No que concerne ao conteúdo das produções, foi possível verificar tanto a compreensão e recuperação de conhecimentos de Bioquímica trabalhados ao longo da disciplina, quanto a avaliação das informações obtidas por parte dos estudantes, o que reforça o potencial da *WebQuest* para a promoção do pensamento crítico e reflexivo.

Os estudantes, cuja maioria nunca havia tido contato com uma *WebQuest* anteriormente, exprimiram percepções positivas sobre o uso da ferramenta no ensino remoto emergencial, em particular sobre: a suficiência dos materiais e recursos disponibilizados na plataforma; a possibilidade de utilizarem a ferramenta novamente; a contribuição da mesma para a aprendizagem dos temas trabalhados; e a motivação pela carreira escolhida.

Ainda, por se tratar de uma ferramenta de múltiplas possibilidades, a *WebQuest* pode ser extrapolada para outros contextos e modalidades de ensino. Por fim, espera-se que a experiência didática aqui reportada possa inspirar futuras intervenções e contribuir positivamente com o ensino de Bioquímica e o desenvolvimento da AMI no nível superior, além de fomentar discussões sobre os diferentes entendimentos a respeito da alfabetização/letramento digital (tecnológica) e o próprio conceito de AMI. Com efeito, a revisão da evolução de tais conceitos aponta para a não existência de consenso a respeito,⁴⁸ sendo possível apontar, no entanto, que no contexto nacional, foi Soares quem trouxe a questão do letramento digital para o debate, caracterizando-o como “um certo estado ou condição que adquirem os que se apropriam da nova tecnologia digital e que exercem práticas de leitura e de escrita na tela”.⁴⁹

REFERÊNCIAS

- Lehninger, T. M.; Nelson, D. V.; Cox, M. M.; *Princípios de Bioquímica de Lehninger*, 6ª ed.; Artmed: Porto Alegre, 2014.
- <http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/130301Quimica.pdf>, acessado em Março 2023.
- <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1301.pdf>, acessado em Março 2023.
- Albuquerque, M. A. C.; Amorim, A. H. C.; Rocha, J. R. C. F.; Silveira, L. M. F. G.; Neri, D. F. M.; *Revista Brasileira de Educação Médica* **2012**, *36*, 137. [Crossref]
- Silva, T.; Galembeck, E.; *J. Chem. Educ.* **2015**, *92*, 1256. [Crossref]
- Parslow, G. R.; *Biochem. Mol. Biol. Educ.* **2014**, *42*, 274. [Crossref]
- Alias, N.; SaedahSiraj; Rahman, M. N. A.; Ujang, A.; Gelamdin, R. B.; Said, A. M.; *Procedia - Social and Behavioral Sciences* **2013**, *103*, 763. [Crossref]
- Dodge, B.; *Distance Educator* **1995**, *1*, 12.
- Vasconcelos, F. C. G. C.; *Utilização de recursos audiovisuais em uma estratégia flexquest sobre radioatividade*; Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, Brasil, 2011. [Link] acessado em Abril 2023
- <https://www1.ascd.org/el/articles/the-learning-power-of-webquests>, acessado em Março 2023.
- Liang, W.; Fung, D.; *International Journal of Educational Research* **2020**, *104*, 101652. [Crossref]
- Chang, C. S.; Chen, T. S.; Hsu, W. H.; *Computers & Education* **2011**, *57*, 1228. [Crossref]
- Leite, L.; Vieira, P.; Silva, R. M.; Neves, T.; *Interactive Educational Multimedia* **2007**, *15*, 18. [Link] acessado em Março 2023
- Nemtschinova, E.; *Russian Language Journal / Русский язык* **2014**, *64*, 83. [Link] acessado em Março 2023
- <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000246398>, acessado em Março 2023.
- Carlan, F. A.; Sepel, L. M. N.; Loreto, E. L. S.; *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* **2010**, *9*, 261. [Link] acessado em Março 2023
- <https://www.infotoday.com/MMSchools/nov00/march.htm>, acessado em Março 2023.
- Teodoro, D. L.; Pagotto, J. F.; Motheo, A. J.; Queiroz, S. L.; *Quim. Nova* **2011**, *34*, 714. [Crossref]
- <https://uspdigital.usp.br/jupiterweb/obterDisciplina?sldis=SQM0485&verdis=1>, acessado em Março 2023.
- Wash, P. D.; *Journal of Teaching and Learning with Technology* **2014**, *3*, 99. [Crossref]
- <https://www.who.int/publications/i/item/9789240010314>, acessado em Março 2023.
- Islamoglu, H.; Ay, O.; Ilic, U.; Mercimek, B.; Donmez, P.; Kuzu, A.; Odabasi, F.; *Cypriot Journal of Educational Sciences* **2015**, *10*, 32. [Link] acessado em Março 2023
- Oliveira, J. R. S.; Queiroz, S. L.; *Investigações em Ensino de Ciências* **2015**, *20*, 142. [Crossref]
- Ferreira, L. N. A.; Queiroz, S. L.; *Quim. Nova* **2011**, *34*, 354. [Crossref]
- <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000220418>, acessado em Março 2023.
- <https://dictionary.cambridge.org/us/dictionary/english/podcast>, acessado em Março 2023.
- Asrori; Suryani, N.; Drajiati, N. A.; *Jurnal Teknologi Pendidikan* **2021**, *23*, 285. [Crossref]
- Gallardo-Williams, M.; Morsch, L. A.; Paye, C.; Seery, M. K.; *Chem. Educ. Res. Pract.* **2020**, *21*, 488. [Crossref]
- Liu, H. L.; *Jurnal Audiens* **2021**, *2*, 202. [Crossref]
- <https://www.aforges.org/wp-content/uploads/2020/04/framework.pdf>, acessado em Março 2023.
- Silva, G. B.; Sotério, C.; Queiroz, S. L.; *Quim. Nova* **2021**, *44*, 890. [Crossref]
- <https://blubrry.com/podcast-insider/2019/02/01/podcast-stats-soundbite-brazil-bloom/>, acessado em Março 2023.
- <https://www.edisonresearch.com/wp-content/uploads/2020/03/The-Infinite-Dial-2020-from-Edison-Research-and-Triton-Digital.pdf>, acessado em Março 2023.
- Igarashi, Y.; Mizushima, N.; Yokoyama, H. M.; *Journal of Science Communication* **2020**, *19*, 1. [Crossref]
- Nancy, W.; Parimala, A.; Merlin Livingston, L. M.; *Procedia Computer Science* **2020**, *172*, 382. [Crossref]
- Deuze, M.; *New Media & Society* **2003**, *5*, 203. [Crossref]
- Deuze, M.; *Journalism Studies* **2004**, *5*, 139. [Crossref]
- Mayer, R. E. Em *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning*; Mayer, R. E., ed.; Cambridge University Press: New York, 2017, cap. 1.
- Marcuschi, L. A.; *Produção Textual, Análise de Gêneros e Compreensão*, 3ª ed.; Parábola: São Paulo, 2008.
- Bordini, M.; Gimenez, T.; *Signum: Estudos da Linguagem* **2014**, *17*, 10. [Crossref]
- Souza, E. S. S.; *Babel: Revista Eletrônica de Línguas e Literaturas Estrangeiras* **2011**, *1*, 39. [Link] acessado em Março 2023
- Llorens-Molina, J. A.; *Quim. Nova* **2010**, *33*, 994. [Crossref]
- Monastersky, R.; *Nature* **2009**, *460*, 314. [Crossref]
- Giri, S.; Dutta, P.; *J. Chem. Educ.* **2021**, *98*, 694. [Crossref]
- Neuwirth, L. S.; Jović, S.; Mukherji, B. R.; *Journal of Adult and Continuing Education* **2020**, *27*, 141. [Crossref]
- Velloso, A. D.; Sá, L. P.; Motheo, A. J.; Queiroz, S. L.; *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* **2009**, *8*, 593. [Link] acessado em Março 2023
- Núñez, M. B.; Reguera, M.; Okulik, N. B.; *Avances en Ciencias e Ingeniería* **2011**, *2*, 111. [Link] acessado em Março 2023
- Souza, T. F. M.; Marques, T. R. F.; Cruz, D. M.; *Novas Tecnologias na Educação* **2013**, *11*, 1. [Link] acessado em Março 2023
- Soares, M.; *Educação & Sociedade* **2002**, *23*, 143. [Crossref]

