

# ESTRATÉGIAS E RECURSOS DIDÁTICO-TECNOLÓGICOS PARA A EDUCAÇÃO E A POPULARIZAÇÃO DAS CIÊNCIAS, EM FORMATO REMOTO

*Technological resources and didactic strategies to promote science education and  
popularization on remote classes*

**Thiago Emmanuel Araújo Severo**

Doutor em Educação  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
thiagosev@gmail.com

**Mayara Larrys**

Doutora em Ensino de Ciências  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
mayaralarrys@gmail.com

## Resumo

A pandemia causada pelo novo coronavírus Sars-Cov-2 evidenciou a necessidade de uma educação científica comprometida com o pensamento crítico requerendo dos educadores constantes metamorfoses tanto nas estratégias quanto no uso de recursos didáticos e tecnológicos. Imersos nesse cenário, assumimos o desafio de desenvolver o componente curricular ‘*Ensino de Ciências por Investigação*’ junto à 23 estudantes do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) ao longo do Período Letivo Suplementar Excepcional (PLSE) 2020.5. As experiências construídas serviram como campo para a construção deste estudo que tem como objetivo tecer reflexões sistemáticas sobre as estratégias e os recursos didático-tecnológicos utilizados ao longo de um componente curricular ministrado em formato remoto, assim como suas potencialidades e limitações para a educação científica e para a popularização das ciências. Metodologicamente este artigo caracteriza-se como um estudo de caso desenvolvido sob o viés teórico da abordagem qualitativa e epistemológico do pensamento complexo.

Palavras-Chave: Educação em ciências, Popularização científica, Estratégias de ensino, Recursos didático-tecnológicos, Ensino remoto.

## Abstract

Recently the new Sars-Cov-2 coronavirus pandemic pointed out the urgent necessity to build a scientific education committed to critical thinking, requiring teachers’ constant metamorphoses, both in their strategies and in the use of didactic and technological resources. In this scenario, we took on the challenge of developing the ‘*Ensino de Ciências por Investigação*’ (Inquiry-Based Science Education) class with 23 Biological Sciences undergraduate students, training to be teachers, by remote teaching

and learning. This experience took place at the Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) during an exceptional supplementary semester 2020.5 and is the analytical focus of this study. We've aimed to weave a systematic study on the strategies, didactics, and technological resources used over these remote classes, to pinpoint its potential and limitations for science education and popularization.

Keywords: Science Education, Popularization of sciences, Teaching strategies, Didactic and technological resources, Remote teaching and learning.

## Introdução

A educação em ciências é uma via à ampliação da criticidade, criatividade e autonomia dos estudantes. Para tanto, torna-se seminal que o professor de ciências trace e proponha abordagens que possibilitem a construção de compreensões mais pertinentes e rigorosas sobre as ciências, atreladas ao “desenvolvimento humano, cultural e científico, de modo que [os estudantes] adquiram condições para enfrentar as exigências” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p. 12) que emergem para além dos muros da escola.

A pandemia causada pelo novo coronavírus Sars-Cov-2 escancarou fragilidades sanitárias, sociais, econômicas, políticas e educacionais em nosso país. Dentre outras mazelas, o sentimento de desinformação e pânico social se mistura à indiferença e ao negacionismo científico, veiculados tanto por grandes portais de divulgação quanto por notícias falsas em redes sociais (SOUSA JÚNIOR et al., 2020). Este cenário sublinha a evidente necessidade de uma educação científica comprometida com o pensamento crítico, ou seja, que atravesse a memorização de conceitos e fatos científicos para priorizar um *pensar bem* (MORIN; CIURANA; MOTTA, 2003) frente ao imprevisto. Esse contexto tem requerido dos educadores em ciências constantes metamorfoses e reinvenções de estratégias e recursos para pensar, ensinar e popularizar as ciências.

Devido ao necessário isolamento social durante a pandemia, modalidades remotas têm sido assumidas por Instituições de Ensino Superior e Básico (BRASIL, 2020) para prosseguir com as atividades curriculares propostas para o ano letivo, mesmo que em muitas situações essa não seja uma escolha democrática e acessível para todos e todas. O ensino remoto opera por meio do uso de múltiplas tecnologias (como o Google Meets, o Zoom, o Youtube e as Redes Sociais) e Ambientes Virtuais de Aprendizagem (como o Moodle, o Google Classroom e os Sistemas de Gestão de Atividades Acadêmicas - SIGAA) que possibilitem encontros síncronos e assíncronos para desenvolvimento de ações educativas. Conforme destacam Garcia et al (2020), esta modalidade não é

sinônimo de ensinar a distância, embora esteja diretamente relacionado ao uso de tecnologia e, nesse caso, digital. O ensino remoto permite o uso de plataformas já disponíveis e abertas para outros fins, que não sejam estritamente os educacionais (...). A variabilidade dos recursos e das estratégias bem como das práticas é definida a partir da familiaridade e da habilidade do professor em adotar tais recursos (GARCIA et al., 2020, p. 3).

Pensando no contexto das aulas de ciências, os espaços remotos de ensino desenvolvidos em tempos de pandemia podem ser estratégicos para problematizar como a cultura científica tem sido compreendida e popularizada socialmente. Para Façanha e Alves (2017), o processo de popularizar as ciências abre possibilidades para educar e alfabetizar cientificamente, portanto é necessário compreender sua dinâmica. Para os autores,

as ciências adquirem uma dimensão conceitual e epistemológica que além de informar o cidadão torna premente, a partir dos aspectos conceituais de ciência, inserir o indivíduo no modelo de participação social, resolução de problemas, pensamento crítico e leitura do mundo a partir dos conceitos científicos (FAÇANHA; CHAVES, 2017, p. 43).

A partir deste cenário propositivo, assumimos o desafio de propor e desenvolver no componente curricular '*Ensino de Ciências por Investigação*' espaços de diálogo, reflexão e crítica sobre os processos de construção do pensamento científico e de popularização das ciências em tempos de pandemia. O componente foi oferecido para estudantes do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) ao longo do Período Letivo Suplementar Excepcional (PLSE) 2020.5. Para tanto, delineamos um itinerário educativo que propunha aproximar os estudantes das ciências enquanto processos de construção do conhecimento por meio da sistematização, planejamento e participação em atividades investigativas que nutrissem o exercício do pensamento crítico pela construção de relações entre cultura científica e ensino das ciências na escola.

Essa experiência serviu como campo para a construção deste estudo, que tem como objetivo tecer reflexões sistemáticas sobre as estratégias e os recursos didático-tecnológicos utilizados ao longo de um componente curricular ministrado em formato remoto, assim como suas potencialidades e limitações para a educação científica e para a popularização das ciências.

## **Método**

Este artigo caracteriza-se como um estudo de caso (YIN, 2015), uma vez que busca compreender de maneira imersiva um contexto ou fenômeno social contemporâneo: neste caso, as estratégias didáticas e recursos tecnológicos utilizados no desenvolvimento de um

componente curricular. O estudo foi desenvolvido sob o viés teórico da abordagem qualitativa (BOGDAN; BIKLEN, 1994; LÜDKE; ANDRÉ, 1986) e epistemológico do pensamento complexo (MORIN, 2003), assumindo a construção do itinerário investigativo como uma estratégia, ou seja, não linear, aberto e evolutivo, comportando erros, desvios e se nutrindo de modos de *pensar bem* (MORIN; CIURANA; MOTTA, 2003).

Apresentamos, a seguir, o contexto de produção e emergência dos dados desta investigação.

### *Contexto da pesquisa*

O foco deste estudo é o espaço/tempo de desenvolvimento do componente curricular *Ensino de Ciências por Investigação* para o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) oferecido em formato remoto no Período Letivo Suplementar Excepcional (PLSE) 2020.5, devido à pandemia de Sars-Cov-2. O público-alvo foi de vinte e três estudantes. Este semestre, de natureza experimental, teve como finalidade avaliar as possibilidades e limitações do ensino remoto na instituição sendo realizado de maneira sintética, totalizando seis semanas (de 15 de junho até 29 de julho).

### *Instrumentos de construção de dados e análise*

O componente curricular *Ensino de Ciências por Investigação* foi estruturado em três eixos articuladores, realizados ao longo das seis semanas. Cada eixo articulador configurou-se como um Momento Pedagógico, tomando como base a abordagem temática proposta por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011). Cada momento recruta estratégias de métodos específicos para atender os objetivos de aprendizagem propostos. Neste artigo, tomamos como unidades de análise as estratégias didáticas e recursos tecnológicos utilizados em cada um dos eixos articuladores desenvolvidas neste componente curricular no PSLE 2020.5.

Os eixos articuladores e sua organização metodológica foram organizados da seguinte forma (um detalhamento dos temas trabalhados em cada eixo pode ser encontrado na Tabela 1):

1) *Princípios para a construção do Espírito Científico*: Trabalho conceitual acerca da atitude de pensar cientificamente, ou Espírito Científico (BACHELARD, 1996), por meio do consumo e produção de vídeos curtos (stories no WhatsApp) e diários reflexivos para sistematização de compreensões sobre as ciências enquanto atitude de questionar e significar a

natureza para construir conhecimento (utilizando Fóruns na turma virtual, disponível para todos os estudantes na plataforma institucional SIGAA);

2) *Características do processo de Pesquisa e Investigação Científica*: Trabalho investigativo e experimental acerca das características do pensamento científico, a partir de cenários históricos e atuais de produção das ciências, como via para alimentar a noção de pesquisa como atitude do pensamento. Essa etapa configurou a parte prática do componente curricular, onde os estudantes sistematizaram e desenvolveram atividades investigativas que possibilitaram o delineamento de questões de pesquisa, por meio de Webseminários utilizando o Google Meets e construção colaborativa de textos com o Google Docs.

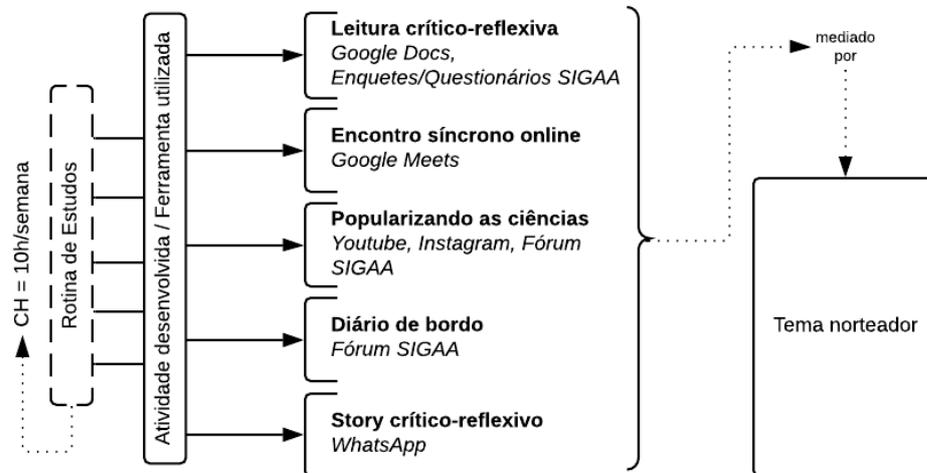
3) *Educação Científica e Popularização das Ciências*: Pesquisa sobre materiais de divulgação científica e crítica sobre os processos investigativos e de pesquisa (utilizando plataformas de comunicação populares, como o YouTube e Instagram); Construção colaborativa de textos crítico-reflexivos sobre a investigação científica (utilizando Google Docs); e produção de um evento online sobre Popularização das Ciências e Educação Científica, com objetivo de expor os materiais audiovisuais produzidos no decorrer do componente e promover uma Mesa de Debates Virtual (utilizando *lives* no YouTube).

## **Resultados**

Propusemos uma organização semanal de estudos e construção de materiais (Figura 1) que atravessaram o curso. Esta rotina semanal incluiu leituras de produções intelectuais da área, escrita crítica, consumo de materiais da cultura científica e de estratégias de popularização das ciências em plataformas gratuitas e de amplo acesso aos alunos.

Paralelo às reflexões produzidas, os alunos foram estimulados a construir materiais sobre a produção das ciências, sua disseminação e popularização; sobre o processo de investigação científica e as estratégias para questionar e argumentar através do crivo da crítica e da lógica das ciências naturais; sobre teorias e modelos que possibilitem problematizar e compreender os fenômenos naturais; e sobre os diversos métodos de construção da ciência, tendo como foco a construção de dados, sua interpretação e a importância para a sustentação dos modelos e das previsões.

**Figura 1.** Fluxograma semanal da rotina investigativa, suas atividades e ferramentas utilizadas.



Fonte. Os autores.

O conjunto de atividades proposto para cada semana foi guiado por seis temas norteadores (Tabela 1) que ofereciam substrato ao desenvolvimento das propostas pedagógicas e viabilizavam a construção de sentidos.

**Tabela 1.** Temas norteadores delineados para o desenvolvimento do plano de curso do componente curricular no semestre PLSE 2020.5 (UFRN).

Semana	Tema norteador
1	O Pensamento Sentado e a morte da curiosidade - As necroses e inércias do pensamento.
2	O Espírito Científico – A atitude de questionar e significar a natureza para construir conhecimento.
3	A Pesquisa como atitude 1 - Características da atitude de pesquisar (ou do espírito científico) a partir de cenários históricos das ciências.
4	A Pesquisa como atitude 2 - Características da atitude de pesquisar (ou do espírito científico) a partir de cenários atuais das ciências – principalmente relacionados à pandemia do Sars-Cov-2.
5	Educação Científica e Popularização das Ciências - Como reintroduzir as características do pensamento científico no ensino de ciências?

Fonte. Os autores

Com o intuito de criar uma rotina de trabalho que possibilitasse aos estudantes uma vivência ao mesmo tempo aberta e sistemática nas experiências, estabelecemos uma carga

horária semanal (Tabela 2) para o uso de cada recurso didático-tecnológico sugerido para operacionalização das atividades propostas.

**Tabela 2.** Tempo de uso dos Recursos didático-tecnológicos ao longo do componente curricular no PLSE 2020.5 (UFRN).

<b>Recursos didático tecnológicos</b>	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Total
Fóruns (SIGAA)	2h	2h	2h	2h	2h	2h	12h
Stories no WhatsApp	1h	1h	1h	1h	1h	-	5h
Google Docs	2h	2h	2h	2h	2h	-	10h
Google Meets	3h	3h	3h	3h	3h	-	15h
YouTube/Instagram	2h	2h	2h	2h	2h	8h	18h

Fonte. Os autores.

Essa disposição implicou em uma frequência semanal (Tabela 3) de uso dos recursos didático-tecnológicos propostos. O intuito foi nortear a construção e lapidação de compreensões sobre as ciências e seus processos a partir do consumo de produções intelectuais veiculadas em diferentes mídias e contextos.

**Tabela 3.** Frequência de uso dos Recursos didático-tecnológicos ao longo do componente curricular no PLSE 2020.5 (UFRN).

<b>Recursos didático tecnológicos</b>	Total N	%
Fóruns (SIGAA)	219	34%
Stories no WhatsApp	142	22%
Google Docs (textos e apresentações)	35	5%
Google Meets	6	1%
YouTube e Instagram	236	37%
Total		100%

Fonte. Os autores.

Os três eixos articuladores que compõem esta disciplina foram organizados como *momentos pedagógicos*, a partir da abordagem temática (DELIZOICOV, ANGOTTI, PERNAMBUCO, 2011). As experiências e narrativas tecidas nestes momentos permitiram propor reflexões sobre sua pertinência, implicações e possíveis vias à educação e popularização das ciências em um contexto de ensino remoto. A seguir, analisamos as estratégias e recursos tecnológicos recrutados no desenvolvimento de cada eixo articulador.

## Problematização inicial - princípios para a construção do Espírito Científico

Para Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011), a problematização inicial consiste no primeiro momento pedagógico, o qual precisa ser organizado

de tal modo que os alunos sejam desafiados a expor o que estão pensando sobre as situações. Inicialmente, a descrição feita por eles prevalece, para o professor poder ir conhecendo o que pensam. A meta é problematizar o conhecimento que os alunos vão expondo, de modo geral, com base em poucas questões propostas relativas ao tema e às situações significativas (...). Deseja-se aguçar explicações contraditórias e localizar as possíveis limitações e lacunas do conhecimento que vem sendo expresso. (...) Em síntese, a finalidade desse momento é propiciar um distanciamento crítico do aluno, ao se defrontar com as interpretações das situações propostas para discussão (...) ou seja, procura-se configurar a situação em discussão como um *problema* que precisa ser enfrentado (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p. 200–201).

Para fazer emergir as compreensões dos estudantes e criar situações de distanciamento crítico dos objetos do conhecimento para lapidação de interpretações sobre os *Princípios para a construção do Espírito Científico* assumimos como estratégias: o trabalho conceitual de pensar cientificamente, o consumo e produção de vídeos curtos e o registro escrito de diários reflexivos.

Para instigar um trabalho conceitual rigoroso selecionamos produções intelectuais que provocassem curiosidades e tensões sobre o tema norteador em investigação. A título de exemplo, para imersão no tema *O pensamento sentado e a morte da curiosidade – As necroses e inércias do pensamento* (Tabela 1) propusemos a leitura de fragmentos do livro *O pensamento sentado* (BAITELO, 2012) e o texto *A escola mata a curiosidade* (MORIN, 2006). O objetivo dessa etapa foi oferecer substrato para que os estudantes criassem conexões entre as leituras propostas, o tema norteador e as características do pensamento científico expressas por eles(as) e presentes no material estudado.

As leituras experimentadas no início de cada semana funcionavam como uma mola propulsora que fazia emergir incompreensões, questionamentos, conflitos cognitivos, desconstruções e discordâncias em relação aos materiais consumidos. Para Freire (2002), esse movimento de provocar a crítica é essencial para instigar a transição da *curiosidade ingênua* para uma mais rigorosamente metódica e indócil, a *curiosidade epistemológica*. De acordo com o educador,

A superação e não a ruptura se dá na medida em que a curiosidade ingênua, sem deixar de ser curiosidade, pelo contrário, continuando a ser curiosidade, se critica. Ao criticar-se, tornando-se então, permito-me repetir, curiosidade epistemológica, metodicamente “rigorizando-se” na sua aproximação ao objeto, conota seus achados de maior exatidão (FREIRE, 2002, p. 15).

A estratégia utilizada para potencializar esse exercício de ruptura e criticização do pensamento foi o registro e sistematização das ideias emergentes em um *fórum virtual* criado na ferramenta institucional SIGAA. Neste espaço, cada estudante articulava uma reflexão individual (aberta à leitura do coletivo) sobre os materiais consumidos e suas relações com os processos de construção do pensamento científico.

O *fórum virtual*, facilita o exercício de dar forma às ideias e proposições debatidas por meio de reflexões estruturadas (KRATOCHWILL; SAMPAIO, 2006, p. 162). Tomamos esse espaço como parte integrante do processo de rompimento com as *experiências primeiras* que, de acordo com Bachelard (1996), constituem um obstáculo epistemológico à formação do espírito científico inquieto, questionador, que se forma ao deformar-se.

Instigar a produção de saberes sob essa guia é, portanto, apostar em uma dinâmica pedagógico-intelectual que se arrisca, comporta o erro para se opor à formação de um espírito que “prefere o que confirma seu saber àquilo que o contradiz, (...) que gosta mais de respostas do que de perguntas” (BACHELARD, 1996, p. 19). Em nossa ótica, essa é uma postura imprescindível ao professor e pesquisador em ciências, vez que questionar, criticar, errar e manter a curiosidade são atitudes do pensamento necessárias e que precisam manter-se vivas tanto no fazer científico quanto no ensino de ciências.

Além disto o trabalho com *Fóruns virtuais* permite, de maneira assíncrona, abrir um diálogo que atravessa o individual e o coletivo, uma vez que privilegia o registro e reflexão das ideias de cada um(a) e a interação entre todos(as) os participantes. Para Kratochwill e Sampaio (2006) os fóruns podem:

Favorecer a aprendizagem colaborativa entre aqueles que têm um objetivo comum; Propiciar a comunicação, o diálogo, a socialização, a interação, o intercâmbio de idéias, o debate e a reflexão; Conhecer a opinião de um grupo relativamente grande sobre um problema, tema ou atividade; Buscar conclusões generalizadas e ao mesmo tempo abrir outras possibilidades e enfoques sobre determinado tema; Enriquecer o conhecimento dos aprendizes a partir das múltiplas contribuições (KRATOCHWILL; SAMPAIO, 2006, p. 162).

Para compor esse ciclo de problematização inicial de saberes, os estudantes foram provocados a pensar e debater sobre a noção de cultura, mais especificamente, sobre as formas de pensar que nutrem a produção, comunicação e validação das ciências. Esse movimento de provocar os estudantes a pensar sobre a natureza dos saberes científicos implica instigar a necessidade de construir outros conhecimentos. Ou seja, é um exercício de configurar “a situação em discussão como um *problema* que precisa ser enfrentado” (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p. 201), etapa caracterizada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) como ponto culminante desse primeiro momento pedagógico.

### **Organização do conhecimento: características do processo de pesquisa e investigação científica:**

A problematização inicial provoca a emergência de (in)compreensões, conflito de ideias e provocações que podem aguçar a *curiosidade epistemológica* ao passo em que se processa o segundo momento pedagógico, ou seja, a organização do conhecimento. Sobre essa etapa, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011) enfatizam:

Os conhecimentos selecionados como necessários para a compreensão dos temas e da problematização inicial são sistematicamente estudados neste momento, sob a orientação do professor. As mais variadas atividades são empregadas, de modo que o professor possa desenvolver a conceituação identificada como fundamental para uma compreensão científica das situações problematizadas (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p. 201).

Uma estratégia que assumimos como guia na fase de *problematização inicial* foi instigar a imersão dos estudantes na cultura científica a partir de outro desafio, a produção de vídeos curtos compartilhados com a turma via *stories* no aplicativo WhatsApp. Nesses vídeos, de constituição heterogênea e diversa, os estudantes teciam reflexões críticas articuladas das leituras e reflexões delineadas nos fóruns, apontadas no momento anterior. Nesse contexto, os *stories* consistiram em produções originais, criativas, de síntese e expressão sobre o que foi lido e discutido.

Em uma reflexão sobre o papel da linguagem audiovisual na construção de compreensões de ciências Nogueira e Gonçalves (2014) argumentam que, além de assistir vídeos, os alunos deveriam se implicar na produção de materiais para discutir e aprender temas científicos. Isso porque, ao desenvolver esse tipo de atividade os estudantes:

(..) assumem um papel de atores sociais ativos na construção do conhecimento ao envolver-se com o tema através de uma reflexão crítica, onde são desafiados a construir conhecimentos subsidiados pela consulta através da internet, biblioteca, filmes, livros, jornais ou até mesmo visitas aos espaços não formais para adquirir conhecimentos e vivenciar novas experiências. É essencial que além de uma boa edição os alunos estejam seguros e preparados para divulgar o que se propõem, para que o vídeo ao ser compartilhado tenha uma linguagem de fácil entendimento e consiga chamar a atenção de seus pares (NOGUEIRA; GONÇALVES, 2014, p. 97).

Esse movimento recursivo de consumo e produção de popularizações científicas é uma via à construção e ampliação de compreensões sobre as diferentes formas de pensar que constituem o fazer científico. Como destaca Meis (2002) é importante compreender as ciências como formas de interpretar o mundo e as ideias que constituem mais uma atitude de pensar do que um acúmulo de conhecimentos e informações.

Além disso, o uso do aplicativo WhatsApp como recurso didático-tecnológico facilitou o processo de criação audiovisual e circulação/consumo dos materiais produzidos, assim como tornou mais acessível ao coletivo implicado no componente curricular. Em uma investigação que reflete sobre o uso do WhatsApp na divulgação científica, Santos, Porto e Oliveira (2018) argumentam que o uso dessa ferramenta aproximam a sociedade das ciências e tornam o acesso a esse tipo de conteúdo mais democrático.

No entanto, é importante destacar que uma limitação encontrada foi que a quantidade de material produzido no decorrer das semanas demandou muito espaço de armazenamento, fato que nos fez recorrer ao armazenamento em nuvem, mais especificamente, no Google Drive.

Na continuidade, para implicar os estudantes na compreensão dos temas norteadores (Tabela 1) e, por consequência, em características do processo de pesquisa e investigação científica tomamos como estratégias didático-metodológicas o trabalho investigativo e experimental acerca das características do pensamento científico. As experiências de leitura e debate coletivos vivenciadas durante a *problematização inicial*, assim como a produção de vídeos serviram como substrato à proposição desse desafio aos estudantes, cujo intuito era nutrir a noção de pesquisa como atitude do pensamento a partir da imersão em cenários históricos e atuais de produção das ciências.

Conhecer sobre a natureza heterogênea dos processos de produção, validação e divulgação das ciências é essencial para evitar compreensões ingênuas, cumulativas, ahistóricas e descontextualizadas de ciências que podem marcar tanto o ensino quanto o aprendizado das ciências. De acordo com Carvalho (2001), as concepções de ciências assumidas por docentes

no desenho de suas estratégias didático-metodológicas reverberam fortemente nas compreensões e imagens de ciências produzidas por seus estudantes.

Nesse sentido, mapear características do pensamento científico a partir de diferentes contextos constitui um exercício investigativo, experimental e intelectual que pode favorecer à compreensão das ciências como leituras de mundo dinâmicas e mutáveis que, como enfatiza Latour (2000), são marcadas por pulsões sócio-históricas, políticas, filosóficas, limitações e erros que as situam como parte da cultura humana.

Sob essa guia, os estudantes se organizaram em grupos de trabalho e foram orientados a selecionar conhecimentos científicos situados em cenários históricos e atuais, divulgados em plataformas como Youtube e Instagram, para delinear características do *Espírito Científico* e partilhar/debater com o coletivo as compreensões construídas na forma de Webseminário (desenvolvido via plataforma Google Meets).

Esta etapa, configurada como a parte prática do componente curricular, viabilizou o desenvolvimento de atividades investigativas que possibilitaram aos estudantes o delineamento de questões de pesquisa a partir de uma provocação central: *Como as características do Espírito Científico se expressam na produção dos conhecimentos científicos?*

Apresentamos, na Tabela 4 a seguir, uma mostra da ampla e heterogênea diversidade de materiais e compreensões de ciências que emergiram desse processo investigativo-experimental:

**Tabela 4.** Episódios históricos selecionados e conhecimentos e características do *Espírito Científico* delineadas pelos estudantes.

<b>Episódio histórico</b>	<b>Conhecimentos científicos</b>	<b>Características do <i>Espírito Científico</i></b>
<b>Febre puerperal</b>	Higiene e Saúde Bactérias e Fungos Transmissão de doenças	Construção de hipóteses Formulação de questões Pensamento crítico Curiosidade epistemológica Reconstrução de conhecimentos
<b>Teoria da relatividade</b>	Espaço-tempo fixo Espaço-tempo flexível Vazio Partículas subatômicas	Observação aguçada Imaginação criativa Abertura intelectual Criticidade
<b>Estrutura do DNA</b>	Informação genética DNA: uma dupla hélice	Construção social da descoberta Não linearidade das ciências Ética x antiética Construção de fatos
<b>Teoria da Evolução</b>	Ancestralidade comum Origem das espécies Processos de adaptação	Construção coletiva Influência de contextos Obstáculos epistemológicos Não linearidade das ciências Observação não neutra
<b>Revolta da vacina</b>	Vacinas	Não linearidade das ciências
<b>Movimento Antivacina</b>	Autismo	

Higiene e Saúde	Criticidade Observação Construção de questões
-----------------	---

Fonte. Os autores.

O uso de episódios históricos para educação científica é considerado uma importante via à problematização de compreensões sobre os processos de produção das ciências, ao passo que possibilitam a imersão em “cada contexto sócio-histórico-cultural e podem conferir significado a noções epistemológicas abstratas desvelando os diferentes processos que levaram à construção de conceitos” (OLIVEIRA, 2019, p. 16).

O conjunto de compreensões destacadas na tabela acima enfatizam a pluralidade e riqueza das articulações delineadas pelos estudantes a partir do exercício de inserir os episódios e conhecimentos selecionados em seus contextos. Para Morin (2003) é preciso aguçar a aptidão natural das mentes jovens de

(...) contextualizar os saberes e integrá-los em seus conjuntos. Ora, o conhecimento pertinente é o que é capaz de situar qualquer informação em seu contexto e, se possível, no conjunto em que está inscrita. Podemos dizer até que o conhecimento progride não tanto por sofisticação, formalização e abstração, mas, principalmente, pela capacidade de contextualizar e englobar (MORIN, 2003, p. 15).

Sob essa guia, consideramos que instigar a construção de *conhecimentos pertinentes* (MORIN, 2003) sobre as características dos processos de pesquisa e investigação científica é uma atitude seminal para criticizar a curiosidade e tornar rigoroso o pensamento conforme evidenciado nos fragmentos de interpretações construídas pelos estudantes (Tabela 4).

### **(Re)problematização do conhecimento: educação científica e popularização das ciências:**

Após a construção do caminho que privilegie cenários propositivos e os expanda para além do que se conhece inicialmente, o itinerário da construção de conhecimento necessita de recursividade, olhando para si mesmo e sua trajetória. Esse processo de reproblemática compõe o terceiro momento pedagógico proposto por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2011). Para os autores, este espaço

Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno, para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo como outras situações que, embora não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, podem ser compreendidas pelo

mesmo conhecimento. (...) Capacitar os alunos ao emprego dos conhecimentos, no intuito de formá-los para que articulem, constante e rotineiramente, a conceituação científica com situações reais (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2011, p. 202).

Os eixos anteriores apontaram para uma necessidade de problematizar as ciências para além de seus produtos, ou seja, como processos de construção de conhecimento. São a partir destes processos, sistematizados por meio da pesquisa e da investigação, que conseguimos compreender a natureza e seus fenômenos (CARVALHO, 2001).

Ao longo dos debates propostos nos eixos, os(as) estudantes identificaram que a compreensão dos processos de construção das ciências e de investigação normalmente não são foco em materiais de divulgação, o que pode ser problemático se pensarmos em uma educação científica que priorize a autonomia dos sujeitos. De acordo com Carvalho (2001), “trabalhar junto ao público o processo de investigação é, sem dúvida alguma, fornecer os fundamentos para o desenvolvimento do senso crítico” (CARVALHO, 2001, p. 142).

Além dos processos de pesquisa e investigação, normalmente ficam de fora dos materiais de divulgação os sujeitos envolvidos e as implicações do processo científico, o que pode privilegiar a construção de imagens de ciências aproblemáticas e ahistóricas (GIL-PÉREZ et al., 2001).

A partir deste cenário propositivo, no qual apenas os fatos prontos são comunicados, trouxemos à tona um debate sobre a ética na escolha e divulgação destas informações, mediados pelas seguintes questões: “*Quem escolhe os fatos a serem divulgados?*”; “*Quem garante a veracidade dos fatos divulgados?*”; “*Como a população pode verificar se as informações são verdadeiras?*”; “*Como comunicar ciências de maneira ética?*”

Em um outro aspecto atinente a esta problemática está a facilidade de disseminação de notícias falsas, ou *Fake News*, que tem sido significativamente maior do que de notícias verdadeiras, como apontam Vosoughi, Roy e Aral (2018) em estudo sobre a disseminação de mentiras e de verdades em redes sociais. Ao analisar 126 mil histórias compartilhadas por mais de 3 milhões de pessoas, os pesquisadores apontaram que

Notícias falsas atingiram mais pessoas em todas as profundezas da cascata de análise do que a verdade, o que significa que muito mais pessoas retuitaram a mentira do que a verdade (Fig. 2C). A disseminação da falsidade foi auxiliada por sua viralidade, o que significa que a falsidade não se espalhou simplesmente por meio da dinâmica de transmissão, mas sim por meio da difusão ponto a ponto caracterizada por um processo de ramificação viral (Figura 2D) (VOSOUGHI; ROY; ARAL, 2018, p. 1148)

Nos momentos síncronos, o debate foi subsidiado pela considerável quantidade de informações falsas que tem sido divulgada no âmbito das ciências e, notadamente, da pandemia de Sars-Cov-2. De acordo com estudo conduzido por Sousa Júnior et. al. (2020) analisando as notícias falsas sobre o Coronavírus no Brasil desde o início da pandemia, nas redes sociais e em aplicativos de comunicação instantânea

são disseminadas as Fake News de conteúdos diversos, como receitas milagrosas, falsas notícias sobre a origem da doença, profecias e meios de prevenção que não funcionam. Esse tipo de conteúdo impressiona as pessoas que se encontram em um momento difícil, confuso e, por vezes, com um cenário de medo. Tais informações não verídicas acabam prejudicando ainda mais o cotidiano e a saúde das pessoas, além de provocar o caos e o desespero (SOUSA JÚNIOR et al., 2020, p. 342).

Compreendendo a complexidade da produção das ciências e dos aspectos éticos na sua divulgação e tomando este cenário propositivo como ponto de partida, escolhemos como estratégia didática a construção de um processo investigativo, que alimentou e atravessou este eixo.

Ao longo de todo o componente este processo investigativo, chamado de *Popularizações das Ciências* foi proposto como um dos pontos da rotina semanal (Tabela 2). Trata-se de uma pesquisa sobre como as ciências são divulgadas e popularizadas, seguindo as seguintes questões: “*Em que veículos as ciências chegam até a população nos tempos de pandemia?*”; “*Em que proporção as fake news e notícias conceitualmente equivocadas são divulgadas, em relação à comunicações científicas rigorosas?*”; “*Essas formas de popularizar tratam as ciências como fatos estabelecidos, ou como processos em construção?*”.

Essa atividade teve como objetivo, também, facilitar um deslocamento e problematização dos lugares de produção, divulgação e consumo das ciências da academia para a comunidade, como um todo (FAÇANHA; CHAVES, 2017). O trabalho de educação científica necessita de criticidade, nesse sentido, avaliar as formas pelas quais nossos alunos entram em contato com as ciências e como elas são divulgadas pode ser parte central do processo de educar cientificamente em formato remoto, uma vez que o acesso à informação de todos os tipos cresce exponencialmente.

Os espaços escolhidos pelos estudantes para aproximar-se destas popularizações foram o YouTube e o Instagram, plataformas com grande diversidade de portais, canais e páginas de divulgação científica e tecnológica. A dinâmica da atividade consistia em uma pesquisa

comparativa, direcionada por temas (Tabela 5) relacionados ao contexto dos debates, leituras e produções da respectiva semana.

**Tabela 5.** Lista de temas que orientaram o processo investigativo da atividade *Popularizações das Ciências*, por semana.

Semana	Tema para o processo investigativo
1	Popularizações que aguçam a curiosidade VS Popularizações que matam a curiosidade
2	Popularização adequada sobre episódios históricos das ciências VS Popularização inadequada sobre episódios históricos das ciências
3	Popularizações que enfatizam as ciências em movimento VS Popularizações que enfatizam as ciências estáticas
4	Popularizações adequadas sobre a pandemia de Sars-Cov-2 VS Popularização inadequada sobre a pandemia de Sars-Cov-2
5	Popularização científica VS Popularização não-científica (ou anticientífica)

Fonte. Os autores.

Semanalmente, os estudantes foram provocados a pesquisar sempre dois exemplos que contrastassem entre si, para debater sobre características da educação e popularização das ciências que consideravam adequados ou inadequados. A escolha do Youtube e Instagram como plataformas de pesquisa nasceu dos debates desenvolvidos ao longo dos momentos pedagógicos, quando apontavam os espaços que comumente se informavam sobre temas científicos e, paradoxalmente, identificavam grande quantidade de notícias falsas sendo veiculadas.

Após a pesquisa, solicitamos que cada um(a) realizasse uma análise/reflexão sobre estes materiais e sua relação com o tema da semana. Esta produção foi registrada em um *fórum virtual* (KRATOCHWILL; SAMPAIO, 2006, p. 162), com característica de diário, aberto para todos da turma. As pesquisas nas redes sociais e registros nos fóruns apontaram reflexões importantes que provocaram debates neste ambiente virtual e nos encontros síncronos subsequentes.

Sobre os registros, constatamos uma polissemia de visões: muitas vezes análogas para materiais distintos, outras vezes distintas para os mesmos materiais. Foi comum entre as análises ver que um mesmo canal do Youtube, por exemplo, inspirou várias interpretações, constatando que o processo de aguçar a curiosidade não é homogêneo, reflexão importante para aclimatar os materiais às demandas da turma quando se propõe práticas educativas.

Ao longo da análise, grande parte dos materiais tidos como adequados foram: a) materiais que partem de questões; b) materiais que formulam/ajudam a formular questões; c) materiais que trabalham com fatos e argumentos; d) materiais que contextualizam o conhecimento científico; e) materiais que contextualizam e oferecem um panorama investigativo dos fenômenos naturais; ou f) materiais que ajudam a construir interpretações a partir de argumentos, evidências e fatos.

Por outro lado, os materiais frequentemente apontados como inadequados foram: a) materiais que trazem apenas respostas; b) materiais baseados no senso comum; c) materiais que focam apenas no modelo, no lúdico, no demonstrativo sem contextualizar; d) materiais que focam memorização ou reprodução de fatos; e) materiais que apresentam os fenômenos como descobertas pontuais e lineares; f) materiais que desqualificam, sem argumentos, os saberes científicos; g) materiais que distorcem as leituras científicas dos fenômenos e/ou alimentam o pânico infundado.

Este processo de pesquisa, análise e crítica sobre os materiais de popularização se mostraram provocativos e geraram diversas questões que conduziram o debate nos encontros síncronos, como, por exemplo: “*É possível comunicar a importância da questão científicas?*”; “*Qual a diferença? entre canais de curiosidades e canais científicos?*”; “*Memes podem ser usados para popularizar as ciências?*”; “*Estudar episódios históricos nos ajuda a pensar bem sobre as ciências?*”; “*Como o desenvolvimento do espírito científico pode nutrir a prática educativa?*”; e “*Como articular pesquisa científica com o ensino de ciências?*”

Por fim, como última etapa deste momento pedagógico, decidimos utilizar a mesma plataforma de mídia que tomamos como campo de pesquisa (Youtube) agora como ferramentas de produção de conteúdo. A proposta foi dar contexto e amplitude argumentativa às questões elencadas após as análises na forma de um evento online, utilizando a função de *livestreaming* do Youtube, para debater de maneira criativa e crítica a popularização e a educação científica.

A proposta foi criada coletivamente na turma e batizada pelos estudantes de *Mergulho Investigativo – debates on-line* (Figura 2), realizado em duas partes. Cada parte contou com mesas de debate, que foram chamadas de *Janelas*, em alusão aos espaços retangulares que nos é reservado para comunicação nas videochamadas e para consumo de vídeos no próprio Youtube.

**Figura 2.** Captura de tela das partes 1 e 2 do evento *Mergulho Investigativo, debates on-line*, realizado de maneira colaborativa com os alunos de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte como atividade de conclusão do componente Ensino de Ciências por Investigação no PLSE 2020.5.



Fonte: [www.youtube.com](http://www.youtube.com)

Os estudantes foram divididos em grupos, e escolheram como tema de debate para as Janelas as questões propositivas que haviam construído anteriormente, resultando na seguinte programação: *Como alfabetizar cientificamente em tempos de Pandemia?*; *Fake News, seus riscos e como combatê-las com educação científica*; *Como a cultura científica pode permear a escola?*; *O espírito científico e a formação de professores de ciências*; e *Educação científica para além dos muros da escola*.

Para construir as salas de debate utilizamos o aplicativo *StreamYard*, que possibilita a construção de uma *Live colaborativa* e sua transmissão para o YouTube. Esta ferramenta abre a possibilidade de transição das telas dos participantes em tempo real, permitindo que as *lives* sejam apresentadas por várias pessoas ao mesmo tempo, como uma videoconferência, no entanto, esteticamente mais acessível.

### Considerações Finais

Construir, ampliar e atribuir sentido às compreensões sobre as ciências e seus processos de produção são atitudes, ao mesmo tempo, necessárias e desafiadoras para os(as) educadores(as). Em nossa ótica, assumir esse desafio na educação científica em contextos remotos implicou a necessidade de metamorfoses e ressignificação tanto do pensamento quanto das práticas educativas para comportar incertezas, limites tecnológicos, sociais, e éticos que emergem neste novo cenário.

Desenvolver um componente curricular de maneira condensada e em formato remoto foi um desses desafios. Trabalhar com professores em formação ao longo do PLSE 2020.5 evidenciou a importância de assumir a construção de propostas didático-pedagógicas enquanto processos coletivos, que tomam sentido à medida em que os sujeitos se sentem implicados. O trabalho colaborativo com os estudantes ao longo do programa de ensino, de maneira recursiva, foi transformado e transformou a dinâmica na construção das temáticas, nas propostas de pesquisa e na identificação de tecnológicas acessíveis a todos e todas.

Como reverberação dos processos educativos instituídos, percebemos que o coletivo de experiências lapidadas a partir de cada estratégia e recurso utilizados evidencia sua potência na educação científica e popularização das ciências, desde que alinhados com estratégias bem delimitadas e com as necessidades dos estudantes.

A partir de cenários e ferramentas didático-tecnológicas distintas que se entrelaçam com os seus contextos, as formas pelas quais os estudantes problematizaram espaços e saberes que já lhes eram familiares foi essencial para refletir sobre uma educação científica crítica e que atravessa o estudo de conhecimentos unicamente curriculares. Para nós, estas experiências são vestígios de que os espaços colaborativos virtuais podem ser férteis para a compreensão do *fazer científico* de maneira complexa e implicada com a realidade.

Nas proposições construídas e no material produzido pelos estudantes, a noção de divulgação científica foi problematizada como não suficiente para uma comunicação rigorosa das ciências. Mais do que divulgar, os(as) professores(as) de ciências assumem o compromisso de *pensar bem*, ou seja, de remover as barreiras acadêmicas das cifras científicas para, assim, popularizar as ciências socialmente, dando possibilidade para que os sujeitos possam compreender e atuar de maneira autônoma acerca de temas com implicações éticas, sanitárias e científicas, como é o caso da pandemia de Sars-Cov-2.

Por fim, é importante destacar que houve diversas limitações para a realização desse componente. Seja por não possuírem acesso à internet de qualidade, por não terem acesso à aparelhos com capacidade para acessar as ferramentas online ou à falta de estrutura para aprender e estudar em suas residências, diversos estudantes precisaram abandonar o componente curricular e outros não chegaram, ao menos, a tomar conhecimento do PLSE 2020.5, mesmo com as políticas de inclusão digital da instituição. Nesse sentido, acreditamos que a educação em formato remoto é atravessada por diversas limitações e dificuldades de cunhos sociais, políticos, geográficos e econômicos, fazendo-se necessário abrir um amplo

debate sobre as políticas públicas que garantam o acesso à educação de qualidade e gratuita para todos e todas.

### Referências

- BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- BAITELO, N. **O pensamento sentado**: sobre glúteos, cadeiras e pensamentos. São Leopoldo: Unisinos, 2012.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto Editora, 1994.
- BRASIL. **Coronavírus - Monitoramento nas Instituições de Ensino**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/coronavirus/>>. Acesso em: 29 ago. 2020.
- CARVALHO, L. M. DE. A natureza da Ciência e o ensino de Ciências Naturais: Tendências e perspectivas na formação de professores. **Pro-Posições**, v. 12, n. 1, p. 139–150, 2001.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências**: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2011.
- FAÇANHA, A. A. B.; CHAVES, F. C. Popularização das ciências e jornalismo científico: possibilidades de alfabetização científica. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, p. 41–55, 2017.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2002.
- GARCIA, T. C. M. et al. **Ensino remoto emergencial**: proposta de design para organização de aulas. NatalSEDIS UFRN, 2020.
- GIL-PÉREZ, D. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**, v. 7, p. 125–53, 2001.
- KRATOCHWILL, S.; SAMPAIO, D. R. As possibilidades dialógicas do fórum de discussão no ambiente virtual de aprendizagem | Kratochwill | Ideação. **Revista Ideação**, v. 8, n. 8, p. 157–168, 2006.
- LATOUR, B. **Ciência em ação**: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. São Paulo: UNESP, 2000.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1986.

MEIS, L. DE. **Ciência, Educação e o Conflito Humano-Tecnológico**. 2. ed. São Paulo: SENAC São Paulo, 2002.

MORIN, E. **A cabeça bem feita**: repensar a reforma, reformar o pensamento. Tradução de Eloá Jacobina. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

MORIN, E. **A escola mata a curiosidade**. out. 2006.

MORIN, E.; CIURANA, E.-R.; MOTTA, R. D. **Educar na Era Planetária**: O pensamento complexo como “Método” de aprendizagem no erro e na incerteza humana. São Paulo: Cortez Editora, 2003.

NOGUEIRA, F. M.; GONÇALVES, C. B. Divulgação científica: produção de vídeo como estratégia pedagógica para aprendizagem de ciências. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 7, n. 14, p. 93–107, 2014.

OLIVEIRA, R. A. DE. **Natureza da Ciência por meio de narrativas históricas**: os debates sobre a natureza da luz na primeira metade do Século XIX. Natal: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019.

SANTOS, L. S.; PORTO, C. DE M.; OLIVEIRA, K. E. DE J. Whatsapp e ciência: a conectividade científica por meio da divulgação científica. **Ciência & Desenvolvimento - Revista Eletrônica da FAINOR**, p. 271–289, 2018.

SOUSA JÚNIOR, J. H. DE et al. Da Desinformação ao Caos: uma análise das Fake News frente à pandemia do Coronavírus (COVID-19) no Brasil. **Cadernos de Prospecção**, v. 13, n. 2, p. 346, 2020.

VOSOUGHI, S.; ROY, D.; ARAL, S. The spread of true and false news online. **Science**, v. 359, n. 6380, p. 1146–1151, 2018.

YIN, R. **Estudo de caso**: planejamento e métodos. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.