

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

MICHELI KUCHLA

**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NO ENSINO DE QUÍMICA:
UMA PROPOSTA BASEADA EM ILHA INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE
E COVID-19**

TESE

**PONTA GROSSA
2023**

MICHELI KUCHLA

**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NO ENSINO DE QUÍMICA:
UMA PROPOSTA BASEADA EM ILHA INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE
E COVID-19**

**Technological and scientific lettering in chemistry teaching: a proposal based
on interdisciplinary island of rationality and Covid - 19**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutora em Ensino de Ciência e Tecnologia, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Awdry Feisser Miquelin

PONTA GROSSA

2023



Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Ponta Grossa



MICHELI KUCHLA

**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA NO ENSINO DE QUÍMICA: UMA PROPOSTA BASEADA EM ILHA
INTERDISCIPLINAR DE RACIONALIDADE E COVID-19**

Trabalho de pesquisa de doutorado apresentado como requisito para obtenção do título de Doutor Em Ensino De Ciência E Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Área de concentração: Ciência, Tecnologia E Ensino.

Data de aprovação: 23 de Outubro de 2023

Dr. Awdry Feisser Miquelin, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Dra. Eloiza Aparecida Silva Avila De Matos, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Joao Amadeus Pereira Alves, - Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Dr. Leonir Lorenzetti, Doutorado - Universidade Federal do Paraná (Ufpr)
Dra. Nilceia Aparecida Maciel Pinheiro, Doutorado - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Documento gerado pelo Sistema Acadêmico da UTFPR a partir dos dados da Ata de Defesa em 26/11/2023.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Awdry Feisser Miquelin, pela sabedoria e paciência com que me guiou nesta trajetória.

Aos meus colegas do PPGECT, e em especial aos professores do programa, pois, seus ensinamentos foram muitos e certamente contribuíram positivamente para a minha formação.

Agradeço aos membros da banca examinadora, pelo interesse e disponibilidade.

Agradeço finalmente à minha Família, pelo apoio e compreensão pelos momentos de ausência. Principalmente ao meu filho Arthur Alexandre que nasceu durante esta caminhada.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

Ninguém ignora tudo. Ninguém sabe tudo.
Todos nós sabemos alguma coisa. Todos
nós ignoramos alguma coisa. Por isso
aprendemos sempre.
(FREIRE, 1989)

RESUMO

Este trabalho apresenta uma pesquisa qualitativa, tendo como tema a Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT), por meio da utilização da metodologia chamada Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR), com a temática COVID-19 como proposta problematizadora. A pesquisa originou-se da importância de se trabalhar com a ACT num enfrentamento de uma pandemia. Trata-se de uma pesquisa-ação desenvolvida com os estudantes de um curso técnico em Farmácia de uma escola pública, situada em Prudentópolis (PR). O principal objetivo foi analisar, por meio da ACT, as contribuições da discussão referente ao tema COVID-19 e fármacos, para uma formação crítica deles. Primeiramente realizou-se uma revisão sistemática da literatura sobre a temática COVID-19 e ACT, demonstrando sua classificação como uma das questões sociocientíficas mais importantes atualmente. A construção da IIR envolveu os temas fármacos, vacinas e *fake news*, e cada etapa foi analisada com o objetivo de identificar quais habilidades foram abordadas e adquiridas dentro dos critérios de uma ACT. A coleta de dados foi realizada através de questionário inicial, da observação participante das aulas, com anotações em diário de campo, gravações em áudio (com posterior transcrição), registro fotográfico e análise dos materiais de pesquisa elaborados pelos alunos nos grupos de trabalho. A coleta e discussão dos dados foram orientadas ainda pela Matriz Dialógico-Problematizadora, envolvendo quatro aspectos que compõem o processo educacional: professor(es), estudante(s), tema de estudo e contexto. Para a análise dos dados, foram determinados alguns critérios de ACT, identificando a partir daí habilidades que nortearam as etapas da IIR, conduzindo a uma formação crítica do estudante. Conclui-se que a metodologia da IIR permitiu atingir objetivos de uma ACT e auxiliar no preparo de estudantes conscientes, com opinião própria, capacidade de tomada de decisão e posicionamento crítico perante uma questão complexa como uma pandemia.

Palavras-chave: Metodologia de ensino; interdisciplinaridade; questão sociocientífica.

ABSTRACT

This study presents a qualitative research, having the Scientific and Technological Literacy (STL) as its theme, through the use of a methodology called Ilha Interdisciplinar da Racionalidade (IIR), which is going to use COVID 19 as a problematic proposal. It is a study carried out by an action research developed with the students of a technical course in Pharmacy in a public school, located in Prudentópolis (PR). The main goal was to analyse, through STL, the contributions from the discussions on the theme COVID-19 and its drugs, to a critical formation. Firstly, a systematic literature review was conducted about COVID-19 and STL, and its classification was demonstrated as one of the socioscientific questions nowadays. The construction of IIR involved the pharmaceutical themes, vaccines and fake news, and each step was analysed in order to identify which skills were approached and acquired within the STL criteria. Data collection was carried out via an initial questionnaire, participant observation of classes with notes in a field diary, audio recordings (with subsequent transcription), photographic record and analysis of research materials prepared by students in the work groups. Data collection and discussion were also guided by the Dialogic-Problematising Matrix, that involves four aspects that make up the educational process: teacher(s), student(s), subject of study and context. For data analysis, some STL criteria were determined, identifying skills that guided the steps of the IIR, leading to a critical formation of the student. It can be concluded that the IIR methodology allowed achieving the objectives of an STA and assisting in the preparation of conscious students, with their own opinion, decision-making capacity and positioning in the face of a complex issue such as a pandemic.

Keywords: Teaching methodology; interdisciplinarity; socioscientific issue.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma da revisão bibliográfica realizada em janeiro/2022.....	25
Figura 2 - Produção sobre a temática “COVID” e “Alfabetização Científica e Tecnológica” por continente.....	27
Figura 3 - Fontes de pesquisa mais relevantes sobre a temática “COVID” e “Alfabetização Científica e Tecnológica”.....	27
Figura 4 - Filiações mais relevantes das pesquisas e pesquisadores.....	28
Figura 5 - Palavras mais relevantes nas palavras-chave dos artigos.....	29
Figura 6 - Palavras mais encontradas nos títulos dos artigos selecionados....	29
Figura 7 - Rede de coocorrência de palavras nos títulos dos artigos.....	30
Figura 8 - Fluxograma da análise qualitativa das produções na base Scopus .	31
Figura 9 - Espiral cíclica autorreflexiva da pesquisa.....	75
Figura 10 - Conjunto de Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade.....	83
Figura 11 - Relação dos possíveis assuntos a serem trabalhados relacionados com os três eixos da IIR: medicamentos, vacina e <i>fake news</i> - grupo 1.....	94
Figura 12 - Relação dos possíveis assuntos a serem trabalhados relacionados com os três eixos da IIR: medicamentos, vacina e <i>fake news</i> - grupo 2.....	94
Figura 13 - Relação dos possíveis assuntos a serem trabalhados relacionados com os três eixos da IIR: medicamentos, vacina e <i>fake news</i> - grupo 3.....	95
Figura 14 - Interface do website aberta via computador.....	101
Figura 15 - Uso racional de medicamentos.....	149
Figura 16 - Síntese da IIR do grupo 1 - uso racional de medicamentos.....	150
Figura 17 - Síntese da IIR do grupo 3 - perguntas e respostas referentes às <i>fake news</i> sobre a pandemia de COVID-19.....	152
Figura 18 - Síntese da IIR do grupo 3 - curiosidades referentes às <i>fake news</i> sobre a pandemia de COVID-19.....	153

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Publicação anual de artigos sobre “COVID” e “Alfabetização Científica e Tecnológica”	26
Gráfico 2 - Questão 2 - Você já foi infectado pela COVID-19?	103
Gráfico 3 - Questão 3 - Quais medicamentos você utilizou durante o ciclo do vírus da COVID-19?.....	104
Gráfico 4 - Questão 7 - Qual sua opinião a respeito da utilização de medicamentos (“kit covid”) para o tratamento da COVID-19?	106
Gráfico 5 - Medicamentos e produtos naturais utilizados pelos estudantes... ..	107
Gráfico 6 - Principais fontes de pesquisa utilizadas pelos estudantes durante a pandemia de COVID-19.....	108
Gráfico 7 - Questão 12 - Quando você leu/recebeu informações sobre a COVID-19, você buscou identificar se tratavam-se de <i>fake news</i> ?	110
Gráfico 8 - Questão 14 - Você passou alguma informação sobre COVID-19 adiante sem verificar se era <i>fake news</i> ?	110
Gráfico 9 - Relação dos alunos que se vacinaram ou não contra a COVID-19	112
Gráfico 10 - Relação dos alunos que acreditam ou não na eficácia de vacina	112

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Finalidades de uma ACT	59
Quadro 2 - Exemplificação do modelo de uma MDP	77
Quadro 3 - Matriz Dialógico-Problematizadora elaborada para a pesquisa.....	79
Quadro 4 - Resumo das atividades desenvolvidas nas etapas da IIR.....	88
Quadro 5 - Questões elaboradas na ampliação do clichê da situação-problema	92
Quadro 6 - Critérios e Habilidades destacadas na 1ª etapa da IIR	119
Quadro 7 - Critérios e Habilidades destacadas na 2ª etapa da IIR	121
Quadro 8 - Sistematização das possíveis questões: caixas-pretas ou curiosidades abordadas pelos especialistas	121
Quadro 9 - Habilidades destacadas na 3ª etapa da IIR.....	124
Quadro 10 - Critérios e Habilidades destacadas na 4ª etapa da IIR	131
Quadro 11 - Critérios e Habilidades destacadas na 5ª etapa da IIR	138
Quadro 12 - Critérios e Habilidades destacadas na 6ª etapa da IIR	139
Quadro 13 - Critérios e Habilidades destacadas na 8ª etapa da IIR	154
Quadro 14 - Critérios e Habilidades destacadas no encerramento da construção da IIR.....	156
Quadro 15 - Critérios e habilidades da ACT destacados na tese	157

LISTA DE SIGLAS E ACRÔNIMOS

AAAS	Associação Americana do Avanço Científico
ACT	Alfabetização Científica e Tecnológica
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
CDC	Centro de Controle e Prevenção de Doenças
HPS	History, Philosophy and Sociology of Science
ICTV	Comitê Internacional de Taxonomia dos Vírus
IIR	Ilha Interdisciplinar de Racionalidade
MDP	Matriz Dialógica-Problematizadora
MS	Ministério da Saúde
NIH	National Institutes of Health
NSTA	National Science Teacher Association de los Estados Unidos
OMS	Organização Mundial da Saúde
PPP	Projeto Político-Pedagógico
RNA	Ácido Ribonucleico
SUS	Sistema Único de Saúde

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	PANDEMIA DE COVID-19 NO ENSINO: UMA REVISÃO DE LITERATURA	21
2.1	Uma análise quantitativa das produções referentes ao tema COVID-19 e ACT nas bases <i>Scopus</i> e <i>Web of Science</i>	24
2.2	Uma análise qualitativa das produções na base <i>Scopus</i>	31
2.2.1	Fatores sociais relacionado às decisões referentes à pandemia de COVID-19.....	32
2.2.2	<i>Fake news</i> no cenário da pandemia de COVID-19.....	35
2.2.3	Estudos sobre o nível de ACT no enfrentamento da pandemia de COVID-19	37
2.2.4	Relação entre a vacinação e ACT	38
2.2.5	Importância da ACT de líderes educacionais	41
2.2.6	Possibilidades da utilização da temática COVID-19 no ensino	42
<u>2.2.6.1</u>	<u>Ensino de biologia e COVID-19.....</u>	<u>43</u>
3	ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA	49
3.1	Algumas características da ACT	49
3.2	Crterios e objetivos da alfabetização científica e tecnológica na concepção de Gérard Fourez	57
3.2.1	Os objetivos gerais da ACT	57
3.2.2	Os objetivos pedagógicos da ACT.....	58
3.2.3	Os objetivos operacionais da ACT.....	60
3.3	Alfabetização científica e tecnológica no ensino de ciências	63
3.4	Ilha interdisciplinar de racionalidade como metodologia de ensino	65
3.4.1	A construção da IIR e o ensino de ciências	67
3.4.2	Construção de uma IIR com o tema pandemia de COVID-19.....	67
4	METODOLOGIA DA PESQUISA	74
4.1	Caracterização da pesquisa	74
4.1.1	Caracterização do contexto da pesquisa	80
4.1.2	Elaboração da situação-problema da IIR aplicada.....	82
4.2	Constituição dos dados	85
4.3	IIR desenvolvida durante as atividades	87
4.4	Produto educacional	100

5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	103
5.1	Análise do questionário inicial	103
5.2	Análise dos indicadores de ACT	117
5.2.1	Etapa 1. Elaboração de um clichê da situação-problema	118
5.2.2	Etapa 2. Elaboração do panorama espontâneo	119
5.2.3	Etapa 3. Consulta aos especialistas e às especialidades	121
5.2.4	Etapa 4. Indo à prática	125
5.2.5	Etapa 5. Abertura aprofundada de algumas caixas-pretas	131
5.2.6	Etapa 6. Esquematização global	139
5.2.7	Etapa 7. Abertura de algumas caixas-pretas sem a ajuda de especialistas	140
5.2.8	Etapa 8. Síntese da ilha interdisciplinar de racionalidade produzida.....	147
5.2.9	Encerramento.....	155
5.3	Análise dos elementos da proposta investigativa para uma ACT ...	157
5.4	Análise da MDP elaborada para a pesquisa	161
5.5	Análise da própria prática.....	170
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	172
	REFERÊNCIAS.....	176
	APÊNDICE A - Resumo da leitura dos artigos extraídos da Scopus	185
	APÊNDICE B - Questionário inicial	194
	APÊNDICE C - Primeira Matriz Dialógico-Problematizadora elaborada para a pesquisa	199

1 INTRODUÇÃO

Reconhece-se que a melhora na qualidade de vida no século atual é também atribuída ao desenvolvimento da ciência. A química está presente em vários setores responsáveis pelas mudanças tecnológicas que vivemos. Santos (2011) discute alguns desses avanços, sendo o da medicina relacionado à produção de fármacos que está associada à química, uma área que tem trabalhado na identificação de estruturas químicas de substâncias responsáveis por atividades biológicas, como a imunidade, assim como na prevenção de contaminações virais.

Santos (2011) assinala que a química em nossas vidas é essencial para a formação da cidadania, desde a utilização diária de produtos químicos, até as inúmeras influências nas decisões que os cidadãos precisam tomar. Em uma concepção mais moderna de cidadania, ela está vinculada ao conceito de democracia e à participação do indivíduo na sociedade, bem como na capacidade de tomada de decisão (SANTOS; SCHNETZLER, 2010).

Assim, por ter uma formação inicial na área da química e atualmente ministrar aulas no ensino médio e ensino técnico em Farmácia, entendo que como professora devo contribuir para a formação da cidadania, favorecendo o desenvolvimento da capacidade de decisão. Para esse desenvolvimento, necessita-se associar o ensino de conhecimentos científicos a temas contemporâneos e sociais, abordando dimensões científicas, políticas, éticas e culturais.

Por acreditar que é primordial democratizar o acesso aos conhecimentos científicos e debatê-los, as discussões deste trabalho se darão na importância do ensino de ciências, o qual aborda a área de química, ao assumir um papel neste processo de orientação para a promoção da cidadania e difusão da cultura científica.

Assim como Chassot (2003), destaca-se que nossa responsabilidade ao ensinar ciências é procurar que nossos estudantes se transformem em homens e mulheres críticos. Para isso, deve-se discutir um conjunto de conhecimentos que facilite a leitura do mundo onde vivem, ou seja, devemos incluir aspectos sociais da vida dos educandos, para tornar os conteúdos científicos mais evidentes em seu cotidiano. A este conjunto de conhecimentos, Chassot (2003) diz respeito à Alfabetização Científica (AC), a qual se tornou um dos objetivos do ensino de ciências.

Considera-se que a AC é um processo que pode ser especialmente estimulado no ensino de ciências, levando o indivíduo a utilizar os conceitos e a

linguagem da ciência, para entender o mundo que o cerca, tornando-o consciente e responsável por sua forma de estar no mundo (KRUPCZAK; LORENZETTI; AIRES, 2020).

Destaca-se a importância de um ensino de ciências útil aos estudantes, em todos os níveis de ensino, pois há decisões individuais que podem interferir na qualidade de vida social. Milaré e Richetti (2021) destacam que os conhecimentos científicos são essenciais para a sociedade, podendo modificar a perspectiva com a qual um problema será tratado, como no caso da pandemia de COVID-19, que pôde ser combatida com a contribuição significativa da própria sociedade.

Quando relacionados os conhecimentos científicos com assuntos sociais que buscam interesses sociais e culturais relativos à ciência e tecnologia, e que objetivam a formação de um cidadão crítico e atuante na sociedade, podemos apresentar como uma questão sociocientífica (QSC).

O termo QSC vem de Socioscientific Issues, termo cunhado por Wessel (1980 *apud* FLEMING, 1986), que pode ser interpretado como QSC – Questões sociocientíficas. Questões que, juntas, envolvem danos ambientais, decisões políticas, implicações econômicas e éticas, interesses sociais e culturais relativos à Ciência e Tecnologia, e que objetivam a formação de um cidadão crítico e atuante na sociedade (DACORÉGIO; ALVES; LORENZETTI, 2017).

Uma QSC apresenta as seguintes características descritas por Mundim e Santos (2012, p. 791):

[...] relacionar-se à ciência; envolver formação de opinião e escolhas; ter dimensão local, nacional ou global; envolver discussão de valores e ética; estar relacionado à vida; envolver discussão de benefícios, riscos e valores, entre outras.

Podemos utilizar como exemplo de QSC a pandemia de COVID-19, pois, segundo Krupczak, Lorenzetti e Aires (2020) as QSC, são assuntos que os estudantes veem nos noticiários com frequência e que afetam suas vidas diretamente. Por afetar diretamente a vidas pessoas, destaca-se a possibilidade de abordagem do tema COVID-19 como um tema social no ensino de ciências, com dimensões políticas, econômicas e ambientais, podendo contribuir para um ensino coerente, com uma concepção crítica de educação.

A discussão referente a pandemia de COVID-19 se enquadra nas QSC pela complexidade das questões e controvérsias em seu debate, como por exemplo a

segurança e eficácia das vacinas, a utilização de medicamentos para prevenção da infecção viral. São discussões que envolvem diferentes áreas e decisões que demandam posicionamento em nível individual e coletivo. Destaca-se, portanto, o potencial do tema COVID-19 como uma QSC para o desenvolvimento do pensamento crítico, através da capacidade de argumentação e decisão utilizando a compreensão de aspectos da ciência.

Esta abordagem crítica vem ao encontro de uma Alfabetização Científica e Tecnológica (ACT) no ensino de ciências, pois a ACT tem o objetivo de envolver a possibilidade de incorporar novas práticas nas quais os alunos, além de refletirem sobre questões científicas e tecnológicas, sintam-se estimulados a gerarem opiniões e buscarem uma autêntica participação da sociedade em problemáticas vinculadas à ciência e à tecnologia.

Diante dessa perspectiva, acredita-se que a abordagem da pandemia de COVID-19, no ensino de ciências/química, configura-se como uma forma de abordar uma temática contemporânea e contribuir para a formação de cidadãos que discutem e criticam de maneira consciente os temas relacionados às questões científicas e tecnológicas.

A discussão em torno da COVID-19 foi realizada em um curso técnico de Farmácia, na disciplina de bases da química, e, além de abordar conteúdos conceituais de química e biologia, foram realizadas discussões em níveis sociais, políticos, éticos e históricos e seus desdobramentos. O objetivo de utilizar o contexto da pandemia foi suscitar um ensino com foco na ACT, podendo-se abordar questões sobre a tomada de decisões democráticas, participação social, credibilidade na ciência, utilização de medicamentos, produção de vacinas, meios de comunicação, propagação de *fake news* etc. E, assim, demonstrando sua potencialidade de articulação com várias áreas do conhecimento.

A questão da utilização de fármacos contra a COVID-19 é um problema em tempo real e atual da pandemia e proporciona uma situação efetiva para que os indivíduos entendam o impacto de suas decisões. Existem algumas questões problemáticas que surgiram quanto ao tratamento da COVID-19, como a utilização de fármacos, o movimento antivacina, além da disponibilidade de uma quantidade esmagadora de informações precisas e imprecisas relacionadas à doença.

Um tema que gerou muita discussão em todo o mundo foi a utilização da cloroquina, hidroxicloroquina e ivermectina para o tratamento da COVID-19, sendo

defendido seu uso por médicos, cientistas e até chefes de Estado, como o atual presidente do Brasil, Jair Bolsonaro e o ex-presidente dos EUA, Donald Trump, mesmo sem nenhuma comprovação da eficácia desses medicamentos em humanos. Ainda assim, um “kit covid” — contendo azitromicina, ivermectina e cloroquina ou hidroxicloroquina — foi distribuído, no caso do Brasil, em alguns estados para a prevenção ou tratamento de pessoas com sintomas iniciais da doença.

Essa contextualização nos traz uma discussão sobre o que levou à crença de que o “kit covid” seria o tratamento para COVID-19 e qual o papel do farmacêutico perante a segurança da administração de fármacos.

Quanto à vacinação, as vacinas são a esperança mais promissora e ansiosamente esperada, pois uma vacina eficaz é crucial para controlar a pandemia. Porém a tomada de decisão a respeito de tal medida é um fenômeno comportamental complexo, e as razões para a hesitação vacinal se encaixam em três categorias inter-relacionadas:

a primeira é a falta de confiança na eficácia, na segurança, no sistema de saúde que disponibiliza as vacinas ou nas motivações dos gestores e formuladores de políticas para recomendá-las, por segundo a complacência, onde observa-se uma pequena percepção do risco de adquirir doenças imunopreveníveis, a partir disso pressupõem que a vacinação não seria necessária e por terceiro a falta de conveniência, visando assim, a disponibilidade, acessibilidade e o apelo dos serviços de imunização, incluindo tempo lugar, idioma e contextos culturais (SILVA FILHO *et al.*, 2021, p. 9).

Pensando na importância da vacinação e na hesitação vacinal, aborda-se a discussão dos fatores que levam as pessoas ao negacionismo diante da vacinação.

Ainda relacionado à pandemia de COVID-19, há em paralelo a disseminação de diversas notícias e informações equivocadas referentes à pandemia. Muitas dessas informações e notícias foram e são postadas nas mídias sociais, o que conduz a uma infinidade de compartilhamentos, criando uma rede com conteúdo e pseudoinformações, conhecidas como *fake news*.

Para Matos (2020), esse compartilhamento virtual em massa se transforma em um contexto de propagação da desinformação, tornando-se um problema de saúde pública. Tal propagação de notícias falsas permeia uma problemática de desnorteamento populacional, ocasionado pela incerteza de quais fontes podem ser confiáveis.

Esse fenômeno de produção - compartilhamento de notícias falsas e desinformação - ficou conhecido como “infodemia”. E afeta, principalmente, os cidadãos desprovidos de senso crítico e de alfabetização digital e que, assim, costumam colocar em prática o que leem na internet (CARVALHO; GUIMARÃES, 2020). A partir disso, surge uma discussão de quais seriam as possibilidades de se combater as *fake news* e deixar a população menos vulnerável.

Para a abordagem de tais discussões dentro de sala de aula, foi utilizada, como metodologia de ensino, a Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR), a qual propõe uma ACT como estratégia pedagógica para o ensino de ciências. Segundo Fourez (1997), a IIR é um modelo interdisciplinar para representar situações cotidianas, assim como apresenta características de autonomia, capacidade de comunicação e o domínio e responsabilidade diante de uma situação concreta, real e significativa.

Para a construção das IIR, parte-se de toda a complexidade apresentada em uma situação real, mapeando vários pontos de questionamento, tendo em vista embates políticos, sociais e éticos. Utiliza-se, portanto, vários conhecimentos na tentativa de gerar um modelo explicativo adequado à problemática real inicial (LAWALL, 2021).

Como a metodologia da IIR visa a um trabalho participativo, uma relação entre diferentes disciplinas ou diferentes conhecimentos, bem como a consideração das necessidades e realidade do educando, esta é considerada adequada para envolver o contexto da COVID-19. Isso com o objetivo de promover a ACT dos indivíduos, uma vez que ajuda a estabelecer conexões entre ciência, tecnologia e progresso social.

Assim, diante das reflexões apontadas sobre a complexidade e contradições frente ao tema envolvendo a COVID-19, nasce esta tese. Tese que visa uma discussão na urgência do envolvimento da ACT dentro da escola, dentro da sala de aula, pois uma sociedade que está vendo seus comuns morrendo, a dezenas, centenas e milhares, e ainda alguns resistem ao uso de vacinas. Sociedade que possui a informação à sua disposição instantaneamente, porém não sabe classificar e analisar as informações encontradas, acreditando nas inúmeras *fake news* disseminadas.

Destaca-se, portanto, que a finalidade desta tese é a discussão referente à forma de levar até a sala de aula discussões para ampliar o nível de ACT dos

estudantes. Discute-se nesta tese, o que analisar, como analisar, de que forma identificar o envolvimento e ampliação da ACT no ensino de ciências/química.

Salienta-se ainda o ineditismo deste trabalho, por não ser apenas uma revisão de literatura de como alcançar uma ACT, mas sim, desenvolver uma metodologia em sala de aula, analisar os critérios de ACT que podem ser alcançados, de que forma foram alcançados, através de quais habilidades. Além de se tratar ainda, de um tema complexo, atual e controverso como a pandemia de COVID-19. Destaca-se ainda, que o desenvolvimento da IIR com estudantes ocorreu no quarto bimestre de 2022, sendo ainda um momento pandêmico.

Apresenta-se a seguir o problema norteador da pesquisa: quais elementos uma proposta investigativa e crítica, sobre COVID-19, deve conter para promover uma Alfabetização Científica e Tecnológica?

Nesse sentido, visando designar caminhos para a resolução dessa problemática, estabeleceu-se o seguinte objetivo geral:

- analisar as contribuições do desenvolvimento de uma IIR em torno do tema COVID-19 no envolvimento de habilidades para a ampliação da Alfabetização Científica e Tecnológica dos estudantes.

Para atender aos pressupostos estabelecidos na problemática e no objetivo geral, estabeleceram-se os seguintes objetivos específicos:

- construir um referencial teórico sobre o tema COVID-19 e sua relação com a ACT;
- realizar um estudo exploratório, a fim de verificar as concepções iniciais dos estudantes em relação à utilização de fármacos no tratamento precoce da COVID-19 e em relação à vacinação contra a doença;
- identificar as *fake news* com as quais os estudantes tiveram contato referente a tratamentos da COVID-19 durante a pandemia.
- propor um conjunto de conhecimentos, através da IIR, para que os educandos possam analisar e relacionar as *fake news* com o conhecimento científico, visando à identificação dos conceitos químicos e biológicos envolvidos.
- analisar quais habilidades que puderam ser abordadas e adquiridas dentro dos critérios de ACT através da construção da IIR;

- elaborar um website como produto educacional, com a proposta de ensino realizada, com o objetivo de retorno à comunidade educacional.

Nesse sentido, discutiremos, ao decorrer deste trabalho, a abordagem da pandemia de COVID-19 no ensino de ciências/química, como uma forma de abordar uma temática contemporânea e contribuir para a formação de cidadãos que discutem e criticam de maneira consciente os temas relacionados às questões científicas e tecnológicas.

No primeiro capítulo, realizou-se uma introdução do trabalho, a qual visa destacar a importância do ensino de ciências útil aos estudantes, em todos os níveis de ensino, com o objetivo de relacionar os conhecimentos científicos às questões sociais. Com esse objetivo, aborda-se algumas questões problemáticas que surgiram quanto ao tratamento da COVID-19, que serão discutidas através da construção de uma IIR visando a uma formação crítica.

No segundo capítulo, foi realizada uma revisão de literatura referente às publicações sobre a pandemia de COVID-19 e a ACT. Iniciando com uma análise quantitativa nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science* através de uma análise bibliométrica com o pacote *Bibliometrix*, uma ferramenta capaz de fornecer resultados em formato de tabelas e gráficos para análise. Após, realizou-se uma análise qualitativa das produções encontradas na base de dados *Scopus*, sendo as produções agrupadas por categorias de estudo: fatores sociais; vacinação; *fake news*; ensino de biologia; Alfabetização Científica e Tecnológica; líderes escolares.

O terceiro capítulo discorre sobre a Alfabetização Científica e Tecnológica, primeiramente referente a algumas características e habilidades que os indivíduos devem adquirir para que se chegue a uma ACT; e posteriormente aborda-se a possibilidade de promoção da ACT no ensino de ciências.

O quarto capítulo aborda a estratégia de ensino utilizada — a IIR. Iniciando-se com a definição da IIR e, posteriormente, destacando o procedimento e etapas de construção de uma IIR.

No quinto capítulo, é descrita primeiramente a caracterização metodológica, sendo classificada como pesquisa qualitativa e considerada a partir dos procedimentos técnicos como uma pesquisa-ação. É destacada ainda, no âmbito da pesquisa-ação, a utilização da Matriz Dialógico-Problematizadora (MDP), que aborda quatro aspectos do processo educacional - professor(es), estudante(s), tema de estudo e contexto - e, fazendo o cruzamento entre eles, gera-se questões que

orientam a pesquisa. Após, é realizada a caracterização do contexto da pesquisa, a qual é aplicada com estudantes de um curso técnico em Farmácia. Finalizando com o processo de coleta e análise dos dados que, além da MDP, utilizará critérios de ACT para sua análise. Cabe destacar ainda, que a coleta de dados foi realizada no 4 bimestre de 2022, momento este ainda pandêmico, e a última etapa de coleta de dados, ou seja, a última etapa da IIR aplicada em contexto escolar, foi realizada de forma online, com a entrega das atividades pelos estudantes via *WhatsApp*, devido a uma complicação na gestação da professora e pesquisadora desta tese. Para finalizar o capítulo, aborda-se ainda as etapas de construção do conjunto de IIR ao redor do estudo do tema COVID-19: fármacos, vacina e *fake news*.

No sexto capítulo, é realizada a discussão dos dados, a qual se dá a partir das etapas de construção da IIR, destacando quais critérios de ACT foram abordados e adquiridos através de habilidades observadas durante o desenvolvimento das atividades. Também são discutidas as questões da MDP que foram elaboradas para a pesquisa.

Finalmente, no sétimo capítulo, faz-se o desfecho desta investigação, procurando responder à questão inicial proposta; discutindo-se, assim, a relevância da metodologia utilizada no desenvolvimento da atividade, bem como a importância da análise da própria prática do professor-pesquisador.

2 PANDEMIA DE COVID-19 NO ENSINO: UMA REVISÃO DE LITERATURA

Este capítulo aborda uma revisão de literatura referente ao tema COVID-19 e sua relação com a ACT. Inicialmente foi realizada uma discussão referente à classificação da temática da pandemia da referida doença, como uma Questão Sociocientífica (QSC). Posteriormente realizou-se uma análise quantitativa nas bases de dados *Scopus* e *Web of Science* através de uma análise bibliométrica com o pacote *Bibliometrix*, uma ferramenta capaz de fornecer resultados em formato de tabelas e gráficos para análise. Após, realizou-se uma análise qualitativa das produções encontradas na base de dados *Scopus*, sendo as produções agrupadas por categorias de estudo: fatores sociais; vacinação; *fake news*; ensino de biologia; Alfabetização Científica e Tecnológica; líderes escolares;

O mundo luta contra a nova pandemia de COVID-19, que conta com componentes científicos, sociais e éticos, e, portanto, pode ser classificada como uma das questões sociocientíficas mais importantes da nossa época. A pandemia exigiu que os indivíduos tomassem decisões sobre uma variedade de questões, e esses processos de tomada de decisão estão altamente relacionados ao raciocínio informal e à alfabetização científica dos indivíduos.

O termo QSC vem de Socioscientific Issues, termo cunhado por Wessel (1980, *apud* FLEMING, 1986), que pode ser interpretado como QSC – Questões sociocientíficas. Questões que, juntas, envolvem danos ambientais, decisões políticas, implicações econômicas e éticas, interesses sociais e culturais relativos à Ciência e Tecnologia, e que objetivam a formação de um cidadão crítico e atuante na sociedade (DACORÉGIO; ALVES; LORENZETTI, 2017).

Podemos utilizar a pandemia de COVID-19 para explorar o estudo de QSC, pois, segundo Krupczak, Lorenzetti e Aires (2020), as QSC são assuntos que os estudantes veem nos noticiários com frequência e que afetam suas vidas diretamente.

Reis (2006) define as QSC como multidisciplinares e carregadas de valores, invocando, por exemplo, valores estéticos, ecológicos, morais, educacionais, culturais e religiosos e afetados pela insuficiência de conhecimento.

Para Ratcliffe e Grace (2003), as QSC possuem as seguintes características:

Tem base na ciência, e frequentemente se localizam na fronteira do conhecimento científico; envolvem a formação de opiniões, escolhas a nível pessoal ou social; são frequentemente relatadas pela mídia; possuem informações incompletas e conflitos de evidências científicas; possuem dimensões locais ou globais ligadas a estruturas políticas e sociais; podem envolver elementos de desenvolvimento sustentável; envolvem valores e raciocínio ético; podem requerer algum entendimento de probabilidade ou risco; e são tópicos frequentes na vida cotidiana (RATCLIFFE; GRACE, 2003, p. 2-3).

Dacorégio, Alves e Lorenzetti (2017) descrevem ainda que as QSC envolvem danos ambientais, decisões políticas, implicações econômicas e éticas, interesses sociais e culturais relativos à ciência e tecnologia, e que objetivam a formação de um cidadão crítico e atuante na sociedade.

Através da problemática da pandemia de COVID-19, Santos, Costa e Brito (2021) apresentam os elementos que permitem compreendê-la no âmbito das QSC:

- tem base na ciência, especialmente em aspectos de virologia e nas diversas áreas da saúde que dão sustentação para discussões acerca de caracterização e diferenciação do vírus, características do contágio e da contaminação, contexto de sequenciamento genético, produção e testes de vacinas;
- tem sido fortemente veiculado pela mídia a partir de jornais, revistas e redes sociais, divulgando estudos científicos sobre os novos conhecimentos elaborados acerca da questão, sobre a situação social diante da pandemia e, também, os veículos de comunicação têm sido palco de propagação em massa de *fake news*, resultando no conflito de narrativas científicas ou que usam da ciência para se legitimar;
- possui uma dimensão global, porém devem ser resguardadas as particularidades regionais e locais, como a cultura, o nível de escolaridade, a organização política, a estrutura dos sistemas de saneamento e saúde, o acesso da população aos bens culturais e materiais, de modo que, apesar de se tratar de uma pandemia, a distribuição de riscos e as condições para a lida com a nova realidade diferem consideravelmente;
- articula-se a aspectos sociais e políticos, envolvendo diversos agentes governamentais e instituições, atraindo posicionamentos e interesses, como os de representantes do governo, o Ministério da Saúde e a Organização Mundial da Saúde na elaboração de estratégias e de políticas públicas para a gestão acerca de medidas de contenção, acesso à

informação, instrução da população e garantia de serviços de saúde que diferem de um sistema para outro;

- relaciona-se com o sistema econômico, do micro à macrodimensão, envolvendo, por exemplo, o interesse das indústrias farmacêuticas e de empresários nas avaliações de risco e na produção e teste de mecanismos de prevenção, na análise de validação de medicamentos, na relação custo-benefício de medicamentos alternativos, na produção de materiais e produtos de proteção;
- compreende reconhecimento e rearranjo de valores sociais, hábitos e práticas culturais diante do risco à saúde e à vida e das estratégias pertinentes, como o distanciamento físico, *lockdown*, mudança nos hábitos de higiene, de lazer, de ensino e da reestruturação de formas de trabalho;
- representada por atores sociais que, por se tratar de uma problemática de proporção global, mobiliza a sociedade integralmente — temos médicos, enfermeiros, e agentes de saúde no dever de tratamento da doença; repórteres na disputa das narrativas noticiadas pela mídia; pesquisadores, cientistas responsáveis na produção de conhecimento; e educadores, assumindo aqui, sobretudo, os professores de ciência, que possuem o papel essencial na educação científica, a formação de opiniões e a participação pública sobre os rumos da ciência e da tecnologia.

Assim, as QSC estão relacionadas a questões sociais com uma dimensão científica e tecnológica, e as discussões destas QSC em sala de aula favorecem uma ACT, pois um dos argumentos mais frequentes a favor da ACT da população consiste na sua preparação para responder às QSC. Reis (2009) aborda ainda, que numa sociedade democrática, a avaliação pública da ciência depende de indivíduos capazes de reconhecerem o que está em causa numa controvérsia científica, de alcançarem uma opinião informada e de participarem em discussões, debates e processos de tomada de decisão.

Acredita-se, portanto, que a utilização de temas relacionados à COVID-19, no ensino de ciências/química tem a possibilidade de envolver os estudantes em análises críticas através da discussão de uma QSC, podendo agregar na ACT e o desenvolvimento do pensamento crítico. Vários trabalhos vêm sendo desenvolvidos, relacionando temas da pandemia de COVID-19 ao ensino de ciências e, principalmente, à ACT.

2.1 Uma análise quantitativa das produções referentes ao tema COVID-19 e ACT nas bases *Scopus* e *Web of Science*

Os bancos de referências utilizados para a busca de pesquisas relacionadas à utilização da temática da COVID-19 no ensino de ciência foram o *Scopus* e *Web of Science* acessados via Portal de Periódicos Capes. O portal oferece as produções científicas nacionais e internacionais, para que pesquisadores possam aprofundar suas pesquisas. Neste trabalho, optou-se por essas duas bases de dados, devido à análise das produções serem realizadas via *Bibliometrix*.

Inicialmente foi realizada uma análise quantitativa dos dados, com o auxílio da análise bibliométrica com o pacote *Bibliometrix*. *Bibliometrix*: trata-se de um pacote desenvolvido para a linguagem R e que fornece um conjunto de ferramentas para pesquisas relacionadas à bibliometria e à cientometria (ARIA; CUCCURULLO, 2017). A interface *Biblioshiny* permite a análise de registros oriundos das bases *Web of Science* e *Scopus*¹.

Quanto às análises básicas, essa ferramenta permite avaliar três grandes grupos, descritos por Moreira, Guimarães e Tsunoda (2020):

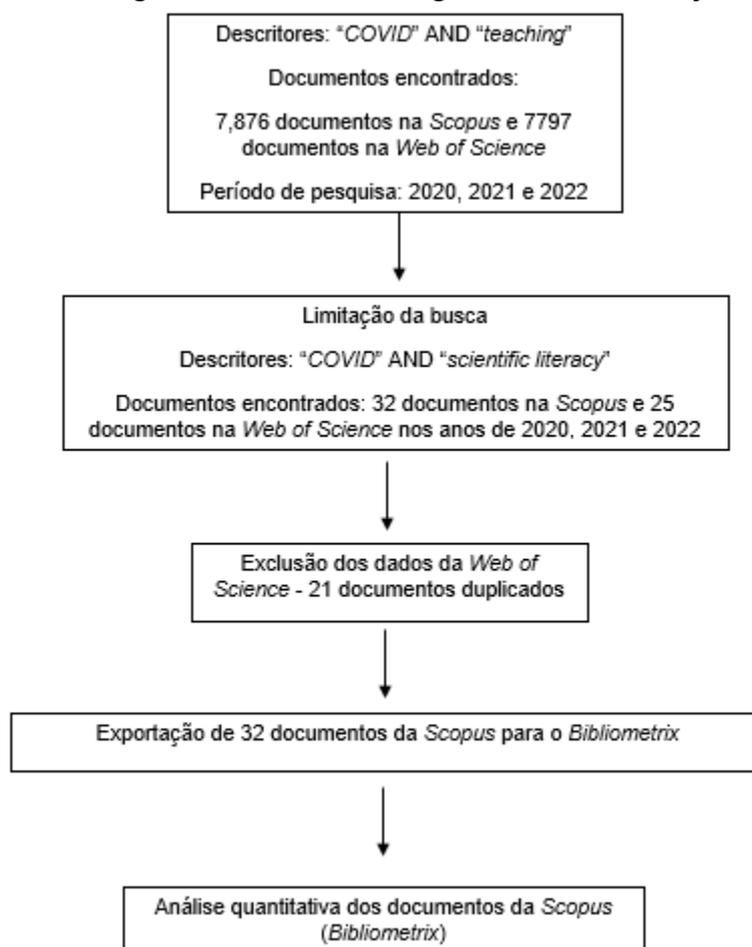
autores, incluindo análises relacionadas à autoria, à afiliação e aos países; b) fontes de publicações, permitindo a avaliação do impacto das fontes e verificação da produtividade; e c) documentos, englobando referências e palavras mais citadas (MOREIRA; GUIMARÃES; TSUNODA, 2020, p. 8).

Destaca-se ainda a capacidade de a ferramenta fornecer resultados em formato de tabelas e gráficos que podem ser importados diretamente da ferramenta de análise bibliométrica, como os utilizados na revisão bibliométrica desta tese.

A figura 1 representa o fluxograma dessa pesquisa bibliométrica sobre a temática COVID-19 e Alfabetização Científica e Tecnológica.

¹A *Scopus* e a *Web of Science* são bancos de referências com pesquisas publicadas em artigos, livros, congressos, eventos, entre outros suportes. A pesquisa, utilizando esses bancos de referência, permite analisar e traçar um parâmetro geral de como vem sendo estudado e desenvolvido determinado tema no mundo.

Figura 1 - Fluxograma da revisão bibliográfica realizada em janeiro/2022



Fonte: Autoria própria (2022)

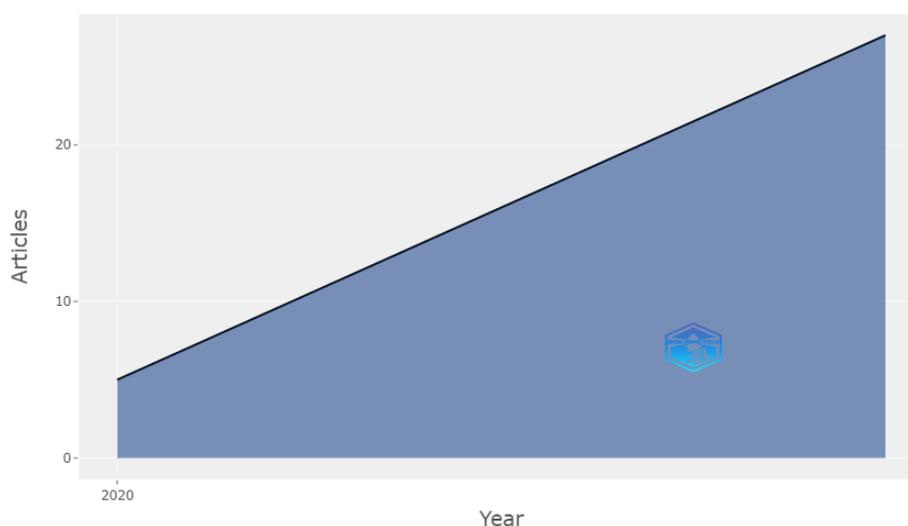
Quando realizada a busca em janeiro de 2022, utilizando as palavras-chave "COVID" and "teaching" foram encontrados 7.876 documentos na *Scopus* e 7.797 documentos na *Web of Science* nos anos de 2020, 2021 e 2022. Apenas em janeiro de 2022, foram detectados 378 documentos. Mostrando, portanto, que o tema relacionado à pandemia de COVID-19 logo foi inserido na produção de trabalhos por pesquisadores da educação.

Devido ao alto número de produções encontradas com a palavra COVID, limitamos a busca deste trabalho nas produções referentes à COVID atreladas à Alfabetização Científica e Tecnológica. Para tanto, foram utilizadas as palavras-chave "COVID" and "scientific literacy". Na primeira busca, foram descobertos na *Scopus* um total de 32 documentos, sendo 27 artigos e 4 documentos de conferência; já na *Web of Science*, foram encontrados 25 documentos, sendo 24 artigos e um documento de conferência.

Após análise e exclusão de documentos duplicados, apenas 4 artigos da *Web of Science* não constam na lista de documentos da *Scopus*; desses 4 artigos, apenas 1 possui livre acesso. Portanto, para análise gráfica, serão utilizados apenas os dados da pesquisa da *Scopus*.

Referente à produção temática por pesquisadores, verifica-se, através do gráfico 1, a importância da inserção do tema “alfabetização científica e tecnológica”, abordados sobre a pandemia, em trabalhos referentes à educação. Já em 2020, houve publicações envolvendo a pandemia e sua potencialidade temática na abordagem da alfabetização científica. Em 2021, por sua vez, houve uma crescente preocupação referente à crise sanitária de COVID-19 e possibilidades de estudos e relações com o ensino.

Gráfico 1 - Publicação anual de artigos sobre “COVID” e “Alfabetização Científica e Tecnológica”
Annual Scientific Production

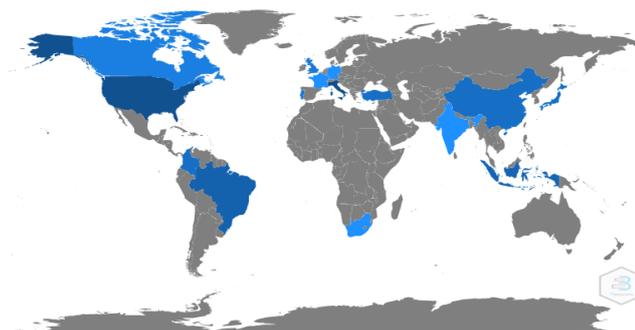


Fonte: *Scopus* (2022)

Além disso, essas produções ficaram distribuídas em diversas partes do mundo, conforme figura 2.

Analisando a figura 2, podemos observar que ocorreram produções em vários países, sendo com maiores publicações: Itália (17), Estados Unidos (15), Brasil (7) e Indonésia (6). Demonstrando a preocupação mundial em aliar temas consequentes da pandemia com a alfabetização científica e tecnológica.

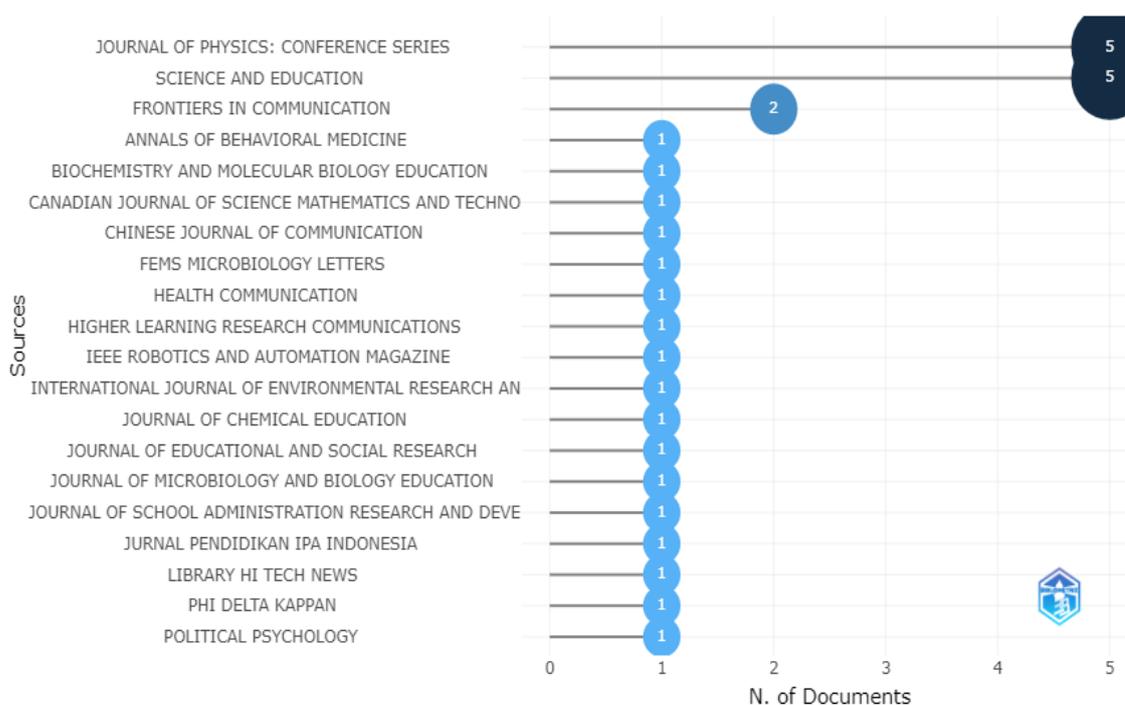
Figura 2 - Produção sobre a temática “COVID” e “Alfabetização Científica e Tecnológica” por continente
Country Scientific Production



Fonte: Scopus (2022)

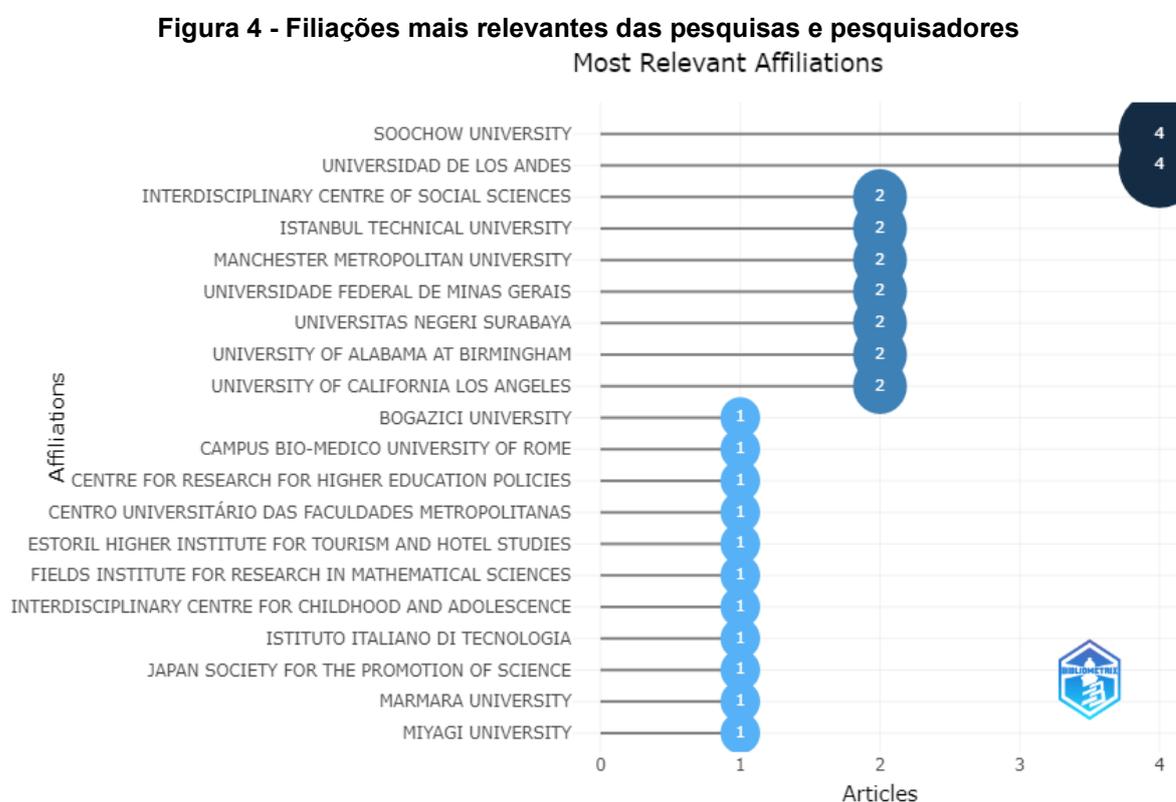
Quanto às fontes de pesquisa mais relevantes, com maiores números de publicações, demonstradas na figura 3, são o *Journal of Physics: Conference Series*, o qual conta com publicações *on-line* de livre acesso produzidas na Indonésia, e a *Science and Education*.

Figura 3 - Fontes de pesquisa mais relevantes sobre a temática “COVID” e “Alfabetização Científica e Tecnológica”
Most Relevant Sources



Fonte: Scopus (2022)

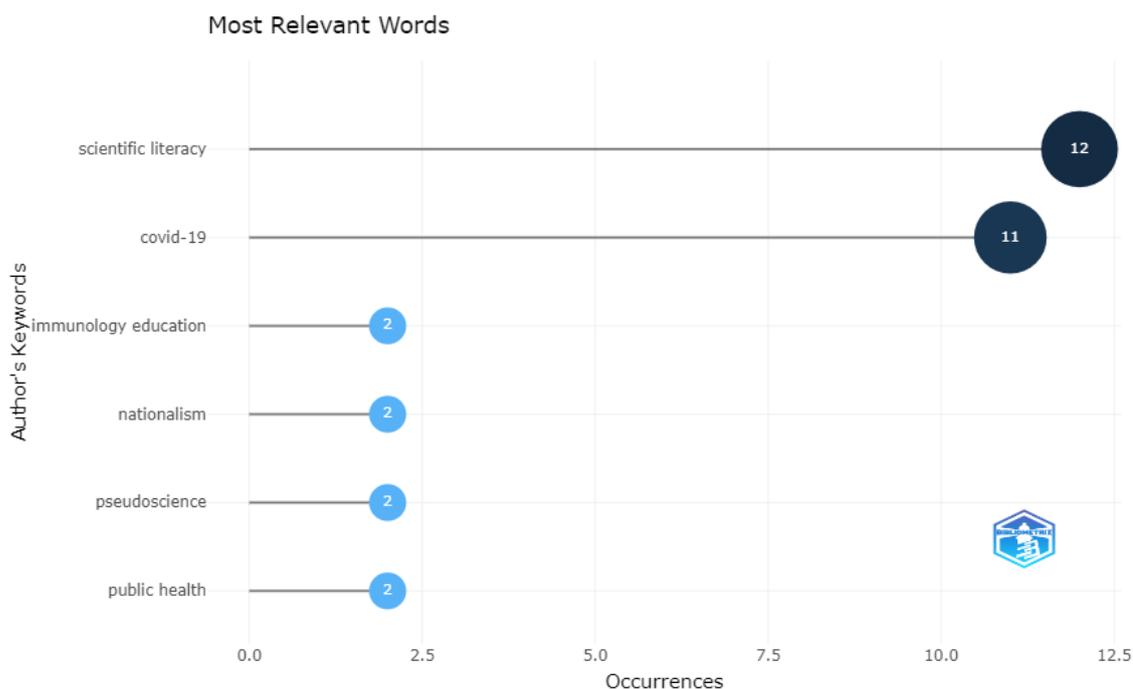
As produções analisadas e seus autores possuem filiações a universidades, centros de pesquisa, institutos de pesquisa, como pode ser observado pela figura 4 a seguir.



Esses dados nos mostram que a pesquisa científica dentro das universidades, institutos, centros de pesquisa etc. é um meio eficiente para a promoção do conhecimento. Essas produções científicas demonstram que a pesquisa contribui — além de buscas de soluções para tratamentos, testes, vacinas, equipamentos relacionados à pandemia de COVID-19 — também para o desenvolvimento de estratégias, a fim de minimizar os impactos da pandemia no ensino.

As palavras-chave mais relevantes que apareceram nas palavras-chave dos trabalhos selecionados nesse estudo são mostradas na figura 5.

Figura 5 - Palavras mais relevantes nas palavras-chave dos artigos



Por meio da figura 5, podemos identificar que as palavras mais frequentes são a alfabetização científica e a COVID-19; também são abordadas a educação imunológica, nacionalismo, pseudociência e saúde pública — palavras que igualmente estão relacionadas ao propósito de uma alfabetização científica.

Ao elaborar uma nuvem de palavras com as palavras mais encontradas nos títulos, obteve-se o mapa representado na figura 6.

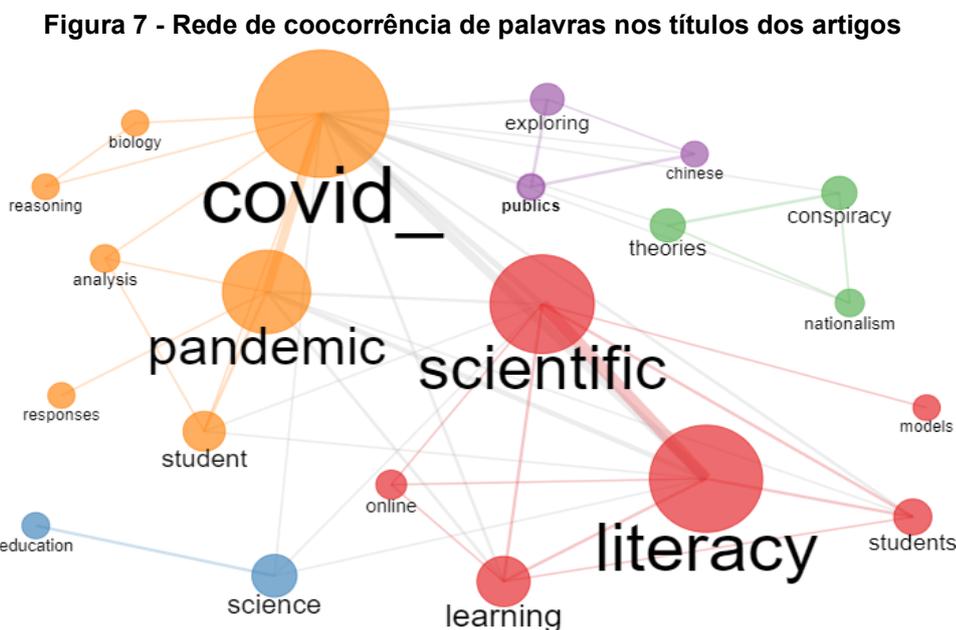
Figura 6 - Palavras mais encontradas nos títulos dos artigos selecionados



As palavras destacadas mostram a possibilidade de relação da pandemia de COVID-19 com o ensino de biologia, assim como com uma provável ACT de

estudantes, podendo ser possível a visualização através de palavras, como: raciocínio, atitudes, análise e crítica, palavras que estão ligadas aos objetivos da ACT na área de ensino.

Quanto à rede de coocorrência nos títulos, as palavras ficaram distribuídas como mostrado na figura 7.



Fonte: Scopus (2022)

Essa rede de coocorrência mostra alguns aglomerados de relações, como a pandemia de COVID-19 e sua relação com a biologia, análises, raciocínio e respostas. A educação e a ciência, por seu turno, estão correlacionadas com a alfabetização científica. E a alfabetização científica em sua relação com o aprendizado, assim como ao ensino *on-line*. E nessas correlações, encontra-se o estudante, demonstrando a possibilidade de situações de estudos que podem ser utilizadas em sala de aula, através da temática pandemia de COVID-19. Outra correlação em um dos aglomerados é a relação da teoria, conspiração e o nacionalismo, podendo partir para uma discussão mais política. Uma das correlações abordadas ainda na figura 7 é a exploração do local de surgimento do novo coronavírus, causador da COVID-19: no caso, a China.

Essa análise bibliométrica, usando o *software Bibliometrix*, teve por objetivo mapear a produção científica referente ao tema COVID-19 e à alfabetização científica, explorando a produção científica nacional e internacional presentes na *Scopus*.

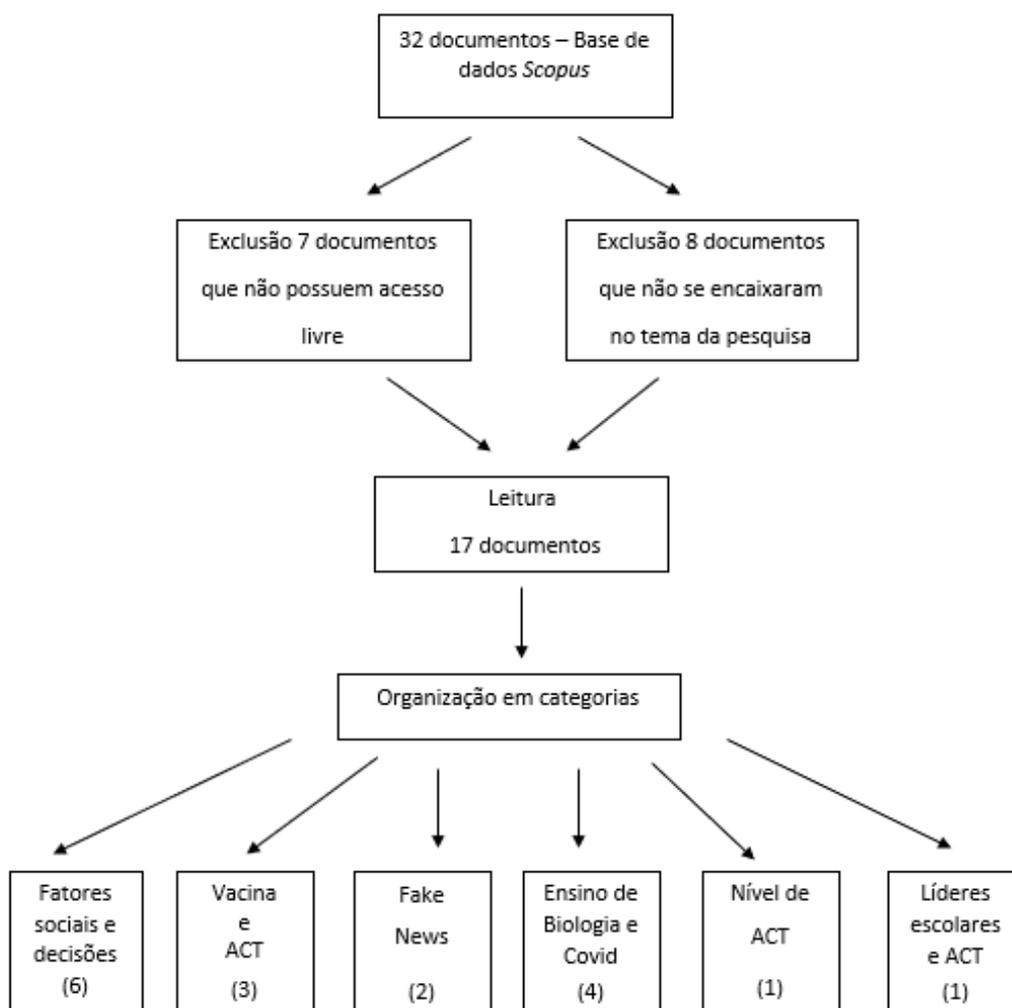
Demonstrando, assim, a preocupação mundial em discutir a importância da ACT diante do grave problema de saúde pública enfrentado.

Após análise desse referencial quantitativo, foi realizada a organização de categorias para análise qualitativa das produções abordadas.

2.2 Uma análise qualitativa das produções na base *Scopus*

Após a análise quantitativa realizada na seção anterior, procedeu-se a análise qualitativa das produções descritas no fluxograma a seguir.

Figura 8 - Fluxograma da análise qualitativa das produções na base *Scopus*



Fonte: Autoria própria (2022)

A base de dados *Scopus* apresentou 32 documentos referentes à pesquisa com as palavras-chave “COVID” and “scientific literacy”. Desses 32 documentos, sete não possuem acesso livre, sendo descartados da análise qualitativa. E oito

documentos também foram descartados, por fugirem do tema proposto neste estudo, pois possuem pesquisas referentes a metodologias aplicadas no ensino remoto, durante a pandemia, visando à alfabetização científica, e não utilizando o tema COVID para uma alfabetização científica. Com os 17 documentos restantes foi realizada uma leitura integral dos artigos obtendo-se um resumo adicionado no Apêndice A. Após análise dos artigos, estes foram agrupados por categorias de estudo: seis documentos estudam a relação dos fatores sociais com decisões pessoais em relação ao enfrentamento da pandemia; três documentos abordam a decisão de vacinação relacionada com a ACT; dois documentos fazem a análise de publicações de *fake news* e suas relações com o enfrentamento da COVID; quatro documentos abordam alguns estudos do ensino de biologia e sua relação com atitudes durante a pandemia; um documento avalia o nível de ACT de estudantes; e um documento fala da importância da ACT em líderes escolares para tomada de decisões. A seguir, são discutidas cada uma destas categorias.

2.2.1 Fatores sociais relacionado às decisões referentes à pandemia de COVID-19

O caso da pandemia da COVID-19 pode ser tratado sob a perspectiva das QSC, uma vez que estão relacionadas às questões sociais com uma dimensão científica e tecnológica. Na sequência, descrevem-se alguns fatores sociais que estão relacionados ao contexto da pandemia de COVID-19 e sua relação com a capacidade de análise e decisão dos indivíduos.

A questão da COVID-19 é um problema em tempo real, dinâmico e global que afeta pessoas em todo o mundo. Os indivíduos têm experimentado rapidamente as consequências de suas próprias decisões (como usar máscara, utilizar álcool, distanciamento social) e decisões políticas (como o toque de recolher ou questões econômicas) em relação à doença (HAN-TOSUNOGLU; OZER, 2022).

Han-Tosunoglu e Ozer (2022) apontam ainda que as pessoas precisam utilizar diferentes modos de raciocínio para abordar a COVID-19, pois as decisões individuais sobre a doença têm sido determinadas através da interação do conhecimento científico, ambiente sociocultural, questões éticas e contexto psicológico. A questão também fornece um contexto eficaz para discutir a saúde pública, a vacinação e o impacto da política sobre questões de saúde.

Ruisch *et al.*, (2021) descrevem alguns fatores que podem contribuir para as diferentes decisões referentes à pandemia, incluindo: personalidade (por exemplo, preocupação empática), atitudes (por exemplo, confiança na ciência), informações (por exemplo, conhecimento referente à COVID-19), vulnerabilidade (por exemplo, condições médicas preexistentes), demografia (por exemplo, educação, renda) e ambiente (por exemplo, local, taxas de infecção). Esses autores discutem ainda que esta diferença de atitudes diante da pandemia pode estar relacionada a uma forte divisão ideológica, com conservadores políticos *versus* liberais/progressistas.

Gratz *et al.*, (2021) abordam que essa diferença individual de percepções de risco da COVID-19 pode estar relacionada com: crenças pseudocientíficas, crenças mundiais, confiança generalizada e filiação político-partidária. Esses fatores tornam a pandemia uma lente ideal para examinar a influência das várias personalidades, crenças, busca de informações e política em relação à tomada de decisões.

Em seguida, destacamos algumas análises referentes aos fatores que influenciam na tomada de decisões quanto à pandemia de COVID-19:

Tomada de decisão baseada em moral: Han-Tosunoglu e Ozer (2022) destacam em seu trabalho que a compaixão moral, como ter empatia e respeito por outros seres humanos, justificaram as decisões de seus entrevistados, em relação ao isolamento social. Os entrevistados foram sensíveis sobre o bem-estar, segurança e a saúde dos outros, abordando questões, como transmissão e infecção; e a responsabilidade social, principalmente como uma preocupação ética.

Crenças pseudocientíficas específicas sobre COVID-19: algumas crenças pseudocientíficas específicas sobre COVID-19 foram significativamente associadas por Gratz *et al.*, (2021), tanto aos níveis iniciais mais baixos de adesão ao distanciamento social quanto aos declínios mais acentuados na adesão ao distanciamento social ao longo do tempo.

Essas desinformações, segundo os autores, podem interferir em comportamentos preventivos eficazes para reduzir a propagação da infecção. Por exemplo: as mídias sociais estão sendo usadas para disseminar crenças pseudocientíficas sobre a COVID-19, incluindo mensagens de que essa doença não existe, é inofensiva, é curável, reduzindo as percepções de risco dessa enfermidade e a adesão relacionada às diretrizes de distanciamento social.

Afiliações a partidos políticos: Gratz *et al.*, (2021) discorrem que a filiação a partidos políticos pode influenciar o engajamento em comportamentos de proteção à saúde durante a saúde pública emergenciais, como no caso da pandemia da COVID-19 e faz suas análises em comparação aos democratas e republicanos.

Segundo Gratz *et al.*, (2021), o Partido Republicano norteamericano possui percepções de menor risco da COVID-19 e menor engajamento em comportamentos protetores. Já o Partido Democrata norteamericano possui percepções de risco da COVID-19, significativamente maiores, e essas maiores percepções de risco estavam expressivamente associadas a declínios menos acentuados na adesão ao distanciamento social ao longo do tempo. Gratz *et al.* (2021) abordam ainda que o Partido Republicano no contexto das emergências em saúde pública possui maior adesão às crenças pseudocientíficas, ou seja, os republicanos e conservadores são mais propensos a desconfiar de cientistas e endossar crenças pseudocientíficas. Não só a filiação ao Partido Republicano estava significativamente associada a maiores crenças pseudocientíficas na amostra deste estudo, como também foi expressivamente associada à confiança no atual governo, e a não confiança nos *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) [Centros de Doenças Controle e Prevenção]. Dessa forma, diferenças na confiança relativamente depositada no atual governo, CDC e cientistas em geral podem ajudar a explicar as diferenças na adesão ao distanciamento social em função da filiação partidária.

Da mesma forma, Ruisch *et al.*, (2021) discutem a confiança no governo, em que a confiança em Donald Trump previu menor preocupação com o vírus, e, por outro lado, a confiança nos governadores estaduais previu maior preocupação com o vírus. Indivíduos mais conservadores expressaram maior confiança no governo federal e maior confiança em Donald Trump; já os liberais expressaram um apoio ligeiramente maior aos governadores estaduais. Esse padrão é consistente com a possibilidade de que as atitudes dos americanos em relação à pandemia foram, em grande parte, adotadas de elites políticas, especializadas e proeminentes. Para os conservadores, essas mensagens emanavam em grande parte de Trump; enquanto para os liberais, vieram de especialistas médicos e científicos, pois o conservadorismo também foi associado a menos confiança/crença na ciência.

Destaca-se, portanto, a importância de intervenções de saúde pública em larga escala, focando em educar o público, desmascarando mitos, aumentando a confiança nos Centros de Controle e Prevenção de Doenças e outras instituições de

saúde pública, e diminuindo a politização de comportamentos de proteção à saúde no contexto de pandemias para aumentar a aceitação generalizada e adesão às recomendações de saúde pública durante a pandemia. Além disso, destaca-se a relevância de informações sobre as crenças pseudocientíficas para diminuir essa “infodemia”, envolvendo a disseminação generalizada de desinformação através das redes sociais, plataformas de mídia, minimizando a gravidade da COVID-19 e incentivando os indivíduos a desconsiderar diretrizes de controle e prevenção dessa doença (RUISCH *et al.*, 2021).

2.2.2 *Fake news* no cenário da pandemia de COVID-19

Outros trabalhos também destacam o problema sobre o volume de informações acessíveis à população, assim como destacado anteriormente.

Serpa *et al.*, (2021) destacam que, durante uma pandemia, quando os fatos são, frequentemente, misturados com rumores, torna-se um desafio obter informações essenciais sobre um assunto. Além disso, em situação pandêmica, há uma quantidade excessiva e potencialmente contraditória ou confusa de informação, que tende a gerar desinformação.

Maia, Justi e Santos (2021) expressam sua preocupação diante da busca de informação dos indivíduos através das redes sociais, como principal fonte de informação científica, porque é o meio pelo qual as notícias falsas são frequentemente transmitidas e espalhadas.

Nesse sentido, acredita-se na necessidade de entender a credibilidade das fontes, a parcialidade dos resultados e o *status* da informação transmitida. Por esse motivo, Maia, Justi e Santos (2021) defendem um ensino de ciências que vise a alfabetização científica, porque cidadãos alfabetizados cientificamente selecionam e analisam as fontes de informação.

Um dos problemas na credibilidade das *fake news* é o imediatismo, a necessidade de querer respostas rapidamente, resultando em cidadãos que confiam em notícias falsas e outras (des)informações para decidir como agir, o que gerou consequências desastrosas. Os autores destacam o exemplo do Irã, onde houve notícias postadas nas mídias sociais, afirmando que a ingestão de metanol seria eficaz para combater o coronavírus, levando muitos iranianos a ingerir a substância

venenosa, causando mais de 300 mortes, bem como milhares de outras vítimas. Isso demonstra os efeitos da ausência de uma leitura crítica das informações e avaliação de sua confiabilidade; enfatiza-se, portanto, que a promoção da alfabetização científica é de fato extremamente necessária e relevante, dentro do cenário marcado pela atual pandemia (MAIA; JUSTI; SANTOS, 2021).

Serpa *et al.*, (2021) listam os mitos mais comuns que ganharam força durante a pandemia de COVID-19:

- beber álcool protege contra COVID-19;
- pulverizar álcool ou cloro sobre seu corpo mata o novo coronavírus;
- comer alho ajuda/impede infecção com o novo coronavírus;
- o vírus da COVID-19 não pode ser transmitido dentro de áreas com clima quente e úmido;
- clima frio e neve matam o novo coronavírus;
- tomar banho quente previne a doença do novo coronavírus;
- o novo coronavírus pode ser transmitido através de picadas de mosquito;
- secadores de mãos são eficazes para matar o novo coronavírus;
- lâmpadas de desinfecção ultravioleta matam o novo coronavírus;
- picadas de mosquito podem transmitir o vírus;
- a cloroquina é uma cura comprovada;
- 5G causou a pandemia.

Essa desinformação sobre a COVID-19 pode até prejudicar estudos científicos produzidos na área. Serpa *et al.*, (2021) descrevem sobre a função dos jornalistas, os quais devem agir como guardiões, em vez de falsos guardiões, resultando na necessidade de promoção de uma melhor alfabetização científica de jornalistas, sobretudo nas áreas críticas e na distinção entre fatos e opiniões.

Maia, Justi e Santos (2021) enfatizam também a necessidade de integrar efetivamente aspectos da ciência e questões sociocientíficas no ensino de ciências para uma alfabetização científica. Em uma análise nesse sentido, diferentes conhecimentos são desenvolvidos e integrados, a ponto de se ter que julgar, se posicionar, decidir e/ou agir.

Por isso, discutindo eventos relacionados ao contexto atual de pandemia, apresenta-se uma oportunidade para discutir aspectos da ciência de forma contextualizada. Tal abordagem pode ajudar os alunos a desenvolver uma

compreensão adequada da situação e seu contexto; além disso, agir com responsabilidade como cidadãos crítico-reflexivos.

2.2.3 Estudos sobre o nível de ACT no enfrentamento da pandemia de COVID-19

Archila *et al.*, (2021) destacam a importância do nível de alfabetização científica para o enfrentamento da pandemia de COVID-19. Alfabetização em COVID-19, segundo os pesquisadores, entende-se como sendo a compreensão acerca do próprio tema e tomada de decisões com base nesse entendimento; e este seria, então, um fator-chave necessário para o controle bem-sucedido da pandemia em curso.

Os autores apontam que existem três questões problemáticas referentes a uma alfabetização em COVID-19. A primeira é que há a disponibilidade de uma quantidade esmagadora de informações precisas e imprecisas relacionadas à doença. A segunda diz respeito a uma rápida e ampla disseminação de trabalhos acadêmicos confiáveis e de não confiáveis sobre a pandemia. A terceira questão consiste num movimento antivacina que faz com que se espalhem (des)informações do gênero. Dadas essas questões problemáticas, é plausível considerar que a alfabetização em COVID-19 está intimamente relacionada à alfabetização científica da mídia e seu uso crítico à alfabetização em saúde; e a um nível de conhecimento, habilidades pessoais e confiança para agir e melhorar a vida pessoal e comunitária. Além disso, também está relacionada a uma alfabetização científica, através da compreensão da ciência e tomada de decisões baseadas nesse entendimento.

Archila *et al.*, (2021) analisaram o nível de alfabetização em COVID-19 em 4.168 estudantes universitários da Colômbia. Para avaliar o nível de ACT dos estudantes, foi utilizado um questionário com 25 questões divididas em seções de alfabetização relacionadas à mídia de comunicação, saúde e ciência. A visão geral dos resultados mostra que a alfabetização em COVID-19 dos participantes é um nível moderado. A parte um do questionário tratou das fontes de informação. E estas indicam que a *internet* (86,8%) e as redes sociais (64,7%) são as duas fontes de informação das quais os participantes recebem informações sobre a COVID-19. Este é um resultado-chave, porque a *internet* e as mídias sociais são fontes que podem apresentar aos cidadãos informações falsas e/ou imprecisas sobre a pandemia.

Os autores sintetizaram ainda, em seu trabalho, cinco razões de várias literaturas de apoio, como suporte para alegar a importância da alfabetização em COVID-19:

- mídia: os canais de mídia expõem ao público inúmeros relatos falsos relacionados à COVID-19, podendo manipular a população quanto ao uso de medicamentos e vacinação;
- necessidade de ter uma compreensão funcional da doença e compromisso uns com os outros para o sucesso de conter a pandemia;
- a alfabetização em COVID-19 pode contribuir para a promoção de visões críticas sobre a vacinação;
- a alfabetização em COVID-19 pode proteger pessoas e diminuir o temor dessa enfermidade, principalmente diante do medo e do pânico, pois tal cenário pode ser utilizado para manipular as decisões de pessoas que desconhecem essa doença;
- necessidade de preparar as pessoas para tomar decisões diante da COVID-19, e tal tomada de decisão não é apenas vista como aspecto da alfabetização científica (e, claro, da alfabetização COVID-19), mas também um fator-chave necessário para o sucesso do controle da pandemia em curso.

Archila *et al.*, (2021) discutem, portanto, a importância de se explorar maneiras educacionais para equipar cidadãos com habilidades científicas, pois a comunidade científica está perdendo a batalha contra a desinformação digital em tempos de pandemia de COVID-19.

2.2.4 Relação entre a vacinação e ACT

Assim como destacado por Archila *et al.*, (2021) referente ao movimento antivacina, o qual faz com que se espalhem (des)informações nesse sentido, os trabalhos a seguir demonstram que muitas pessoas estão relutantes em aceitar a vacinação contra a COVID-19.

Para Yang, Luo e Jia (2021), entre os fatores subjacentes à resistência das pessoas à vacinação contra a COVID-19 está a crença em teorias da conspiração.

Pessoas que acreditam em teorias da conspiração podem resistir a medidas preventivas e vacinação propostas por especialistas científicos ou de saúde.

Os dados da pesquisa desses autores mostram que as crenças da teoria da conspiração sobre vacinas são as que mais afetam significativamente a intenção do público chinês de receber vacinas contra a COVID-19, o que significa que quanto mais o público chinês acredita em teorias da conspiração relacionadas às vacinas menos eles estão inclinados a tomar a vacina.

Entre os entrevistados por Yang, Luo e Jia (2011), foram identificados 11 tipos diferentes de teorias da conspiração. Sobre as vacinas foi destacado que: empresas farmacêuticas encobrem o perigo das vacinas; as pessoas estão sendo enganadas sobre a eficácia das vacinas; vacinar crianças é prejudicial.

A investigação desses estudiosos demonstrou ainda que diferentes tipos de teorias da conspiração têm impactos distintos. A única crença que teve impacto negativo nas intenções do público chinês quanto a ser vacinado foram as teorias da conspiração sobre as vacinas e o conhecimento deles acerca de tais prevenções. Conclui-se que diferentes tipos de teorias da conspiração têm efeitos diferentes quanto à intenção das pessoas de tomar a vacina contra a COVID-19. No entanto esta conclusão pode não ser aplicável em outros períodos de pandemia e outros contextos socioculturais.

Yang, Luo e Jia (2021) também discutem sobre o patriotismo do público chinês, o qual tem um significativo efeito em sua percepção de teorias da conspiração e outros comportamentos antiepidêmicos. Para as teorias da conspiração que tratam a China como culpada, não condizem com a imagem nacional da China, ou seja, os chineses se recusam a acreditar nesta teoria.

Hu, Jia e Xie (2021) abordam o fator do nacionalismo dos chineses, como fator principal nas atitudes para o enfrentamento da pandemia de COVID-19. Os autores descrevem que as atitudes em relação à aceitação da vacinação são impulsionadas geralmente pela análise dos riscos e benefícios pessoais. Mas, na pesquisa deles, os fatores sociais parecem ter desempenhado um papel mais notável, principalmente o nacionalismo dos chineses. Segundo os autores, quanto mais alto o nacionalismo, mais a população tendeu a tomar ações direcionadas a conquistas nacionais em controle à pandemia. Embora o governo chinês não tenha proposto formalmente, o vice-presidente apelou amplamente à vacinação pública contra o vírus.

Na percepção dos autores, a vacinação e o uso de máscara parecem apontar para uma vitória nacional contra a pandemia.

Hu, Jia e Xie (2021) destacam ainda a importância da coletividade e a relacionam à política do país; pois, compreensivelmente, se uma pessoa apoia uma política, ela certamente apoiará a ação incentivada pela política. Nesse sentido, a vacinação também implica uma tendência: seguir as diretrizes do Estado e adotar valores coletivistas.

Podemos observar que uma parcela na população é relutante em aceitar a vacinação contra a COVID-19. Tal medida é considerada importante para o controle, a longo prazo, da doença; e este dependerá do desenvolvimento, da eficácia e da aceitação do público em relação às vacinas preventivas.

Motoki, Saito e Takano (2021) descrevem que fatores psicológicos, como a confiança na segurança da vacina, a confiança na ciência e a percepção de segurança da vacina são positivamente associadas às intenções de vacinação ou confiança na vacinação. Além disso, o conhecimento científico pode influenciar as atitudes em relação à prática de comportamentos preventivos diante da COVID-19.

Quanto às teorias da conspiração, Yang, Luo e Jia (2021) também assinalam que pessoas com maior alfabetização científica podem ser menos propensas a acreditarem nas teorias da conspiração, as quais, não raro, são baseadas na disseminação de informações incorretas ou insuficientes. Considerando esse raciocínio, os pesquisadores discutem, então, que a alfabetização científica e o conhecimento sobre vacinas podem auxiliar na intenção das pessoas para a vacinação contra a COVID-19.

Quanto a essa relação ao conhecimento científico, Motoki, Saito e Takano (2021) fazem uma busca teórica para sua explicação: aqueles que têm maior crença na ciência, maior necessidade de cognição e maior autocontrole relataram comportamento frequente de uso de máscaras durante a pandemia. Além disso, aqueles que têm maior necessidade de cognição, maior autocontrole e maior capacidade de memória de trabalho foram mais propensos a acompanhar o distanciamento social durante a pandemia de COVID-19. Acrescente-se ainda, que pesquisas recentes mostraram que o anti-intelectualismo (desconfiança de especialistas e intelectuais) está associado a menos uso de máscaras e distanciamento social. Diante desses achados, pode-se supor que o conhecimento

científico tem a ver com atitudes em relação aos comportamentos preventivos de COVID-19.

Quanto ao papel da alfabetização científica sobre atitudes em relação às vacinas contra essa doença e comportamentos preventivos, Motoki, Saito e Takano (2021) apontam em seu estudo que aqueles que têm pontuações mais baixas em alfabetização científica tendem a apresentar atitudes negativas em relação às vacinas.

Os resultados da análise desses pesquisadores indicaram que a alfabetização científica esteve positivamente associada às atitudes em relação às vacinas contra a COVID-19. Os resultados demonstraram que participantes com alfabetização científica podem ter uma compreensão mais clara das vacinas e, posteriormente, ter atitudes mais positivas em relação às vacinas contra a doença.

Motoki, Saito e Takano (2021) atribuem o ceticismo contra a vacinação do público ou a incompreensão da ciência a uma falta de conhecimento. Os autores propõem que os especialistas devem transferir suas comunicações científicas para o público para fomentar o seu conhecimento científico. Estes autores sugerem, então, que potenciais campanhas e intervenções destinadas a aumentar as vacinações contra a COVID-19 podem resultar no aumento da aceitação das vacinas no combate a essa enfermidade.

2.2.5 Importância da ACT de líderes educacionais

Glenn e Glenn (2020) discutem em seu trabalho a importância da alfabetização em saúde, principalmente entre os líderes educacionais, pois possuem uma enorme responsabilidade de cuidar da saúde de seus alunos. Os autores definem alfabetização em saúde como:

[...] o conhecimento, a motivação, e a competência para acessar, compreender, avaliar e aplicar informações de saúde em julgamentos e tomada de decisões na vida cotidiana sobre cuidados de saúde, prevenção de doenças e promoção da saúde para manter ou melhorar a qualidade de vida (GLENN; GLENN, 2020, p. 81).

São os líderes educacionais das escolas públicas que enfrentam a pressão de reabrir as escolas, e estes precisam adquirir habilidades de alfabetização em saúde para navegar no labirinto de informação e desinformação. Glenn e Glenn (2020) destacam a preocupação de não haver naquele momento evidências de como as

crianças transmitem o vírus e se seria semelhante aos adultos. Pois as evidências científicas sugerem que as crianças são em grande parte portadoras assintomáticas da doença; apresentam sintomas mais leves e são menos propensas a espalhar o vírus. Portanto as descobertas científicas sobre a COVID-19 devem ser avaliadas e interpretadas com cautela.

Os autores Glenn e Glenn (2020) citam ainda a dificuldade de não ter o apoio ou orientação de enfermeiras escolares que, em diversos momentos, seriam a única pessoa com experiência em saúde no nível escolar. Por isso, a importância discutida da alfabetização em saúde dos líderes escolares. De posse de tal instrumento, estarão aptos para navegar e interpretar grandes quantidades de informação científica. Esta, inevitavelmente misturada com desinformação, politicamente inspirada, de assessores de políticas de saúde pública estaduais, locais e federais. Isso se deve a uma pressão muito grande para a reabertura das escolas em âmbito mundial.

Por esses motivos, é imprescindível que os líderes de escola conversem com especialistas confiáveis para lidar com as dificuldades presentes ao filtrar as informações conflitantes.

2.2.6 Possibilidades da utilização da temática COVID-19 no ensino

Como visto nas discussões anteriores, a alfabetização científica está positivamente associada às atitudes em relação à pandemia de COVID-19. E uma coisa é certa: conforme destacado por Braund (2021), as pessoas em todos os países foram expostas a quantidades sem precedentes de informações científicas, informações matemáticas, estatísticas e técnicas. Parece que, da noite para o dia, fomos confrontados com conceitos de virologia, imunologia e epidemiologia, e bombardeados por números e equações de modelagem matemática e estatística e representações gráficas de vários tipos e complexidade.

Assim, percebemos a importância da introdução do contexto clínico do mundo real em lições ao ensinar, principalmente neste momento de pandemia de COVID-19, sobre conceitos imunológicos. A imunologia é, por natureza, interdisciplinar e requer uma compreensão dos conceitos em uma série de disciplinas científicas.

Anderson, Justement e Bruns (2020), assim como Grosser e Hale (2021) acreditam que a compreensão dos complexos conceitos imunológicos e técnicas

experimentais podem ser aprimorados através da leitura e compreensão da literatura científica. Para uma ACT, a busca de informações pode ser abordada de forma variada, incluindo a compreensão de bancos de dados apropriados usados para buscar informações, bem como a capacidade de construir uma pesquisa eficaz na literatura, fontes apropriadas, extração de informações relevantes e sintetização de conceitos-chave.

A rápida evolução da disseminação de informações sobre a COVID-19 exige que os estudantes leiam artigos científicos para adquirir conhecimento a respeito do assunto para, assim, fornecer-lhes, além disso, a oportunidade para desenvolver as habilidades de alfabetização científica e comunicação (ANDERSON; JUSTEMENT; BRUNS, 2020).

Acredita-se que discussões sobre literatura científica em sala de aula, através de seleção de artigos que dialoguem com o mundo real, têm um impacto crítico no engajamento dos alunos. Grosser e Hale (2021) abordam que esta análise da literatura científica é uma ferramenta eficaz para melhorar a alfabetização científica e quantitativa (interpretação, avaliação e contextualização de dados). Ressaltam ainda que melhorar a alfabetização científica pode contribuir para a despolarização da visão ideológica; e que tal despolarização tem se tornado cada vez mais necessária com a politização da ciência.

2.2.6.1 Ensino de biologia e COVID-19

O impacto do SARS-CoV-2 permite estudos relacionados ao ensino de biologia, como microbiologia e biologia molecular, possibilitando que os estudantes entendam e evoluam seu aprendizado em uma situação de emergência global. Durante esse período de pandemia, a relação com o estudo da microbiologia torna-se um atributo altamente desejável, um requisito para entender às políticas governamentais e à intervenção em saúde pública e facilitar a avaliação crítica das reportagens da mídia (ÇAKAR; REDFERN; VERRAN, 2021). Anderson, Justement e Bruns (2020) também acreditam que aprender sobre o sistema imunológico, por exemplo, influencia positivamente na compreensão dos alunos acerca de conceitos imunológicos complexos.

Grosser e Hale (2021) aproveitaram o aumento do interesse pela pesquisa clínica sobre a COVID-19 para engajar os estudantes em uma discussão de literatura científica que reforça conceitos-chave ensinados em um curso de biologia introdutória. Para tal, os autores utilizaram um artigo científico: *Remdesivir for the Treatment of COVID-19: Final Report*, com o objetivo de enfatizar a interpretação dos dados sobre a narrativa do texto do artigo, principalmente sobre: conceitos experimentais; placebo control; dupla cegueira, randomização, conselho de revisão ética; variáveis independentes e dependentes.

Além do *feedback* positivo dos alunos, Grosser e Hale (2021) destacam que a implementação preliminar desta atividade sugere que a discussão da literatura relacionada à COVID-19, durante a pandemia em andamento, é um método altamente envolvente para a aplicação de *design* experimental e habilidades quantitativas em cursos introdutórios de biologia.

A aplicação da atividade resultou ainda em otimismo ao ver o progresso no tratamento da COVID-19, mas também preocupação com a contínua falta de uma cura genuína. Por outro lado, alguns alunos relataram compartilhar suas descobertas com amigos e familiares, demonstrando a importância da alfabetização científica no compartilhamento de informações confiáveis (GROSSER; HALE, 2021).

Anderson, Justement e Bruns (2020) inseriram um contexto clínico do mundo real para abordar conceitos imunológicos, através da utilização de artigos de revisão intitulados: *COVID-19: Immune responses in COVID-19 and potential vaccines: Lessons learned from SARS and MERS epidemic* e *Distinct Immune Response in Two MERS-CoV-Infected Patients: Can We Go from Bench to Bedside?*. O objetivo desse exercício educacional foi desenvolver habilidades de alfabetização científica, reforçando os conceitos de imunologia previamente abordados no curso, e aumentar o prazer dos alunos no processo de aprendizagem por meio do uso de um tópico atual e real (ANDERSON; JUSTEMENT; BRUNS, 2020).

No geral, os alunos relataram aumentos significativos na confiança em relação às suas habilidades em ler artigos científicos, extrair informações relevantes, explicar os principais conceitos e tirar conclusões apropriadas dos dados (ANDERSON; JUSTEMENT; BRUNS, 2020). A utilização de artigos de um contexto clínico do mundo real demonstra que não só proporciona uma oportunidade de explorar conceitos de imunologia de tal mundo, mas também uma oportunidade de construir a confiança dos alunos na leitura e na compreensão da literatura científica.

Os autores Anderson; Justement; Bruns (2020) destacam ainda, que utilizar atividades de aprendizagem que desenvolvam competências, envolvendo raciocínio analítico, pensamento crítico e comunicação, pode ser um desafio. Os autores fazem tal pressuposição com base na atitude (tantas vezes, negativa) dos alunos, por, normalmente, verem o desenvolvimento dessas habilidades e competências como mais difícil e demorado do que a maneira tradicional específica de conteúdo. No entanto, o aumento do interesse dos alunos por um tema pode superar a maioria das atitudes negativas, especialmente quando os temas têm suscitado relevância direta para este aluno. Essas informações destacam a importância de desenvolver habilidades críticas que são percebidas negativamente pelos estudantes, centradas no mundo real, trazendo experiências relevantes para aumentar o interesse deles, e o engajamento em atividades educativas.

Çakar, Redfern e Verran (2021) descrevem a utilização da pandemia de coronavírus como foco para aplicação da teoria da microbiologia em mudança comportamental e comunicação científica. O objetivo do estudo foi a realização de um curso avançado de microbiologia e análise da compreensão da pandemia e do impacto positivo nos comportamentos dos alunos em relação às práticas de saúde pública. A análise do estudo foi centrada na explicação dos estudantes de como o aprendizado da microbiologia fundamental os ajudou e também suas famílias durante o período de confinamento.

Çakar, Redfern e Verran (2021) descrevem a aplicação do conteúdo que gerou mudanças comportamentais relacionadas, principalmente ao distanciamento social, quarentena e isolamento; o uso de máscaras faciais e a importância da higiene das mãos e das superfícies que são tocadas pelas mãos. Os alunos aderiram estritamente às regras e, em geral, foram meticolosos em garantir ativamente que as regras fossem seguidas corretamente por outros. Embora isso possa ser percebido como “óbvio”, o fato de os alunos relacionarem seu conhecimento microbiológico a comportamentos apropriados durante uma pandemia é uma demonstração impressionante de alfabetização microbiana.

Çakar, Redfern e Verran (2021) descrevem um cenário real onde a alfabetização científica diz respeito à sua aplicação na sociedade, proporcionando aos alunos a oportunidade de incorporar e aplicar seu aprendizado.

Reiss (2020) examina como a HPS pode contribuir para a educação científica na era da pandemia COVID-19. Seu foco é a educação científica escolar, examinando

como a história, a filosofia e a sociologia da ciência podem contribuir, e as implicações disso para a ciência escolar.

1) História da ciência: a maneira mais óbvia de um professor de biologia ver o papel da história da ciência em um tempo de COVID-19 é considerando pandemias passadas. A pandemia mais frequentemente mencionada no contexto da COVID-19 é a pandemia de influenza de 1918–1919. Estima-se que cerca de 500 milhões de pessoas foram infectadas pelo vírus da gripe (um terço da população mundial) e cerca de 50 milhões de pessoas morreram (uma taxa de mortalidade de cerca de 10%). Assim como a COVID-19, a doença foi outro exemplo de zoonose (doença transmitida a humanos de animais não humanos), sendo causada por um vírus: o H1N1, com genes de origem aviária, mas, diferente da COVID-19, a mortalidade parece ter sido maior em pessoas com menos de 5 anos, 20 a 40 anos e 65 anos ou mais.

Não se sabe de onde se originou a pandemia de influenza de 1918–1919, e a doença é frequentemente referida como "gripe espanhola". A razão para isso não é que se originou lá, mas que a Espanha foi um dos poucos países europeus a serem neutros na Primeira Guerra Mundial, temendo seu efeito adverso sobre a moral.

Menos conhecida é a história por trás da Organização Mundial da Saúde (OMS), chamando o vírus de "o vírus COVID-19". Os vírus são nomeados pelo Comitê Internacional de Taxonomia dos Vírus (ICTV) que nomeou o agente causador da COVID-19 como SARS-CoV-2. No entanto, como explica a OMS (2020):

Do ponto de vista das comunicações de risco, o uso do nome SARS pode ter consequências não intencionais em termos de criar medo desnecessário para algumas populações, especialmente na Ásia, que foi mais afetada pelo surto de SARS em 2003. Por essa razão e outros, a OMS começou a se referir ao vírus como "o vírus responsável pelo COVID-19" ou "o vírus COVID-19" ao se comunicar com o público (OMS, 2020).

Finalmente, há semelhanças entre as tentativas atuais de enfrentar a COVID-19 e as tentativas históricas de enfrentar a pandemia de influenza de 1918–1919. Foram utilizadas máscaras, reuniões públicas proibidas, escolas e empresas fechadas, boas práticas de higiene recomendadas, hospitais improvisados estabelecidos e tentativas desesperadas (sem sucesso) feitas para criar uma vacina. No final, foi a imunidade de rebanho que causou a morte da doença. Se for a imunidade de rebanho que faz com que a COVID-19 morra, teremos perdido milhões de pessoas.

2) Filosofia da ciência: consideremos a medição da mortalidade resultante da COVID-19. Os estudantes poderiam refletir sobre por que é difícil determinar se as pessoas morreram em consequência da doença causada pelo COVID-19. Em parte, devido à grande maioria dos países não estar habilitada para realizar testes em escalas suscitadas pelas demandas (uma consideração que leva à subestimação da mortalidade resultante da COVID-19). Em seguida, há o que pode ser chamado de consequências indiretas da COVID-19 sobre a mortalidade. Para listar apenas algumas delas, menos pessoas vão ao hospital para tratamentos, porque têm medo de contrair o vírus e se infectar com a COVID-19 lá (levando a um aumento nas taxas de mortalidade); maior ansiedade e outros problemas de saúde mental com desfechos que incluem suicídio (levando a um aumento das taxas de mortalidade); aumento da violência doméstica (levando ao aumento das taxas de mortalidade); menores níveis de exercício e aumento do consumo alimentar (possivelmente levando a um aumento das taxas de mortalidade); menores níveis de tráfego (levando a uma diminuição das taxas de mortalidade); menores níveis de poluição do ar (levando à diminuição das taxas de mortalidade); e assim por diante. O objetivo seria pensar sobre os efeitos indiretos que a COVID-19 pode ter sobre a mortalidade.

3) Filosofia moral: há também o argumento de que incluir a ética pode levar a uma melhor compreensão da ciência. Há uma série de questões éticas suscitadas pela COVID-19 que fariam uma boa discussão em sala de aula. Reis (2020) menciona duas: cuidados de saúde e vacinação. Sobre questões éticas — quem obtém acesso privilegiado, por exemplo: alguém no auge da vida, como crianças pequenas, devem ser favorecidas sobre alguém com saúde mais pobre na casa dos 80 anos, sem nenhum dependente, parentes?

Quanto à vacinação, as objeções à vacinação começaram quase tão logo a prática foi introduzida. Objeções do século XIX incluíam argumentos de que as vacinas não funcionavam e causavam inseguranças ou que sua introdução obrigatória (por exemplo, a Lei de Vacinação Obrigatória de 1853 no Reino Unido) teriam violações da liberdade pessoal. Até hoje, a vacinação é rejeitada por alguns; pelos mesmos motivos. Em um ambiente escolar, há a oportunidade de examinar com mais cuidado os argumentos a favor e contra a vacinação. Esse exame ético acompanha o ensino científico convencional: por exemplo, ensinando que se a imunidade de rebanho é para ajudar a prevenir a propagação de uma doença através da vacinação, uma certa porcentagem da população precisa ter adquirido imunidade.

4) Sociologia: em relação à COVID-19, os sociólogos estão interessados em coisas como quem ganha acesso e quem não tem acesso a tecnologias para prevenção e tratamento. Classicamente, a sociologia analisa a importância da classe social, gênero e etnia em questões como condições de vida, padrões de trabalho e salários. Em vez disso, os alunos podem ser introduzidos no contexto da COVID-19: há formas sociológicas de pensar e há formas de examinar dados e questionar práticas humanas. Tais atividades podem ajudar os alunos a apreciar melhor, por exemplo, as enormes diferenças entre os países, em termos de como eles reagiram à pandemia — negação, bloqueio, distanciamento social, uso de máscaras, fé em uma vacina ou tratamentos etc.

5) Outras disciplinas: a pandemia abre portas para discussões em torno da relevância da economia e da política no combate à COVID-19. Em termos de política, a doença configura-se uma oportunidade para os estudantes considerarem como governos democráticos e não democráticos podem diferir em sua resposta aos eventos. Os alunos também podem refletir sobre a diversidade de opiniões dentro dos países acerca da tentativa de conter o vírus e os fatores psicológicos que podem estar por trás disso. A menção à economia, política e psicologia levantam questões gerais da interdisciplinaridade no ensino de ciências.

Reiss (2020) discute que os currículos científicos, especialmente os de biologia, têm um histórico de mudanças em resposta a importantes questões relacionadas à ciência que surgem na sociedade. Parece provável que a COVID-19 constitua tal instância. A questão surge, então, do valor da HPS para a educação científica sobre como a HPS pode desempenhar um papel útil no ensino da ciência, e como pode ajudar a promover a ACT e a compreensão pública da biologia.

3 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA

Neste capítulo aborda-se inicialmente algumas características, elementos e critérios descritos por diversos autores referente à ACT, seguido dos critérios e objetivos da ACT na concepção de Fourez. Por fim, aborda-se os objetivos de se trabalhar com a ACT no ensino de ciências.

3.1 Algumas características da ACT

O uso do termo alfabetização científica apresenta variações dentro dos estudos para o ensino de ciências. Autores da língua francesa, como Fourez (1997), utilizam o termo *Alphabétisation Scientifique*; já publicações da língua inglesa, como os autores Laugksch (2000) e Hurd (1998), trazem a expressão *Scientific Literacy*. Na língua portuguesa, encontram-se ainda mais variações, como o termo “Letramento Científico”, utilizado por Santos e Mortimer (2001), “Alfabetização Científica”, utilizado Auler e Delizoicov (2001) Lorenzetti e Delizoicov (2001) e Chassot (2018) e ainda pode ser encontrada a expressão “Enculturação Científica” utilizada por Mortimer e Machado (1996). Ao observar a literatura brasileira, encontramos diferentes expressões para o termo alfabetização científica; porém, independente do termo utilizado, o cerne das discussões dos autores é a mesma: voltada para a preocupação com o ensino de ciências (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Sasseron e Carvalho (2011) descrevem alguns pontos em relação à escolha dos termos pelos autores. O termo “Enculturação Científica” parte do pressuposto de que o ensino de ciências pode e deve promover condições para que os alunos possam fazer parte de uma cultura de ideias e conceitos científicos, sendo capazes de participar das discussões desta cultura, obtendo informações e fazendo-se comunicar. Já a expressão “Letramento Científico” justifica-se na ideia de Soares (1998, p. 18), partindo da definição de letramento como sendo “resultado da ação de ensinar ou aprender a ler e escrever: estado ou condição que adquire um grupo social ou um indivíduo como consequência de ter-se apropriado da escrita”.

Neste trabalho, é utilizado o termo alfabetização científica. Mas o que definiria o termo alfabetizado cientificamente? Alguns escritores se referem a uma mera competência funcional, outros consideram a habilidade necessária para ser um

cientista profissional, outros consideram aqueles que sabem explicar algumas situações triviais de nosso cotidiano.

O termo Alfabetização Científica e Tecnológica engloba diversos significados, traduzidos através de expressões como popularização da ciência, divulgação científica, entendimento público da ciência e democratização da ciência. Os objetivos são diversos e difusos: desde a busca de uma autêntica participação da sociedade em problemáticas vinculadas à Ciência e Tecnologia até aqueles que colocam a ACT na perspectiva de buscar o apoio da sociedade para o desenvolvimento científico-tecnológico (AULER; DELIZOICOV, 2001).

Lorenzetti e Delizoicov (2001, p. 52–53) consideram que a ACT é “compreendida como o processo pelo qual a linguagem das Ciências Naturais adquire significados, constituindo-se um meio para o indivíduo ampliar o seu universo de conhecimento, a sua cultura, como cidadão inserido na sociedade”.

Para a *American Association for the Advancement of Science (AAAS)* [Associação Americana do Avanço Científico], o indivíduo é alfabetizado cientificamente quando é capaz de compreender os conceitos-chave e princípios da ciência e os conhecimentos científicos utilizados para fins individuais e sociais. Para a AAAS, as pessoas devem ser capazes de usar o conhecimento da ciência na sua vida cotidiana, ou seja, valendo-se do conhecimento, deve ser capaz de desenvolver soluções efetivas aos problemas globais e locais (HODSON, 1998).

Para Chassot (2018, p. 84), a característica de uma alfabetização científica seria “o conjunto de conhecimentos que facilitariam aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem”. O autor ainda complementa que a alfabetização científica não busca apenas facilitar a leitura de mundo em que as pessoas vivem, mas principalmente entender a necessidade de transformá-lo.

Em um de seus artigos publicado em 1998 com o título *Cientific Literacy: New Minds for a Changing World*, Paul de Hart Hurd escreve que um conceito de alfabetização científica deve reconhecer a gama de forças de mudança em nossa sociedade. Essas mudanças fornecem uma estrutura básica para a construção de um significado para a alfabetização científica que inclui a capacidade de uso ideal de conhecimento de ciência/tecnologia.

Hurd (1998) descreve uma falha do ensino de ciências em não reconhecer a socialização da ciência/tecnologia. Segundo esse pesquisador, a alfabetização científica é vista como uma competência cívica necessária, para pensar sobre a

ciência em relação a problemas pessoais, sociais, políticos e econômicos. Defende ainda que o currículo do ensino de ciências deveria ser reinventado para se harmonizar com as mudanças na prática da ciência/tecnologia, reconhecendo a socialização da ciência e sua relevância, no sentido de como a ciência impacta nossa cultura.

Aragão (2019) discorre que os elementos de um conceito de alfabetização científica defendidos por Hurd (1998) devem representar uma consciência de comportamentos que servem como diretrizes para interpretar as funções da ciência/tecnologia nos assuntos humanos. Assim, para esse autor uma pessoa letrada cientificamente é aquela que:

- distingue especialistas dos desinformados;
- distingue teoria de dogma e dados de mito e folclore;
- reconhece que quase todos os fatos da vida de uma pessoa foram influenciados de uma forma ou de outra pela ciência/tecnologia;
- sabe que a ciência em contextos sociais, seguidamente, tem dimensões políticas, jurídicas, éticas e, às vezes, interpretações morais;
- percebe as maneiras como a pesquisa científica é feita e como os resultados são validados;
- usa conhecimento científico quando apropriado para tomar decisões sociais e de vida, formando julgamentos, resolução de problemas e ação;
- distingue a ciência da pseudociência, como astrologia, charlatanismo, ocultismo e superstição;
- reconhece a natureza cumulativa da ciência, como uma "fronteira sem fim";
- reconhece pesquisadores científicos como produtores de conhecimento e cidadãos como usuários da ciência e do conhecimento;
- reconhece lacunas, riscos, limites e probabilidades na tomada de decisões que envolvem um conhecimento da ciência ou tecnologia;
- sabe como analisar e processar informações para gerar conhecimento que vai além dos fatos;
- reconhece que os conceitos, leis e teorias da ciência não são rígidos, mas essencialmente têm uma qualidade orgânica; eles crescem e se desenvolvem, ou seja, o que é ensinado hoje pode não ter o mesmo significado amanhã;

- sabe que problemas científicos em contextos pessoais e sociais podem ter mais de um "certo", especialmente os problemas que envolvem ações éticas, judiciais e políticas;
- reconhece quando uma relação de causa e efeito não pode ser estabelecida;
- entende a importância da pesquisa em si mesma, como um produto da curiosidade de um cientista;
- reconhece que nossa economia global é amplamente influenciada pelos avanços da ciência e tecnologia;
- reconhece quando questões culturais, éticas e morais estão envolvidas na resolução de problemas da ciência;
- reconhece quando não se tem dados suficientes para tomar uma decisão racional ou formar um julgamento;
- distingue evidência de propaganda, fato de ficção, sentido de absurdo e conhecimento de opinião;
- vê os problemas científicos-sociais e pessoais-cívicos como exigência de uma síntese de conhecimento de diferentes campos, incluindo ciências naturais e sociais;
- reconhece que não se sabe muito no campo da ciência e que a descoberta mais significativa pode ser anunciada amanhã;
- reconhece que a alfabetização científica é um processo de aquisição, análise, síntese, codificação, avaliando e utilizando as conquistas em ciência e tecnologia em condições humanas e sociais;
- reconhece as relações simbióticas entre ciência e tecnologia e entre ciência, tecnologia e assuntos humanos;
- reconhece a realidade cotidiana das maneiras como a ciência e a tecnologia servem ao ser humano através de capacidades adaptativas e enriquecem o capital;
- reconhece que os problemas sociocientíficos são geralmente resolvidos de forma colaborativa, em vez de ação individual;
- reconhece que a solução imediata de um problema científico-social pode criar um problema mais tarde;
- reconhece que as soluções de curto e longo prazo para um problema podem não ter a mesma resposta.

Para Hurd (1998), essas características de alfabetização em ciências não são ensinadas diretamente, mas estão embutidas em um currículo vivido onde os alunos estão empenhados em resolver problemas, fazer investigações ou desenvolver projetos.

Fourez (1997) também traz em seu livro critérios para uma alfabetização científica e tecnológica. Esse pesquisador aborda a ACT segundo a ótica da National Science Teaching Association de los Estados Unidos (NSTA) (Associação de Professores de Ciências dos Estados Unidos), a qual descreve que uma pessoa alfabetizada científica e tecnologicamente é capaz de atender a alguns critérios apresentados a seguir:

1- Utilizar conceitos científicos e integrar valores e saberes para adotar decisões responsáveis na vida cotidiana.

Muitos alunos, ao saírem da escola se veem numa fronteira entre os conhecimentos científicos e as decisões que tomam. Diante disso, coloca-se a questão: como educar os jovens para articular decisões éticas e políticas, como fazer que seus conhecimentos científicos permitam realizar uma análise mais crítica de suas decisões? Tal questionamento supõe que é inaceitável ensinar ciências exclusivamente teórica e desvinculada das relações do cotidiano.

2- Compreender que a sociedade exerce um controle sobre as ciências e as tecnologias, da mesma forma que as ciências e as tecnologias “imprimem seu selo na sociedade”.

Os cidadãos até reconhecem facilmente os impactos sociais da ciência e da tecnologia, mas não percebem que a recíproca também é verdadeira: a ciência e a tecnologia são produtos da sociedade e as refletem. Há a existência de vários grupos de poder que controlam a sociedade.

3- Compreender que a sociedade exerce controle sobre a ciência e tecnologia por meio dos subsídios que lhes são concedidos.

O controle não é apenas cultural, mas atinge o desempenho econômico. O estado por um lado, e a sociedade civil por outro: em particular, indústrias subsidiam as investigações, controlando-as e orientando-as.

4- Reconhecer tanto os limites como as utilidades das ciências e tecnologias no progresso do bem-estar humano.

No ponto de vista cultural, as tecnologias trazem muitas contribuições, porém podem também ser consideradas dogmas culturais. Nos países industrializados, as

tecnologias, por um lado, melhoram as condições de trabalho, e, por outro, têm servido para controlar o trabalhador.

Essa visão de mundo convida, então, para a formação de um espírito crítico nos estudantes; tal espírito evita um otimismo ingênuo e, ao mesmo tempo, aprecia evidentes contribuições das tecnologias para nossas sociedades.

5- Conhecer os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas, e ser capaz de aplicá-los.

O que a alfabetização científica e tecnológica deve focar não é uma série de conhecimentos específicos precisos, mas sim um conjunto global que permita a orientação em nosso universo.

A AAAS levanta algumas noções imprescindíveis para a alfabetização científica e tecnológica. O que é recomendado para que todos sejam científica e tecnologicamente alfabetizados implica conhecimentos de certas noções e princípios da ciência. A AAAS propõe uma série de temas considerados importantes: estrutura e evolução do universo; estruturas gerais do planeta terra; conceitos básicos sobre matéria, energia, meio ambiente e sua diversidade; evolução biológica, paleontológica e moleculares; organismo humano; ciclo da vida humana; saúde física e mental; tecnologias na medicina, técnicas e funcionamento do organismo; dinâmica social, implantação cultural da pessoa; variedades de grupos sociais; mudanças e conflitos sociais; formas de organização política e econômica; população humana, seu número, distribuição e recursos; natureza das tecnologias, agricultura; matemática dos símbolos, probabilidades, análise de dados, raciocínio lógico e dedutivo.

6- Apreciar as ciências e as tecnologias para o estímulo intelectual que elas proporcionam, superando a pura instrumentalidade das ciências e da tecnologia.

7- Entender que a produção do conhecimento científico depende tanto dos processos de pesquisa quanto dos conceitos teóricos.

A ACT trata-se mais do que aplicação de resultados científicos e tecnológicos, destinando-se a promover uma consciência da ciência e da tecnologia como fenômenos da sociedade e da história.

Coloca-se em cena seres humanos concretos dentro de instituições, em uma cultura e em uma história. Além de conceitos teóricos, os métodos científicos implicam o desenvolvimento de equipes de trabalho, recursos humanos e sociais, e, muitas vezes, em meio a conflitos.

Aqueles que não estão cientes das estruturas sociais necessárias para o desenvolvimento da ciência e tecnologia não seriam alfabetizados.

8- Saber reconhecer a diferença entre resultados científicos e opiniões pessoais.

Os resultados científicos são aceitos pela comunidade científica e estabilizados dentro dela, possuindo também aspectos sócio-histórico. Não se trata de verdades absolutas, mas daquelas que uma comunidade científica construiu.

9- Reconhecer a origem da ciência e entender que o conhecimento científico é provisório e sujeito a mudanças, de acordo com o grau de acumulação de resultados.

Fourez (1994) destaca que não se deve apenas levar em consideração o progresso relativamente linear, causado por um acúmulo de elementos empíricos. Os historiadores aceitam atualmente que as modificações do conhecimento científico vêm também de outras fontes, como elementos teóricos e modificações de pontos de vista e interesses.

10- Compreender as aplicações das tecnologias e as decisões envolvidas no seu uso.

Pode ser entendida de duas maneiras: restrita e ampla. A maneira restrita aborda os entendimentos instrumentais, seu funcionamento, e a decisão é tomada quando os utiliza; já a maneira mais ampla trata de entender que a tecnologia é mais do que uma ferramenta que alguém usa. Ela compreende um sistema tecnológico que implica na organização da sociedade.

Esse critério consiste numa visão crítica e humanista da maneira como as tecnologias moldam o nosso caminho a pensar, organizar e agir; muitas vezes, inconscientemente.

11- Ter conhecimento e experiência suficientes para avaliar o valor da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico.

Tal item nos convida a conhecer o suficiente sobre ciências e tecnologias para apreciá-las.

12- Extrair de sua formação científica uma visão de mundo mais rica e interessante.

Em uma sociedade onde os jovens não estão interessados em nada, é bom que eles tenham interesse por qualquer coisa: não importa qual interesse possa ser o

ponto de partida. O que se busca é promover o interesse pelo funcionamento das coisas, desenvolvimento tecnológico, história da humanidade.

Fourez (1997) ainda completa que a compreensão de uma tecnologia, especialmente com as negociações humanas envolvidas, tem tanta importância quanto o entendimento de seu funcionamento.

13- Conhecer as fontes válidas de informação científica e tecnológica e recorrer a elas quando tiver que tomar decisões.

O objetivo é de proporcionar o conhecimento prático através de fontes úteis de informação: livros, especialistas, enciclopédias; e em seguida, saber usá-los, ou seja, selecionar a informação útil.

14- Esse critério foi adicionado por Fourez, o qual busca uma certa compreensão do modo como as ciências e as tecnologias foram produzidas na história.

Pode-se duvidar que uma pessoa é científica e tecnologicamente letrada se não for capaz de estar ciente da história humana escrita através da produção das ciências e tecnologias: tendo em vista todas as dimensões (cultural, econômico e social).

Em conclusão Fourez (1997), deixa alguns questionamentos e desafios, os quais citaremos alguns referentes a este trabalho:

- Que objetivos (pedagógicos e sociais) dar ao ensino das ciências?
- Como ensinar os alunos a articular a análise científica de projetos humanos, decisões éticas e decisões sociopolíticas?
- Como formar os jovens no uso adequado de especialistas? Como ensinar a distinguir entre a necessária contribuição dos especialistas na tomada de decisões e certos abusos de conhecimento vinculados às suas opiniões?
- Que tipo de metodologia utilizar para ensinar os alunos a praticar a interdisciplinaridade?

Alfabetizar cientificamente, portanto, envolve proporcionar espaço, oportunidades e possibilidades para que os estudantes sejam apresentados a conceitos científicos e, com eles, possam trabalhar, investigando problemas e construindo relações entre o que já se conhece de seu cotidiano e as novas informações que o trabalho na escola proporcionou.

Nesse sentido, a alfabetização científica constitui-se em uma nova forma de pensar no processo de ensinar ciências. No item a seguir, é abordada esta relação entre ACT e os objetivos do ensino de ciências.

3.2 Critérios e objetivos da alfabetização científica e tecnológica na concepção de Gérard Fourez

3.2.1 Os objetivos gerais da ACT

Fourez (1997) apresenta os objetivos gerais da ACT, destacando três finalidades de uma ACT: o econômico-político, o social e o humanista.

A primeira finalidade vincula a relação entre a instrução e aumento das riquezas com o bem-estar das nações (FOUREZ, 1997).

A segunda finalidade assinala que, sem cultura científica e tecnológica, os sistemas democráticos se tornam cada vez mais vulneráveis perante a tecnocracia². Fourez descreve que, dentro dessa perspectiva, o objetivo de uma ACT é divulgar conhecimentos suficientes à população, para que as decisões dos especialistas possam ser bem compreendidas e também controladas democraticamente. Trata-se de distribuir poderes a toda sociedade ou, em todo caso, de criar uma situação na qual os cidadãos não experimentem um sentimento de impotência diante das ciências, das tecnologias e de tudo o que se relacione com elas (FOUREZ, 1997).

A terceira finalidade é mais humanista, no sentido de que cada ser humano pode fazer parte da nossa cultura técnico-científica, comunicar-se com os demais acerca do mundo e manter uma certa autonomia, sentindo prazer pelo fato de viver. Desta finalidade, surgem as seguintes dimensões destacadas por Fourez (1997): Dimensão histórica — trata-se de compreender como nasceram as ciências e a tecnologia na história humana; dimensão epistemológica — refere-se ao processo de construção das ciências na sociedade e como trabalham os cientistas; dimensão estética — saber apreciar uma teoria ou uma máquina; dimensão corporal — perceber o próprio corpo em relação com outros instrumentos como lugar inteligente de nossa

² Fourez (1997) chama de tecnocrática uma abordagem que procura evitar as negociações relativas às tomadas de decisão, deixando-as para os técnicos que basicamente se atêm aos resultados científicos e técnicos.

presença humana; dimensão de comunicação — trata-se de compreender as ciências e a tecnologia para elaborar uma visão de mundo mais ou menos compartilhada e comunicativo.

O autor acrescenta que isso implica num vínculo com o debate ético, na medida em que as ciências e a tecnologia oferecem uma representação da possibilidade de atuação dos indivíduos.

3.2.2 Os objetivos pedagógicos da ACT

Os objetivos pedagógicos da ACT são firmados na negociação, sendo esta considerada o comportamento do indivíduo ou um grupo de indivíduos na busca de soluções para um problema. Fourez (1997) destaca três finalidades de uma ACT: uma certa autonomia do indivíduo, através da possibilidade de negociar suas decisões diante de pressões naturais ou sociais; uma certa capacidade de comunicação, através da capacidade de encontrar maneiras de expressar suas ideias; e um certo domínio e responsabilidade diante das situações concretas, através da capacidade de saber relacionar os conhecimentos com a situação-problema.

Portanto, para que o indivíduo tenha capacidade de negociar, Bettanin e Pinho-Alves (2003) descrevem sobre essas finalidades, destacando que é necessário que ele tenha:

- autonomia com relação ao conhecimento, para que seja capaz de tomar decisões razoáveis perante uma situação-problema, sem ficar totalmente dependente do conhecimento de especialistas ou de receitas prontas;

- capacidade de se comunicar com os outros a respeito do assunto, dialogando ou debatendo; para isso, é necessário que tenha conhecimento do assunto e capacidade para construir teorias; do contrário, terá que seguir receitas prontas que dizem o que fazer sem deixar lugar para o debate;

- e um certo domínio, pois conhecer implica ter responsabilidade em face de situações concretas.

Pinho-Alves (2021) lista as competências associadas a cada uma dessas finalidades, apresentadas no quadro 1.

Quadro 1 - Finalidades de uma ACT

Atributos	Habilidades
Autonomia	<ul style="list-style-type: none"> - Tomar decisão razoável e racional diante de uma situação-problema; - Não ficar totalmente dependente de especialistas; - Possuir uma relação mais igualitária com os especialistas; - Buscar informação sobre a situação antes de tomar decisões; - Aprimoramento do pensamento crítico; - Desenvolvimento de juízos de valor; - Ser capaz de tomar decisões perante os diferentes acontecimentos da vida; - Ter segurança nas decisões.
Comunicação	<ul style="list-style-type: none"> - Saber dialogar com seus pares e também com especialistas; - Ter segurança nas suas argumentações; - Aprimorar seu senso crítico; - Embasar seus argumentos com termos científicos.
Domínio e responsabilidade	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecer sobre a situação antes de decidir; - Segurança nas decisões; - Coerência na colocação de ideias; - Relacionar conhecimentos das diversas disciplinas para chegar à - - - Solução de uma situação-problema; - Capacidade de pensar múltiplas alternativas para a solução de um problema; - Capacidade de abstração; - Desenvolvimento do pensamento sistêmico; - Capacidade de buscar conhecimento; - Desenvolvimento do pensamento crítico.

Fonte: Pinho-Alves (2021)

Nesse contexto, um indivíduo pode ser considerado alfabetizado científica e tecnologicamente:

[...] quando seus saberes lhe proporcionaram uma certa autonomia (possibilidade de negociar suas decisões frente às pressões naturais ou sociais), uma certa capacidade de comunicação (encontrar maneiras de se expressar), e um certo domínio e responsabilidade, frente a situações concretas (como o contágio, o processo de congelamento, um computador, um fax, um motor diesel, etc.) (FOUREZ, 1997, p. 62).

A Alfabetização Científica e Tecnológica na visão de Fourez seria uma estratégia pedagógica para tratar o ensino de ciências. Sendo definida por um contexto no qual os saberes científicos procuram gerar alguma autonomia, possibilitando que o aprendiz tenha capacidade para negociar suas decisões, alguma

capacidade de comunicação (encontrar maneira de dizer) e algum domínio e responsabilização em face de situações concretas. Portanto, para o estudante atingir os objetivos da ACT (autonomia, o domínio e a comunicação), este deve ter capacidade de negociação, ou seja, negociar de forma consciente nas situações-problemas por ele vividas no cotidiano.

3.2.3 Os objetivos operacionais da ACT

Após a abordagem dos objetivos gerais e os pedagógicos da ACT, destaca-se os objetivos mais específicos, no sentido de torná-los operacionais. Schimitz (2004) descreve que estes objetivos estão relacionados com as capacidades básicas, com as práticas científicas e tecnológicas que o indivíduo deveria desempenhar.

- O bom uso dos especialistas — em nossa sociedade, ninguém consegue viver sozinho e conhecer tudo. Tanto nas pesquisas mais avançadas como na vida cotidiana, às vezes é necessário recorrer a especialistas. Nem sempre é fácil saber como comportar-se diante de especialistas: como encontrar o equilíbrio entre a dependência do seu conhecimento e um espírito crítico saudável? Como decidir se necessita buscar uma segunda opinião? Como saber quando é sensato transgredir sua opinião? Como transferir o que nos foi dito de um contexto para outro? Como discernir seus possíveis abusos de conhecimento? Como ver a diferença entre o que está ligado ao saber disciplinar à disposição do especialista e o que emerge do saber mais comum? Como conciliar nosso conhecimento, resultado do conhecimento de nosso ambiente, com as habilidades mais abstratas do especialista? Por isso, a importância de o indivíduo saber se comportar diante do especialista, estabelecendo um diálogo produtivo entre eles.

- O bom uso das “caixas-pretas” — saber quando e como é interessante ou não abrir uma caixa-preta, no sentido de aprofundar certas noções em certos contextos, é essencial para a ACT. Fourez destaca ainda que o bom uso das caixas-pretas também está relacionado com o uso de pré-requisitos, no sentido de identificar o que falta conhecer de uma teoria ou de um modelo para utilizá-lo inteligentemente em certas situações.

- O bom uso de modelos simples — esse bom uso está vinculado à abertura das caixas-pretas; trata-se de construir modelos simples, porém pertinentes a um

certo contexto, evitando teorias inúteis para aquela situação precisa, sem hesitar, contudo, em aprofundar o que justamente merece. “A simplificação do modelo não é considerada como inconveniente, mas sim como uma necessidade.” (FOUREZ, 1997, p. 66). Portanto deve-se compreender que o valor de um modelo depende de sua finalidade e do contexto em questão.

- O bom uso das metáforas ou comparações — mostrar que os conceitos científicos são metáforas de uso padronizado, cujas origens se perderam no tempo, a ponto de acreditarmos que são noções fundamentais. Mostrar também a eficácia e a riqueza dessas metáforas (conceitos científicos), sem, entretanto, depreciá-las.

- O bom uso das traduções - vinculado ao uso da metáfora está o uso da tradução. Para estudar um problema, é sempre necessário traduzi-lo de um contexto a outro.

- O bom uso da negociação - um indivíduo alfabetizado científica e tecnologicamente será alguém que, em vez de receber passivamente as normas ou as coisas, negociará com elas. Esse aprendizado de tais negociações é essencial para que se tenha o sentimento (e a realidade) de uma certa autonomia no mundo científico-técnico em que vivemos. Schimitz (2004) frisa que a negociação não envolverá somente pessoas, mas também as coisas, as normas e as técnicas. Assim, uma representação teórica correta pode permitir que se estabeleça um compromisso aceitável entre as pessoas, as coisas, as normas e as técnicas. Para haver a negociação entre essas partes, é preciso saber representar o que é possível, fazendo uma teorização da situação.

- O bom uso da articulação entre saberes e decisões - estar cientificamente alfabetizado é, portanto, saber como usar os seus conhecimentos quando necessitar tomar uma decisão. Sem subestimar a importância cultural do nosso conhecimento, é preciso também saber utilizá-lo na existência concreta. Por exemplo: trata-se de decidir as medidas de proteção que um indivíduo adotará em relação à transmissão da COVID-19 ou, em um debate político democrático, decidir a forma como a sociedade vai se proteger coletivamente contra essa doença.

- O bom uso dos debates técnicos, éticos e políticos - estar alfabetizado científica e tecnologicamente implica a capacidade de distinguir a diferença entre o debate técnico, ético e o político, evitando acreditar que se pode sempre substituir as deliberações éticas e políticas por reflexões técnicas. Isso implicaria uma cultura

tecnocrática, ou seja, em uma sociedade se acredita que todas as negociações podem ser facilmente reduzidas a discussões técnicas.

- O uso e a invenção de modelos interdisciplinares - em relação às ilhas de racionalidade, em face de uma situação concreta, é necessário inventar um modelo interdisciplinar adequado para o caso em questão, chamado por Fourez de IIR. A construção de tais modelos é essencial, seja para entender as situações, tecnologias e noções que nos cercam, seja para agir em resposta a elas. Trata-se de inventar, perante um projeto, uma modelização adequada, suficientemente simples, porém utilizando conhecimentos provenientes de diversas disciplinas e também de saberes da vida cotidiana. Fourez (1997) destaca que:

Para representar este tipo de processo que considero útil para a ACT, propus um conceito, o de IIR, que designa uma representação teórica adequada a um contexto e a um projeto que se mantém em perspectiva e permite a comunicação e a ação com referência a ele (FOUREZ, 1997, p. 69).

A construção de tais modelos é considerada, portanto, necessária para a compreensão de situações concretas e para que o indivíduo possa agir diante delas.

Esse último item é um ponto fundamental da nossa pesquisa, pois para implantar e operacionalizar esses objetivos em sala de aula, Fourez destaca a IIR como uma metodologia de ensino voltada para a Alfabetização Científica e Tecnológica.

Lawall (2021) descreve que a IIR é uma alternativa metodológica que visa a ACT, por proporcionar ao estudante certa autonomia para negociar sobre assuntos da ciência e da tecnologia. Lawall (2021) destaca ainda:

Nestas IIRs parte-se de toda a complexidade apresentada em uma situação real, mapeando os vários pontos e questionamento e bifurcações, tendo em vista embates políticos, sociais e éticos. Em suma, partir do real, utilizando-se dos vários conhecimentos na tentativa de gerar um modelo explicativo adequado à problemática inicial (LAWALL, 2021, p. 112).

A IIR será analisada em termos mais gerais no capítulo seguinte, assim como as etapas de construção propostas por Fourez.

3.3 Alfabetização científica e tecnológica no ensino de ciências

A preocupação é que o ensino de ciências ainda é realizado de maneira clássica e tradicional. O método de ensino, muitas vezes, não se desenvolve tão bem quanto se gostaria e também se sabe que os alunos não retêm o conhecimento depois de alguns anos. Sabe-se que não é possível continuar por muito tempo impondo programas escolares sobrecarregados de conteúdo, às vezes, incoerentes e, não raro, irrelevantes em relação às necessidades atuais, pois os alunos estão perdendo o interesse pelo ensino de ciências.

Milaré e Richetti (2021) descrevem que o ensino de ciências deve ser diferente do ensino propedêutico, centrado em conteúdos que encerram em si mesmos; e aspectos sociais, políticos e econômicos devem ser considerados. Os autores assinalam ainda que as pessoas precisam de conhecimentos científicos e tecnológicos para atuar em diversas situações no dia a dia e em sociedade.

Ao realizar críticas sobre o ensino de ciências, Lorenzetti e Delizoicov (2001, p. 51) defendem que “as escolas, através de seu corpo docente, precisam elaborar estratégias para que os alunos possam entender e aplicar os conceitos científicos básicos nas situações diárias, desenvolvendo hábitos de uma pessoa cientificamente instruída”.

Dentro da perspectiva de que a ACT tem o objetivo de difundir conhecimento suficiente para a população, a fim de ampliar a esse público a percepção da ciência sobre seu próprio cotidiano, ela se configura, segundo Fourez (1997), como uma resposta a essa crise no ensino de ciências, abrindo possibilidades para tentativas de renovação, visto que o modelo clássico de transmissão e recepção de informações não é mais pertinente ao contexto escolar atual.

A Alfabetização Científica, segundo Krasilchik (1992, p. 6), relaciona-se à mudança dos objetivos do ensino de ciências, em direção à formação geral da cidadania, estando "estritamente relacionado à própria crise educacional e a incapacidade de a escola em dar aos alunos os elementares conhecimentos necessários a um indivíduo alfabetizado".

A alfabetização científica e sua relação com o ensino de ciências têm sido analisadas e descritas por diversos autores internacionais como, por exemplo, Fourez (1997), Hurd (1998), Lemke (2006), e dentro das principais referências nacionais destacam-se os trabalhos de Auler e Delizoicov (2001), Santos e Mortimer (2001),

Lorenzetti e Delizoicov (2001), Chassot (2003), Santos (2007), Sasseron e Carvalho (2008; 2011). Esses autores, em seus trabalhos ao longo dos anos, expressam a necessidade e a importância de a escola permitir aos alunos compreenderem a ciência, suas tecnologias e as suas relações com a sociedade como condição para preparar cidadãos para o mundo atual.

Aumentar o nível de entendimento público da ciência é hoje uma necessidade, não só como um prazer intelectual, mas também como uma necessidade cultural de ampliar o universo de conhecimentos científicos, tendo em vista que hoje se convive mais intensamente com a ciência, a tecnologia e seus artefatos (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001).

Lemke (2006) *apud* Sasseron e Carvalho (2011, p. 71) destaca que o ensino de ciências não deve almejar somente a formação de futuros cientistas, mas deve possibilitar que todos os estudantes tomem “decisões pessoais ou políticas inteligentes sobre questões médicas ou tecnológicas” (LEMKE, 2006, p. 11).

Lorenzetti e Delizoicov (2001) também descrevem que a alfabetização científica não objetiva treinar futuros cientistas, ainda que para isso possa contribuir. Objetiva, sim, que os assuntos científicos sejam cuidadosamente apresentados, discutidos, compreendendo seus significados e aplicados para o entendimento do mundo. Nesta perspectiva, entende-se que seria um analfabeto científico aquele indivíduo incapaz de uma leitura de mundo. Por isso, destaca-se uma aproximação da ACT com o referencial freiriano. Para Freire, educação relaciona-se com “uma leitura crítica do mundo”.

Para facilitar essa leitura do mundo, deve-se discutir um conjunto de conhecimentos que inclua aspectos sociais da vida dos educandos, para tornar os conteúdos científicos mais evidentes em seu cotidiano.

Assim, acredita-se que é preciso proporcionar oportunidades para que os alunos tenham um entendimento público da ciência, isto é, que sejam capazes de receber informações sobre temas relacionados à ciência, à tecnologia e aos modos como estes se relacionam com a sociedade e com o meio ambiente. E, perante tais conhecimentos, sejam capazes de discutir e de refletir acerca dos impactos que tais fatos podem representar e levar à sociedade e ao meio ambiente e, como resultado de tudo isso, posicionarem-se criticamente diante do tema (SASSERON; CARVALHO, 2008).

Alfabetizar cientificamente, portanto, envolve proporcionar espaço, oportunidades e possibilidades para que os estudantes sejam apresentados a conceitos científicos e com eles possam trabalhar, investigando problemas e construindo relações entre o que já se conhece de seu cotidiano e as novas informações que o trabalho na escola proporcionou. Caracteriza-se, portanto, por um trabalho que deve mesclar, de maneira bastante intensa, o mundo escolar e o mundo extraescolar.

3.4 Ilha interdisciplinar de racionalidade como metodologia de ensino

Neste capítulo descreve-se a utilização da IIR como uma metodologia de ensino e sua possibilidade de construção no ensino de ciências.

A Ilha Interdisciplinar de Racionalidade (IIR) propõe uma ACT como estratégia pedagógica para o ensino de ciências, pois segundo Fourez (1997), a IIR é um modelo interdisciplinar para representar situações cotidianas, bem como apresenta características de autonomia, capacidade de comunicação e o domínio e responsabilidade diante de uma situação concreta, real e significativa.

Gerard Fourez, professor e físico, cunhou o termo IIR, utilizando o conceito para designar um modelo. O termo Ilha remete a uma metáfora de ilha de conhecimentos; o termo interdisciplinar é utilizado quando necessita consultar diversas disciplinas ou diferentes conhecimentos, e o termo racionalidade remete à possibilidade de discussão racional de uma situação envolvida em face de um conhecimento de causa. A nomenclatura da IIR ainda pode ser relacionada pela metáfora inicial em torno da qual o conceito foi construído: uma ilha em meio a um oceano de ignorância (FOUREZ, 1997).

Uma IIR é descrita ainda por Pietrocola (2000) como uma representação teórica apropriada de um contexto, permitindo comunicar e agir sobre um assunto. Refere-se a um contexto e a um projeto particular, para o qual se julga interessante construir uma representação.

A construção, assim, de uma IIR visa o envolvimento dos saberes provenientes de disciplinas distintas e conhecimentos da vida cotidiana, para estruturar um modelo ou representação. A importância da IIR está na construção de representações ou modelos que contribuam para a solução de um problema preciso.

Fourez (1992) defende um aprendizado através de modelos simples com temas específicos; aprofundando-se, apenas, em teorias necessárias. Portanto, uma IIR trata-se de uma modelização adequada simples, utilizando-se de diversas disciplinas ou saberes, bem como dos conhecimentos da vida cotidiana.

Fourez (1997) procura esclarecer melhor a noção de Ilha de Racionalidade, e define como sendo conhecimentos construídos pelo cidadão comum ou por cientistas quando confrontados com situações precisas em que particularidades são importantes, e os conhecimentos disciplinares padronizados são inadequados. O autor busca ainda esclarecer que a IIR não visa a uma concepção destinada, após uma aprendizagem “correta”, a eliminar uma concepção prévia por um saber “melhor”; pelo contrário, é uma elaboração e construção teórica, mas uma construção teórica revisável, como qualquer modelagem científica.

Fourez (1997) define, então, uma ilha de racionalidade como uma construção teórica; às vezes, tão elaborada quanto os conceitos científicos disciplinares, relacionada a uma situação. Sua principal característica é ser explicitamente ligada a um contexto e a um projeto que lhe dá sentido. Ela deve ter por objetivo permitir uma comunicação e debates racionais, notadamente à tomada de decisões.

O uso da metodologia da IIR vem sendo aplicada e analisada por pesquisadores do ensino de ciências no ensino médio brasileiro (NEHRING *et al.*, 2000; PINHEIRO; PINHO-ALVES, 2005; SCHMITZ, 2004; LAVAQUI; BATISTA, 2007; PRESTES; SILVA, 2009; REGIANI *et al.*, 2012; RICHETTI; PINHO-ALVES, 2014; MUCHENSKI *et al.*, 2017; TRAMONTIN *et al.*, 2019) com o objetivo de introduzir a interdisciplinaridade e alfabetizar científica e tecnologicamente os educandos.

A metodologia da IIR descrita por Fourez (1997) visa a um trabalho participativo, uma relação entre diferentes disciplinas ou diferentes conhecimentos, assim como a consideração das necessidades e realidade do educando. Tal metodologia é considerada adequada para promover a alfabetização científica e tecnológica dos indivíduos. Uma vez que também ajuda a estabelecer conexões entre ciência, tecnologia e progresso social, pode ser uma ferramenta poderosa para a educação em ciência e tecnologia.

3.4.1 A construção da IIR e o ensino de ciências

Durante a construção da IIR, segundo Fourez (1997), é que ocorrerá a organização das informações e conhecimentos para a criação de uma representação. A construção da IIR deve ter como objetivo a relação dos saberes de diversas disciplinas e conhecimentos, relação com os conhecimentos do cotidiano dos educandos com o intuito de organizar uma teorização. Busca-se em sua construção trabalhar de forma interdisciplinar sem separar o conhecimento (FOUREZ, 1997).

Através da IIR, pretende-se produzir uma representação teórica apropriada em uma situação precisa e em função de um projeto determinado (FOUREZ, 1997). Logo esta construção deve partir da formulação de um problema que surge de uma contextualização do educando com o objetivo de dar significado ao ensino de ciências.

Para elaboração de uma situação-problema adequada, Fourez (1997) estabelece quatro elementos básicos para se levar em conta: o contexto, a finalidade da IIR, os destinatários e o tipo de produto, pois a situação escolhida precisa ter sentido para o ensino e para o educando.

A elaboração de um contexto problemático deve ser caracterizada, segundo Pietrocola, Pinho Alves e Pinheiro (2003), através de alguns atributos:

1. percebido pelos alunos como um problema
2. adaptado ao nível de conhecimento dos alunos
3. suficientemente instigador para que os alunos sintam necessidade de abordá-lo
4. executável no intervalo de tempo disponível
5. passível de abordagens multidisciplinares
6. percebido com alguma importância extra-classe (PIETROCOLA; PINHO-ALVES; PINHEIRO, 2003, p. 147).

A elaboração correta da situação-problema é, nesse sentido, de extrema importância para o andamento do projeto, uma vez que determinará os passos da IIR, as bifurcações existentes, bem como as disciplinas e conhecimentos necessários para sua resolução.

3.4.2 Construção de uma IIR com o tema pandemia de COVID-19

A construção da IIR é realizada, seguindo algumas etapas (FOUREZ, 1997), para que os objetivos de aprendizagem propostos sejam alcançados. Porém durante o desenvolvimento da metodologia podem ocorrer ajustes e, se necessário, os

educandos podem voltar às etapas anteriores para revisar ou aprofundar os conhecimentos.

Embora apresentadas de maneira linear, as etapas são flexíveis e abertas; em alguns casos, podendo ser suprimidas e/ou revisitadas, quantas vezes a equipe julgar necessárias. A equipe é também quem determina o tempo de cada uma delas, de acordo com os objetivos, disponibilidades e necessidades. Elas servem como um esquema de trabalho, de modo a evitar que ele se torne tão abrangente que não se consiga chegar ao final (PIETROCOLA *et al.*, 2000).

Fourez (1997) descreve as etapas para a elaboração de uma IIR que envolvem a tomada de decisões, a autonomia e a comunicação. As etapas serão apresentadas a seguir:

Etapa 1. Refere-se à elaboração de um clichê da situação-problema

É o ponto de partida da pesquisa, onde ocorre a problematização inicial. Levantam-se questões e representações gerais ou mais precisas sobre a situação estudada, podendo ser corretas ou errôneas (FOUREZ, 1997).

Essa investigação inicial parte das experiências cotidianas, conhecimentos prévios e reflete o que o grupo pensa sobre o problema, mesmo sem uma formação especializada.

Podemos destacar a importância da elaboração de um *clichê*, com a teoria de Ausubel, o qual recomenda o uso de organizadores prévios — materiais introdutórios que servem como pontes cognitivas — para manipular a estrutura cognitiva, a fim de facilitar a aprendizagem significativa (MOREIRA, 2018).

Moreira (2018) descreve que a aprendizagem significativa é o conceito central da teoria de Ausubel, em que envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, chamada de subsunçor. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação se ancora em conceitos relevantes pré-existentes na estrutura cognitiva do aprendiz. O armazenamento de informações seria organizado e formado por uma hierarquia conceitual, em que elementos específicos seriam ligados a conceitos gerais.

A ideia mais importante da teoria de Ausubel e suas implicações para o ensino e a aprendizagem podem ser resumidas na seguinte proposição: “Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado

mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe” (MOREIRA; OSTERMANN, 1999, p. 45).

David Ausubel volta sua atenção para a aprendizagem cotidiana na sala de aula, levando em consideração para aprendizagem aquilo que o aluno já sabe. As novas ideias e informações aprendidas serão então “acrescentadas” na estrutura cognitiva, onde os conceitos mais relevantes da estrutura cognitiva interagem com o novo material, funcionando como ancoradouro, abrangendo e integrando esse material e, ao mesmo tempo, modificando-se em função dessa ancoragem.

Etapa 2. Refere-se à elaboração do panorama espontâneo

Trata-se de ampliar o contexto do *clichê* através da formulação de outras questões relevantes relacionadas ao tema a ser desenvolvido e que não foram levantadas no primeiro *clichê*; foram abandonadas ou necessitam ser reestruturadas. Esta etapa ainda é considerada espontânea, com o objetivo de questionar e lançar dúvidas, não sendo ainda o momento de respostas e explicações (PIETROCOLA *et al.*, 2000).

Esta etapa ainda é considerada espontânea, com o objetivo de questionar e lançar dúvidas, não sendo ainda o momento de respostas e explicações. Constitui-se igualmente de algumas ações descritas por Fourez (1997) e apresentadas a seguir:

Lista dos atores envolvidos — todas as pessoas que podem ser relacionadas com o conceito em estudo.

Pesquisa de normas e condições impostas pela técnica — normas e leis que regem a situação, do ponto de vista técnico, ético, comercial ou cultural.

Lista das caixas-pretas e bifurcações possíveis para o problema proposto — conceitos que se poderiam investigar mais aprofundadamente sobre a questão-problema. As caixas-pretas designam possíveis assuntos de estudo, entre os quais os mais importantes serão selecionados para um aprofundamento do estudo, ou seja, para a abertura das caixas-pretas.

Lista dos especialistas e especialidades pertinentes — são especialistas todos os usuários que podem explicar o funcionamento de um determinado equipamento, o profissional reconhecido, os professores de outras áreas ou o próprio professor da disciplina. Tais especialistas têm o objetivo de aprofundar as informações necessárias.

Etapa 3. Consulta aos especialistas e às especialidades

O grupo tem a função de definir quais serão os especialistas a serem consultados. Para a escolha dos especialistas, devem ser levadas em conta a situação-problema e o tema estudado. Os profissionais devem ter potencial de esclarecer dúvidas, podendo ser do ambiente escolar ou externos.

Segundo Fourez, Mathy e Englebert-Lecomte (1993), a consulta aos especialistas tem um papel duplo. Primeiro, de responder às questões que o grupo tem dúvidas. Segundo, de indicar como um especialista vê as coisas e, principalmente, de nos beneficiarmos de sua alteridade, ou seja, do que a visão do especialista pode ter de diferente em sua confrontação com a visão inicial sobre a questão.

A importância desta está em um dos critérios utilizados por Fourez (1992) a respeito do que seria necessário para um cidadão ser considerado alfabetizado cientificamente. Seria o que ele chamou de "*le bon usage des specialistes*", isto é, saber fazer bom uso do conhecimento especializado e dos especialistas. Segundo o autor, em nossa sociedade ninguém consegue viver sozinho e conhecer tudo, por isso a importância de recorrer a especialistas, seja em pesquisas avançadas, seja em assuntos do cotidiano.

Fourez (1995) ainda descreve sobre as dúvidas que podem ocorrer com relação: à dependência perante o saber dos especialistas; à necessidade de buscar uma segunda opinião; à necessidade de diferenciar entre um conhecimento relacionado à especificidade do especialista e um conhecimento oriundo de um saber mais comum. Dessa maneira, o indivíduo precisa saber se comportar diante do especialista, estabelecendo um diálogo produtivo entre eles.

Essa etapa pode ser ligada àquela da abertura de certas caixas-pretas, pois pode gerar interesse em certos assuntos mais aprofundados.

Etapa 4. Indo à prática

É a etapa de aprofundamento na qual ocorre o confronto entre a experiência e as situações concretas. Pode ser realizada, interrogando um especialista, desmontando um equipamento, fazendo visitas técnicas etc.

Neste momento, abandona-se o caráter teórico, ligado à situação, para confrontá-lo mais diretamente com a prática (SCHMITZ, 2001).

Schimitz (2004) descreve os objetivos desta etapa como sendo os seguintes:

- fazer com que o aluno tenha uma noção mais concreta da situação;
- ampliar o panorama espontâneo;
- mostrar a dimensão humana presente no projeto;
- fazer o contexto do projeto interagir com o contexto escolar.

Etapa 5. Abertura aprofundada de algumas caixas-pretas

Nesta etapa, ocorre a busca de princípios disciplinares, ou seja, momento em que aparecem disciplinas específicas dentro de uma proposta interdisciplinar. É caracterizada por um estudo aprofundado presente na abertura das caixas-pretas.

Nesse momento, a busca da solução do problema estabelecido será abordada sob o ponto de vista de saberes disciplinares específicos. As questões específicas ligadas aos conhecimentos científicos que surgem durante a construção da IIR são denominadas por Fourez (1997): de “caixas-pretas”. Estas questões podem ser respondidas ou não, dependendo do objetivo inicial, do encaminhamento do projeto, bem como da disponibilidade de acesso à informação. A abertura de uma caixa-preta significa a obtenção de modelos que possam relacionar os fatos conhecidos, gerando explicações (NEHRING *et al.*, 2002).

Nicoletti e Sepe (2015) fizeram uma analogia da teoria de Fourez em que descrevem o oceano de ignorância das pessoas, como sendo a incapacidade de um indivíduo em usar informações disponíveis para resolver um problema ou amparar uma decisão em relação a questões complexas sobre ciência e tecnologia. As caixas-pretas seriam as informações que o indivíduo sabe que podem existir, mas sobre as quais não tem domínio. Nessa interpretação, segundo eles, o oceano de ignorância pode ser transformado em um conjunto de caixas-pretas.

Portando a abertura das caixas-pretas está aliada à aquisição de novos conhecimentos, assim como do aprofundamento de informações. Tal abertura depende do interesse de quem constrói a ilha.

Nehring *et al.*, (2000) descrevem sobre o significado da abertura da caixa-preta:

Uma caixa-preta aberta significa a obtenção de modelos que possam relacionar os fatos conhecidos, gerando explicações. Nesse contexto, uma ilha de racionalidade ancora-se na construção de modelos, visando a solução de problemas de interesse a partir do cotidiano dos indivíduos (NEHRING *et al.*, 2000, p. 6).

É através da abertura das caixas-pretas, portanto, que se dá a aproximação dos conceitos científicos com o meio social, tornando o ensino de ciências mais significativo para o educando.

Etapa 6. Esquematização global

Segundo Schimitz (2004), essa etapa consiste na elaboração de um esquema da IIR que assinale os aspectos importantes abordados e escolhidos pela(s) equipe(s), ou seja, uma síntese parcial e objetiva das ilhas de racionalidades, contendo as ações realizadas. A esquematização pode ser feita através de um resumo ou de uma figura, a partir do ou da qual seja possível dar uma representação teórica da situação.

Esses esquemas, no decorrer da construção da IIR, podem ser modificados de acordo com as decisões tomadas pelo grupo, através da abertura de caixas-pretas e conversas com especialistas. Schimitz (2004) aponta que esse momento de reformulação dos esquemas é um dos pontos fortes da IIR, no sentido de permitir mostrar que os conhecimentos não são fechados e acabados, mas estão em constante construção e reformulação.

Etapa 7. Abrir algumas caixas-pretas sem a ajuda de especialistas

Segundo Fourez (1997), na vida, muitas vezes, é preciso agir sem o conhecimento apropriado, pois nem sempre se tem tempo e possibilidade de compreender tudo antes de agir. Isto pela necessidade de passar de uma maior para uma menor ignorância e saber decidir sobre as precauções a tomar diante de diversas situações, mesmo sem ter o conhecimento aprofundado da situação, ou seja, raciocinar da melhor forma possível e atuar racionalmente diante de algum problema.

Construir modelos com os meios que se tem disponíveis pode ter um efeito educativo importante, na medida em que se reproduzem assim situações da vida cotidiana em que se necessitam de decisões concretas sem o alcance de especialistas.

Nessa etapa, os estudantes buscam resolver a situação-problema. Como nem sempre se tem os especialistas à disposição, deve-se incentivar os alunos a construir ponderadamente ilhas de racionalidade para compreender tais situações de forma autônoma. O aluno é incentivado a construir intuitivamente explicações para situações do cotidiano. Tais explicações precisam ser completadas com conhecimentos

científicos. Mas estas construções provisórias são de extrema importância, pois produzem o sentimento de autonomia diante do cotidiano (PIETROCOLA, 2000).

Etapa 8. Síntese da ilha de racionalidade produzida

Nesta última etapa, Fourez (1997) descreve a síntese da IIR, seja oralmente, seja em uma nota escrita. É necessário cruzar elementos variados, isto é, utilizar o conhecimento de maneira objetiva, considerando a situação-problema inicial.

Como para realizar a síntese da IIR é necessário fazer as simplificações e resumos, Schimitz (2004) descreve a dificuldade de realização pelos estudantes, seja no sentido técnico — quando for para esquematizar, estruturar, teorizar e fazer um resumo para encerrar o trabalho —, seja no sentido pedagógico em que o professor deve tomar cuidado para não descaracterizar as escolhas feitas pelos alunos.

Fourez (2001, p. 11) descreve sobre esta dificuldade e acrescenta que “Os alunos têm aqui uma real necessidade de serem ajudados pelos professores. É necessário que estes intervenham como especialistas, como pessoas que sabem estruturar, esquematizar”. Portanto, com o auxílio do professor da disciplina, pode-se chegar a uma representação da IIR de acordo com os objetivos propostos.

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste capítulo, é descrita a caracterização metodológica da pesquisa, coleta e análise de dados, o contexto da pesquisa e o conjunto de Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade. Tal conjunto foi desenvolvido com o auxílio dos estudantes.

4.1 Caracterização da pesquisa

Quanto à abordagem, esta investigação se classifica como pesquisa qualitativa, à medida que visa à aplicação, descrição e compreensão da metodologia IIR. Lüdke e André (1986) descrevem que a pesquisa qualitativa tem como característica a utilização do ambiente natural como fonte direta para obtenção de dados e tem no pesquisador seu principal instrumento de busca de informações. Esta pesquisa ocorre em um ambiente natural (sala de aula) onde o professor mantém contato com a situação pesquisada e seu contexto.

Outra característica citada por Lüdke e André (1986) é a concepção do processo como mecanismo mais importante que o produto, isto é, na presente pesquisa o processo de construção da IIR será analisado nas diversas atividades e procedimentos de interação. Os dados coletados serão descritivos e a realidade como um todo será considerada nas descrições e observações.

Quanto à classificação com base nos procedimentos técnicos utilizados, é considerada uma pesquisa-ação, uma vez que é realizada no local da prática docente, trabalha com resolução de problema, e o pesquisador é participante da pesquisa e interage com os estudantes de maneira participativa.

Lewin (1946) utilizou o termo “pesquisa-ação” apresentando uma estrutura de etapas ordenada numa espiral cíclica de ação-reflexão-ação, que se organiza em quatro momentos sucessivos: planejamento, ação, observação e reflexão. Carr e Kemmis (1986) caracterizaram a pesquisa-ação como concepção educacional crítica sustentada nessas quatro fases:

- planejamento: etapa em que é necessário refletir sobre a situação educativa, sua complexidade e importância, construindo uma base para as ações futuras;

- ação: guiada pelo planejamento realizado anteriormente sem, no entanto, incorrer no erro comum de utilizar o planejamento como um guia estático e imutável. A ação deve possuir um propósito criticamente informado;

- observação: documentação dos efeitos da ação, gerando uma base para a reflexão; a documentação contribui para a melhoria contínua da prática, através da análise da situação contextualizada, o que se pode traduzir em uma ação estratégica mais crítica;

- reflexão: a reflexão tenta interpretar, discursivamente, os acontecimentos oriundos das ações, propondo modificações aos planejamentos de tais ações, face às evidências observadas, reconstruindo uma nova ação informada.

A implementação da IIR apresenta semelhança nas fases do ciclo da pesquisa-ação, pois as etapas de uma IIR começam com a identificação do problema, o planejamento de uma solução, sua implementação, seu monitoramento e sua avaliação. Para simplificar nossa representação, apresentaremos na figura 9 as quatro fases que utilizaremos e que estarão relacionadas à pesquisa.

Figura 9 - Espiral cíclica autorreflexiva da pesquisa



Fonte: Autoria própria (2022)

A pesquisa-ação consiste ainda, em análise, apuração de fatos e conceituação sobre problemas. Carr e Kemmis (1986) destacam que é uma forma de investigação autorreflexiva realizada pelos participantes em situações sociais. E, com tal investigação, eles têm como objetivo melhorar a racionalidade e suas próprias práticas.

Referente à análise de suas práticas, destacamos o trabalho de Elliot (1991), o qual se apoia no trabalho de Lawrence Stenhouse (1975) e descreve que o objetivo fundamental da pesquisa-ação é melhorar a prática e não produzir conhecimento. Stenhouse cunhou a ideia do “professor como pesquisador” e, por isso, precisa encontrar meios de conectar o conhecimento escolar com o conhecimento do mundo e, para que isso ocorra, cada participante, na ação, precisa refletir sobre sua prática educativa, promovendo a inovação nas atividades escolares.

Essa questão da melhora se estende ao processo como um todo:

Melhorar a prática envolve consideração conjunta da qualidade de ambos, do resultado e do processo: [...] essa espécie de reflexão conjunta sobre a relação entre processos e produtos em circunstâncias particulares é característica central do que [...] outros, incluindo eu mesmo, denominamos pesquisa-ação (ELLIOT, 1991, p. 50).

A pesquisa-ação tem se demonstrado, assim, um importante instrumento para professores entenderem de maneira mais profunda e crítica a sua própria prática.

Mallmann (2015) descreve que desenvolver pesquisa-ação é um movimento sistemático de questionamento que exige coleta de informações sobre uma questão (problema de pesquisa) e análise e desenvolvimento de planos práticos para implementar mudanças efetivas. Para facilitar essa coleta de dados, Mallmann descreve sobre o procedimento teórico-metodológico chamado matrizes cartográficas:

Não se trata de sintetizar toda processualidade qualitativa da pesquisa-ação nesse procedimento metodológico, mas sim subsídio para organizar processualmente evidências em cada uma das etapas metodológicas de uma pesquisa-ação educacional: delimitação da preocupação temática (tema, problema e objetivos); produção/análise de dados (técnicas e procedimentos de acompanhamento e registro); e conclusões/afirmações. Ao se desenvolver pesquisa-ação em educação, lida-se com temáticas dinâmicas que provocam a necessidade de construir organizadores metodológicos para acentuar o caráter processual cíclico e legitimar a produção multirreferencial do conhecimento científico. O potencial da produção de conhecimentos para inovação e transformação socioeducacional não pode limitar-se ao trabalhoso processo de coleta e organização de dados. É preciso criar estratégias metodológicas que sirvam para organizar e agrupar os dados produzidos, de tal modo que se possa otimizar o tempo de análise das respostas (MALLMANN, 2015, p. 83).

Para otimizar a produção de conhecimento no âmbito da pesquisa-ação, será utilizada uma das matrizes cartográficas descritas por Mallmann (2015) conhecida como Matriz Dialógico-Problematizadora (MDP). A origem da MDP está na Tábua de Invenção que constitui um quadro de 16 questões para organizar uma preocupação

temática (KEMMIS; McTAGGART, 1988), elaborado a partir da definição de quatro aspectos que compõem um processo educacional: professor(es), estudante(s), tema de estudo e contexto.

A MDP possibilita a criação de uma estrutura sistemática envolvendo educador, aluno, tema de estudo e contexto, favorecendo o exame e discussão da preocupação temática (CORDENONSI *et al.*, 2008). Kemmis e McTaggart (1988) explicam os passos para elaboração do quadro:

Para criar uma tábua de invenção utilizamos quatro lugares comuns. Estes são colocados tanto nos eixos horizontais como nos eixos verticais da tábua. Se passa logo a abrir caminho através da tábua (desde o compartimento A1 até o D4) e se pergunta, em cada compartimento, o que se pode dizer desse tema em particular (um dos lugares comuns marcados como A, B, C, D nas colunas da tábua) em relação a esse predicado particular (um dos lugares comuns marcados como 1, 2, 3, 4 nas linhas da tábua (KEMMIS; MCTAGGART, 1988, p. 123).

A MDP, portanto, é composta por 16 células matriciais que se comportam como questões de pesquisa derivadas do tema, contexto e envolvidos. Estas 16 questões servem para organizar uma preocupação temática, as quais, segundo Mallmann (2015):

se comportam como questões de pesquisa derivadas do tema, contexto e envolvidos. As questões da MDP servem para implementações, focalização das reflexões, programações e ações escolares fundamentais para realização do trabalho de ensino-aprendizagem investigativo (MALLMANN, 2015, p. 87).

A exemplificação do modelo de MDP proposta por Kemmis e McTaggart (1998), foi elaborada por Mallmann (2015) e está apresentada no quadro 2.

Quadro 2 - Exemplificação do modelo de uma MDP

	[A] Professores	[B] Estudantes	[C] Tema	[D] Contexto
[1] Professores	[A1]	[B1]	[C1]	[D1]
[2] Estudantes	[A2]	[B2]	[C2]	[D2]
[3] Tema	[A3]	[B3]	[C3]	[D3]
[4] Contexto	[A4]	[B4]	[C4]	[D4]

Fonte: Mallmann (2015)

A construção de uma MDP leva em conta esses quatro aspectos que compõem um processo educacional: professor(es), estudante(s), tema de estudo e

contexto e, fazendo o cruzamento entre eles, gera-se questões que orientam a pesquisa. No caso da presente pesquisa, os dados são:

Professor — a professora pesquisadora desta tese;

Estudantes — alunos do curso técnico em Farmácia;

Contexto — construção da IIR como metodologia na busca da ACT;

Tema — pandemia do COVID-19 (fármacos, vacina e *fake news*).

Como resultado, obtivemos a MDP demonstrada no quadro 3.

Uma vez que a preocupação temática está explicitada, devidamente desdobrada, redobrada, nas 16 questões, a revisão de literatura e os elementos da prática, da ciência em ação, ficam mais evidentes e favorecem a pesquisa e sua revisão em qualquer momento do processo. Ainda, segundo Mallmann (2008, p. 189), a MDP “representa um dos passos iniciais mais significativos de uma investigação-ação associada à escrita do problema e dos objetivos”

Portanto, a finalidade da MDP é auxiliar na programação das aulas e a estabelecer objetivos de pesquisa, funcionando como um guia de pesquisa, auxiliando em momentos que vão desde os caminhos da pesquisa em si até o trabalho desenvolvido em sala de aula (CORDENONSI; BASTOS; MULLER, 2008).

Quadro 3 - Matriz Dialógico-Problematizadora elaborada para a pesquisa

	Professor	Estudante	Contexto	D-Tema
1-Professor	1A - Qual a importância de o professor fazer uma análise da sua prática?	1B - Houve colaboração e comunicação entre estudante e professor durante a construção da IIR? De que forma?	1C - De que maneira o tema pode auxiliar o professor a trabalhar articulando diversos conteúdos na busca de uma alfabetização <i>científica</i> da população?	1D - Quais as possíveis vantagens na elaboração de IIR na prática docente do professor?
2- Estudante	2A - De que forma o professor pode contribuir para um ensino voltado a uma formação cidadã e crítica do estudante?	2B - Aluno no centro da aprendizagem: qual a importância e como colocar em prática?	2C - Quais as contribuições da IIR para a discussão do papel do farmacêutico quanto ao uso racional de medicamentos?	2D- A discussão referente à COVID-19 em sala de aula favoreceu a preparação dos estudantes para responder a uma QSC?
3-Contexto	3A - Qual a importância da mediação do professor na construção da IIR?	3B - Durante a construção da IIR, o estudante apresentou autonomia, domínio e responsabilidade perante o tema?	3C - Quais elementos se destacaram durante a construção da IIR, a fim de promover uma ACT?	4C- Qual a importância da interdisciplinaridade diante da tomada de decisões referente à pandemia de COVID-19?
4-Tema	4A - De que forma o professor pode abordar o tema da pandemia de COVID-19 para que conhecimentos científicos e tecnológicos possam ser utilizados em diversas situações no dia a dia e em sociedade?	4B - Quais as concepções iniciais dos estudantes em relação à utilização de fármacos no tratamento precoce da COVID-19 e em relação à vacinação contra a doença? Essas concepções foram alteradas durante o estudo?	4C - Quais as contribuições da construção de uma IIR quanto ao papel do ensino de ciências diante da pandemia de COVID-19?	4D- Qual o impacto da pandemia de COVID-19 sobre a ciência e a importância da racionalidade científica e da <i>alfabetização científica</i> da população?

Fonte: Autoria própria (2022)

Mallman (2015) trata também de que as perguntas na MDP já permitem sinalizar/esclarecer possíveis caminhos para coleta e análise de dados, evidentemente, e especificidades para composição dos objetivos do projeto de pesquisa.

Destaca-se ainda, que a pesquisa-ação possui momentos de análise e reflexão: esses momentos são chamados de espiral de ciclos, sendo então uma forma de investigação autorreflexiva. Darronqui (2013) assinala que essa espiral de ciclos não tem um fim pré-estabelecido, visto que ao fim de um ciclo, um outro pode se iniciar: planejamento — ação — reflexão — replanejamento — nova ação — nova observação — nova reflexão — novo planejamento — nova ação, e assim sucessivamente até que os objetivos propostos sejam alcançados. Como cada novo ciclo se inicia refletindo sobre a ação, o novo ciclo deverá ter eliminado os problemas encontrados no ciclo anterior.

Em um desses momentos de reflexão, necessitou-se de um novo planejamento, com a reestruturação da MDP inicial, originando esta — destacada acima. A MDP inicial, apresentada no apêndice C, levava em conta apenas a construção do projeto, ou seja, os elementos de pesquisa-ação para organizar e analisar o contexto e o tema das IIR; não estava inclusa a reflexão da pesquisa-ação em sala de aula. Através da descrição de pesquisa-ação defendida por Elliot (1991), apoiando-se em Stenhouse (1975), o qual se preocupa com a melhoria da prática do professor-pesquisador, sendo uma consideração conjunta da qualidade do resultado e também do processo.

Pensando na pesquisa-ação como um processo no qual os práticos coletam evidências a respeito de suas práticas, organizou-se a MDP do modo tradicional, a qual leva em consideração a preocupação temática e o contexto de aplicação, assim como os envolvidos nesta prática: os estudantes e o professor. Para a análise da própria prática, serão discutidas as questões 1A, 2A, 3A, 4A 1C e 1D da MDP.

4.1.1 Caracterização do contexto da pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida em um Colégio Estadual de Prudentópolis (PR). Os participantes da pesquisa foram estudantes de um curso técnico em Farmácia do 1º ano. Iniciou-se as atividades com 14 estudantes, e no final de sua aplicação permaneceram 11 estudantes para sua finalização, devido a desistência destes estudantes do curso profissionalizante. A disciplina utilizada para a aplicação foi a disciplina Base da Química, ministrada pela própria pesquisadora.

Cabe ressaltar que as atividades realizadas nesta tese foram aplicadas no último trimestre de 2022, ainda em momento pandêmico. As aulas foram realizadas presencialmente, com as medidas de prevenção contra o coronavírus.

O projeto referente a esta pesquisa foi avaliado e aprovado pelo sistema CEP-UTFPR através do número de parecer 5.514.934. Para a autorização de coleta de dados, os estudantes maiores de 18 anos e os pais dos estudantes menores de 18 anos, assinaram o termo de consentimento para uso de imagem e som de voz (TCUISV).

Quanto a seu objetivo, este trabalho se enquadra ao Projeto Político-Pedagógico (PPP) do Colégio. Em tal projeto consta que a Educação Profissional se relaciona com as políticas de geração de emprego e renda e possui um processo de formação humana:

A Educação Profissional se refere ao desenvolvimento da pessoa humana como integralidade, não podendo ficar restrita à dimensão lógico-formal ou às funções ocupacionais do trabalho; ela se dá no entrecruzamento das competências cognitivas, comportamentais e psicomotoras que se desenvolvem por meio das dimensões pedagógicas das relações sociais e produtivas, com a finalidade de produzir as condições necessárias à existência (PARANÁ, 2022, p. 20).

O curso deve ser capaz, então, de estimular o aluno a ser inserido no mercado de trabalho, além de possuir o objetivo de organizar experiências pedagógicas que levem à formação de sujeitos críticos e conscientes, capazes de intervir de maneira responsável na sociedade em que vivem.

O PPP também aborda a metodologia da problematização, no sentido de desafiar os estudantes a refletirem sobre a realidade que os cerca, na perspectiva de buscar soluções criativas e originais para os problemas que se apresentam a respeito dessa realidade.

Procuramos, assim, por meio dessa atividade, problematizar a realidade social, mediante o suporte de diferentes conhecimentos científicos, através do tema COVID-19, uma relação muito próxima dos educandos, e do nosso contexto atual, proporcionando-lhes discutir, participar, dialogar, avaliar e transformar a comunidade onde se encontram.

A pandemia trouxe a necessidade emergente de se discutir o uso de medicamentos e da vacina contra a COVID-19. E a química é uma das ciências

envolvidas para compreender o contexto de produção e uso de medicamentos e vacinas.

O PPP aborda ainda sobre o tratamento metodológico, o qual deve privilegiar a relação entre teoria e prática, fazendo com que haja integração entre os conteúdos nas dimensões disciplinar e interdisciplinar.

Tendo em vista, desse modo, a importância de conhecimentos científicos para a atuação de profissionais da saúde em suas vivências diárias, este trabalho procura um desenvolvimento interdisciplinar da química com a biologia e a própria farmácia para discussões e reflexões sobre a temática COVID-19.

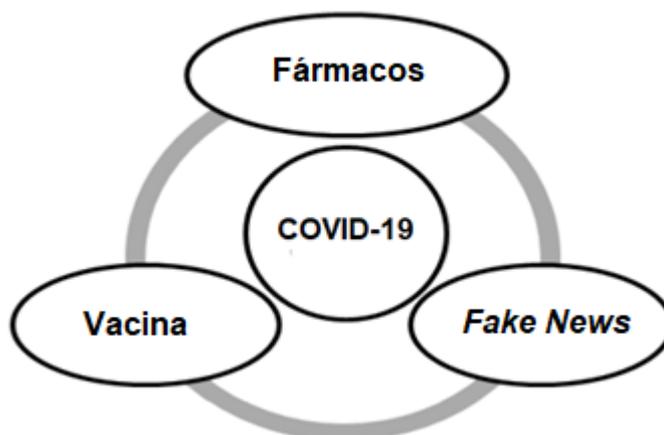
O uso da interdisciplinaridade em nossas atividades terá o objetivo de ampliar discussões e reflexões, pois as disciplinas estão interligadas de forma a complementar e solidificar os conceitos envolvidos no tratamento da doença. O desenvolvimento dessa atividade problematizadora trará ao aluno uma visão mais realista, permitindo-lhe que aplique os conhecimentos científicos adquiridos aos seus desafios profissionais diários.

4.1.2 Elaboração da situação-problema da IIR aplicada

A questão da COVID-19 é um problema em tempo real e atual da pandemia e proporciona uma situação efetiva para que os indivíduos pensem em suas decisões. Por isso, existem algumas questões problemáticas que surgiram quanto ao tratamento da doença, como a utilização de medicamentos, o movimento antivacina, além da disponibilidade de uma quantidade esmagadora de informações precisas e imprecisas relacionadas a essa enfermidade.

Assim, percebemos que a alfabetização científica está positivamente associada às atitudes em relação à pandemia de COVID-19, sobretudo para que o conhecimento e a informação para as decisões pessoais quanto à saúde possam levar os cidadãos e cidadãs a não confiarem em boatos, mito e informações falsas.

Acreditamos na importância da introdução do contexto clínico do mundo real em metodologias no ensino de química, relacionada aos conceitos de biologia e farmácia no curso técnico em Farmácia. Para esta relação interdisciplinar entre farmácia, química e biologia, foi estruturado um conjunto de IIR ao redor do estudo do tema COVID-19, destacado na figura 10.

Figura 10 - Conjunto de Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade

Fonte: Autoria própria (2022)

A importância desse contexto metodológico está nos desafios que a pandemia impõe, em especial à comunidade científica, que respondeu de forma rápida e eficiente em várias esferas prioritárias, como no desenvolvimento de novos tratamentos, vacinas, diagnósticos, entre outros empreendimentos.

Um tema que gerou muita discussão em todo o mundo foi a utilização da cloroquina, hidroxicloroquina e ivermectina para o tratamento da COVID-19, sendo defendido seu uso por médicos, cientistas e até chefes de Estado, mesmo sem nenhuma comprovação de sua eficácia em humanos. Mesmo sem eficácia confirmada, um “kit-covid” foi distribuído em alguns estados brasileiros para a prevenção ou tratamento de pessoas com sintomas iniciais da doença.

Bharti e Sismondo (2022) descrevem sobre alguns medicamentos utilizados durante a pandemia de COVID-19, e destacam a utilização da ivermectina (assim, como a hidroxicloroquina) como satisfazendo à requisitos de um agente farmacêutico milagroso e acessível. Os autores destacam em sua fala sobre a ivermectina como sendo um medicamento promovido por vários atores políticos, relativamente poderosos, sendo que seus promotores e críticos poderiam ter encontrado formas de apoiar e promover os estudos com os quais concordam e de desafiar ou ignorar os estudos com os quais não concordam.

Bharti e Sismondo (2022) descrevem ainda sobre alguns estudos clínicos promissores da ivermectina, que foram posteriormente suspeitos de incluir dados fraudulentos ou manipulados. Sismondo (2021) aborda este tema através da chamada corrupção epistêmica, a qual ocorre quando um sistema de conhecimento perde

integridade de forma importante, deixando de fornecer os tipos de conhecimento confiável que se espera dele. Sismondo (2021) destaca:

Meu foco aqui é como a indústria farmacêutica corrompe a ciência médica. Utilizando os seus recursos muito substanciais, as empresas farmacêuticas cooptam sistemas de conhecimento médico para os seus interesses particulares, interesses que entram em conflito com a integridade e pelo menos alguns dos objetivos centrais que se pensa estarem por detrás da medicina. (SISMONDO, 2021, p. 2).

Ou seja, o problema de alguns estudos é quando empresas farmacêuticas e outras empresas patrocinam investigação, existe um preconceito – uma tendência sistemática para que os resultados sirvam os seus interesses.

Essa contextualização nos traz a elaboração de uma situação-problema para uma das IIR:

fármacos: o que levou à crença de que o “kit covid”, uma combinação de medicamentos sem evidências científicas conclusivas, seria o tratamento para COVID-19? Qual o papel do farmacêutico perante a segurança da administração de fármacos?

Quanto à vacinação, as vacinas são a esperança mais promissora e ansiosamente esperada, pois uma vacina eficaz é crucial para controlar a pandemia. No Brasil, o Ministério da Saúde (MS) apresentou como medida de combate à pandemia o chamado Plano Nacional de Operacionalização da Vacina contra a COVID-19, defendido como Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (BRASIL, 2021a).

Porém a tomada de decisão a respeito da vacinação é um fenômeno comportamental complexo, e as razões para a hesitação vacinal se encaixam em três categorias inter-relacionadas:

a primeira é a falta de confiança na eficácia, na segurança, no sistema de saúde que disponibiliza as vacinas ou nas motivações dos gestores e formuladores de políticas para recomendá-las, por segundo a complacência, onde observa-se uma pequena percepção do risco de adquirir doenças imunopreveníveis, a partir disso pressupõem que a vacinação não seria necessária e por terceiro a falta de conveniência, visando assim, a disponibilidade, acessibilidade e o apelo dos serviços de imunização, incluindo tempo lugar, idioma e contextos culturais (SILVA FILHO *et al.*, 2021, p. 9).

Pensando na importância da vacinação e na hesitação vacinal, abordamos agora a elaboração da segunda situação-problema para a IIR:

- Vacina: grupos farmacêuticos e de pesquisas em todo o mundo se lançaram em uma corrida para desenvolver as vacinas contra a COVID-19, porém o que leva as pessoas ao negacionismo diante da vacinação?

Destaca-se ainda, que tal qual o vírus da COVID-19, houve em paralelo a disseminação de diversas notícias e informações equivocadas referentes à pandemia. Muitas dessas informações e notícias foram postadas nas mídias sociais, o que conduziu a diversos compartilhamentos, criando uma rede com conteúdo e pseudoinformações, conhecidas como *fake news*. Esse fenômeno de produção — compartilhamento de notícias falsas e desinformação — ficou conhecido como “infodemia”.

Essas *fake news*, em tempos de avanços tecnológicos, vêm sendo veiculadas nas redes sociais de forma rápida e multiplicada entre a população. Analogamente, pode-se entender como um vírus que contamina a comunicação e promove ações e comportamentos contrários às orientações das autoridades técnicas no campo da saúde (NETO *et al.*, 2020).

Surge a partir daí a elaboração da terceira situação-problema para a IIR:

- *Fake news*: quais as possibilidades de se combater as *fakes news* e deixar a população menos vulnerável?

4.2 Constituição dos dados

A constituição dos dados foi realizada através de questionário anterior à realização das aulas, presente no Apêndice B, com o objetivo de identificar os conhecimentos prévios dos estudantes diante da pandemia de COVID-19. Isto feito através da observação participante das aulas, com anotações em diário de campo, gravações em áudio (com posterior transcrição) e registro fotográfico, além da análise dos materiais de pesquisa elaborados pelos alunos nos grupos de trabalho, nos quais foram registradas as atividades desenvolvidas. Segundo Lüdke e André (1986), tratando-se de uma pesquisa qualitativa, não há limites para a utilização de instrumentos de coleta de dados.

A observação foi utilizada como um dos principais métodos de investigação, por proporcionar um contato pessoal e estreito do pesquisador com o fenômeno pesquisado, e por possibilitar uma experiência direta de verificação da ocorrência do

fenômeno. Considerando que, o que é observado depende também do observador e de sua formação, a observação precisa antes de tudo ser controlada e sistemática. “Isso implica a existência de um planejamento cuidadoso de trabalho e uma preparação rigorosa do observador” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 25).

A análise dos dados também levou em consideração as questões orientadas pela Matriz Dialógico-Problematizadora (MDP), apresentada no item 5.1, a qual utilizou questões norteadoras da pesquisa-ação, com o objetivo de contribuir para a delimitação temática para, posteriormente, categorizar, analisar e refletir acerca das contribuições da metodologia da IIR no ensino de química com evidências sobre as potencialidades e limitações dessa proposta na escola básica.

Ainda foi realizada a análise dos dados referente aos critérios de uma ACT. Para isso, foram propostos indicadores de ACT. Estes indicadores são algumas competências que se acredita que devem ser desenvolvidas e utilizadas em uma proposta investigativa e crítica. Para a organização desses indicadores, foram utilizados os elementos de um conceito de ACT defendidos por Hurd (1998), os critérios para uma ACT abordados por Fourez (1997), assim como os objetivos gerais, pedagógicos e operacionais da ACT descritos também por Fourez (1997), abordados no capítulo 3 desta tese.

Esses indicadores possuem o objetivo de auxiliar na avaliação do trabalho, pois apresentam mais clareza no monitoramento da identificação de elementos promotores da ACT. Tais indicadores são listados a seguir:

- fazer bom uso dos especialistas;
- fazer bom uso das caixas-pretas;
- compreender o valor da pesquisa científica;
- distinguir as fontes válidas de informação;
- compreender as questões culturais, éticas e morais envolvidas na resolução de problemas;
- envolver a resolução colaborativa em problemas sociocientíficos;
- fazer um bom uso da articulação entre saberes e tomada de decisão;
- adquirir uma certa habilidade de comunicação;
- adquirir uma certa habilidade de autonomia;
- adquirir uma certa habilidade de domínio;

Para analisar os dados dos indicadores de ACT, a análise se fundamentará em:

- 1) organizar os dados registrados (observações registradas, diário de bordo, transcrições de áudios, entrevistas etc.);
- 2) ler os registros e estudá-los;
- 3) identificar através de análises como os indicadores de ACT foram envolvidos nas etapas da IIR.

Para a discussão dos dados os estudantes serão identificados como “E” nas falas descritas. Vale ressaltar que os números subscritos nas falas não especificam a identidade dos alunos, apenas diferenciam as frases abordadas por estudantes distintos.

4.3 IIR desenvolvida durante as atividades

Apresenta-se no quadro 4 o resumo das atividades desenvolvidas durante a construção da IIR.

Quadro 4 - Resumo das atividades desenvolvidas nas etapas da IIR

ETAPA	ATIVIDADE	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
Apresentação da proposta	Apresentação da proposta metodológica	<p><u>Primeiro momento</u></p> <p>Apresentação da proposta para os alunos e descrição das etapas de trabalho.</p>
	Apresentação da questão-problema	<p><u>Segundo momento</u></p> <p>Apresentação das questões-problemas referentes à pandemia de COVID-19:</p> <p><i>fármacos</i>: o que levou à crença de que o “kit covid”, uma combinação de medicamentos sem evidências científicas conclusivas, seria o tratamento para COVID-19? Qual o papel do farmacêutico perante a segurança da administração de fármacos?</p> <p><i>vacina</i>: grupos farmacêuticos e de pesquisas em todo o mundo se lançaram em uma corrida para desenvolver as vacinas contra a COVID-19, porém o que leva as pessoas ao negacionismo diante da vacinação?</p> <p><i>fake news</i>: quais as possibilidades de se combater as <i>fake news</i> e deixar a população menos vulnerável?</p>
	Aplicação do questionário inicial	<p><u>Terceiro momento</u></p> <p>Aplicação do questionário inicial para identificar os conhecimentos prévios dos estudante.</p>
<i>Clichê</i>	Listagem das principais <i>fake news</i>	Listagem das principais <i>fake news</i> apontadas pelos estudantes, relacionadas ao uso de medicamentos para prevenção ou cura da COVID-19 assim como sobre a vacina.

ETAPA	ATIVIDADE	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
Panorama espontâneo	Ampliação do contexto do <i>clichê</i>	<p><u>Primeiro momento</u></p> <p>Formulação e reformulação de novas questões, separação por categorias de assunto: medicamento; vírus, imunidade e prevenção; vacina.</p>
	Sistematização	<p><u>Segundo momento</u></p> <p>Listagem que auxiliará a delinear a questão-problema:</p> <p>listagem dos atores envolvidos;</p> <p>listagem das normas e técnicas;</p> <p>listagem das caixas-pretas e bifurcações possíveis para o problema proposto;</p> <p>listagem dos especialistas que podem ser consultados.</p>
	Apresentação	<p><u>Terceiro momento</u></p> <p>Discussão oral das listagens realizadas pelos membros de cada equipe (três grupos).</p> <p>Entrega dos mapas mentais que relacionam os possíveis assuntos a serem trabalhados, relacionados com os três eixos da IIR: medicamentos, vacina e <i>fake news</i>.</p>
Consulta aos especialistas	Negociação interna dos estudantes, a fim de escolher as caixas-pretas e especialistas	<p><u>Primeiro momento</u></p> <p>Escolha do especialista e da caixa-preta aos quais o estudante recorrerá, a fim de aprofundar a investigação.</p>
	Sistematização	<p><u>Segundo momento</u></p> <p>Elaboração de perguntas a serem realizadas nas entrevistas com os especialistas.</p>
	Apresentação	<p><u>Terceiro momento</u></p> <p>Entrega das perguntas para avaliação da professora-pesquisadora.</p>
Indo à prática	Entrevista com os especialistas e abertura de algumas caixas- pretas	<p><u>Primeiro momento</u></p> <p>As entrevistas com especialistas foram realizadas fora do horário de aula.</p>
	Apresentação	<p><u>Segundo momento</u></p> <p>Apresentação em <i>slides</i> com o resultado das entrevistas e descrição das caixas-pretas abertas.</p>

ETAPA	ATIVIDADE	DESCRIÇÃO DA ATIVIDADE
Abertura aprofundada de algumas caixas-pretas	Aulas com especialistas professores	Aulas para abertura aprofundada de algumas caixas-pretas com a professora de biologia, professora de química e professor-farmacêutico.
Esquematização global	Divisão de grupos	<u>Primeiro momento</u> Divisão da turma em três grupos — um grupo para cada tema geral da IIR: medicamentos, vacina e <i>fake news</i> .
	Sistematização	<u>Segundo momento</u> Organização de um esquema com uma síntese parcial do que já foi abordado nas entrevistas e nas aulas com os especialistas e as caixas-pretas que já foram abertas; listagem do que ainda necessitava ser abordado ou aprofundado para a resolução das questões do clichê para então a resolução da situação-problema.
Abertura de caixas-pretas sem a ajuda de especialistas	Divisão de grupos	<u>Primeiro momento</u> Divisão da turma em dois grupos.
	Pesquisa	<u>Segundo momento</u> Busca de informações em <i>sites</i> de pesquisa sobre: utilização de fármacos para a prevenção e tratamento da COVID-19; vacinas contra a COVID-19.
Síntese da ilha de racionalidade produzida	Divisão de grupos	<u>Primeiro momento</u> Divisão da turma em três grupos — um grupo para cada tema geral da IIR: medicamentos, vacina e <i>fake news</i> .
	Sistematização	Elaboração de propostas para a solução das situações-problemas iniciais.

Fonte: Autoria própria (2022)

A seguir são descritas as etapas da construção da IIR desenvolvida com os estudantes:

Etapa 1. Refere-se à elaboração de um clichê da situação-problema

Com o objetivo de identificar as representações prévias e espontâneas a respeito do tema COVID-19 e fármacos, assim como das *fake news* diante da pandemia, foi solicitado aos estudantes a realização de um questionário inicial.

A partir da análise dos questionários e discussão referente às principais *fake news* apontadas por eles, relacionadas ao uso de medicamentos para prevenção ou

cura da COVID-19, assim como sobre a vacina, surgiu a elaboração do *clichê* das questões-problemas. Momento em que os estudantes foram incentivados a expor o que pensavam sobre o assunto em curso. Enquanto expunham suas ideias, a professora-pesquisadora fazia, no quadro, os registros das principais discussões e frases relacionadas às *fake news* a respeito do tema, as quais estão listadas a seguir:

- o consumo de álcool previne o coronavírus;
- alho, limão, erva-doce, hortelã, boldo, mel previnem infecção pelo coronavírus;
- gargarejo com sal, limão, vinagre eliminam o vírus;
- COVID-19 só é letal em idosos;
- infecção por coronavírus gera imunidade;
- infecção por coronavírus e tomar vacina geram infertilidade;
- o objetivo da vacina é matar os idosos;
- a vacina modifica o DNA, causa trombose, causa Alzheimer, causa problemas cardíacos;
- cloroquina e ivermectina previnem/curam a COVID-19;
- vacina possui um microchip;
- o vírus não sobrevive a temperaturas altas e muito baixas;
- vacinar crianças não é seguro;
- álcool gel pode ser feito em casa;
- vinagre é mais eficiente para lavar as mãos;
- aplicativo do SUS sobre COVID-19 capta informações.

Vale ressaltar que a elaboração do *clichê* se trata de ideias e frases relacionadas à situação-problema, não sendo necessário preocupar-se se estão ou não corretas.

Etapa 2. Refere-se à elaboração do panorama espontâneo

Para ampliação do contexto do *clichê*, foi realizada a formulação de novas questões relevantes. Questões e dúvidas foram reestruturadas pelos estudantes com o auxílio da professora-pesquisadora e ainda foram organizadas por semelhança de assunto, resultando no quadro 5 a seguir:

Quadro 5 - Questões elaboradas na ampliação do clichê da situação-problema

Refinamento do clichê da situação-problema	
Medicamentos	Qual a ação dos medicamentos diante do vírus?
	Um medicamento para vermes ou protozoário pode interferir no ciclo de um vírus?
	Pode ser criado um novo medicamento contra o coronavírus?
Vírus, imunidade e prevenção	Aumentar a imunidade previne a infecção pelo coronavírus?
	A temperatura do ambiente influencia na proliferação do vírus?
	Quem já pegou o vírus fica imune?
	Por que se deve utilizar o álcool 70° e não outros?
	A ingestão de álcool (etanol) tem efeito sobre o vírus?
	O álcool em gel caseiro tem a mesma eficácia?
	O vinagre possui a mesma função do álcool 70°?
	Qual a eficácia real das máscaras? Existe diferença de proteção nos diferentes modelos de máscaras?
	Por que idosos e portadores de doenças crônicas são considerados grupos de risco?
De que forma a infecção do coronavírus desencadeia outras doenças?	
Vacina	Uma vacina teria poder para mudar o DNA?
	Contrair COVID-19 ou tomar a vacina é capaz de deixar indivíduos inférteis?
	Existem estudos sobre a vacina causar problemas cardíacos, Alzheimer ou trombose?
	A vacina é 100% eficaz contra o coronavírus?
	A vacina CoronaVac é menos eficiente em comparação a outras vacinas?
	Existem estudos sobre a vacinação em crianças?
	A partir de que momento, podemos dizer que já há uma imunidade coletiva?
	Por que a vacina causa reações em algumas pessoas e em outras não?
	Tomando todas as doses da vacina garante a imunidade?

Fonte: Autoria própria (2022)

Lista dos atores envolvidos

Nesta etapa, foram elencadas pessoas e instituições relacionadas com o tópico em curso:

- diretamente: alunos; pesquisadora/professora de química, farmacêuticos e professora de biologia;

- outros envolvidos: Secretaria de Saúde, poder público, meios de comunicação, população, infectologistas, médicos, indústria farmacêutica, institutos de pesquisa.

Pesquisa de normas e condições impostas pela técnica

Neste momento, foram escolhidas algumas normas que regem a situação. Do ponto de vista técnico, foram destacadas duas normas técnicas a serem aprofundadas:

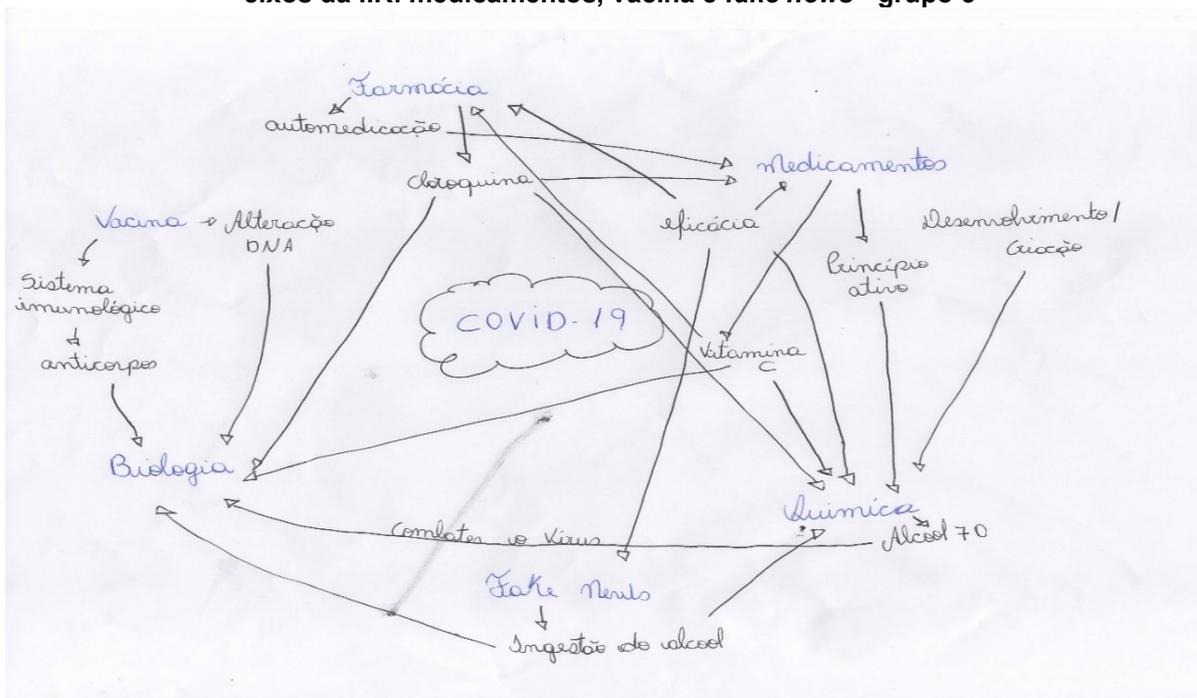
- etapas para aprovação de uma vacina;
- fases da pesquisa clínica de um medicamento.

Lista das caixas-pretas e bifurcações possíveis para o problema proposto

Para a elaboração dos conceitos que se poderiam investigar mais aprofundamente sobre a questão-problema, foi solicitado aos estudantes a realização de um mapa mental. O mapa mental deveria conter a relação dos possíveis assuntos de estudo sobre medicamentos, vacina e *fake news*.

Os estudantes foram divididos em três grupos, resultando na construção de mapas mentais apresentados nas figuras 11, 12 e 13 que relacionam os possíveis assuntos a serem trabalhados com os três eixos da IIR: medicamentos, vacina e *fake news*.

Figura 13 - Relação dos possíveis assuntos a serem trabalhados relacionados com os três eixos da IIR: medicamentos, vacina e fake news - grupo 3



Fonte: Autoria própria (2022)

Lista dos especialistas e especialidades pertinentes

Neste momento da pesquisa, os estudantes fizeram uma lista dos possíveis especialistas a serem escolhidos para ajudar na resolução das questões do *clichê* para a resolução das questões-problemas. Os especialistas destacados foram:

- professora de química;
- professora de biologia;
- farmacêutico;
- médico;
- prefeito;
- secretário de Saúde;
- vigilância sanitária.

Etapa 3. Consulta aos especialistas e às especialidades

Para a realização dessa etapa, os estudantes foram divididos em duplas ou, individualmente, os que assim optaram e deveriam escolher seus especialistas, já elencados na etapa anterior, para uma entrevista. Após a escolha, cada estudante ou dupla de estudantes sistematizaram possíveis questões referentes à área específica

do seu especialista para a resolução dos levantamentos do *cliché* da situação-problema.

As questões foram entregues à professora-pesquisadora, para avaliação antes de iniciar a entrevista com os especialistas.

Etapa 4. Indo à prática

A primeira parte dessa etapa foi realizada em atividade extraclasse, pois os estudantes foram a campo fazer as entrevistas com seus especialistas. A entrevista buscou a resolução de algumas questões do *cliché* da situação-problema, assim como a abertura de algumas caixas-pretas com o auxílio dos especialistas.

As entrevistas foram realizadas com os seguintes especialistas: professora de biologia; farmacêuticos; médico; prefeito; secretário de saúde, enfermeiro e agente da vigilância sanitária.

Após as entrevistas, cada estudante ou dupla de estudante, realizou uma apresentação para a turma com os resultados obtidos.

Etapa 5. Abertura aprofundada de algumas caixas-pretas

Em nossa pesquisa, a primeira caixa-preta aberta foi com o auxílio da professora de biologia, a qual trabalha com a disciplina de bases biológicas no curso técnico. Ela trabalhou com os alunos o assunto vírus: em que abordou a definição desse agente infeccioso, bem como sua estrutura, ciclo de vida e como ocorre uma infecção viral. Após a explanação geral sobre vírus, a professora deu enfoque ao Sars-Cov2, seu gênero, estrutura e ciclo.

Na sequência, ela abordou as etapas e fases da produção de uma vacina, bem como sua segurança e eficácia. E para encerramento da aula, ela tratou ainda da tecnologia e da maneira de ação das principais vacinas utilizadas no combate ao coronavírus: CoronaVac, AstraZeneca e Pfizer.

Em um segundo momento, foi aberta pela professora e pesquisadora a caixa-preta referente à utilização do álcool 70°. Primeiramente foi abordada a relação do álcool 70° e a desnaturação proteica e lipídica, assim como ineficiência de álcoois com maiores concentrações. Foi trabalhada também a eficiência do sabão e sua interação com a parte lipídica. Abordou-se ainda os perigos das receitas caseiras do álcool em gel. E finalmente, foram discutidas as *fake news* referentes ao uso do vinagre e o consumo de álcool na prevenção à infecção por coronavírus.

Outra caixa-preta aberta foi com o auxílio do professor-farmacêutico, o qual trabalhou com os estudantes as fases da pesquisa clínica de um medicamento. Nesta aula, foi abordado o processo de fabricação, o qual é longo e rigoroso, necessitando cumprir uma série de exigências técnicas. Foi discutida ainda a tentativa de utilização de medicamentos já existentes com ensaios clínicos controlados e segurança e o problema da automedicação e proliferação de *fake news* diante de medicamentos que não possuíram a comprovação científica de sua eficácia.

Algumas caixas-pretas foram abertas através das entrevistas com os especialistas. Por exemplo: através do médico, foi identificada a possível relação dos fatores de risco com os internamentos, saturação do paciente e a relação com o nervosismo e a não necessidade da automedicação em indivíduos que possuem níveis normais de vitaminas C e D. A entrevista com a farmacêutica resultou na abertura da caixa-preta sobre a toxicidade na ingestão descontrolada de medicamentos sem orientação. Já com a professora de biologia, foi aberta a caixa-preta relacionada às vacinas, como a relação das diferentes reações pós-vacinação com o sistema imunológico; imunidade coletiva ou de rebanho, maneira de produção da vacina, como a do RNA mensageiro e a não possibilidade de se ligar ao DNA dos indivíduos vacinados.

Etapa 6. Esquematização global

Nesse momento, foi dividida a turma em três grupos: um grupo para cada tema geral da IIR — medicamentos, vacina e *fake news*. Cada grupo organizou um esquema com uma síntese parcial do que já foi abordado nas entrevistas e nas aulas com os especialistas e quanto às caixas-pretas que já foram abertas. Os estudantes fizeram ainda uma relação do que ainda necessitava ser abordado ou aprofundado para a resolução das questões do *clichê* para então a resolução da situação-problema.

Etapa 7. Abrir algumas caixas-pretas sem a ajuda de especialistas

Nessa instância da atividade, os estudantes buscaram informações em *sites* de pesquisa, para abrir as caixas-pretas que ainda não foram abertas com o auxílio dos especialistas. Este momento exigiu maior esforço e aprofundamento por meio de novas leituras, principalmente pela dificuldade em encontrar um consenso em alguns assuntos, como por exemplo, a utilização de vitaminas para aumento da imunidade e prevenção da infecção pelo vírus.

Para esta busca, a turma foi dividida em três grupos — um para cada tema do grupo de IIR: medicamentos, vacina e *fake news*.

A busca pelos estudantes do primeiro grupo gerou a leitura de alguns artigos científicos referentes à utilização de alguns medicamentos:

- a utilização da “Cloroquina ou hidroxicloroquina para prevenção e tratamento da Covid-19: uma revisão Cochrane” (SINGH *et al.*, 2022);
- o uso de hidroxicloroquina e cloroquina para a prevenção e tratamento do coronavírus: a controvérsia científica que marcou a primeira pandemia do século XXI no Brasil (SILVA, 2022);
- os riscos do uso irracional de medicamentos diante da pandemia da COVID-19 (ALENCAR *et al.*, 2022);
- cloroquina e hidroxicloroquina em tempos de pandemia pela COVID-19: automedicação e intoxicação (MORAIS, 2022);
- efeitos adversos no uso indiscriminado de medicamentos na pandemia da COVID-19: um olhar sobre a cloroquina, hidroxicloroquina e azitromicina (COSTA *et al.*, 2022);
- medicamentos na pandemia da COVID-19: análise da comercialização de azitromicina, hidroxicloroquina, ivermectina e nitazoxanida no Brasil (BEZERRA *et al.*, 2022);
- zinco, vitamina D e sistema imune: papel na infecção pelo novo coronavírus (CARVALHO *et al.*, 2020);
- hábitos de consumo de suplemento de vitamina C durante a pandemia de COVID-19: benefícios, riscos e o papel da assistência farmacêutica no uso racional (LAURINDO; REIS; GIORGETTI, 2021);
- as duas faces da vitamina D como terapia adjuvante na COVID-19 (OLIVEIRA *et al.*, 2020);
- a importância da alimentação saudável e estado nutricional adequado diante da pandemia de COVID-19 (DIAS *et al.*, 2020).

Referente às vacinas, foram realizadas leituras de alguns artigos científicos:

- uma vacina para a humanidade: da expectativa à realidade, os esforços para se chegar a uma vacina contra COVID-19 acessível à população (STEVANIM *et al.*, 2020);

- *fake news* e hesitação vacinal no contexto da pandemia da COVID-19 no Brasil (GALHARDI *et al.*, 2022);
- a influência das *fake news* na vacinação contra a COVID-19 (ALVES JÚNIOR *et al.*, 2022).

Além dos artigos, os estudantes encontraram uma série de explicações da OMS sobre as vacinas, a qual está disponível no *site*:

<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/covid-19-vaccines/explainers>

A série aborda os seguintes temas: como funcionam as vacinas? Como as vacinas são desenvolvidas? Fabricação, segurança e controle de qualidade das vacinas; os diferentes tipos de vacinas contra COVID-19; segurança das vacinas contra COVID-19; efeitos colaterais das vacinas contra COVID-19; eficácia, efetividade e proteção da vacina.

O grupo referente às *fake news* utilizou alguns artigos em conjunto com os outros dois grupos e fizeram também a sua relação de artigos e buscas:

- análise de *fake news* veiculadas durante a pandemia de COVID-19 no Brasil (BARCELOS *et al.*, 2021);
- *fake news* no cenário da pandemia de COVID-19 (Neto *et al.*, 2020).

Além dos artigos, os estudantes também utilizaram o *site* da OMS e encontraram um item chamado “caçadores de mitos”, o qual aborda a informação e curiosidades de vários mitos ou *fake news* referentes ao tema COVID-19:

<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/myth-busters>.

Tal *site* aborda temas, como desinfetantes, álcool, temperatura e a vida do vírus, máscaras etc.

Etapa 8. Síntese da ilha de racionalidade produzida

Para a síntese do grupo de ilhas proposto, os estudantes foram divididos em três grupos, e cada grupo ficou responsável pela elaboração de sua síntese para a resolução da situação-problema proposta.

Como síntese o grupo 1 elaborou um folder com orientações referente aos perigos da automedicação e a importância da consulta a um farmacêutico quanto a orientação correta no uso de medicamentos.

O grupo 2 criou um folder com algumas informações técnicas referentes à infecção causada pelo vírus e ao combate com a vacinação, assim como as etapas da pesquisa clínica de uma vacina, com o objetivo de combater as falsas informações referente a vacina e divulgar a sua segurança.

O terceiro grupo abordou o combate às *fake News*, e segundo o grupo este combate pode ser realizado através da divulgação de dados oficiais, como os propagados pelo *site* da OMS. Para esta divulgação, o grupo produziu um folder com algumas perguntas e respostas e curiosidades relacionadas ao tema da pandemia de COVID-19.

4.4 Produto educacional

O produto educacional é um recurso com estratégias educacionais que favorece a prática pedagógica de docentes. O objetivo desta tese foi elaborar um website como produto educacional, com a proposta de retorno à comunidade educacional. O produto conta com a descrição da IIR desenvolvida pelos estudantes durante o andamento deste projeto, com todas as etapas de construção, e pode ser reaplicada por professores, da educação básica na área de Ciências da Natureza, ou no ensino profissional na área da saúde. O produto ficará disponível no RIUT – Repositório Institucional da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, e será encaminhado para o Núcleo Regional de Irati, o qual permitiu o desenvolvimento deste trabalho.

O *link* de acesso ao *website* é: <https://mikuchla.wixsite.com/iir-act-qsc-covid-19>. O *website* possui a sua interface demonstrada na figura 14.

Figura 14 - Interface do website aberta via computador

Ilha Interdisciplinar de Racionalidade

Alfabetização Científica e Tecnológica

Questões Sociocientíficas no Ensino de Química Covid-19



Este site é um produto Educacional elaborado através da construção de uma Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia - UTFPR - Ponta Grossa/PR. Em seu conteúdo encontra-se a organização de uma aplicação de um conjunto de Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade (IIR) - uma estratégia pedagógica que propõe uma Alfabetização Científica e Tecnológica para o Ensino de Ciências/Química - envolvendo a pandemia de Covid-19 sob a perspectiva de uma Questõesociocientífica.

Para saber mais clique nos ítems a seguir



[Alfabetização Científica e Tecnológica](#)



[Ilha Interdisciplinar de Racionalidade](#)



[Questões Sociocientíficas](#)



[Covid-19](#)

Construindo a Ilha Interdisciplinar de Racionalidade

- Problema
- Etapa 1 - Clichê da situação-problema
- Etapa 2 - elaboração do panorama espontâneo
- Etapa 3 - Consulta aos especialistas
- Etapa 4 - Indo a prática
- Etapa 5 - Abertura de algumas caixas-pretas
- Etapa 6 - Esquematização global
- Etapa 7 - Abertura - caixas pretas sem especialistas
- Etapa 8 - Síntese da Ilha de Racionalidade produzida

Anexos adicionais

- Artigos sobre os medicamentos utilizados contra a Covid-19 utilizados na construção da IIR
- Artigos e site sobre vacinas contra a Covid-19 utilizados na construção da IIR
- Artigos e site sobre Fake News referente a Covid-19 utilizados na construção da IIR
- Outros exemplos de construção de IIR



Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia



Micheli Kuchla
contato: mikuchla@hotmail.com



Orientador: Prof. Dr.
Awdry Feisser Miquelin

Fonte: Autoria própria (2022)

Esse *website* conta com uma introdução do seu conteúdo, posteriormente contém a descrição e contextualização dos principais termos destacados na tese: ACT, IIR, QSC e COVID-19. Seguido das etapas da construção do conjunto de IIR elaboradas no decorrer das aulas, cada etapa consta com sua definição e com as atividades desenvolvidas durante a construção com a temática da pandemia de COVID-19. Como finalização, encontra-se uma área de anexos contendo os artigos referentes à temática da COVID-19, encontrados e estudados pelos alunos participantes da pesquisa, bem como os materiais produzidos por eles durante a construção da IIR sobre a pandemia de COVID-19, e outros trabalhos referentes à IIR com exemplos de outras temáticas que o professor pode utilizar.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diante da fundamentação teórica apresentada nos capítulos anteriores e da descrição da metodologia adotada, passamos para a análise dos dados coletados, buscando consolidar respostas aos objetivos e questões problemáticas traçadas. Nesse sentido, inicia-se o capítulo com a análise do questionário inicial aplicado aos estudantes e, posteriormente, segue-se a análise dos dados referente aos indicadores de ACT e discussão das questões apresentadas na MDP.

5.1 Análise do questionário inicial

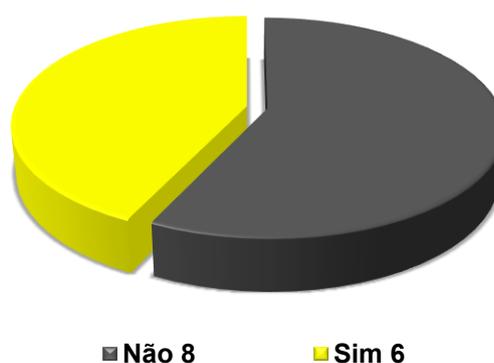
Inicia-se a discussão com os dados iniciais coletados através de um questionário, com o objetivo de identificar a visão, percepção e ações dos estudantes perante a pandemia de COVID-19.

1. Idade dos estudantes.

A pergunta inicial foi sobre qual era a idade dos participantes da pesquisa, sendo a predominância entre 18 e 27 anos. Nesta faixa de idade, estavam 11 estudantes: dois possuíam menos de 18 anos e um estava entre 28 e 37 anos.

2. Quanto à infecção pelo vírus da COVID-19, apresentada no gráfico 2: dos 14 estudantes, 8 não foram infectados, e 6 já foram infectados pelo vírus.

Gráfico 2 - Questão 2 - Você já foi infectado pela COVID-19?
Foi Infectado pelo Covid-19?

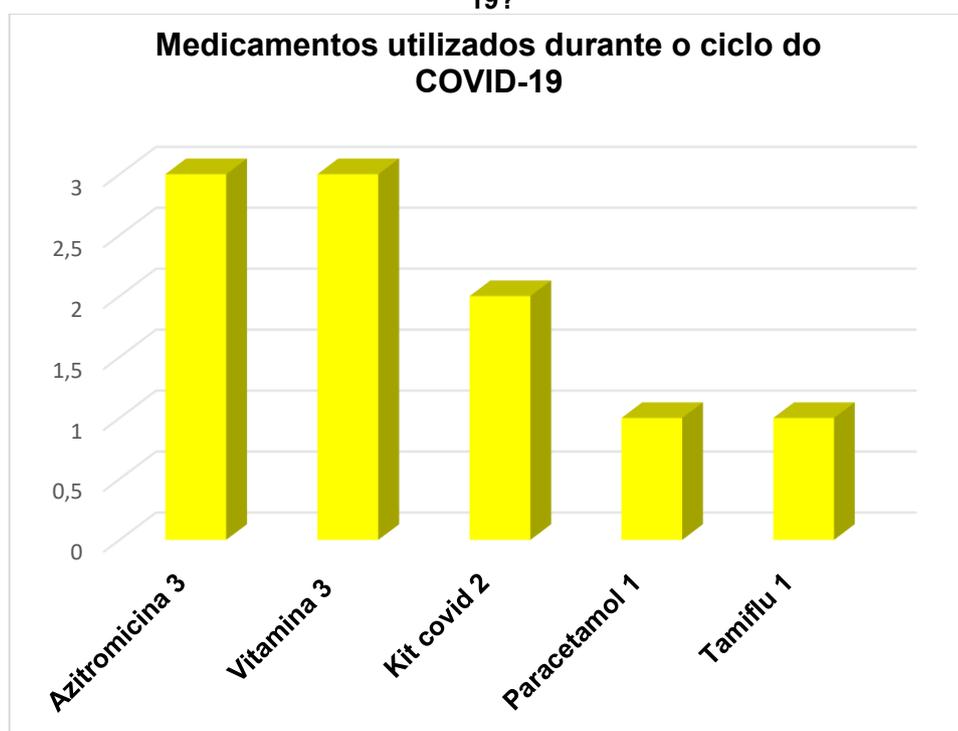


Fonte: Autoria própria (2022)

A partir da questão dois, os estudantes que foram infectados pelo vírus responderam às questões 3 e 4.

3. A questão 3 diz respeito aos medicamentos que foram utilizados durante o ciclo do vírus, sendo os medicamentos citados apresentados no gráfico 3.

Gráfico 3 - Questão 3 - Quais medicamentos você utilizou durante o ciclo do vírus dá COVID-19?



Fonte: Autoria própria (2022)

Referente à tratamentos naturais com plantas medicinais ou fitoterápicos abordado na questão 4, nenhum estudante utilizou e nem foram receitados por médicos.

Em aula posterior à aplicação do questionário, foram debatidas algumas questões, e a professora-pesquisadora indagou os estudantes sobre a prescrição do uso desses medicamentos, sendo unânime a resposta de que os medicamentos foram receitados no posto de saúde, pelo médico de plantão, após o teste positivo do vírus. O “kit covid” apontado pelos estudantes seria uma combinação de medicamentos. Sendo eles: a cloroquina/hidroxiclороquina, a azitromicina, a ivermectina, zinco e um multivitamínico. Dos medicamentos citados, as vitaminas: azitromicina, paracetamol, tamiflu e a ivermectina foram disponibilizadas gratuitamente pelo próprio posto de

saúde; o único medicamento que necessitaria comprar com dinheiro próprio era a cloroquina/hidroxicloroquina.

Durante a discussão com os alunos, percebeu-se que a prescrição dos medicamentos para cinco deles ocorreu após a OMS encerrar os estudos, em julho de 2020, com a cloroquina e hidroxicloroquina, por produzirem pouca ou nenhuma redução na mortalidade de pacientes com COVID-19 hospitalizados. Assim, como em 2021 a OMS reforçou que ivermectina não funcionava contra a doença, a Associação Médica Brasileira (AMB) divulgou um comunicado em março de 2021, condenando o uso de remédios, como cloroquina e ivermectina contra COVID-19. Os estudantes expuseram ainda, suas opiniões sobre a prescrição e utilização desses medicamentos.

E1: “eu tomei os medicamentos, por vir receitado por um médico, eu acreditava que ele saberia sobre os tratamentos...”;

E2: “tomei pra tentar amenizar os sintomas, eu estava com muita dor no corpo, então qualquer coisa que ajudasse eu aceitava...”;

E3: “eu tomei os medicamentos achando que ajudaria a não ser internado”;

E4: “eu vi no jornal discussões contra o uso da cloroquina, mas tomei mesmo assim, porque foi receitado”.

Diante das falas dos estudantes, percebemos a confiança que eles possuem nos médicos os quais consultaram, sendo que todos os estudantes utilizaram as medicações sem contestar, pois o médico ainda é visto como um especialista detentor de um conhecimento absoluto. Quem fica de mãos atadas é o paciente, totalmente vulnerável, pois uma super dose de vitamina D, por exemplo, pode aumentar a absorção de cálcio. Salientei como professora de química que o ideal seria questionar o médico sobre o que exatamente ele está indicando e, principalmente, para que serve cada medicamento. Salientei ainda, na discussão, que o paciente tem o direito de contestar, de querer saber o que está usando, de buscar uma segunda opinião se necessário.

No mesmo viés da discussão, a questão 7 do questionário aborda, com todos os estudantes, a opinião sobre a utilização do “kit covid” para o tratamento da COVID-19. Percebe-se através do gráfico 4 que 50% dos estudantes acreditam na eficácia

desses medicamentos e utilizariam sob prescrição médica; já os demais 50% não acreditam e não utilizariam os medicamentos mesmo sob prescrição médica. Nenhum aluno relatou que utilizaria os medicamentos por conta própria, ou seja, sem uma prescrição.

Gráfico 4 - Questão 7 - Qual sua opinião a respeito da utilização de medicamentos (“kit covid”) para o tratamento da COVID-19?



Fonte: Autoria própria (2022)

Em discussão na sala de aula e conversa com os estudantes, destes 50% que acreditam na eficácia, quatro já foram infectados pelo vírus e acreditam que as vitaminas e os medicamentos aliviaram os sintomas ou, pelo menos, não deixaram ser internados. Os outros três ainda não foram infectados, mas tomariam as medicações se fossem receitadas por um médico.

Dos outros 50%, dois estudantes foram infectados e não viram melhora nos sintomas com a utilização dos medicamentos e não acreditam ser eficaz. Os outros quatro não foram infectados, mas não utilizariam esses medicamentos devido a estudos realizados e a não comprovação de eficácia.

Quanto à prevenção da COVID-19, alguns medicamentos foram citados na questão 5 e 6; destacados no gráfico 5.

Gráfico 5 - Medicamentos e produtos naturais utilizados pelos estudantes

Fonte: Autoria própria (2022)

Pode-se identificar que tratamentos naturais não são utilizados pelos estudantes para prevenção da infecção do vírus. Dos estudantes que participaram da pesquisa, 11 não tomaram nenhum medicamento como forma de prevenção. Apenas três fizeram uso de vitaminas, como as vitaminas C e D, devido a estas aumentarem a imunidade. E acredita-se que o aumento na imunidade diminuiria a chance de o vírus adentrar no organismo. Quando questionados se realizaram exames para identificar a necessidade de ingestão das vitaminas, os estudantes responderam que não realizaram nenhum exame; apenas tomaram as vitaminas por conta própria. Na discussão desta questão, eles relataram:

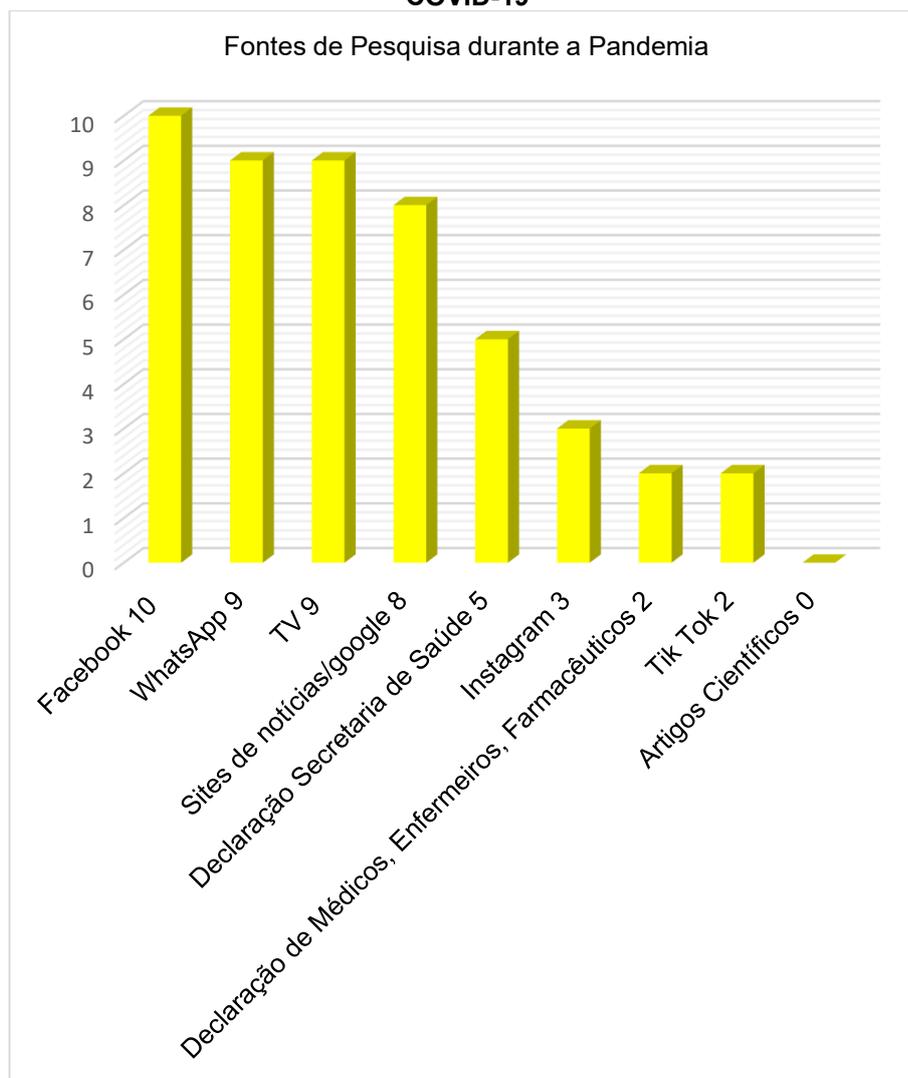
E₁: “não fiz exames, e credito que o consumo de vitamina não faz mal”;

E₂: “mal não vai fazer, são apenas vitaminas”;

Percebemos a inocência deles e o não conhecimento a respeito da intoxicação que o uso indiscriminado, mesmo de vitaminas, pode provocar. Pois a suplementação vitamínica deve ser praticada apenas diante do diagnóstico clínico de deficiência, necessitando confirmação de dosagens em laboratório para evitar uma hipervitaminose.

A questão 8 abordou as principais fontes que os estudantes utilizaram durante a pandemia para adquirir informações acerca da infecção, número de infectados, medicamentos, tratamentos, vacina etc. As principais fontes de pesquisa estão descritas no gráfico 6.

Gráfico 6 - Principais fontes de pesquisa utilizadas pelos estudantes durante a pandemia de COVID-19



Fonte: Autoria própria (2022)

As fontes de pesquisa mais utilizadas pelos estudantes são as redes sociais, assim como *sites* de buscas, Google e *sites* de notícias. Eles relatam o uso da *internet* como uma boa fonte de informação. E concordamos que os indivíduos têm a oportunidade de encontrar notícias e informações rapidamente. Tal recurso pode ser considerado um fator positivo para os cidadãos ficarem mais bem informados, mas o problema está na seleção das informações, na distinção entre informações verdadeiras e falsas. Entendemos que tanto a informação verdadeira como os vários tipos de informações erradas moldam, de um modo crucial, a forma como as pessoas entendem e respondem à crise de saúde pública, isto é, interfere diretamente em sua tomada de decisão diante da situação pandêmica.

Alguns estudantes, no entanto, utilizam-se de declarações oficiais, como a Secretaria de Saúde, outros acompanham declarações de médicos, enfermeiros e

farmacêuticos. Destaco neste momento a importância do bom uso dos especialistas, a capacidade de questioná-los e a procura de uma segunda opinião se necessário.

Pudemos perceber ainda que nenhum estudante fez a utilização de artigos científicos como busca de fonte de informação para suas dúvidas. Por isso, acredita-se que oportunizar a eles a leitura desse tipo de material, para adquirir conhecimento sobre o assunto, fornece-lhes a oportunidade para desenvolver habilidades de alfabetização científica e comunicação.

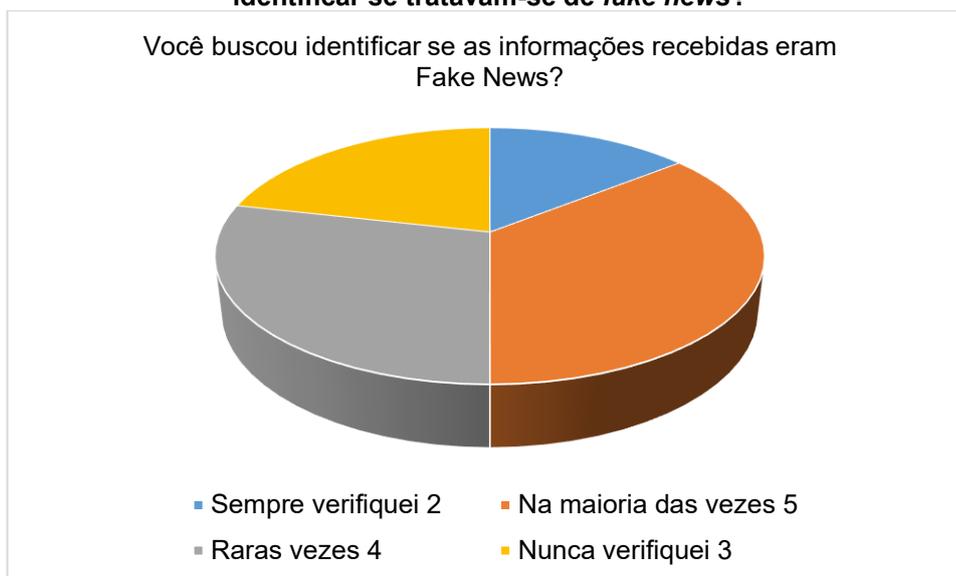
É preocupante essa busca dos indivíduos pela informação através das redes sociais, como principal fonte, porque é o meio pelo qual as notícias falsas são frequentemente transmitidas e espalhadas.

Foi unânime a resposta positiva referente à questão 10, a qual tratava acerca do recebimento de *fake news* sobre a pandemia. Entre os estudantes, 100% relataram que receberam informações falsas, e as principais fontes desse recebimento foram: Instagram, Facebook, WhatsApp, *sites* de notícias. Sendo o WhatsApp a fonte mais citada entre os estudantes.

Durante a pandemia, sabe-se que houve uma contenção de espalhamento de *fake news* feita pelo Facebook, Twitter e Google, mas, infelizmente, tais medidas não abrangeram o WhatsApp, que serviu para circulação em larga escala de conteúdos falsos. O WhatsApp apenas limita o número de contatos que podem receber mensagens de um mesmo emissor, porém continua sendo multiplicador de conteúdos em grande proporção, pois uma mensagem postada em vários grupos atinge um número considerável de pessoas em pouco tempo.

Quando perguntados se verificaram as informações recebidas na questão 12, os estudantes responderam conforme os dados destacados no gráfico 7.

Gráfico 7 - Questão 12 - Quando você leu/recebeu informações sobre a COVID-19, você buscou identificar se tratavam-se de *fake news*?



Fonte: Autoria própria (2022)

Quanto à passagem de informações adiante sem a verificação da veracidade, destaca-se o gráfico 8.

Gráfico 8 - Questão 14 - Você passou alguma informação sobre COVID-19 adiante sem verificar se era *fake news*?



Fonte: Autoria própria (2022)

Percebe-se através das repostas dos estudantes que a maioria deles nem sempre verificou a procedência das informações, e se estas de fato eram corretas, assim como repassaram essas informações adiante sem a verificação da veracidade dessas informações.

Nesse sentido, acredita-se que há a necessidade de preparar as pessoas para tomar decisões diante da COVID-19, mas também há uma importante

necessidade de se trabalhar com esses estudantes a capacidade de construir uma pesquisa eficaz na literatura, com seleção de fontes apropriadas e extração de informações relevantes.

As principais *fake news* destacadas na questão 11, a respeito da pandemia de COVID-19, que os participantes receberam via WhatsApp ou leram nas redes sociais, como Instagram e Facebook ou ouviram falar por outras pessoas, estão listadas a seguir:

- o consumo de álcool previne o coronavírus;
- alho, limão, erva-doce, hortelã, boldo, mel previnem infecção pelo coronavírus;
- gargarejo com sal, limão, vinagre eliminam o vírus;
- COVID-19 só é letal em idosos;
- infecção por coronavírus gera imunidade;
- infecção por coronavírus e tomar vacina geram infertilidade;
- o objetivo da vacina é matar os idosos;
- a vacina modifica o DNA, causa trombose, causa Alzheimer, causa problemas cardíacos;
- cloroquina e ivermectina previnem/curam a COVID-19;
- vacina possui um microchip;
- o vírus não sobrevive a temperaturas altas e muito baixas;
- vacinar crianças não é seguro;
- álcool gel pode ser feito em casa;
- vinagre é mais eficiente para lavar as mãos;
- aplicativo do SUS sobre COVID-19 capta informações.

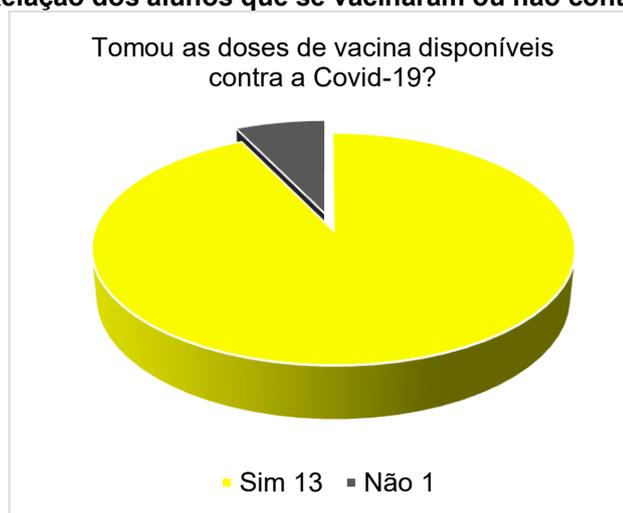
A análise dessas *fake news* em sala de aula se torna urgente, uma vez que dado o contexto da pandemia de COVID-19, a biologia e a química, assim como assuntos farmacêuticos, se materializaram no dia a dia das pessoas e passaram a ser assunto discutido por todos. Ei-los: conceitos de virologia, imunologia e epidemiologia, por exemplo, além do uso de agentes químicos saneantes empregados na higienização frequente das mãos, objetos e superfícies.

Percebe-se na análise dos dados até aqui, que houve pouca procura por fontes válidas de informação, o que pode ocasionar mais facilmente a disseminação de

notícias falsas, destacando a relevância desta tese de se trabalhar com a formação crítica e ampliação da ACT.

O questionário inicial abordou ainda algumas perguntas referentes à vacinação contra a COVID-19. Destacamos no gráfico 9 a resposta da questão 15, sendo observado que apenas um dos estudantes não tomou a vacina contra a COVID-19.

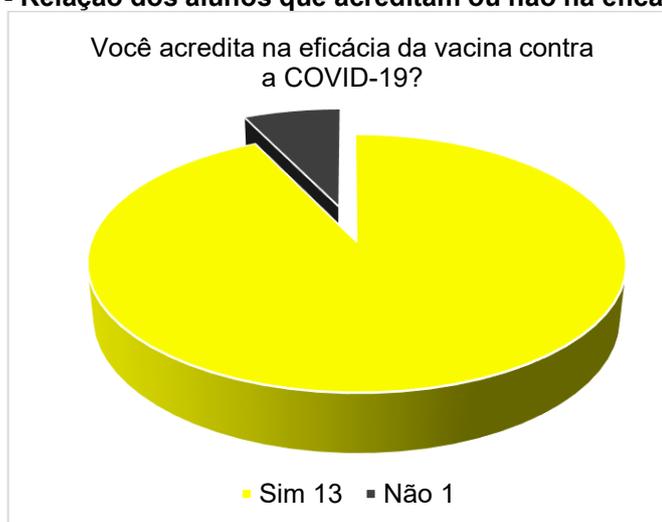
Gráfico 9 - Relação dos alunos que se vacinaram ou não contra a COVID-19



Fonte: Autoria própria (2022)

Esse mesmo estudante relatou na questão 16, destacado no gráfico 10, que não acredita na eficácia da vacina.

Gráfico 10 - Relação dos alunos que acreditam ou não na eficácia de vacina



Fonte: Autoria própria (2022)

O estudante que não tomou a vacina e não acredita em sua eficácia justificou sua opinião da seguinte forma:

E₁: “As vacinas pra mim são testes, foi feita em pouco tempo de estudo e no meio de uma pandemia todos estão desesperados. A gente não sabe os efeitos que a vacina irá trazer futuramente”.

Salienta-se desta forma a importância de se trabalhar com os alunos sobre os ensaios clínicos das vacinas; que estes são avaliados de acordo com padrões e importantes etapas de segurança; mesmo o processo sendo realizado de forma mais rápida, este é eficiente.

Destaca-se ainda que a maioria dos participantes se vacinou e acredita na eficácia da vacina. A justificativa de suas opiniões se baseou em:

E₁: “Depois da vacina diminui bastante as mortes”.

E₂: “Quando pega o vírus, dá sintomas mais fracos”.

E₃: “Porque diminuiu os casos graves de Covid depois que começou a tomarem a vacina”.

E₄: “Porque decaiu muito a taxa de morte e de contaminação com o vírus”.

E₅: “Foi testado e aprovado após vários estudos”.

E₆: “A vacina contém agentes que fazem com o vírus não faça tanto mal e que tenha sintomas mais leves, mas não é 100% eficaz”.

E₇: “Não acredito que seja 100% eficaz, mas depois da vacinação o número de mortes diminuiu”.

Através dessas respostas, podemos observar que os estudantes possuem informações corretas da função da vacinação, que é ter menos probabilidade de infecção, menor chance de adoecer de forma grave e de transmitir o vírus a outras pessoas. Deve-se destacar também que a infecção de pessoas com o esquema vacinal completo, incluindo as doses de reforço, é menos frequente, não significando que uma pessoa vacinada não se infectará mais com o vírus. Aquela na qual uma vacina funciona bem está protegida contra a doença, mas não está excluída a

possibilidade de se infectar com o vírus e passá-lo adiante, mesmo que não adoça. Isso também significa que outras medidas preventivas, como distanciamento social, higiene das mãos e uso de equipamentos de proteção individual são sempre fundamentais.

Um dos fatores subjacentes à resistência das pessoas à vacinação contra a COVID-19 está na crença de *fake news* disseminadas durante a pandemia. A pergunta 17 do questionário abordou essas informações incorretas e a opinião dos estudantes em relação ao porquê de existir pessoas contra a vacinação. O relato será apresentado a seguir:

E₁: “As pessoas contra a vacina nem se dão ao trabalho de pesquisar a verdade e acreditam nas fake news, ex: vacina causa demência, síndrome de Down, altera DNA”.

E₂: “Muitas pessoas são contra por conta de influência de partidos políticos ou de políticos, de que a vacina vai trazer consequências futuras”.

E₃: “Algumas pessoas não acreditam que ela funciona e não tomaram por questão política”.

E₄: “Muitas pessoas tem um certo receio em relação a vacina, pois não sabem exatamente o que tem na mesma, e não sabem os efeitos que pode causar futuramente”.

E₅: “Que vai pegar câncer ou vai virar jacaré”.

E₆: “A vacina possui um microchip”.

E₇: “As pessoas acreditam que a vacina veio para matar os idosos”.

O problema da crença nessas falsas informações sobre vacina é que afetam significativamente a intenção do público de receber vacinas contra a COVID-19, podendo atrapalhar o processo de imunização.

Destaca-se ainda a influência política citada por alguns estudantes. No Brasil, o atual presidente Jair Bolsonaro declarou-se publicamente contra a vacina e salientou várias vezes que não se vacinaria; citando o direito de não se vacinar, assim como a população que igualmente optou. O problema de tais declarações é sua influência na opinião de seus seguidores, os quais também se posicionam contra a vacinação.

Evidencia-se a necessidade de se abordar esses temas em sala de aula para que as pessoas possam tomar consciência da necessidade de avaliar de forma muito crítica qualquer alegação contra a vacina. Para isso, sempre checar a fonte de informação ou buscar informações adicionais em fontes seguras, bem como alertar a outras pessoas para que façam o mesmo.

O questionário abordou ainda, na pergunta 18, a relação da ciência com a pandemia de COVID-19, e se existe uma descrença em relação à ciência. Obtiveram-se as seguintes respostas:

E₁: “A importância maior da Ciência neste momento foi a produção da vacina”.

E₂: “A Ciência foi boa para o estudo do vírus e para seu controle”.

E₃: “Se tinha descrença foi antes da pandemia, porque com a pandemia vimos que sem a ciência não tinha vacina”.

E₄: “A Ciência teve grande influência na pandemia do Covid-19, com os estudos sobre o vírus, o desenvolvimento da vacina e das maneiras de se proteger do vírus”.

E₅: “A Ciência ajudou a desenvolver a vacina em pouco tempo”.

E₆: “Houve descrença de que o vírus era real”.

A importância da ciência durante a pandemia de COVID-19 foi abordada por todos os estudantes; a maior concentração de respostas está no desenvolvimento da vacina. E acredito também que a população em geral mudou a forma como percebe a ciência após a chegada da COVID-19, pois tal conhecimento foi fundamental na descoberta do sequenciamento do vírus, bem como no avanço de tecnologias para produção de vacinas em tempo *record*. A identificação do sequenciamento do vírus permitiu não só identificar o Sars-CoV-2, mas qual a variante, de onde veio e qual sua especificidade.

Um dos estudantes abordou a importância da ciência no desenvolvimento dos materiais de proteção: pudemos destacar os insumos para testes e diagnósticos, fabricação de saneantes e do próprio álcool 70% e máscaras eficazes para distribuir em unidades de saúde.

Foi abordado ainda por outro estudante a descrença na existência do vírus. E essa descrença, tanto na existência do vírus quanto na sua inofensividade, pode ter

influenciado na sua propagação, pois as pessoas que desacreditavam na letalidade do vírus não deram a devida importância à prevenção da doença, não aderindo ao isolamento social ou ao uso de equipamentos de proteção individual.

Destaca-se, portanto, a importância de discussões em saúde pública em grande abrangência, focando em educar o público. Para tanto, desmascarar as *fake news*, aumentando a confiança nas instituições especializadas, para aumentar a aceitação e adesão às recomendações durante a pandemia.

Finalizando o questionário, as perguntas 19 e 20 abordaram a importância do farmacêutico e a relação da indústria farmacêutica em face da pandemia de COVID-19. A importância do farmacêutico foi destacada em relação à dispensação e orientação em relação ao uso dos medicamentos.

E₁: “Orientação do uso correto do medicamento ao paciente, principalmente nas doses adequadas”.

E₂: “Informar bem as pessoas sobre o que elas irão tomar, sua função, e aconselhar a procurar um médico”.

E₃: “Orientação na compra de medicamentos por conta própria”.

E₄: “Na venda e utilização correta dos fármacos”.

E₅: “É muito importante, pois foi quem ficou de frente com a dispensação dos remédios”.

Podemos destacar aqui a importância do farmacêutico na pandemia, considerando que assumiu a linha de frente na dispensação de medicamentos, entrando diretamente em contato com pessoas contaminadas. Acredita-se que o seu importante papel foi na orientação da população referente ao uso dos medicamentos, na orientação da procura de um profissional médico, nos cuidados com a automedicação, assim como na orientação das medidas preventivas, pois muitas vezes o farmacêutico é o primeiro acesso da sociedade à saúde.

Quanto à visão sobre a indústria farmacêutica, elencamos a seguir as respostas dos estudantes:

E₁: “A indústria farmacêutica foi imprescindível na maior produção de medicamentos durante a pandemia”.

E₂: “Foi importante na produção de medicamentos para aliviar os sintomas”.

E₃: “Foi importante na pesquisa de medicamentos já existentes para a doença”.

E₄: “Em questão financeira, ganhou muito dinheiro, mas gerou trabalho com a maior demanda”.

E₅: “A indústria se aproveitou do momento de pandemia para venda das vitaminas como proteção ao COVID-19”.

E₆: “Aproveitaram para vender muito medicamento para prevenção do covid-19, sendo que não tinha nada comprovado”.

A indústria farmacêutica foi muito importante na alta produção de medicamentos exigidos durante a pandemia de COVID-19, voltados para os variados tratamentos de sintomas, desde o resfriado comum a doenças mais graves. Porém, em relação ao faturamento, a indústria farmacêutica cresceu e muito, uma vez que a pandemia provocou uma onda de crescimento na busca por medicamentos, principalmente medicamentos que serviriam na prevenção da infecção da COVID-19, como vitamina C, vitamina D e zinco: medicamentos relacionados ao aumento da imunidade.

Os estudantes não destacaram, porém, um dos maiores desafios da indústria farmacêutica — a produção de vacinas. Empresas e laboratórios farmacêuticos em todo o mundo vivenciaram a pressão pela busca de imunizantes para conter a pandemia. Isso exigiu um investimento grande em pesquisas, testagens e até mesmo produção em escala global para atender todos os países.

5.2 Análise dos indicadores de ACT

Para analisar os dados dos critérios de ACT, a análise se fundamentou em:

- organizar os dados registrados (observações registradas, diário de bordo, transcrições de áudios, entrevistas etc.);
- ler os registros, estudá-los exaustivamente;
- identificar as habilidades de ACT envolvidos nas etapas da IIR.

Para a análise das etapas de construção da IIR apresentada, serão utilizados os critérios de ACT destacados da metodologia. Dentro das etapas, serão analisadas quais habilidades puderam ser abordadas ou foram apresentadas pelos estudantes.

Destaca-se ainda, que a discussão de algumas etapas é mais robusta, devido a quantidade de material e discussões desenvolvidas pelos estudantes, como a etapa das entrevistas e aberturas de caixas pretas, que são aliadas aos conteúdos disciplinares. Algumas etapas contam com discussões mais breves, como a elaboração do clichê da situação problema, pois aponta apenas os assuntos que serão desenvolvidos e não é o momento de aprofundamento. Vale ressaltar que é natural da IIR a escolha de aprofundamento em determinadas etapas apenas.

5.2.1 Etapa 1. Elaboração de um clichê da situação-problema

Na primeira etapa da construção da IIR foram elencadas as principais *fake news* citadas no questionário inicial e discutidas no momento da aula a respeito do tema. Destaco neste momento alguns comentários dos estudantes referentes às frases de *fake news* abordadas.

E1: “é um absurdo as pessoas acreditarem que a ingestão de álcool previne o coronavírus”;

E2: “serviu foi pra aumentar o consumo durante a pandemia, e aumentar os casos de violência”;

E3: “se fosse tão fácil matar o vírus, seja tomando álcool, tomando alho ou mel, o vírus não ia se espalhar, nem os médicos procurar um medicamento eficaz”.

Podemos destacar que os estudantes possuem uma noção de que essas receitas para combater o vírus não fazem sentido. Foi realizada uma discussão com eles em relação ao álcool: (há uma concentração de 70% por volume) funciona como um desinfetante para a pele, mas não tem esse efeito dentro do seu organismo quando ingerido. Pelo contrário, o consumo do álcool, sobretudo o uso excessivo, debilita o sistema imunológico e, assim, reduz a capacidade de enfrentar doenças infecciosas. Quanto ao alho, elemento que foi muito difundido durante a pandemia, destacou-se que pode apresentar, sim, benefícios, porém o alho não combate o vírus; o alho é bactericida. Na verdade, não existe alimento que combata o vírus.

Referente à vacinação, os estudantes fizeram os seguintes comentários:

E1: “A vacina gera muita polêmica, sobre modificar DNA, matar idosos, conter microchip. Se a vacina tivesse mesmo o objetivo de ter microchip ou matar pessoas elas já estariam prontas a algum tempo, não estariam sendo pesquisadas e aprovadas agora”;

E2: “Antes de distribuírem as vacinas, elas foram testadas, e pessoas voluntárias fizeram parte do estudo”;

E3: “Falaram que a vacina é pra matar idosos, se realmente fosse esse o objetivo não vacinaria o grupo da saúde como médicos e enfermeiros por primeiro”.

Essa capacidade de identificação de *fake news* e de análise e discussão de informações contemplam duas habilidades de ACT que são: saber distinguir teoria de dogma, dados de mito, sentido de absurdo e conhecimento de opinião e saber reconhecer a diferença entre resultados científicos de opiniões pessoais. Ambas habilidades estão ligadas com o critério de “distinguir as fontes válidas de informação”.

O quadro 6 traz um resumo das habilidades abordadas nesta discussão.

Quadro 6 - Critérios e Habilidades destacadas na 1ª etapa da IIR

Critérios	Habilidades
Distinguir as fontes válidas de informação	<ul style="list-style-type: none"> - Saber distinguir teoria de dogma, dados de mito, sentido de absurdo e conhecimento de opinião; - Saber reconhecer a diferença entre resultados científicos de opiniões pessoais.

Fonte: Autoria própria (2022)

5.2.2 Etapa 2. Elaboração do panorama espontâneo

Na segunda etapa da construção da IIR, os estudantes fizeram uma listagem de especialistas que poderiam colaborar com a resolução da questão-problema da IIR, bem como os que poderiam colaborar com as questões elaboradas na ampliação do *clichê* da situação-problema. Neste quesito, se encaixaram a professora de biologia, professora de química, farmacêutico e médico. O que se destacou neste momento foi a escolha de especialistas que poderiam ajudar a entender o contexto geral da pandemia, sendo escolhidos por eles ainda outros profissionais, como: prefeito, através da pesquisa sobre os decretos e medidas de distanciamento, pressão

da população contra o fechamento do comércio, divergência de posicionamento de políticos quanto a medicamentos e vacina; secretário de saúde, através do posicionamento da Secretaria de Saúde diante das *fake news*, a distribuição dos medicamentos e o andamento da vacinação; vigilância sanitária, referente ao cumprimento dos decretos e reação da população em face das fiscalizações. Percebe-se, através dessas análises e escolhas dos estudantes, que estes não se limitaram à resolução das questões, mas buscaram o entendimento do contexto da pandemia como um todo.

A escolha dos especialistas com uma visão geral da situação permite destacar duas das habilidades dentro do critério de ACT de “envolver a resolução colaborativa em problemas sociocientíficos”: relação de conhecimentos de diversas áreas ou disciplinas para chegar à solução de uma situação-problema e, em ver as questões sociocientíficas como exigência de uma síntese de conhecimento de diferentes campos, incluindo ciências naturais e sociais.

Podemos explicitar essa escolha de especialistas como uma abordagem destacada por Fourez (1998), como sendo multidisciplinar, pois foram entrevistados especialistas de diversas áreas em torno do tema; não apenas especialistas disciplinares, como por exemplo, os professores da própria instituição — os alunos foram além dos muros da escola para uma busca mais completa.

Destaco, portanto, como uma das habilidades para “um bom uso dos especialistas”: a seleção correta de especialistas que possam auxiliar no andamento do projeto; e, neste ponto, os estudantes escolheram corretamente seus especialistas através da relação com a questão-problema geral e com as questões do panorama espontâneo, e se destacaram na pesquisa mais profunda com especialistas de diversas áreas.

Em resumo, as habilidades de ACT evidenciadas nesta discussão estão apresentadas no quadro 7.

Quadro 7 - Critérios e Habilidades destacadas na 2ª etapa da IIR

Critérios	Habilidades
Envolver a resolução colaborativa em problemas sociocientíficos	<ul style="list-style-type: none"> - Relacionar conhecimentos de diversas áreas ou disciplinas para chegar à solução de uma situação-problema; - Ver as questões sociocientíficas como exigência de uma síntese de conhecimento de diferentes campos, incluindo ciências naturais e sociais.
Um bom uso dos especialistas	<ul style="list-style-type: none"> - Saber fazer uma seleção correta de especialistas que possam auxiliar no andamento do projeto.

Fonte: Autoria própria (2022)

5.2.3 Etapa 3. Consulta aos especialistas e às especialidades

Na terceira etapa, ocorreu a escolha dos especialistas pelos estudantes da turma para realização das entrevistas. Num primeiro momento, houve a negociação interna, a fim de escolher os especialistas e identificar as possíveis caixas-pretas que poderiam ser abertas. Essa negociação entre os estudantes gerou uma habilidade de saber trabalhar em equipe e saber dialogar com o grupo. Tal habilidade está relacionada com o critério de “adquirir uma certa habilidade de comunicação”.

Eles fizeram, então, uma sistematização das questões: caixas-pretas ou curiosidades que poderiam ser abordadas durante as suas entrevistas, resultando no quadro 8 a seguir.

Quadro 8 - Sistematização das possíveis questões: caixas-pretas ou curiosidades abordadas pelos especialistas

Professora de química	<ul style="list-style-type: none"> - Por que se deve utilizar o álcool 70° e não outros? - A ingestão de álcool (etanol) tem efeito sobre o vírus? - O álcool em gel caseiro tem a mesma eficácia? - O vinagre possui a mesma função do álcool 70°?
-----------------------	---

Professora de biologia	<ul style="list-style-type: none"> - Aumentar a imunidade previne a infecção do coronavírus? - A temperatura do ambiente influencia na proliferação do vírus? - Quem já pegou o vírus fica imune? - Por que idosos e portadores de doenças crônicas são considerados grupos de risco? - Uma vacina teria poder para mudar o DNA? - A vacina é 100% eficaz contra o vírus? - A vacina CoronaVac é menos eficiente em comparação a outras vacinas?
Farmacêutico	<ul style="list-style-type: none"> - Qual a ação dos medicamentos diante do vírus? - Pode ser criado um novo medicamento contra o coronavírus? - Por que a vacina causa reações em algumas pessoas e em outras não? - Tomando todas as doses da vacina garante a imunidade? - Quais as possíveis reações adversas dos medicamentos do kit covid? - Quais são os problemas da automedicação?
Médico	<ul style="list-style-type: none"> - Qual a ação dos medicamentos sobre o vírus? - Um medicamento para vermes ou protozoário pode interferir no ciclo de um vírus? - Aumentar a imunidade previne a infecção do coronavírus? - Por que idosos e portadores de doenças crônicas são considerados grupos de risco? - Existem estudos sobre a vacina causar problemas cardíacos, Alzheimer ou trombose? - De que forma a infecção do coronavírus desencadeia outras doenças? - Qual a opinião referente a utilização de medicamentos como o "kit covid"?
Prefeito	<ul style="list-style-type: none"> - Aquisição e distribuição de medicamentos; - Medidas de contenção de propagação do vírus; - Posicionamento de figuras políticas em relação à vacina e a medicamentos da COVID-19; - Porcentagem de vacinação e doses de reforço.

Secretário de saúde	<ul style="list-style-type: none"> - Qual a eficácia real das máscaras? Existe diferença de proteção nos diferentes modelos de máscaras? - Existem estudos sobre a vacinação em crianças? - A partir de que momento, podemos dizer que já há uma imunidade coletiva? - Combate às <i>fake news</i>; - Número de casos atualmente; - Porcentagem de vacinação; dizer que já há uma imunidade coletiva? - Aquisição e distribuição de medicamentos.
Vigilância sanitária	<ul style="list-style-type: none"> - Respeito aos decretos de distanciamento social; - Reação da população nas fiscalizações; - Utilização do disque-denúncia.

Fonte: Autoria própria (2022)

Uma boa escolha dos especialistas é essa sistematização elaborada pelos estudantes que aponta mais uma habilidade do “bom uso dos especialistas”: importância de consultar vários especialistas, com perspectivas distintas de uma situação, questionando especialistas de formações diferentes, para conseguir explicar as questões colocadas para, finalmente, decidir-se sobre uma representação.

Ainda dentro da questão desta sistematização, entra-se em outro critério de ACT que pode ser destacado: “o bom uso das caixas-pretas”. Neste momento de sistematização das caixas-pretas, destacou-se como uma habilidade a análise e decisão de quando, como e com qual especialista é interessante abrir uma caixa-preta.

Após essa sistematização, cada estudante ou dupla de estudante elaborou um roteiro de entrevista com perguntas que foram analisadas pela professora- pesquisadora antes da ida a campo.

Durante a análise das perguntas, pode-se perceber que algumas questões estavam muito simplificadas ou mal-elaboradas, sendo necessário discutir com cada aluno ou dupla de alunos as questões e o que poderia ser melhorado em suas escritas. Vale destacar que, nesse momento, não foi influenciado no conteúdo das perguntas, para não interferir na construção da IIR; apenas sugerido algumas alterações no refinamento. Como exemplo, segue a reestruturação de duas perguntas voltadas à entrevista com o prefeito.

Pergunta inicial: “Como foi a reação da população com o fechamento do comércio?”

Sugestão de alteração: “Com a chegada da pandemia, houveram medidas necessárias a serem tomadas; uma delas foi o fechamento do comércio. Como a população e comerciantes reagiram a esse fechamento?”

Pergunta inicial: “A população em geral respeitou os outros decretos como isolamento e utilização de máscaras?”

Sugestão de alteração: “Outras medidas e decretos foram sendo criados para contenção da circulação do vírus, como o isolamento social e utilização de máscaras. A população em geral respeitou essas medidas?”

Destaca-se neste momento que apesar de os estudantes não conseguirem sozinhos fazer um refinamento das perguntas, necessitando do auxílio da professora-pesquisadora, o conteúdo das questões estava bem estruturado. A importância da elaboração de um roteiro com as perguntas é a possibilidade de análise se será possível adquirir informações pertinentes para o desenvolvimento do trabalho.

Tanto a sistematização das possíveis questões, caixas-pretas e curiosidades, assim como a elaboração do roteiro de entrevista, permitem a abordagem de mais uma habilidade para um bom uso dos especialistas: organização para adquirir as informações necessárias para a resolução da situação-problema.

Em resumo, apresentam-se as habilidades destacadas nesta etapa através do quadro 9.

Quadro 9 - Habilidades destacadas na 3ª etapa da IIR

Critérios	Habilidades
Adquirir uma certa habilidade de comunicação	- Saber trabalhar em equipe; - Saber dialogar com o grupo.
Fazer um bom uso dos especialistas	- Consultar vários especialistas antes de solucionar uma situação-problema; - Adquirir as informações necessárias para a resolução da situação-problema.
Fazer um bom uso das caixas-pretas	- Saber analisar e decidir quando, como e com qual especialista é interessante abrir uma caixa-preta.

Fonte: A autoria própria (2022)

5.2.4 Etapa 4. Indo à prática

A quarta etapa tratou-se de ir à prática, uma fase importante para esta aquisição de informações. As entrevistas foram realizadas via *internet* (*WhatsApp*) com o secretário de saúde e médico devido à dificuldade de se marcar um horário com esses profissionais, e via presencial com os demais especialistas.

Não foi possível acompanhar todas as entrevistas aos especialistas, porque elas aconteceram em ambiente externo e em período extraclasse. A entrevista acompanhada pela professora foi com o prefeito da cidade, devido ao agendamento prévio pela professora-pesquisadora.

As demais entrevistas foram gravadas, com permissão dos especialistas, e entregues à professora-pesquisadora; os estudantes também realizaram a apresentação das informações coletadas durante as entrevistas, ocorrendo uma discussão com a turma sobre as questões respondidas e as caixas-pretas abertas.

A apresentação dos estudantes que entrevistaram o prefeito abordou a necessidade de medidas de contenção do vírus, principalmente por se tratar de um novo vírus e desconhecido, as decisões tiveram que ser tomadas de forma rápida. Quanto ao fechamento do comércio, a fala do prefeito (P) foi da seguinte forma:

P: “A gente sabe que prejudica diretamente as pessoas no dia a dia, é o ganha pão das pessoas [...] havia uma comissão montada dentro da prefeitura, que fazia toda essa avaliação diária basicamente junto com SESA e com o ministério público pra gente tomar decisões que fosse em prol da população geral”.

Este momento gerou o debate entre os estudantes:

E₁: “O isolamento social foi necessário para a contenção da propagação do vírus”.

E₂: “O fechamento era necessário no momento, mas muitas pequenas empresas não conseguiram se sustentar e fecharam, acabando com o emprego de muita gente”.

E₃: “O problema foi o abre e fecha — abre e fecha toda hora, e mesmo fechando algumas lojas, os mercados ficaram abertos e nem sempre respeitaram o número de pessoas, se fosse pra pegar o vírus pegava no mercado mesmo”.

Nosso critério de discussão nesse item é o bom uso dos especialistas, mas a socialização das entrevistas gerou a abordagem de um outro critério da ACT, o de “Compreender as Questões culturais, éticas e morais envolvidas na solução de problemas”. Neste quesito, destaca-se a habilidade do debate técnico, ético e político, pois a decisão de fechamento do comércio teve de ser tomada, como destacada pelo prefeito; necessária, como destacada pelo E₁; porém há essa discussão ética de nem todos seguirem as normas como abordado pelo E₃.

Ainda sobre o debate técnico, ético e político, a entrevista com o prefeito abordou o posicionamento de políticos diante da pandemia, como figura pública, e sua influência na tomada de decisão, principalmente relacionada às vacinas. Em uma de suas respostas, destaca-se:

P: “Aqui da gestão de Prudentópolis, nós fomos muito alinhados com governo do Estado. Em questão a vacina, nossa corrida era justamente para conseguir as vacinas, fosse qual fosse, liberada pela anvisa claro. A gente trabalhou em cima de conseguir essas doses para estar vacinando a população”.

Quanto ao seu posicionamento favorável à vacinação e influência da população, ele destaca:

P: “Você ir até la na linha de frente para tomar a vacina, e se mostrar favorável mostra para a população que não tem problema, é pra conscientizar a população. Talvez chegue mais rápido a informação da segurança da vacina, porque as vezes o pessoal acompanha os passos da gestão”.

As estudantes destacaram ainda que o prefeito não respondeu à questão referente à posição da esfera nacional. Gerando um novo debate dos estudantes quanto ao posicionamento do atual presidente, Jair Bolsonaro:

E₁: “Muitos aqui de Prudentópolis não se vacinaram porque apoiam o Bolsonaro, e porque ele não acredita na vacina o povo não acredita também”;

E₂: “A história do virar Jacaré vem dele, por isso o povo tem medo, falam que não sabem a reação da vacina depois de um tempo”;

E₃: “Mas tem alguns que votaram nele e mesmo assim tomaram a vacina, pelo medo do vírus”;

E₄: “Em uma de suas falas ele disse que quem já pegou COVID já está imunizado”;

Acredita-se que um dos fatores que podem estar relacionados à tomada de decisões referentes à pandemia, sobretudo em relação à vacina, é a influência de opinião pública de políticos. É evidente, pelos discursos da população, que muitos não se vacinaram por apoiarem o atual presidente. Mas por outro lado, governantes do estado e do nosso município se posicionaram a favor da vacinação; e isso também pode ter implicado numa relação com a tomada de decisão da população. Apesar do espalhamento das *fake news*, do posicionamento de políticos contra a vacinação, nossa cidade atingiu 92,6% de vacinação da primeira dose até o dia das entrevistas e 94,3% na segunda dose. O problema está na dose de reforço, a qual a população está deixando de tomar, achando que a pandemia acabou.

Sobre as doses de reforço, o prefeito destacou:

P: “Eu to cobrando, na segunda-feira saiu uma nota da prefeitura pedindo para a população voltar e não deixar de tomar as doses de reforço [...], até peço pra vocês como técnicos, que trabalhem nesse sentido, de mostrar a população que é necessário”.

O prefeito abordou em seu pedido aos estudantes que, como técnicos — futuros técnicos e futuros especialistas —, que ajudem no sentido de conscientizar a população sobre a importância de se vacinar.

Na apresentação da entrevista com o secretário de saúde (SS), destacou-se a pergunta referente à utilização do “kit covid”, em relação ao qual o secretário salientou que:

SS: “Não instituímos protocolo padrão de distribuição de Kits, cada médico avaliava caso a caso em seus pacientes e fazia a prescrição do tratamento. [...] os

medicamentos foram adquiridos pela Secretaria de Saúde do município através do consórcio Paraná Saúde e também alguns licitados, selecionados de acordo com as solicitações médicas”.

Nesse momento, o estudante que entrevistou o médico (M) relatou a visão deste profissional sobre o “kit covid”:

M: A doença é resultado da infecção pelo vírus e a resposta imunológica específica do indivíduo. Como essa resposta não é, na maioria das vezes, igual entre indivíduos diferentes, um kit igual para todos não atenderia, na maioria das vezes, necessidades diferentes do indivíduo doentes. A doença se expressa de forma diferente entre as pessoas”. Ele destacou ainda que “Alguns médicos seguiram prescrições padrões em suas receitas, contento o complexo vitamínico, zinco, ivermectina, azitromicina e cloroquina, porém é uma opção pessoal de prescrição, não que o município optou pela distribuição do kit.

O médico abordou ainda a não necessidade de se automedicar com as vitaminas, sendo sua fala:

M: “A automedicação em pacientes com níveis normais de Vitamina C e D não traria melhora na imunidade e sim um risco de intoxicação. Cada nutriente é ser absorvido pelo organismo em uma quantidade específica quando passamos esse limite pode provocar uma hipervitaminose”.

A partir dessas colocações, questionou-se os estudantes sobre suas opiniões referentes à distribuição dos medicamentos, lembrando as repostas do questionário inicial dos quais sete deles utilizariam os medicamentos sob prescrição médica, os quais responderam:

E₁: “Agora não sei, os próprios médicos têm visões diferentes, esse da entrevista falou em avaliação individual, mas o que eu fui prescreveu o mesmo kit para todos, eu, meu irmão a mãe todos saímos com a mesma receita”;

E₂: “Eles deixam a gente confuso, agora não sei se tomaria os medicamentos”;

E₃: “eu tomei o suplemento vitamínico indicado pelo médico, mas não realizei nenhum exame pra saber se tava normal”.

Um dos estudantes ainda se mostrou confiante na medicação e debateu:

E4: “Se eu pegar o vírus e estiver mal, eu vou tomar os medicamentos sim, eles podem aliviar os sintomas”.

Esse momento de análise e questionamento dos estudantes é um momento de autonomia de decisão, habilidade que está relacionada ao critério de ACT, tanto de “Adquirir uma certa habilidade de Autonomia” como de “Fazer um bom uso da articulação entre saberes e tomada de decisão”, pois através de opiniões diferenciadas de médicos atuantes diante da pandemia, cabe a você decidir, tomar ou não tomar os medicamentos? Buscar ou não uma segunda opinião? Temos aqui o envolvimento de uma análise crítica da situação que podemos salientar como uma das habilidades de uma ACT: desenvolvimento do pensamento crítico.

Destaca-se, nesse momento, as diversas opiniões médicas, a dificuldade dos médicos de atuar na linha de frente sem comprovações científicas de medicamentos e apoiando-se em suas crenças pessoais, fazendo o receituário dos medicamentos que acham pertinentes. Destaca-se ainda aquela discussão referente a não detenção de um conhecimento absoluto pelos médicos; eles mesmos, muitas vezes, não concordam uns com os outros. Podemos explicitar, neste momento, a discussão sobre uma das habilidades de fazer um bom uso dos especialistas: decidir se necessita buscar uma segunda opinião de um especialista.

Nem todos os estudantes mostraram-se satisfeitos com a sua entrevista ao especialista. A aluna que entrevistou um farmacêutico achou as respostas muito superficiais, e decidiu procurar outro profissional para a entrevista. Após isso, escolha de outro profissional, a aluna conseguiu informações relevantes sobre todos os aspectos relacionados à área da farmácia, como aumento da procura de medicamentos, principalmente vitamina C, D e zinco, além de antigripais. A farmacêutica chamou a atenção ainda para os riscos da automedicação e a importância de uma boa orientação durante a venda dos medicamentos. Além da discussão referente à alta procura de ivermectina e cloroquina (vendida apenas com receita médica). Nesse instante, observa-se

mais uma vez a habilidade do bom uso de especialistas: análise e decisão da necessidade de buscar uma segunda opinião.

A aluna achou importante relatar para toda a turma a visão da farmacêutica (F) entrevistada referente à importância do farmacêutico nesse momento, sobretudo quanto ao uso racional de medicamentos:

F: “a automedicação tem um risco na toxicidade né, a partir do momento que você acha só porque usei para determinada situação, a outra também é a mesma coisa, ou meu vizinho utilizou um remédio e eu estou com a mesma coisa, vai ser o mesmo efeito. Eu acho que é muito cultural isso, as pessoas procurarem medicamentos sozinhas sem auxílio de um médico ou farmacêutico, as pessoas deveriam dar mais valor pra quem está na farmácia, pro médico e não se automedicar”.

Nessa oportunidade, os alunos se expressaram quanto à atuação do farmacêutico e qual sua importância perante a pandemia, obtendo as seguintes respostas:

E₁: “A importância do farmacêutico está na qualidade de administração de medicamentos, pois junto com a dispensação do medicamento o farmacêutico orienta as doses e horários adequados”;

E₂: “O farmacêutico ajuda no uso correto e seguro dos medicamentos”;

E₃: “Também deve ser realizado pelo farmacêutico a orientação na procura de um médico se identificar que o quadro do paciente é grave”;

E₄: “Alertar os perigos da automedicação, com a toxidade, mas também em relação a reações alérgicas ou a reação medicamentosa com demais medicamentos que já estão sendo utilizados”.

Podemos perceber que os estudantes possuem a visão da importância, no contexto social, da profissão que irão desempenhar. Afinal, é função do farmacêutico contribuir para a geração, difusão e aplicação de conhecimentos que promovam a saúde e bem-estar do paciente, da família e da comunidade.

Pela análise das entrevistas e discussões em sala de aula, pode-se concluir que houve uma boa comunicação entre os próprios estudantes e também uma boa comunicação e diálogo com os especialistas: habilidade que também

podemos destacar para o bom uso dos especialistas. Se não houver uma boa comunicação ou um bom diálogo, não se consegue respostas satisfatórias para a resolução das questões pertinentes. O saber dialogar com os especialistas entra ainda como uma habilidade de um outro critério de uma ACT: “Adquirir uma certa habilidade de comunicação”.

Após essas análises, faz-se um resumo das habilidades destacadas dentro do critério “Fazer um bom uso dos especialistas”, observadas na realização da atividade e explicitadas durante essa discussão, na qual ainda pode-se observar também outras habilidades relacionadas a outros critérios da ACT, que serão organizadas no quadro 10 a seguir.

Quadro 10 - Critérios e Habilidades destacadas na 4ª etapa da IIR

Critérios	Habilidades
Fazer um bom uso dos especialistas	<ul style="list-style-type: none"> - Análise crítica das respostas do especialista; - Decisão da necessidade de buscar uma segunda opinião de um especialista; - Boa comunicação com os especialistas; - Saber dialogar com os especialistas.
Compreender as questões culturais, éticas e morais envolvidas na solução de problemas	<ul style="list-style-type: none"> - Saber que questões sociocientíficas, seguidamente, têm dimensões técnicas, políticas e éticas e, às vezes, interpretações morais.
Adquirir uma certa habilidade de autonomia	<ul style="list-style-type: none"> - Ser capaz de tomar decisões diante das situações questionáveis; - Desenvolvimento do pensamento crítico.

Fonte: Autoria própria (2022)

5.2.5 Etapa 5. Abertura aprofundada de algumas caixas-pretas

Referente ao conhecimento disciplinar necessário para a construção desta IIR, este originou-se das entrevistas já realizadas e de aulas que ocorreram com os professores de química, biologia e farmácia. Além das entrevistas, houve, durante as aulas, abertura das caixas-pretas com os especialistas.

Destaca-se que as caixas-pretas escolhidas para abertura surgiram da etapa 2, no momento de ampliação do clichê da situação-problema, onde os estudantes

elaboraram questões referentes ao assunto para serem respondidas durante o desenvolvimento da atividade.

Na área da Biologia a primeira caixa-preta aberta foi com o auxílio da professora de biologia, a qual trabalha com a disciplina de bases biológicas. E trabalhou com os estudantes o assunto vírus: sendo abordada a definição de vírus, sua estrutura, ciclo de vida, como ocorre uma infecção viral. Após a explanação geral sobre vírus, a professora deu enfoque no Sars-Cov2, seu gênero, estrutura e ciclo.

Em seguida à abordagem sobre vírus, a professora tratou das etapas e fases da produção de uma vacina, assim como sua segurança e eficácia. E para encerramento da aula, ela abordou ainda a tecnologia e a forma de ação das principais vacinas utilizadas no combate ao coronavírus: CoronaVac, AstraZeneca e Pfizer.

Vale destacar que no início da aula, a docente fez uma pergunta: *“qual a definição de vírus?”*

E₁: “não é ser vivo”;

E₂: “não tem célula”;

E₃: “fica no ar”.

Os demais estudantes não sabiam descrever a definição de vírus. Percebe-se que mesmo estando em contato com a palavra vírus durante toda a pandemia, quando solicitado uma definição, eles não sabem descrever. Acredita-se que isso pode se expandir para a população em geral. Poucas pessoas procuram saber ou têm a curiosidade em procurar as definições científicas dos termos.

Por isso, salienta-se a importância do ensino de ciências — no caso, a biologia — na abrangência de assuntos atuais, e explicações disciplinares para os alunos ou para a população em geral. Pois muitos desconhecem ou não têm a curiosidade de procurar as explicações científicas. Por exemplo: o que é um vírus, seu ciclo, sua reprodução etc.

A professora então deu a sua definição: “uma partícula infecciosa, não considerado um ser vivo, que usa a maquinaria de uma célula para se replicar”.

Em outro momento, indagou os estudantes sobre infecção viral, e uma aluna deu as respostas:

Professora: “o que é infecção viral?”

E₁: “resfriado, gripe”;

Professora: “o que acontece, como acontece?”

E₁: “infecta”

Professora: “o quê?”

E₁: “A célula”

Professora: “como?”

E₁: “fazendo cópia de si mesma”

A partir daí, a professora iniciou a explicação do ciclo de vida de um vírus. Através dessas abordagens, destaca-se uma habilidade do bom uso das caixas-pretas: conhecer os principais conceitos, hipóteses e teorias relacionados ao tema; no caso, COVID-19, para assim embasar seus argumentos e discussões em termos científicos; mais uma habilidade destacada neste momento.

Por meio da entrevista realizada com a professora em momento posterior à aula, ainda foram abertas as caixas-pretas referentes a *fake news* sobre a alteração de DNA com a vacina, eficácia da vacina e a imunidade de rebanho, possível relação da imunidade e as reações diferentes em cada organismo, tanto do vírus como da vacina.

Durante a apresentação do estudante que realizou a entrevista com a professora de biologia, foi abordada a eficácia da vacina, através da sua fala:

Professora: “As vacinas não são 100% eficazes, têm vários tipos de vacinas utilizadas para o vírus da Covid. Elas variam de 80% a 90%. Então a gente sabe que não é 100%, o que a gente sabe é que aumenta a eficácia da vacina quando muitas pessoas são vacinadas, se todas as pessoas se vacinarem, vai diminuir muito a possibilidade de ter o vírus circulando ali na população”.

Destaca-se ainda que as vacinas 100% eficazes não são uma realidade, porque a resposta imunitária gerada no organismo varia de pessoa para pessoa, sendo muito forte e duradoura em alguns casos e muito fraca em outros. As causas

podem ser diversas e incluem: fatores genéticos, presença de algumas patologias ou hábitos de vida, entre outros fatores.

A docente destacou também que existem pessoas que não podem ser vacinadas:

Professora: “são aquelas com patologias subjacentes que enfraquecem o seu sistema imunitário (tais como cancro ou VIH) ou que tenham alergias graves a alguns componentes da vacina. Por isso, a importância da vacinação em massa, pois quanto mais pessoas forem vacinadas, menor a probabilidade de as que não podem ser protegidas pelas vacinas correrem o risco de ficarem expostas aos agentes patogênicos perigosos. A isso chama-se imunidade de grupo. As vacinas não só protegem as pessoas que as recebem, mas também as da comunidade que não podem ser vacinadas. Quem puder, deve ser vacinado.”

Conseguimos observar a ligação desse fator social com um critério de ACT: o de “envolver a resolução colaborativa em problemas sociocientíficos” através da habilidade de reconhecer que os problemas sociocientíficos geralmente não são resolvidos através de uma ação individual. No caso da vacina, uma vacina protege um indivíduo, mas quando uma comunidade é vacinada, todos estão protegidos, mesmo aqueles que não podem ser vacinados devido a problemas de saúde pré-existentes.

Analisaremos agora a abertura da caixa-preta referente à área da química: a professora e pesquisadora auxiliou os estudantes na abertura da caixa-preta referente à utilização do álcool 70°. Primeiramente foi abordada a relação do álcool 70° e a desnaturação proteica e lipídica, assim como a ineficiência de álcoois com maiores concentrações. Foi trabalhada também a eficiência do sabão e sua interação com a parte lipídica. Abordou-se ainda os perigos das receitas caseiras do álcool em gel. E finalmente, foram discutidas as *fake news* referentes ao uso do vinagre e ao consumo de álcool na prevenção na infecção por coronavírus.

No momento da abordagem sobre o porquê de ser utilizado o álcool 70°, questionou-se os estudantes do porquê dessa utilização. Sendo obtida a resposta:

E₁: “O álcool é utilizado para matar o vírus, e eu acho que o álcool 70° é o mais forte”.

Professora: “Mas o que significa o termo 70°?”

Nenhum estudante soube responder o que significa o termo 70°. Nesta oportunidade, então, foi abordada a relação com a porcentagem de álcool e porcentagem de água. Continuando o questionamento foi realizada a seguinte pergunta:

Professora: “O álcool 70° é utilizado para a higienização das mãos, mas e se fosse utilizado um álcool 90° por exemplo?”

E₁: “Se ele é mais forte, tem mais concentração de álcool, seria mais eficaz.”

A pergunta foi feita propositalmente, para identificar o conhecimento dos estudantes sobre o porquê da utilização do álcool 70°, porém eles desconheciam essa justificativa. Percebemos novamente que parece uma coisa tão simples, pois a utilização de álcool é realizada diariamente, porém os estudantes acreditam que assim como a população em geral, não conseguem justificar o porquê dessa utilização na concentração de 70°.

Foi abordada então com os estudantes que a concentração de 70% é exigida, porque a presença de aproximadamente 30% de água, nessa solução, propicia a desnaturação de proteínas e de estruturas lipídicas da membrana celular, e a consequente destruição do micro-organismo, com maior eficiência do que em porcentagens menores ou maiores de etanol. Nesse último caso, o álcool evapora mais rápido, diminuindo o tempo em que fica em contato com o micro-organismo; sendo, portanto, menos eficaz.

Curiosamente, um estudante fez um comentário:

E₁: “Então não adianta colocar água no álcool pra dar mais volume, porque ali onde trabalho já colocaram água pra durar mais tempo”.

Entramos novamente em um debate ético e moral, pois talvez por ignorância e economia uma pessoa acaba desprotegendo outras, pois adicionando água ao álcool diminui sua concentração; tornando-se claramente menos eficaz.

Em um momento posterior, durante a aula, lançou-se mais um questionamento referente à utilização do vinagre, e uma das respostas foi:

E₁: “eu ouvi uma receita de que tomar vinagre com alho mata o vírus”.

Destaca-se aqui, a abordagem do cuidado com receitas naturais sem comprovação. Nem vinagre nem alho foram comprovados com efeito antiviral: nem na prevenção nem para evitar complicações da doença.

A discussão dessas receitas naturais vem ao encontro de um critério de ACT, o de “distinguir as fontes de informações” através da habilidade de distinguir rumores de resultados comprovados cientificamente.

Segue-se agora para a abertura da caixa-preta com o auxílio do professor-farmacêutico através do estudo das fases da pesquisa clínica de um medicamento. Nesta aula, foi abordado o processo de fabricação, o qual é longo e rigoroso, necessitando cumprir uma série de exigências técnicas. Foi discutido ainda a tentativa de utilização de medicamentos já existentes, com ensaios clínicos controlados e segurança. Ainda foi abordado o problema da automedicação e proliferação de *fake news* diante de medicamentos que não possuíram a comprovação científica de sua eficácia.

Além disso, o professor tratou da complexidade da elaboração de um novo medicamento: todas as suas fases, normas técnicas e éticas para seu desenvolvimento e, principalmente, a longa duração desse processo. Por isso, são realizados testes para reaproveitamentos de medicamentos já existentes para diminuir a replicação do vírus.

O professor discutiu também a necessidade e urgência que levou à utilização de alguns medicamentos:

Professor: “O crescente número de casos e o aumento do número de óbitos levou a um colapso no sistema de saúde, por isso houve uma intensa busca por medicamentos para o tratamento da doença. Medicamentos de outras enfermidades serviram de estudos em tentativa de encontrar terapias efetivas, como a ivermectina e os antimaláricos, como a cloroquina e hidroxicloroquina. Os medicamentos antimaláricos, por exemplo, foram uma esperança de tratamento para a COVID-19 no início da pandemia. No entanto estudos não encontraram nenhum benefício significativo em seu estudo clínico, por isso seu uso foi desconsiderado. A ivermectina também foi uma esperança principalmente por ser um medicamento barato, porém alguns estudos também relataram a ivermectina em comparação com placebo fizeram pouca ou nenhuma diferença na melhoria da condição dos pacientes. Estudos com a

ivermectina ainda demonstrou a utilização de doses extremamente elevadas, e em grandes doses a droga tem a capacidade de causar depressão do sistema nervoso central e neurotoxicidade”.

Após sua explanação o professor questionou seus estudantes:

Professor: “Vocês entendem que foi uma necessidade inicial? Porém depois foi questionado seus benefícios? E estes não foram comprovados?”

E₁: “Sim, foi utilizado no desespero na verdade, na hora da morte de muitas pessoas”;

E₂: “Foi uma corrida contra a doença, e no início valeu o que tinha disponível, mas e porque continuam receitando sabendo que não tem efeito?”

Professor: “É exatamente isso que não entendemos e precisamos questionar, caso prescrevam para nós”.

E₃: “Será que os médicos não ficam com medo de não prescrever nada e o paciente ficar mal e morrer e culparem o médico por não tentar fazer nada?”

E₄: “Mas e se esse paciente toma uma dose elevada de ivermectina e gera uma intoxicação?”

Professor: “Aí está a importância nossa como farmacêutico ou técnico de orientar as pessoas e alertar quanto a altas doses”;

Professor: “quanto ao estudo dos medicamentos, ficou claro que não se teria condições de fazer um novo medicamento em pouco tempo?”

E₅: “sim, as etapas levam muito tempo”;

E₆: “sim, primeiro tem que reconhecer as moléculas, que são as “chaves”, depois fazer os testes que seguem várias fases”.

Professor: “Além de que são muitos critérios a serem atendidos, critérios científicos e também requisitos éticos, os participantes das fases de testes são voluntários e devem ser alertados sobre os riscos e benefícios favoráveis”.

Essa aula foi muito importante para os estudantes, pois deu uma pequena, mas importante visão sobre o valor da pesquisa científica, sobretudo na abordagem das etapas, fases e normas que se devem seguir para a produção de um medicamento. Nesse momento, pôde-se trabalhar com o critério da “compreensão do valor da pesquisa científica”, pois trabalhou-se a habilidade de entender que a produção do conhecimento científico depende de conceitos teóricos e de processos

de pesquisa e perceber a maneira como a pesquisa científica é feita e como os resultados são validados.

Ainda foi possível abordar, através dessa aula, a compreensão de que o conhecimento científico é provisório e sujeito a mudanças. Pois inicialmente esses medicamentos foram liberados como tratamento da COVID-19; porém, após mais estudos específicos, verificou-se que não possuíam eficácia.

As discussões que foram destacadas durante as aulas com os especialistas podem ser relacionadas ainda com outras habilidades de ACT: podemos citar a habilidade de saber dialogar com seus pares, saber dialogar com especialistas, ter a capacidade de se comunicar com outros a respeito do assunto, dialogando e debatendo. Todas essas habilidades destacadas estão relacionadas com o critério de “Adquirir uma certa habilidade de comunicação”.

O resumo das habilidades discutidas nesta etapa está apresentado no quadro 11.

Quadro 11 - Critérios e Habilidades destacadas na 5ª etapa da IIR

Critérios	Habilidades
Fazer um bom uso das caixas-pretas	<ul style="list-style-type: none"> - Análise e decisão de quando, como e com qual especialista é interessante abrir uma caixa- preta; - Conhecer os principais conceitos, hipóteses e teorias; -Compreender como se dá a produção do conhecimento científico.
Envolver a resolução colaborativa em problemas sociocientíficos	- Reconhecer que os problemas sociocientíficos geralmente não são resolvidos através de uma ação individual.
Distinguir as fontes de informações	- Distinguir rumores de resultados comprovados cientificamente.
Compreensão do valor da pesquisa científica	<ul style="list-style-type: none"> - Entender que a produção do conhecimento científico depende de conceitos teóricos e de processos de pesquisa; - Perceber a maneira como a pesquisa científica é feita e como os resultados são validados; - Compreender que o conhecimento científico é provisório e sujeito a mudanças.
Adquirir uma certa habilidade de comunicação	- Saber dialogar com seus pares;

	<ul style="list-style-type: none"> - Saber dialogar com especialista; - Ter a capacidade de se comunicar com outros a respeito do assunto, dialogando e debatendo.
--	--

Fonte: Aatoria própria (2022)

5.2.6 Etapa 6. Esquematização global

Neste momento, os estudantes pensaram num esquema para a resposta da questão-problema e na síntese da IIR. Em seu esquema, os alunos identificaram o que já tinha sido abordado nas entrevistas e nas aulas com os especialistas, assim como quais caixas-pretas que já foram abertas, para finalmente analisar o que ainda faltava ser abordado.

Num primeiro passo, os estudantes sistematizaram uma lista das caixas-pretas abertas e demais assuntos abordados pelos especialistas e professores, e, posteriormente, em conjunto elaboraram um esquema pensando já na síntese da IIR. Neste momento, o trabalho em equipe se destacou, pois todos participaram da construção do esquema e deram suas opiniões sobre a possível síntese para o fechamento futuro da IIR.

Destaca-se, aqui o critério da “comunicação” através das habilidades de saber trabalhar em equipe, participar da equipe, dialogar com o grupo, opinar e argumentar sobre o que seria melhor para a finalização do projeto.

Em resumo, elaboramos o quadro 12.

Quadro 12 - Critérios e Habilidades destacadas na 6ª etapa da IIR

Critérios	Habilidades
Adquirir uma certa habilidade de comunicação	<ul style="list-style-type: none"> - Saber trabalhar em equipe; - Participar da equipe; - Dialogar com o grupo; - Ter capacidade de opinar e argumentar com a equipe.

Fonte: Aatoria própria (2022)

5.2.7 Etapa 7. Abertura de algumas caixas-pretas sem a ajuda de especialistas

Em um primeiro momento, os estudantes efetuaram a busca e seleção dos artigos e das fontes de informação. Para essa busca, eles fizeram pesquisa no Google Acadêmico e *sites* oficiais, como da OMS. Por isso, destacamos essa prática como uma habilidade de utilizar as fontes válidas de informação científica e recorrer a elas quando tiver que tomar uma decisão; além da capacidade de buscar conhecimento, esta habilidade está relacionada ao critério de “distinguir as fontes válidas de informação”.

Após a busca, os participantes realizaram a leitura, retiraram as principais informações, organizaram os dados coletados dos artigos e descreveram as principais conclusões dos estudos selecionados. Em seguida a essa esquematização, eles fizeram suas apresentações para a turma.

O grupo responsável pela apresentação referente à vacina trouxe primeiramente uma explicação rápida de como ocorre a ação da vacina no organismo: os tipos de vacinas e suas tecnologias como vetor viral, vírus inativado, RNA mensageiro. Assunto já abordado pela professora de biologia durante uma das aulas.

A apresentação se deu com maior ênfase em assuntos ainda não abordados. Primeiramente o grupo destacou como é identificada a eficácia da vacina:

Grupo 1: “A eficácia de uma vacina é medida em um ensaio clínico controlado e é baseada em quantas pessoas que foram vacinadas desenvolveram o ‘resultado de interesse’ (geralmente doença) em comparação com quantas pessoas que receberam o placebo (vacina simulada) desenvolveram o mesmo resultado. Concluído o estudo, comparam-se os números de doentes em cada grupo, para calcular o risco relativo de adoecer dependendo se os sujeitos receberam ou não a vacina. A partir disso, obtemos a eficácia — uma medida de quanto a vacina reduziu o risco de adoecer. Se uma vacina tiver alta eficácia, muito menos pessoas no grupo que recebeu a vacina adoeceram do que as pessoas no grupo que recebeu o placebo. Então, por exemplo, vamos imaginar uma vacina com eficácia comprovada de 80%. Isso significa que — dentre as pessoas no ensaio clínico — aqueles que receberam a vacina tiveram um risco 80% menor de desenvolver a doença do que o grupo que recebeu o placebo. Isso é calculado comparando o número de casos da doença no grupo vacinado versus o grupo placebo. Uma eficácia de 80% não significa que 20% do grupo vacinado ficará doente.”

Os estudantes salientaram ainda que, mesmo vacinada, uma pessoa pode pegar o vírus:

Grupo 1: “As vacinas podem impedir que a maioria das pessoas adoça com o COVID-19, mas não todos. Mesmo depois que alguém toma todas as doses recomendadas e espera algumas semanas para que a imunidade se desenvolva, ainda há uma chance de que eles sejam infectados. As vacinas não fornecem proteção total (100%), portanto, ocorrerão 'infecções de avanço' — onde as pessoas pegam o vírus, apesar de terem sido totalmente vacinadas. Se as pessoas vacinadas ficarem doentes, é provável que tenham sintomas mais leves”.

A apresentação contou ainda com abordagem da importância de completar o quadro vacinal:

Grupo 1: “As vacinas oferecem forte proteção, mas essa proteção leva tempo para ser construída. As pessoas devem tomar todas as doses necessárias de uma vacina para desenvolver imunidade total. Para vacinas de duas doses, as vacinas fornecem apenas proteção parcial após a primeira dose, e a segunda dose aumenta essa proteção”.

Os estudantes entregaram ainda para a professora-pesquisadora a produção de um texto com as principais informações elencadas na apresentação e uma opinião pessoal do grupo referente aos estudos analisados:

Grupo 1: “Mediante os artigos lidos foi observada a grande importância da vacinação para a população brasileira para proteção contra o vírus. É necessário que a população esteja consciente e disposta a colaborar com a não disseminação do vírus através das medidas de proteção, mas também vacinando-se. Todos que podem se vacinar ao se vacinarem estarão protegendo toda a população, é preciso conscientização para não interferirem na saúde e qualidade de vida coletiva. Além da colaboração para não espalhar as fake news, valorizando os canais de saúde. Quanto a realização desse trabalho as informações procuradas em artigos científicos têm grande relevância, pois é neles que temos a presença de dados confiáveis”.

O grupo responsável pela pesquisa e apresentação referente aos medicamentos abordou os efeitos adversos do uso indiscriminado de medicamentos durante a pandemia: os riscos do uso irracional de medicamentos.

Referente ao uso da cloroquina e hidroxicloroquina, os estudantes trouxeram os dados de uma meta-análise publicada pela revista de divulgação científica *Nature*. Tal publicação, reunindo 28 artigos e mais de 10 mil pacientes com SARS-Cov2, que fizeram uso de hidroxicloroquina e cloroquina em ambiente intra-hospitalar por

pacientes sem comorbidades, demonstrando que não houve benefícios significativos no uso desses medicamentos.

Os alunos trataram ainda sobre o abuso na utilização dessas substâncias:

Grupo 2: “é um grande problema de saúde pública. Apesar de ser vendido sob prescrição médica e ser rigorosamente controlado, sabe-se que o uso dessas substâncias ocorre muitas vezes sem qualquer orientação profissional e é obtido de forma ilegal no mercado negro. Para pacientes com doenças como lúpus e artrite reumatoide para as quais a cloroquina e a hidroxicloroquina são usadas oficialmente, a falta do medicamento se tornou uma realidade”.

Foi destacado também na apresentação os fatores que influenciam a prática da automedicação:

Grupo 2: “a falta de acesso a serviços de saúde e a propaganda feita sobre os medicamentos livres de prescrição. Já durante a pandemia da COVID-19 o que levou (e leva) a sociedade a cometer essa prática é a prevenção do vírus, uma busca pela melhora dos sintomas ou até mesmo a cura”.

Neste momento da apresentação, os alunos destacaram ainda a influência política no uso dos medicamentos, sobretudo pelo então presidente:

Grupo 2: “O incentivo que este suposto tratamento (cloroquina e hidroxicloroquina) recebeu, principalmente de figuras políticas, foi um grande aliado para sua propagação, sendo que incontestavelmente temos como uma das figuras centrais nesta discussão o atual presidente da República, Jair Bolsonaro (PL). Entretanto tal comportamento foi iniciado pelo presidente dos Estados Unidos em 2020, Donald Trump, quando este realizou um pronunciamento no dia 19 de março de 2020 alegando eficácia do medicamento contra o Sars-Cov-2. Alguns dias depois, o então presidente da República, Jair Bolsonaro, também aderiu à divulgação do medicamento. No dia 29 do mesmo mês, afirmou: “Aquele remédio lá, hidroxicloroquina, está dando certo em tudo quanto é lugar, certo?”. Mais adiante, em vídeo no dia 8 de julho de 2020, quando havia contraído a doença, Jair Bolsonaro afirmou sentir uma melhora tomando sua terceira dose da Hidroxicloroquina, o presidente também tirou diversas fotos com o medicamento em prol de divulgá-lo mais amplamente nos meios digitais. Assim sendo, os comentários deste período refletem esse cenário com questionamentos a autoridades científicas e órgãos oficiais”.

Já as informações abordadas sobre a ivermectina foram sobre um estudo australiano em que o medicamento mostrou-se como um inibidor da SARS-CoV-2 *in*

vitro. Porém os estudantes trouxeram os dados referentes à concentração necessária para inibir a replicação viral, bem como a razão entre essa concentração e a concentração máxima permitida em humanos.

Grupo 2: “Sendo que a concentração necessária para que se tenha o desaparecimento quase total do RNA do vírus é de 5 µmol/L, dosagem muito superior a qualquer regime posológico conhecido para humanos”.

Quanto à utilização das vitaminas C, D e o zinco, os estudantes relataram a dificuldade em encontrar e em selecioná-los, pois não demonstravam conclusões efetivas. Como exemplo, eles abordaram o resultado de Martins e Oliveira (2020):

Grupo 2: “A análise dos estudos incluídos neste trabalho indica que a vitamina D e o zinco são dois micronutrientes que exercem funções imunomoduladoras e anti-inflamatórias com benefícios em infecções virais. No entanto, apesar de algumas hipóteses propostas, a eficácia da suplementação de vitamina D e/ou zinco para a melhora da imunidade na prevenção e tratamento da covid-19 ainda não foi demonstrada”.

A vitamina C foi o destaque na apresentação do grupo.

Grupo 2: “A vitamina C foi intensamente veiculada como possível amenizador dos sintomas da Covid-19. Segundo o Conselho Federal de Farmácia do Brasil, a venda da vitamina aumentou quase 180% entre os meses de janeiro a março 2020, se comparado com o mesmo período do ano anterior. Além de interações medicamentosas, o consumo da vitamina C em quantidades maiores que a dose diária recomendada, que varia de 75mg para mulheres e 90 mg para homens, pode acarretar eventos adversos gastrintestinais como náuseas, vômitos, cólicas abdominais e azia. E, por conta da acidificação da urina, pode elevar os níveis de ácido úrico e oxalato, aumentando risco de cálculos renais. Neste sentido, a assistência farmacêutica, especialmente, no período de pandemia, é imprescindível para salientar dos benefícios e riscos da suplementação vitamínica”.

A produção do texto do grupo continha as principais informações elencadas na apresentação e a opinião do grupo referente aos estudos analisados:

Grupo 2: “Os estudos demonstraram a ineficiência da cloroquina, hidroxicloroquina e ivermectina no tratamento da COVID-19, além dos riscos de utilizar sem prescrição adequada. Por isso é imprescindível a orientação adequada do farmacêutico ou técnico, nos perigos da automedicação. Mesmo existindo esses estudos que dizem que não é eficaz o uso desses medicamentos, existem médicos que prescrevem seu uso, acreditamos que seja pela pressão do momento, em que as pessoas acreditam que medicadas irão melhorar, porém os médicos deveriam cuidar com a prescrição incorreta e nas reações adversas do medicamento. Os artigos sobre o uso das vitaminas não tinham dados com certeza, então optamos por utilizar a visão do médico entrevistado, de que a utilização das vitaminas só em válida em caso de deficiência comprovada por exames. No caso dos medicamentos o uso dos artigos científicos é muito importante, porque mostra os estudos de vários lugares, e comprovam que não melhoraram a saúde das pessoas, não ficando só na opinião de um médico que você vai consultar. Sentimos mais confiantes agora pra comentar sobre o uso desses medicamentos e dizer que existem estudos que dizem que não funciona”.

O grupo da apresentação referente às *fake news* elaborou uma introdução sobre a preocupação da propagação das notícias falsas. Trataram na apresentação que o “*motivo de grande preocupação é especialmente diante do aumento progressivo de buscas na Internet sobre temas de saúde por parte da população, sendo o Google a ferramenta mais utilizada*”. Elencaram ainda alguns dados pesquisados:

Grupo 3: “Nove em cada 10 brasileiros entrevistados leram ou ouviram ao menos uma informação falsa sobre a COVID-19; sete em cada 10 acreditam em ao menos uma desinformação veiculada; 62% dos brasileiros não sabem reconhecer se uma mensagem é falsa ou verdadeira”.

O grupo apresentou uma série de fatos e mitos abordados pelo *site* da OMS, e as explicações dos seus motivos, como por exemplo:

Grupo 3: “Fato: É mais seguro lavar as mãos com frequência e não usar luvas. O uso de luvas corre o risco de transferir germes de uma superfície para outra e contaminar as mãos ao removê-las. O uso de luvas não substitui a limpeza das mãos. Os profissionais de saúde usam luvas apenas para tarefas específicas”.

“Mito: Beber metanol, etanol ou alvejante NÃO previne ou cura o COVID-19 e pode ser extremamente perigoso. Beber pode levar à invalidez e à morte. Metanol, etanol e alvejante às vezes são usados em produtos de limpeza para matar o vírus nas superfícies — no entanto, você nunca deve bebê-los. Eles não matarão o vírus em seu corpo e prejudicarão seus órgãos internos. Para se proteger contra o COVID-19, desinfete objetos e superfícies, especialmente aqueles em que você toca

regularmente. Você pode usar alvejante diluído ou álcool para isso. Certifique-se de limpar as mãos com frequência e cuidadosamente e evite tocar nos olhos, boca e nariz.”

Quanto à elaboração do texto, os estudantes apresentaram os fatos e mitos destacados na apresentação e, após, colocaram sua opinião referente aos estudos:

Grupo 3“O espalhamento das fake news prejudica a busca de informações sobre o tema, porque muitas pessoas não sabem dizer se é verdadeira ou não aquela informação. O que colocamos como mais importante nessa pesquisa é o de não repassar as informações pra frente se não tiver certeza. Nós achamos que é difícil o povo buscar um artigo científico pra ler, por isso achamos que ajudaria, as pessoas que sabem identificar essas informações, elaborarem um material simples com essas informações de mitos por exemplo, e assim as pessoas leriam e saberiam o que é fake news e o que não. Pra nós a leitura dos artigos foi importante, e a consulta no site da OMS também porque assim nós temos certeza das informações certas e podemos passar adiante o que for correto”.

Nesse momento de busca de informações através da pesquisa na internet, os estudantes conseguem “adquirir uma certa habilidade de domínio”, principalmente através da busca do conhecimento científico em fontes seguras e adquirir a habilidade de coletar, ordenar e analisar as informações, de modo que possa escrever as conclusões. Pois todos os grupos conseguiram extrair informações relevantes, explicar os principais conceitos e tirar conclusões apropriadas dos dados.

A pesquisa através dos artigos científicos possibilita ainda aos estudantes a não ficarem totalmente dependentes de especialistas, e ter a capacidade de buscar conhecimento. Destaco ainda dois momentos importantes: o de saber encontrar um equilíbrio entre a dependência do seu conhecimento e o uso do especialista. Os alunos, em relação aos medicamentos, como cloroquina/hidroxicloroquina e ivermectina, destacaram a importância da leitura dos artigos para o conhecimento dos estudos realizados e comprovação de que os medicamentos não eram eficazes, questionando os médicos que os prescrevem nesse momento. Já quanto à utilização das vitaminas C e D, por exemplo, eles não encontraram dados concretos sobre a utilização e optaram por utilizar a opinião médica da entrevista, de que só há necessidade de suplementação de vitaminas se o organismo da pessoa estiver carente de determinada ou determinadas vitaminas. Neste momento, destaco ainda a

habilidade de aprimorar seu pensamento crítico e tomar decisão razoável e racional diante de uma situação- problema.

O critério de ACT de “Fazer um bom uso da articulação entre saberes e tomada de decisão” pôde ser observado através da habilidade de utilizar o conhecimento científico e integrar valores e saberes para tomar decisões sociais e de vida, formando julgamentos, resolução de problemas e ação. Essa habilidade foi observada através da fala dos estudantes quanto a toda uma comunidade tomar as doses de vacinas para garantir imunização e também àqueles que não podem tomar a vacina, pensando numa ação social conjunta para o bem de todos.

A apresentação demonstrou ainda um embasamento dos argumentos dos estudantes com termos científicos e a segurança deles em suas argumentações. Eles demonstraram adquirir confiança nos dados dos artigos, pois um grupo afirmou que a partir de agora eles podem ter certeza das informações certas e passar adiante o que for correto.

Quadro 13 - Critérios e Habilidades destacadas na 7ª etapa da IIR

Critérios	Habilidades
Adquirir uma certa habilidade de domínio	- Coletar, ordenar e analisar as informações, de modo que possa escrever as conclusões.
Distinguir as fontes válidas de informação	- Utilizar as fontes válidas de informação científica e recorrer a elas quando tiver que tomar uma decisão.
Fazer um bom uso das caixas-pretas	- Capacidade de buscar conhecimento; - Embasar seus argumentos com termos científicos.
Fazer um bom uso dos especialistas	- Não ficar totalmente dependente de especialistas; - Saber encontrar um equilíbrio entre a dependência do seu conhecimento e o uso do especialista.
Fazer um bom uso da articulação entre saberes e tomada de decisão	- Aprimorar seu pensamento crítico; - Utilizar o conhecimento científico e integrar valores e saberes para tomar decisões sociais e de vida, formando julgamentos, resolução de problemas e ação;

	- Tomar decisão razoável e racional diante de uma situação-problema.
Adquirir uma certa habilidade de comunicação	- Ter segurança em suas argumentações.

Fonte: Autoria própria (2022)

5.2.8 Etapa 8. Síntese da ilha interdisciplinar de racionalidade produzida

A última etapa da IIR foi orientada pela professora-pesquisadora a distância. Por problemas gestacionais, a pesquisadora necessitou se afastar das atividades escolares. Como não houve, porém, na distribuição dessas aulas, comparecimento de outro professor para substituição, o diretor do colégio assumiu o registro do Livro de Classe, e os estudantes deram continuidade ao projeto. Para a finalização, eles tiveram à disposição deles o laboratório de informática, se assim optassem por utilizá-lo.

Os estudantes foram orientados a realizar a síntese e fechamento da IIR através da resolução das situações-problemas iniciais.

O primeiro grupo elaborou uma proposta para a solução do problema relacionado aos *farmacos*: o que levou à crença de que o “kit-covid”, uma combinação de medicamentos sem evidências científicas conclusivas, seria o tratamento para COVID-19? Qual o papel do farmacêutico perante a segurança da administração de fármacos?

O grupo abordou a crença no “kit-covid”:

Grupo 1: “como uma forma de tentativa de autoproteção devido à ausência de vacinação no primeiro momento. Devido ao número de óbitos e à urgência por um tratamento, as experiências clínicas já existentes naquele momento tornaram-se uma alternativa. Porém após um determinado tempo, estudos indicaram que estes medicamentos não possuíram eficácia no tratamento e nem contra a contaminação. Ainda com a chegada da vacina, esta utilização torna-se obsoleta”.

Quanto ao papel do farmacêutico:

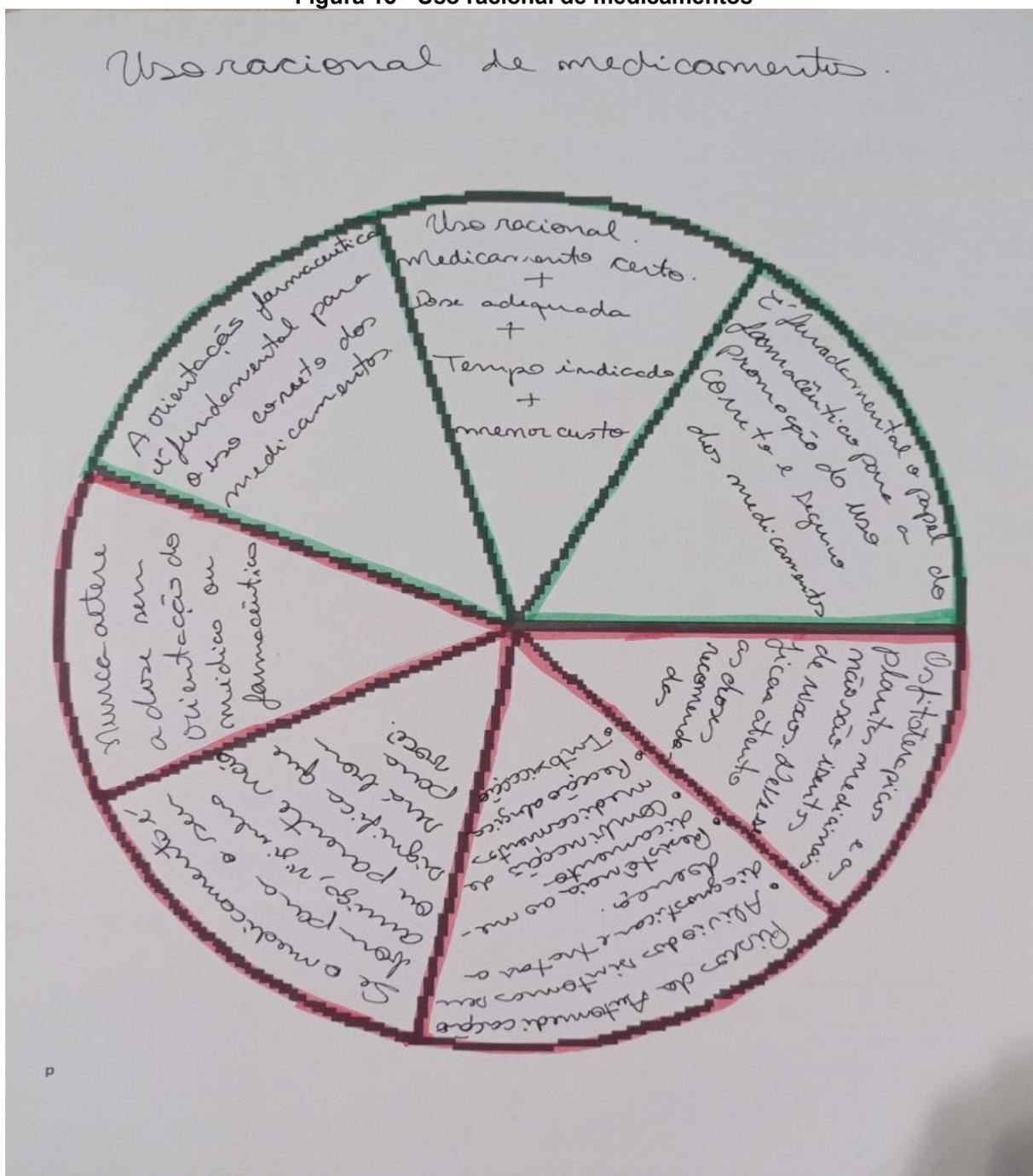
Grupo 1: “torna-se importante seu trabalho quanto à orientação sobre o uso de medicamentos, tanto referente aos medicamentos e vitaminas relacionados à COVID-

19 como dos demais fármacos, visto que grande parte da população ainda não usa os medicamentos com orientação correta e utiliza-os de forma irracional”.

Os estudantes elaboraram um material (fig. 15) contendo informações sobre a importância do farmacêutico na orientação adequada quanto à utilização dos medicamentos, destacados na área verde, e ainda elencaram cuidados que as pessoas devem ter com a automedicação, alteração da dose sem orientação, e utilização de produtos naturais sem pensar em uma concentração adequada, destacados na área vermelha.

Com a elaboração do material, os alunos abordaram a tomada de decisão razoável e racional em face de uma situação-problema, através da abordagem dos problemas da automedicação.

Figura 15 - Uso racional de medicamentos



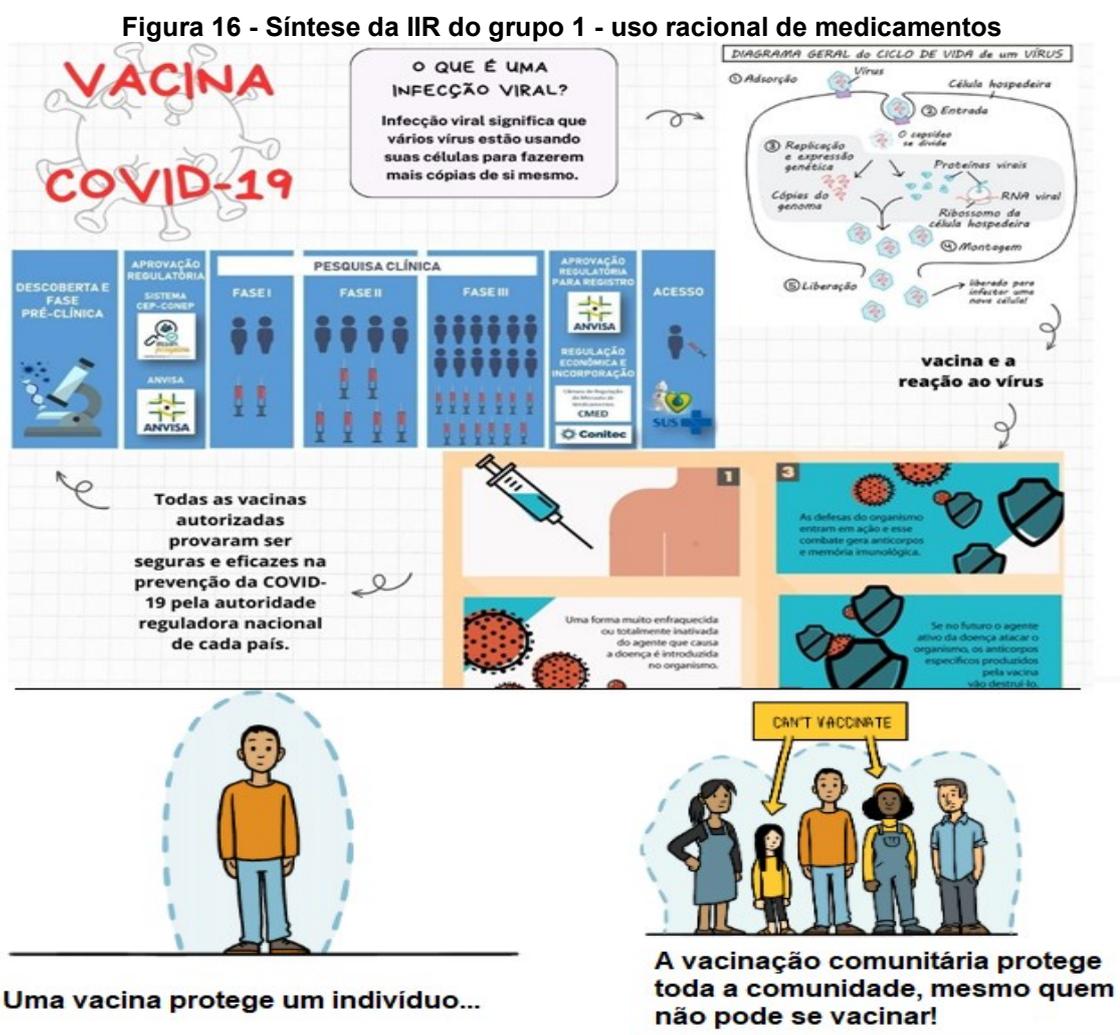
Fonte: Autoria própria (2022)

O segundo grupo elaborou a proposta para a solução do problema relacionado à *vacina*: grupos farmacêuticos e de pesquisas em todo o mundo se lançaram em uma corrida para desenvolver as vacinas contra a COVID-19, porém o que leva as pessoas ao negacionismo diante da vacinação?

Na visão dos estudantes:

Grupo 2: “A maioria da população brasileira não atendeu ao que os negociacionistas falavam e esteve na fila para receber a vacina, porém uma pequena parcela cedeu às fake news e não se vacinou. Um dos motivos que mais se destacou foi o de acreditar que não houve tempo hábil para a produção de vacina”.

Para combater essa visão e divulgar a segurança das vacinas, o grupo criou um folder com algumas informações técnicas referentes à infecção do vírus e ao combate com a vacinação, assim como as etapas da pesquisa clínica de uma vacina, demonstrado na figura 16.



Fonte: Autoria própria (2022)

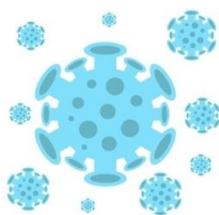
A elaboração do material do segundo grupo permite-nos relacionar com o bom uso da articulação entre saberes e decisões, com a tomada de decisão razoável e racional em face de uma situação-problema e reconhecer que os problemas sociocientíficos, geralmente não são resolvidos através de uma ação individual, tendo em vista que, por meio da vacinação coletiva, consegue-se proteger a comunidade como um todo. Podemos destacar também a relação da imagem com a possível interferência na tomada de decisão da população, uma vez que os estudantes focaram na proteção da comunidade.

Percebemos ainda a relação com o critério de “Adquirir uma certa habilidade de domínio” com a habilidade de relacionar o conhecimento científico com a situação-problema e capacidade de abstração.

O terceiro grupo elaborou uma proposta para a solução do problema relacionado às *fake news*: quais as possibilidades de se combater as *fake news* e deixar a população menos vulnerável?

Na visão dos estudantes, “*o combate às fake news pode ser realizado através da divulgação de dados oficiais, como os propagados pelo site da OMS*”. Para essa divulgação, o grupo produziu um folder com algumas perguntas e respostas e curiosidades relacionadas ao tema da pandemia de COVID-19 destacadas nas figuras 17 e 18.

Figura 17 - Síntese da IIR do grupo 3 - perguntas e respostas referentes às *fake news* sobre a pandemia de COVID-19



Perguntas e respostas

Pandemia de Covid-19



● A OMS recomenda a hidroxicloroquina para prevenir o Covid-19?

A OMS não recomenda a hidroxicloroquina para prevenir a COVID-19. Esta recomendação é baseada nas descobertas de 6 ensaios, com mais de 6.000 participantes, que não tiveram COVID-19 e receberam hidroxicloroquina. O uso de hidroxicloroquina para prevenção teve pouco ou nenhum efeito na prevenção de doenças, hospitalização ou morte por COVID-19.

● A OMS não recomenda a hidroxicloroquina como tratamento para o COVID-19

A OMS não recomenda a hidroxicloroquina como tratamento para o COVID-19. Esta recomendação é baseada em descobertas de 30 estudos com mais de 10.000 pacientes com COVID-19. A hidroxicloroquina não reduziu a mortalidade, a necessidade ou a duração da ventilação mecânica. Tomar hidroxicloroquina para tratar o COVID-19 pode aumentar o risco de problemas de ritmo cardíaco, distúrbios sanguíneos e linfáticos, lesões renais, problemas hepáticos e insuficiência.

● Há benefício no uso de ivermectina para a Covid-19?

Um novo estudo publicado na revista científica JAMA avaliou a eficácia da ivermectina no tratamento de pacientes com COVID-19 leve a moderada. O resultado foi que não houve diferença significativa entre os dois grupos em relação ao tempo de recuperação sustentada. Além disso, não houve diferença na taxa de hospitalização, morte ou necessidade de atendimento de emergência entre os dois grupos.

● Como sabemos que as vacinas são seguras?

Existem precauções estritas para ajudar a garantir a segurança de todas as vacinas COVID-19. Antes de receber a validação da OMS e das agências reguladoras nacionais para uso emergencial, as vacinas COVID-19 devem passar por testes rigorosos em ensaios clínicos para provar que atendem aos parâmetros de referência acordados internacionalmente para segurança e eficácia.

Colaborações científicas sem precedentes permitiram que a pesquisa, o desenvolvimento e as autorizações de vacinas contra a COVID-19 fossem concluídos em tempo recorde - para atender à necessidade urgente dessas vacinas, mantendo altos padrões de segurança. Como acontece com todas as vacinas, a OMS e as autoridades reguladoras monitorarão continuamente o uso das vacinas COVID-19 para identificar e responder a quaisquer problemas de segurança que possam surgir. Por meio desse processo, verificamos que eles permanecem seguros para uso em todo o mundo.

● Quais são os benefícios de se vacinar?

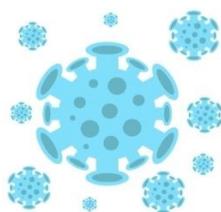
Ser vacinado pode salvar sua vida. As vacinas COVID-19 fornecem forte proteção contra doenças graves, hospitalização e morte. Há também algumas evidências de que ser vacinado tornará menos provável que você transmita o vírus a outras pessoas, o que significa que sua decisão de tomar a vacina também protege as pessoas ao seu redor.

Fonte: site da Organização Mundial de saúde: https://www.who.int/health-topics/coronavirus#tab=tab_1

**Material produzido pelos alunos do CE Alberto de Carvalho
Curso Técnico em Farmácia - 1 Ano**

Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 18 - Síntese da IIR do grupo 3 - curiosidades referentes às *fake news* sobre a pandemia de COVID-19



Curiosidades

Pandemia de Covid-19



- FATO: Uma solução para as mãos à base de álcool está listada como um medicamento essencial da OMS

Mãos limpas protegem pacientes, profissionais de saúde, outros cuidadores e todos contra infecções. Higienizar as mãos é uma das principais medidas para prevenir doenças.

- FATO: Suplementos vitamínicos e minerais não podem curar o COVID-19

Os micronutrientes, como as vitaminas D e C e o zinco, são essenciais para o bom funcionamento do sistema imunológico e desempenham um papel vital na promoção da saúde e do bem-estar nutricional. Atualmente, não há orientação sobre o uso de suplementos de micronutrientes como tratamento da COVID-19.

- FATO: O uso prolongado de máscaras médicas* quando usadas corretamente NÃO causa intoxicação por CO₂ nem deficiência de oxigênio

O uso prolongado de máscaras médicas pode ser desconfortável. No entanto, não leva à intoxicação por CO₂ nem à deficiência de oxigênio. Ao usar uma máscara médica, certifique-se de que ela se encaixe corretamente e que esteja apertada o suficiente para permitir que você respire normalmente. Não reutilize uma máscara descartável e troque-a sempre que ficar úmida.

- FATO: Beber metanol, etanol ou alvejante NÃO previne ou cura o COVID-19 e pode ser extremamente perigoso

Metanol, etanol e água sanitária são venenos. Beber pode levar à invalidez e à morte. Metanol, etanol e alvejante às vezes são usados em produtos de limpeza para matar o vírus nas superfícies - no entanto, você nunca deve bebê-los. Eles não matarão o vírus em seu corpo e prejudicarão seus órgãos internos.

Para se proteger contra o COVID-19, desinfete objetos e superfícies, especialmente aqueles em que você toca regularmente. Você pode usar alvejante diluído ou álcool para isso. Certifique-se de limpar as mãos com frequência e cuidadosamente e evite tocar nos olhos, boca e nariz.

- FATO: O vírus COVID-19 pode se espalhar em climas quentes e úmidos

A melhor forma de se proteger contra o COVID-19 é manter distância física de pelo menos 1 metro de outras pessoas e higienizar as mãos com frequência. Fazendo isso você elimina os vírus que podem estar em suas mãos e evita infecções que podem ocorrer ao tocar nos olhos, boca e nariz.

- FATO: O tempo frio e a neve NÃO PODEM matar o vírus COVID-19

Não há razão para acreditar que o frio pode matar o novo coronavírus ou outras doenças. A temperatura normal do corpo humano permanece em torno de 36,5°C a 37°C, independentemente da temperatura externa ou do clima.

Fonte: site da Organização Mundial de saúde:

<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public/myth-busters>

Material produzido pelos alunos do CE Alberto de Carvalho

Curso Técnico em Farmácia - 1 Ano

Fonte: Autoria própria (2022)

A produção do folder com a preocupação de divulgação oficial de dados contra as *fake news* divulgadas envolve algumas habilidades: de reconhecer o valor da pesquisa científica, utilizar as fontes válidas de pesquisa, ter capacidade de comunicar aos outros a respeito do assunto.

De maneira geral, podemos destacar na construção da IIR ainda habilidades referentes ao critério de “adquirir uma certa habilidade de autonomia”, pois os estudantes buscaram conhecer o assunto, empenharam-se em buscar informações sobre a situação antes de tomar decisões, foram criativos na elaboração dos materiais da síntese da IIR, e concluíram a atividade mesmo com a professora-pesquisadora a distância.

O resumo dos critérios e habilidades destacadas nesta etapa estão relacionados no quadro 13.

Quadro 13 - Critérios e Habilidades destacadas na 8ª etapa da IIR

Critérios	Habilidades
Fazer um bom uso da articulação entre saberes e tomada de decisão	- Tomar decisão razoável e racional diante de uma situação-problema;
Adquirir certa habilidade de autonomia	- Conhecer o assunto; - Empenharam-se em buscar informações sobre a situação antes de tomar decisões; - Ser criativo; - Ter a capacidade de concluir a atividade.
Adquirir uma certa habilidade de domínio	- Relacionar o conhecimento científico com a situação-problema; - Ter capacidade de abstração.
Compreender o valor da pesquisa científica	- Ter capacidade de perceber a maneira como a pesquisa científica é feita e como os resultados são validados.
Distinguir as fontes válidas de informação	- Utilizar as fontes válidas de pesquisa.
Adquirir uma certa habilidade de comunicação	- Ter capacidade de comunicar aos outros a respeito do assunto.

Fonte: Autoria própria (2022)

5.2.9 Encerramento

Como os estudantes realizaram a síntese da IIR com orientação *on-line* da professora-pesquisadora e não foi possível coletar dados sobre suas visões e opiniões na discussão em sala, foi solicitado como encerramento das atividades a elaboração de um texto individual sobre sua opinião referente às etapas de construção da IIR, sua mudança ou não na concepção sobre a COVID-19, vacinas e medicamentos e o que achou mais importante na realização da atividade proposta.

Quanto às etapas de construção da IIR, os estudantes destacaram como mais importantes na visão deles a consulta aos especialistas e a pesquisa dos artigos científicos.

E₁: “Foi através dos especialistas que nós tivemos um amplo conhecimento sobre o tema abordado”;

E₂: “Tivemos muitas fake news espalhadas, e através dos especialistas conseguimos identificar porque não são verdadeiras”;

E₃: “A entrevista foi a parte mais importante pra mim, porque são pessoas que estavam na linha de frente durante a pandemia, e assim pudemos escutar opiniões e estudos de todos os lados de uma pandemia”;

E₄: “Com a visão dos especialistas entendemos um pouco também como foi a rotina dos diversos profissionais durante a pandemia, os obstáculos e dificuldades que enfrentaram, e a importância por exemplo dos farmacêuticos. Assim temos uma base do que podemos nos deparar quando estivermos no ambiente de trabalho”;

E₅: “O estudo dos gráficos e estatísticas dos artigos foi mais importante pois assim trouxe mais confiança nos dados”;

E₆: “Os dados de artigos e sites oficiais da saúde são mais confiáveis, e me sinto mais confiante em estudar e tirar informações corretas”;

E₇: “Com a leitura do artigo eu tenho minha própria interpretação, sem interferências e fake news”;

E₈: “Com o site oficial de comunicados referente a saúde a gente tem mais certeza do que está falando e se posicionando”.

Esse destaque na importância da utilização dos especialistas para a formação de opinião se evidencia no critério de “fazer bom uso dos especialistas”, pois os estudantes conseguiram adquirir as informações necessárias e ter mais confiança

nessas informações; tanto os especialistas como a pesquisa proporcionaram o conhecimento de fontes válidas de informação científica. Os estudantes apresentaram ainda certa habilidade de domínio e responsabilidade: domínio na busca de informações e relação com a situação-problema, e aquisição de confiança na leitura de artigos científicos através da coleta e análise das informações confiáveis.

Quanto à mudança na concepção referente à pandemia de COVID-19, eles mencionaram:

E₁: “Consegui desvendar alguns mitos, como a utilização das vitaminas, eu acreditava que aumentaria a imunidade. Mas agora sei que depende da concentração que eu já tenho dentro do organismo, e se não tiver deficiência não precisa”;

E₂: “No início do trabalho eu tomava os medicamentos caso pegasse a COVID-19, mas agora eu vi que não possui eficácia comprovada, hoje eu já não tomava mais”;

E₃: “Mais sobre as vacinas, eu tomei por medo do vírus, mas tinha um pé atrás sobre seus efeitos e a produção muito rápida. Mas a professora trabalhou com todas as fases e só é aplicada quando comprovada a eficácia”;

E₄: “Com a automedicação, entendo agora a importância de se consultar pelo menos os farmacêuticos pra não tomar nas doses inadequadas, ou que tenha interferência medicamentosa”;

E₅: “Entendo que as produções das vacinas foram feitas dentro de todas as fases específicas, mas ainda não sei como serão as reações delas nas pessoas a longo prazo”.

As falas abordam a relação do adquirir conhecimento para uma tomada de decisão e da segurança na decisão, pois os estudantes destacaram a decisão de não tomar os medicamentos que não tem comprovação.

O estudante E₅ ainda mostra desconfiança sobre a vacinação, não quanto à sua produção, mas por não saber qual será sua reação no organismo a longo prazo.

O resumo das habilidades destacadas no encerramento está exposto no quadro 14.

Quadro 14 - Critérios e Habilidades destacadas no encerramento da construção da IIR

Critérios	Habilidades
Adquirir certa habilidade de autonomia	- Ter confiança na leitura de artigos científicos; ter segurança em suas decisões.

Fazer um bom uso da articulação entre saberes e tomada de decisão	- Adquirir conhecimento para uma tomada de decisão.
---	---

Fonte: Autoria própria (2022)

5.3 Análise dos elementos da proposta investigativa para uma ACT

A promoção da ACT no ensino de ciências se dá através de metodologias ou propostas que visem à promoção investigativa e crítica. Alguns critérios de ACT foram destacados e alcançados através da construção da IIR, com o tema COVID-19.

Esses critérios foram alcançados através da abordagem e aquisição de algumas habilidades necessárias para se chegar numa ACT. Os critérios e suas habilidades que foram destacadas e discutidas nesta tese estão apresentadas no quadro 15 a seguir.

Quadro 15 - Critérios e habilidades da ACT destacados na tese

Critérios	Habilidades
Distinguir as fontes válidas de informação	<ul style="list-style-type: none"> - Saber distinguir teoria de dogma, dados de mito, sentido de absurdo e conhecimento de opinião; - Saber reconhecer a diferença entre resultados científicos de opiniões pessoais; - Distinguir rumores de resultados comprovados cientificamente; - Utilizar as fontes válidas de informação científica e recorrer a elas quando tiver que tomar uma decisão.
Envolver a resolução colaborativa em problemas sociocientíficos	<ul style="list-style-type: none"> - Relacionar conhecimentos de diversas áreas ou disciplinas para chegar à solução de uma situação-problema; - Ver as questões sociocientíficas como exigência de uma síntese de conhecimento de diferentes campos, incluindo ciências naturais e sociais; - Reconhecer que os problemas sociocientíficos geralmente não são resolvidos através de uma ação individual.

Critérios	Habilidades
Fazer um bom uso dos especialistas	<ul style="list-style-type: none"> - Saber fazer uma seleção correta de especialistas que possam auxiliar no andamento do projeto; - Consultar vários especialistas antes de solucionar uma situação-problema; - Adquirir as informações necessárias para a resolução da situação- problema; - Ter capacidade de análise crítica das respostas do especialista; - Ter capacidade de decisão da necessidade de buscar uma segunda opinião de um especialista; - Ter boa comunicação com os especialistas; saber dialogar com os especialistas; - Não ficar totalmente dependente de especialistas; - Saber encontrar um equilíbrio entre a dependência do seu conhecimento e o uso do especialista.
Fazer um bom uso das caixas-pretas	<ul style="list-style-type: none"> - Saber analisar e decidir quando, como e com qual especialista é interessante abrir uma caixa-preta; - Conhecer os principais conceitos, hipóteses e teorias; - Compreender como se dá a produção do conhecimento científico; - Ter capacidade de buscar conhecimento; embasar seus argumentos com termos científicos.
Compreender as questões culturais, éticas e morais envolvidas na solução de problemas	<ul style="list-style-type: none"> - Saber que questões sociocientíficas seguidamente têm dimensões técnicas, políticas e éticas e, às vezes, interpretações morais.
Compreensão do valor da pesquisa científica	<ul style="list-style-type: none"> - Entender que a produção do conhecimento científico depende de conceitos teóricos e de processos de pesquisa; - Perceber a maneira como a pesquisa científica é feita e como os resultados são validados; - Compreender que o conhecimento científico é provisório e sujeito a mudanças.

Critérios	Habilidades
Fazer um bom uso da articulação entre saberes e tomada de decisão	<ul style="list-style-type: none"> - Aprimorar seu pensamento crítico; - Utilizar o conhecimento científico e integrar valores e saberes para tomar decisões sociais e de vida, formando julgamentos, resolução de problemas e ação; - Tomar decisão razoável e racional diante de uma situação-problema; - Adquirir conhecimento para uma tomada de decisão.
Adquirir uma certa habilidade de comunicação	<ul style="list-style-type: none"> - Saber trabalhar em equipe; - Saber dialogar com o grupo; - Saber dialogar com seus pares; - Saber dialogar com especialista; - Ter a capacidade de se comunicar com outros a respeito do assunto, dialogando e debatendo; - Participar da equipe; - Ter capacidade de opinar e argumentar com a equipe; - Ter segurança em suas argumentações.
Adquirir uma certa habilidade de autonomia	<ul style="list-style-type: none"> - Ser capaz de tomar decisões diante de situações questionáveis; - Desenvolvimento do pensamento crítico; conhecer o assunto; - Buscar informações sobre a situação antes de tomar decisões; - Ser criativo; - Ter a capacidade de concluir a atividade; - Ter confiança na leitura de artigos científicos; - Ter segurança em suas decisões.
Adquirir uma certa habilidade de domínio	<ul style="list-style-type: none"> - Coletar, ordenar e analisar as informações, de modo que possa escrever as conclusões; - Relacionar o conhecimento científico com a situação-problema; - Ter capacidade de abstração; - Ter segurança nas decisões; - Relacionar conhecimentos das diversas disciplinas para chegar à solução de uma situação-problema.

Fonte: Autoria própria (2022)

Destaca-se, portanto, que o desenvolvimento da atividade contribuiu para a ampliação da ACT dos estudantes através das habilidades destacadas. E reafirmamos assim como Fourez (1997) que a ACT é uma estratégia pedagógica para tratar o ensino de ciências, pois permitiu gerar alguma autonomia, possibilitando o estudante a capacidade para negociar suas decisões, como a decisão de se vacinar, de tomar ou não os medicamentos relacionados a prevenção do vírus ou aumento da imunidade. Percebemos a capacidade de comunicação, principalmente na divulgação dos *folders*, através da capacidade de divulgação de informações para outras pessoas. O domínio foi identificado principalmente através da busca de informações em meios oficiais e confiáveis, trazendo segurança em seus argumentos e suas decisões.

Assim como descrito por Lorenzetti e Delizoicov (2001) considera-se que a ampliação da ACT foi observada através da aquisição de significados com a ampliação do seu universo de conhecimento como a abertura das caixas-pretas, com o auxílio dos especialistas.

Os estudantes compreenderam conceitos-chave e princípios da Biologia e da Química para utilizar no meio social, ou seja, usaram o conhecimento da ciência na sua vida cotidiana, se enquadrando na definição de ACT defendida pela AAAS. Pôde-se perceber essa utilização da ciência no cotidiano através da abertura de caixas-pretas relacionada a conteúdos disciplinares como a concentração correta do álcool 70° e sua finalidade, as principais tecnologias utilizadas na produção das vacinas, sua eficácia e segurança nas fases de testes, resultando numa maior confiança na vacinação, a possível toxicidade na automedicação e a importância dos farmacêuticos na orientação adequada.

A criticidade no ensino de ciências defendida por Chassot (2003), pôde ser abordada através da análise crítica das entrevistas com os especialistas e relatos de outros médicos sobre a utilização de medicamentos, a decisão da necessidade de buscar uma segunda opinião de um especialista quando não concordarem com uma opinião.

Finalmente, assim como Milaré e Richetti (2021) destacou, acredita-se que os conhecimentos científicos trabalhados nesta tese frente a uma situação pandêmica, são essenciais para a sociedade por modificarem a perspectiva com a qual um problema é tratado, como no caso da pandemia de COVID-19, que pôde ser

combatida com a contribuição significativa da própria sociedade, principalmente através da vacinação.

5.4 Análise da MDP elaborada para a pesquisa

A análise das questões da MDP será realizada através de cada elemento que compõe o processo educacional: professor, estudante, tema de estudo e contexto.

Professor

1A — Qual a importância de o professor fazer uma análise da sua prática?

A descrição de pesquisa-ação defendida por Elliott (1991), apoiando-se em Lawrence Stenhouse (1975), preocupa-se com a melhoria da prática do professor-pesquisador, sendo uma consideração conjunta da qualidade do resultado e também do processo. Os atores centrais de uma melhoria no processo educacional são os próprios profissionais, e através da reflexão sobre a própria prática, isto é, de investigar o próprio trabalho, o professor pode elencar as falhas e acertos durante o desenvolvimento de uma atividade, por exemplo, a fim de melhorá-la.

Investigar nossa própria prática em sala de aula deve ser visto como um caminho para a melhoria educacional, uma vez que permite uma análise crítica e priorização das necessidades pedagógicas naquele momento. Identificar essas necessidades pedagógicas do atual contexto oportuniza ao professor planejar estratégias e colocar em prática ações que possibilitarão aprimorar seu trabalho, a fim de solucionar tais necessidades.

2A — De que forma o professor pode contribuir para um ensino voltado a uma formação cidadã e crítica do estudante?

É papel do professor tornar o ensino de ciências mais reflexivo, visando garantir a formação de cidadãos conscientes do seu papel coletivo na sociedade. O objetivo então é o professor difundir conhecimento suficiente para o estudante ampliar a percepção da ciência em seu próprio cotidiano. Os assuntos científicos devem ser cuidadosamente apresentados, discutidos, compreendendo seus significados e aplicados para o entendimento do mundo.

Nesta tese, a maneira de abordar o ensino voltado para uma formação cidadã foi por meio do envolvimento de uma questão sociocientífica; no caso, a pandemia de COVID-19, que permitiu uma discussão ampla. Além dos conhecimentos científicos, suscitou questões políticas, éticas e sociais. A pandemia exigiu que os indivíduos tomassem decisões sobre uma variedade de questões; e esses processos de tomada de decisão foram abordados durante a construção da IIR.

Cabe ao professor evidenciar métodos de ensino com ênfase na formação cidadã por meio de estudo de assuntos amplos, como a infecção de um vírus, uma situação do cotidiano que envolve aplicações e conhecimentos científicos.

3A — Qual a importância da mediação do professor na construção da IIR?

Para a construção da IIR, o professor deve ser um mediador do processo, pois ele é um elo entre os saberes dos alunos e o conhecimento científico, ajudando-os a construir um saber novo. O professor, neste caso, não é aquele que transfere seu conhecimento, mas auxilia o estudante a buscar o conhecimento e resolver a situação-problema.

A construção da IIR nesta tese permitiu essa busca do conhecimento pelos estudantes, pois foram eles que decidiram qual caixa-preta abrir e em qual momento, quais especialistas seriam utilizados para auxiliar no processo, assim como realizaram a pesquisa em artigos e *sites* oficiais. Os alunos tiveram ainda oportunidades de expressar suas opiniões, dialogaram com os especialistas, com seus pares e com o professor, construindo juntos o conhecimento.

Destaca-se ainda que o papel primordial do professor como mediador nesta tese foi na elaboração de situações-problemas reais, no contexto de uma pandemia em vigência, colocando em confronto as experiências do senso comum, como as *fake news*, com os conhecimentos científicos, tornando o aluno mais atuante, crítico e participativo no seu meio social.

4A — De que forma o professor pode abordar o tema da pandemia de COVID-19 para que conhecimentos científicos e tecnológicos possam ser utilizados em diversas situações no dia a dia e em sociedade?

A abordagem do tema da pandemia de COVID-19 permitiu um trabalho interdisciplinar, sendo possibilitada a abordagem de conteúdos de biologia, como conceitos de virologia através da definição de vírus, diferentes tipos e características,

ciclo de um vírus e maneiras de contágio. Pôde-se abordar ainda os tipos de imunização através do estudo sobre vacinas, a diferença da tecnologia das vacinas existentes da COVID-19, fases de desenvolvimento de uma vacina, sua segurança e eficácia. A importância desses conteúdos abordados está na relação com a conscientização do porquê se vacinar e da segurança da vacinação, bem como o papel de cada pessoa perante a vacina, a fim de proteger uma comunidade como um todo.

Em química, pudemos abordar as maneiras de proteção, como a utilização de agentes químicos saneantes, a importância de lavar as mãos, a relação da porcentagem do álcool com a quantidade de água e desnaturação das proteínas, diferença na composição e eficácia do álcool e vinagre, reação do sabão e a destruição do envelope viral, os perigos das receitas caseiras de álcool em gel e os riscos da ingestão de álcoois, tanto etanol como metanol. A abordagem destes conteúdos permite demonstrar a eficácia e importância da lavagem das mãos ou utilização do álcool em concentração correta, além de alertar quanto à utilização de outros componentes, como o vinagre, ou ingestão de álcoois os quais não possuem ação sobre o vírus.

Já no conteúdo específico de farmácia, foram abordadas as fases da pesquisa clínica de um medicamento e a complexidade de se fazer um medicamento novo. Ainda foi tratado do problema da automedicação e proliferação de *fake news* em relação a medicamentos que não possuíram a comprovação científica de sua eficácia. A importância desses conteúdos está na área profissional desses estudantes, pois cabe a eles, após formados, a orientação adequada quanto à utilização dos medicamentos.

Estudante

1B — Houve colaboração e comunicação entre estudante e professor durante a construção da IIR?

Sim. Inclusive a comunicação é um dos critérios para se alcançar a ACT, e a construção da IIR favoreceu a aquisição desta habilidade através de vários momentos. Houve grande interação entre estudantes e a professora-pesquisadora na etapa 1, pois as *fake news* foram elencadas pelos próprios estudantes, tendo que opinar e argumentar sobre quais frases eles identificavam como não sendo verdadeiras. No refinamento do *clichê* da situação-problema na etapa 2, os alunos analisaram e, junto

com a professora-pesquisadora, formularam outras questões relevantes relacionadas ao tema a ser desenvolvido e reestruturaram as frases elencadas em possíveis questões a serem respondidas no decorrer da atividade.

Entre os próprios participantes, houve uma boa comunicação, considerando que souberam trabalhar em equipe e dialogar com seus pares, uma vez que a maioria das atividades foi desenvolvida em grupos. E, para tal, eles deveriam negociar entre os pares e decidir como seria realizada a atividade. Por exemplo: para a síntese da IIR, houve várias ideias de fechamento da IIR, mas chegaram a um consenso geral para a elaboração dos materiais.

2B — Estudante no centro da aprendizagem: qual a importância e como colocar em prática?

Colocando o estudante no centro da aprendizagem, emprega-se o princípio de empoderamento do estudo no processo de ensino e aprendizagem, ou seja, o estudante é estimulado a propor soluções para problemas, pesquisar e debater. Podemos destacar que é uma forma de dar mais autonomia para que ele desenvolva características importantes para o futuro, como adquirir critérios de ACT, para tomada de decisões diante de problemas reais, como o da pandemia de COVID-19.

Para colocar em prática, o professor deve se utilizar de metodologias e estratégias de modo que o aluno assuma mais responsabilidades durante a dinâmica. Um exemplo é a busca de resoluções de questões sociocientíficas através da discussão de conhecimentos que facilitem a leitura do mundo onde vivem.

O estudante, tendo que buscar repostas e soluções — através da resolução de situações-problemas, por exemplo —, contribui para o desenvolvimento do seu próprio pensamento crítico. Desse modo, ele aprende a fazer relações entre os assuntos, entende que existe mais de um lado em cada situação, e começa a expor ideias e opiniões de acordo com sua visão de mundo.

Essas descrições estão relacionadas a uma ACT do estudante, sendo um objetivo do ensino de ciências, ou seja, estimulá-lo a utilizar conhecimentos para entender o mundo que o cerca, tornando-o consciente e responsável por suas decisões.

3B — Durante a construção da IIR, o estudante apresentou autonomia e domínio perante o tema?

A capacidade de adquirir uma certa autonomia e domínio foi destacada como critério de uma ACT nesta tese, assim como por Fourez (2005).

A autonomia pôde ser adquirida através da busca de informações a respeito da situação-problema, pois os estudantes adquiriram as informações de especialistas, bem como através de pesquisa em fontes confiáveis. Foram capazes de questionar sobre uma possível tomada de decisão em face da situação questionável. Por exemplo: a prescrição de medicamentos que possuem sua ineficácia comprovada. Foram capazes de concluir a atividade, mesmo a professora-pesquisadora tendo de se ausentar das aulas. Foram criativos na elaboração de seus materiais de divulgação através da síntese da IIR. Apresentaram confiança na leitura de artigos científicos e adquirindo, assim, segurança em suas decisões.

O domínio pôde ser observado por meio da capacidade de coletar, ordenar e analisar as informações, e criar conclusões via leitura dos artigos científicos e das páginas oficiais da OMS. Demonstraram conhecer o assunto e relacionaram conhecimentos científicos na resolução das situações-problemas através de relações de como ocorre uma infecção viral; a ação da vacina no organismo; a segurança da vacina através da abordagem de suas etapas de desenvolvimento.

4B — Quais as concepções iniciais dos estudantes em relação à utilização de fármacos no tratamento precoce da COVID-19 e em relação à vacinação contra a doença? Essas concepções foram alteradas durante o estudo?

Quanto à utilização dos medicamentos contidos no “kit covid” para o tratamento da COVID-19, no questionário inicial, sete dos estudantes acreditavam na eficácia desses medicamentos e utilizariam sob prescrição médica. Já os sete demais não acreditavam e não utilizariam os medicamentos mesmo sob prescrição médica.

Após o desenvolvimento da atividade, foi realizado um encerramento em que os alunos-participantes deveriam descrever se mudaram alguma opinião referente ao questionário inicial. Dos sete que inicialmente relataram que tomariam os medicamentos sob prescrição médica, quatro se manifestaram no encerramento da atividade que mudaram sua opinião em relação aos medicamentos e agora não os tomariam mesmo sob prescrição médica. Um estudante relatou que após prescrição, se possível, iria consultar uma segunda opinião médica antes da decisão. E dois estudantes não se manifestaram nem a favor nem contra.

Quanto à vacinação, apenas um dos alunos-participantes da pesquisa não tomou a vacina e não acreditava na sua segurança e eficácia. No encerramento, esse aluno descreveu que, após os estudos, acredita que a vacina tenha sido desenvolvida através das fases de segurança. Mas não sabia qual seria o efeito futuro desta vacina no organismo, permanecendo sua opinião de não vacinação.

Podemos perceber que quanto aos medicamentos, o estudo foi capaz de mudar algumas tomadas de decisão, ou seja, os estudantes utilizaram dos dados coletados durante o desenvolvimento da IIR para a mudança de opinião diante do uso dos medicamentos. Porém quanto à vacinação, o aludido estudante não mudou sua opinião, demonstrando que assim como uma parcela da população que não se vacinou, não adianta estudar, mostrar a segurança ou eficácia; alguns ainda relutam e preferem acreditar nos rumores de uma possível reação no organismo pós-vacinação.

Contexto

1C — De que maneira o tema pode auxiliar o professor a trabalhar diversos conteúdos na busca de uma alfabetização *científica* da população?

A busca da ACT está vinculada à possibilidade de uma análise crítica da situação. A análise de diversos ângulos de uma pandemia, como a da COVID-19, permite tal análise crítica: seja em função da distribuição e utilização de medicamentos, seja na decisão de tomar ou não vacina, em ter a capacidade de analisar a veracidade de informações, no caso as *fake news* e saber buscar o conhecimento para essa análise. Além, da importância de não se influenciar pela fala de políticos sem embasamento científico em seus argumentos.

2C — Quais as contribuições da IIR para a discussão do papel do farmacêutico quanto ao uso racional de medicamentos?

A construção da IIR permitiu a discussão do uso racional de medicamentos em vários momentos: um deles foi na entrevista com o médico o qual relatou a não necessidade da suplementação de vitaminas para indivíduos que não possuem deficiência nestas vitaminas. O papel do farmacêutico consiste na orientação para a não automedicação de vitaminas sem necessidade, assim como o alerta de problemas que podem causar através de uma hipervitaminose.

Outro momento foi a entrevista com a farmacêutica a qual alertou sobre a indicação de medicamentos de uma pessoa para outra, e o papel do farmacêutico no alerta quanto à interação medicamentosa, intoxicação, reações adversas.

A aula com o professor-farmacêutico também abordou o problema da automedicação, principalmente com os medicamentos que foram difundidos durante a pandemia, como a ivermectina, medicamento que não possui ação sobre o vírus, e os estudos que demonstraram ação, tal ação foi com uma concentração muito alta e perigosa para ingestão. Novamente cabe ao farmacêutico a orientação sobre as doses adequadas quanto ao uso de medicamentos.

3C — Quais elementos se destacaram durante a construção da IIR, a fim de promover uma ACT?

A construção da IIR permitiu o envolvimento de alguns critérios explicitados na tese como sendo essenciais para uma pessoa alfabetizada cientificamente. São eles: fazer bom uso dos especialistas; fazer bom uso das caixas-pretas; compreender o valor da pesquisa científica; distinguir as fontes válidas de informação; compreender as questões culturais, éticas e morais envolvidas na resolução de problemas; envolver a resolução colaborativa em problemas sociocientíficos; fazer um bom uso da articulação entre saberes e tomada de decisão; adquirir uma certa habilidade de comunicação; adquirir uma certa habilidade de autonomia; adquirir uma certa habilidade de domínio. Esses critérios foram alcançados através de algumas habilidades observadas durante as etapas da construção da IIR, as quais foram evidenciadas ao longo da discussão dos resultados.

Dentre esses critérios, podemos destacar o bom uso dos especialistas, momento que os estudantes acharam de maior importância no desenvolvimento da atividade. Fazer um bom uso dos especialistas permitiu uma visão geral das situações-problemas destacadas e é uma etapa de extrema importância, porque ninguém sabe tudo sobre qualquer assunto. Por isso, a necessidade de saber recorrer a um especialista para adquirir as informações necessárias para uma boa tomada de decisão. Destacamos que os alunos apresentaram a capacidade de análise crítica das respostas do especialista e recorreram a uma segunda opinião quando necessário ou recorreram a mais pesquisas em artigos científicos, não ficando totalmente dependentes dos especialistas.

Ainda ressalta-se o critério de distinguir as fontes válidas de informação, pois através desta análise crítica das informações e de suas fontes, além da busca de informações em fontes válidas, permite o combate à disseminação das *fake news*, assim como permite contra-argumentos com dados científicos diante delas.

4C — Quais as contribuições da construção de uma IIR quanto ao papel do ensino de ciências diante da pandemia de COVID-19?

Como durante a pandemia os conhecimentos sobre o vírus, tratamentos e vacinas, e a disseminação das notícias falsas fizeram parte da sociedade, o ensino de ciências entra como forte aliado na ACT da população com capacidade de orientar e difundir informações corretas e conhecimentos científicos. A construção da IIR desta tese permitiu esse confronto entre as *fake news* e o conhecimento científico.

Tema

1D — Quais as possíveis vantagens na elaboração de IIR na prática docente do professor?

A utilização da IIR supera obstáculos epistemológicos decorrentes, sobretudo da visão disciplinar de ensino, além de fazer com que o professor dê sentido ao ensino de ciências e desenvolva a capacidade de analisar as possíveis relações entre os conhecimentos científicos e as tomadas de decisões individuais ou comunitárias num contexto real.

A elaboração de uma situação-problema para a IIR permite ao professor pensar no contexto do estudante e sua relação com o meio social, além do conteúdo disciplinar, tornando útil o ensino de ciências.

Todo o contexto da elaboração de uma IIR permite refletir essa relação entre escola e sociedade. Levando, nesse sentido, o professor a refletir e sempre buscar maneiras de se alcançar os critérios da ACT, almejando, independente do conteúdo, a formação do estudante como cidadão.

2D — A discussão em sala de aula referente à COVID-19 favoreceu a preparação dos estudantes para responder a uma QSC?

Sim, porque envolveu não só a contribuição de diversas áreas de conhecimento, mas a consideração de valores morais e éticos, assim como abordou posicionamentos e decisões, em nível individual e/ou coletivo. O tema permitiu

discussões relacionadas com saúde pública, como a automedicação e controvérsias sobre vacina.

3D — Qual a importância da interdisciplinaridade diante da tomada de decisões referentes à pandemia de COVID-19?

A pandemia vem mostrar que existem problemas que só podem ser resolvidos se formos capazes de transitar em diversas áreas de conhecimento. O ensino através da interdisciplinaridade é uma estratégia para compreensão, interpretação e explicação de temas complexos, como o da pandemia de COVID-19.

A construção da IIR demonstrou que para a solução das situações-problemas, bem como para tomada de decisão houve a necessidade de envolvimento de diversas áreas, diversas visões de especialistas. Por exemplo: para abordar a contaminação pelo vírus, utiliza-se da biologia; para formas de proteção contra o vírus, utiliza-se da química; decisão quanto a tratamentos e medicação, utiliza-se de visões de farmacêuticos e médicos. Conclui-se que só a partir de uma visão ampla é que podemos avaliar e fazer uma análise crítica de uma determinada situação.

4D — Qual o impacto da pandemia de COVID-19 sobre a ciência e a importância da racionalidade científica e da *alfabetização científica* da população?

Vivemos tempos em que movimentos anticiência, antivacina e espalhamento de *fake news* requerem enfrentamentos também em sala de aula, promovendo, para além da reflexão, a materialização de diversos resultados de pesquisas. A pandemia demonstrou a importância não apenas da utilização de evidências científicas, mas também da popularização da ciência como instrumento de saúde pública. Quanto mais pessoas adquirem conhecimento de fontes confiáveis — seja pela busca própria em meios confiáveis de informação, seja através de algum manual criado por pessoas que têm essa capacidade de seleção de informações corretas —, menor a probabilidade de que informações falsas ou distorcidas sejam influentes.

A importância da ACT da população em geral está na capacidade de buscar informações sobre a situação antes de tomar decisões: pode ser através da distinção entre as fontes válidas de informação ou recorrer a especialistas quando necessário.

5.5 Análise da própria prática

O processo de pesquisa-ação desta tese já iniciou através da escolha do tema e da elaboração da situação-problema da IIR. Pois o tema COVID-19 surgiu de um contexto complexo e atual em momento pandêmico. A pesquisa-ação leva em consideração a realidade social e educacional e a possibilidade de mudança e transformação.

A construção da IIR em torno do tema COVID-19 permitiu essa relação social de urgência destacada, pois as decisões individuais podem impactar numa comunidade inteira. Por exemplo: respeitar o distanciamento social; utilizar meios de proteção contra o vírus, a fim de poder contribuir para uma menor disseminação; a decisão de tomar a vacina levando à proteção individual, porém pensando em comunidade — o maior número de vacinados leva a uma menor possibilidade de circulação do vírus. Tratando-se de estudantes de um curso técnico em Farmácia, destaca-se a importante relação do uso descontrolado de medicamentos durante a pandemia. Nesse contexto, percebe-se a importância e relevância social de se estudar mais aprofundo esse tema com os estudantes.

Essa relação é uma maneira de tornar útil o ensino de ciências/química. Pois como evidenciado durante a tese, todos tiveram contato diariamente com a palavra vírus, mas não sabiam a definição e ação desse agente infeccioso no organismo. Todos utilizaram álcool gel, lavaram suas mãos, mas não sabiam os mecanismos de reação destes produtos sobre o vírus. Por isso, salienta-se essa importância de se trabalhar com os critérios da ACT em qualquer nível de ensino, valendo-se desses conceitos científicos aliados à importância de uma tomada de decisão consciente. Conseguindo, assim, contribuir para a formação cidadã desse estudante.

Quanto à prática docente, essa análise inicial do contexto e necessidade de se trabalhar com o tema da pandemia de COVID-19, levou-me a planejar uma estratégia de como colocar em prática. Como eu já havia estudado sobre a IIR em uma disciplina do doutorado, vi nela o potencial de se trabalhar com o tema a partir da resolução de situações-problemas.

A construção da IIR a partir da resolução destas situações-problemas colocou o estudante no centro da aprendizagem, pois foi estimulado a propor soluções para problemas, pesquisar e debater. Podemos destacar que foi uma forma de dar mais autonomia para que o estudante desenvolvesse características importantes para o

futuro, como adquirir critérios de ACT, para tomada de decisões diante de problemas reais, como o da pandemia de COVID-19. Nesse contexto, superamos aquela prática profissional de se trabalhar apenas na sua disciplina e tão somente com conteúdo disciplinares.

Quanto à construção da IIR, avalio como satisfatória, uma vez que os estudantes se envolveram em seu processo de construção: seguiram todas as etapas; identificamos várias habilidades de ACT que se relacionaram com os critérios destacados, tornando-se uma forte aliada no processo de busca de uma ACT, além de capacitar os alunos-participantes em uma análise crítica e auxiliar numa tomada de decisão consciente.

Quanto à limitação da construção da IIR, seria o tempo de aplicação, considerando que o tema era complexo, e a atividade foi extensa no contexto da disciplina. A elaboração da atividade foi longa, sobretudo por se tratar de um conjunto de IIR. E, para se tornar viável a outros profissionais que queiram reaplicar, indico a realização de apenas uma situação-problema.

Outra limitação da aplicabilidade desta metodologia na educação básica, é quanto ao contexto de atuação profissional junto a atual gestão educacional do Paraná, que limita a atuação dos professores, pois atualmente, prescreve o que os professores devem fazer, com aulas prontas, sequência de conteúdos fixos e a exaustiva e obrigatória utilização de plataformas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como último capítulo, faço o desfecho desta investigação procurando responder à questão inicial proposta: quais elementos uma proposta investigativa e crítica, sobre COVID-19, deve conter para promover uma Alfabetização Científica e Tecnológica??

Para que o ensino de ciências seja um meio de colaborar para uma formação crítica dos estudantes, deve-se trabalhar com metodologias que permitam a eles utilizarem os conhecimentos científicos para fazer uma leitura do mundo onde vivem e, principalmente, fazer a articulação entre esses conhecimentos científicos e tomada de decisão.

A proposta investigativa deve ser capaz de trabalhar com critérios de ACT. Estes critérios são algumas competências que se acredita que devem ser desenvolvidas e utilizadas em uma proposta investigativa e crítica. Destaca-se nesta tese que uma pessoa alfabetizada científica e tecnologicamente é capaz de atender a alguns critérios apresentados a seguir:

- fazer bom uso dos especialistas;
- fazer bom uso das caixas-pretas;
- compreender o valor da pesquisa científica;
- distinguir as fontes válidas de informação;
- compreender as questões culturais, éticas e morais envolvidas na resolução de problemas;
- envolver a resolução colaborativa em problemas sociocientíficos;
- fazer um bom uso da articulação entre saberes e tomada de decisão;
- adquirir uma certa habilidade de comunicação;
- adquirir uma certa habilidade de autonomia;
- adquirir uma certa habilidade de domínio.

Constatou-se nesta tese que a metodologia da IIR é uma possibilidade de prática pedagógica interdisciplinar que permite a abordagem desses critérios. Os critérios de ACT foram alcançados através de algumas habilidades observadas durante as etapas da construção da IIR, as quais foram destacadas ao longo da discussão dos resultados.

Dentre esses critérios, podemos destacar o bom uso dos especialistas, momento que os estudantes acharam de maior importância no desenvolvimento da atividade. Fazer um bom uso dos especialistas permitiu uma visão geral das situações-problemas destacadas e é uma etapa de extrema importância, porque ninguém sabe tudo sobre qualquer assunto. Por isso, a necessidade de saber recorrer a um especialista para adquirir as informações necessárias para uma boa tomada de decisão. Ressaltamos que os alunos apresentaram a capacidade de análise crítica das respostas dos especialistas e recorreram a uma segunda opinião quando necessário ou recorreram a mais pesquisas em artigos científicos, não ficando totalmente dependentes dos especialistas.

Ainda destaco o critério de distinguir as fontes válidas de informação, pois através desta análise crítica das informações e de suas fontes, além da busca de informações em fontes válidas, permite o combate à disseminação das *fake news*, bem como permite contra-argumentos com dados científicos diante da propagação de notícias falsas.

Podemos dizer que as habilidades evidenciadas ao longo da discussão dos dados possibilitam dizer que a metodologia de IIR favoreceu o alcance dos critérios de uma ACT. No entanto estes critérios não são atingidos em sua plenitude. Uma pessoa nunca chega ao máximo de ACT. Estes critérios devem ser desenvolvidos ao longo da sua vida. A metodologia possibilitou uma forma de abordagem destes critérios, mas o ideal era que fossem oportunizados aos estudantes vários momentos como este durante sua formação escolar; para que, durante sua vida, ele tivesse autonomia de buscar a ACT em várias situações do cotidiano.

Destaca-se, portanto, que a finalidade desta tese, de levar até a sala de aula uma metodologia que amplie o nível de ACT dos estudantes foi atingida e que essa ampliação pode ser realizada através do envolvimento das habilidades destacadas para se alcançar os critérios de ACT discutidos.

Quanto ao tema COVID-19, abordado na construção da IIR, permitiu desenvolver no estudante o senso crítico, investigativo e autônomo na busca de uma solução concreta para o problema abordado. O destaque da atividade foi a potencialidade do envolvimento da tomada de decisão: seja quanto ao uso de medicamentos, seja quanto à decisão a respeito da vacina e sua relação com o contexto social.

Acredito que um dos desafios do ensino de ciências, atualmente, é preparar alunos conscientes, com capacidade de posicionamento e tomada de decisão. Para que assim ocorra, há a necessidade de o meio escolar retratar o contexto do estudante e envolver essas questões sociocientíficas, como a pandemia de COVID-19, que possibilitou a articulação entre conhecimentos científicos e tomada de decisão.

A construção da IIR em torno do tema COVID-19 permitiu essa relação social de urgência destacada por mim, pois as decisões individuais podem ter impacto em uma comunidade inteira. Por exemplo: através do distanciamento social, dos meios de proteção e da vacinação.

Ainda se destaca que mesmo após todas as discussões e desenvolvimento das atividades, um estudante não mudou sua opinião, demonstrando que assim como uma parcela da população que não se vacinou, não adianta estudar, mostrar a segurança ou eficácia; alguns ainda relutam e preferem acreditar nos rumores de uma possível reação no organismo pós-vacinação. Demonstra-se aqui que o papel do educador é limitado, pois, mesmo trazendo toda a rica discussão em torno do tema, um aluno não foi atingido na sua mudança de opinião, demonstrando que devemos como profissionais proporcionar a discussão, a visão crítica, porém isso não é garantia de que os estudantes colocarão em prática estes ensinamentos.

Em relação à prática docente, a construção da IIR superou aquele ensino tradicional de se trabalhar apenas na sua disciplina e somente com conteúdos disciplinares; pois a partir da resolução das situações-problemas, colocou-se o estudante no centro da aprendizagem.

Quanto à limitação da construção da IIR, seria o tempo de aplicação, considerando que o tema era complexo, e a atividade foi extensa no contexto da disciplina. A elaboração da atividade foi longa, sobretudo por se tratar de um conjunto de IIR. E, para se tornar viável a outros profissionais que queiram reaplicar, indico a realização de apenas uma situação-problema.

Outra limitação da aplicabilidade desta metodologia na educação básica, é quanto ao contexto de atuação profissional junto a atual gestão educacional do Paraná, que limita a atuação dos professores, pois atualmente, prescreve o que os professores devem fazer, com aulas prontas, sequência de conteúdos fixos e a exaustiva e obrigatória utilização de plataformas. Ou seja, trabalhou-se essa tese em torno da autonomia do estudante, porém, faz-se uma crítica à não autonomia do

professor hoje em sala de aula, com pouca liberdade para se trabalhar com diferentes metodologias.

REFERÊNCIAS

- ALVES JÚNIOR, J. C. *et al.* A influência das fake news na vacinação contra o COVID-19. **Estudos Avançados sobre Saúde e Natureza**, v. 2, 2022. DOI: 10.51249/easn02.2021.631. Disponível em: <https://www.periodicojs.com.br/index.php/easn/article/view/631>. Acesso em: 10 nov. 2022.
- ANDERSON, A. E.; JUSTEMENT, L. B.; BRUNS, H. A. Using real-world examples of the COVID -19 pandemic to increase student confidence in their scientific literacy skills. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 48, n. 6, p. 678–684, nov. 2020.
- ARAGÃO, S. B. C. A **Alfabetização Científica na formação inicial de professores de Ciências: análise de uma Unidade Curricular planejada nessa perspectiva**. 2019. 236 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.
- ARCHILA, P. A.; *et al.* Towards Covid-19 Literacy: Investigating the Literacy Levels of University Students in Colombia. **Science & Education**, v. 30, n. 4, p. 785–808, ago. 2021.
- ARIA, M.; CUCCURULLO, C. Bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. **Journal of informetrics**, v. 11, n. 4, p. 959-975, nov. 2017.
- AULER, D.; BAZZO, W. A. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 1–13, 2001.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, n. 2, p. 122–134, dez. 2001.
- AULER, D. **Interações entre ciência-tecnologia-sociedade no contexto da formação de professores de ciências**. 2002. 257 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- BARBOSA, L. C. A.; BAZZO, W. A. A escola que queremos: é possível articular pesquisas ciência-tecnologia-sociedade (CTS) e práticas educacionais? **Revista Eletrônica de Educação**, São Carlos, v. 8, n. 2, p. 363–372, 30 ago. 2014.
- BETTANIN, E.; PINHO-ALVES, J. Alfabetização Científica e Técnica: um instrumento para observação dos seus atributos. *In: Anais...* Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 4, São Paulo, p. 20-33, 2003.
- BHARTI, N.; SISMONDO, S. Political Prescriptions: Three Pandemic Stories. **Science, Technology, & Human Values**, 2022.

BRASIL. Ministério da saúde. **Plano Nacional de Operacionalização da Vacinação contra a Covid-19 - PNO**, 2021a. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/coronavirus/vacinas/plano-nacional-de-operacionalizacao-da-vacina-contra-a-covid-19>. Acesso em: 10 ago. 2022.

BRASIL. Ministério da saúde. **Anvisa aprova uso emergencial da vacina da Janssen**, 2021b. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2021/anvisa-aprova-uso-emergencial-da-vacina-da-janssen>. Acesso em: 10 ago. 2022.

BRASIL. Ministério da saúde. **Painel Coronavírus**. CORONAVÍRUS/BRASIL, 2022. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em: 10 ago 2022.

BRAUND, M. Critical STEM Literacy and the COVID-19 Pandemic. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 21, n. 2, p. 339–356, jun. 2021.

CACHAPUZ, A. F. Epistemologia e ensino das ciências no pós-mudança conceitual: análise de um percurso de pesquisa. *In: Anais... ENPEC*, 2, São Paulo, Vallinhos, 1999.

CAO, B. *et al.* A trial of lopinavir–ritonavir in adults hospitalized with severe Covid-19. **New England journal of medicine**, v. 382, n. 19, p. 1787-1799, 2020.

CARR, W.; KEMMIS, S. **Becoming critical**. Education, knowledge and action research, Brighton (UK): Falmer Press, 1986.

CARVALHO, W.; GUIMARÃES, Á. S. Desinformação, Negacionismo e Automedicação: a relação da população com as drogas “milagrosas” em meio à pandemia da COVID-19. **InterAmerican Journal of Medicine and Health**, v. 3, 2020.

ÇAKAR, Z. P.; REDFERN, J.; VERRAN, J. Analysis of university student responses to the pandemic in a formal microbiology assessment. **FEMS Microbiology Letters**, v. 368, n. 14, p. 1-7, 23 jul. 2021.

CHASSOT, A. I. Alfabetização científica: questões e desafios para a educação. 8. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2018.

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

CORDENONSI, A. Z.; MÜLLER, F. M.; BASTOS, F. A matriz dialógica problematizadora como uma estrutura para o exame e a discussão temática de uma disciplina de graduação mediada por tecnologia. *In: Brazilian Symposium on Computers in Education (Simpósio Brasileiro de Informática na Educação-SBIE)*, p. 32-41, 2008.

COUTO, M. T.; BARBIERI, C. L. A.; MATOS, C. C. S. A. Considerações sobre o impacto da covid-19 na relação indivíduo-sociedade: da hesitação vacinal ao clamor por uma vacina. **Saúde e Sociedade**, v. 30, 2021.

DACORÉGIO, G. A.; ALVES, J. A. P.; LORENZETTI, L. Tendências de pesquisas em ENPECs sobre questões sociocientíficas. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 2, n. 3, p. 79-96, out./dez. 2017.

DARRONQUI, S. R. **Do uso à mediação de tecnologias no ensino-aprendizagem de ciências: uma abordagem investigativa de prática educacional no ensino fundamental**. 2013. 157 f. Dissertação (Mestrado Ensino de Ciências e Tecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de ciência e Tecnologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

ELLIOT, J. **Action research for educational change**. Buckingham: Open University Press, 1991.

FERREIRA, L. LG; ANDRICOPULO, A. D. Medicamentos e tratamentos para a Covid-19. **Estudos avançados**, v. 34, p. 7-27, set-dez. 2020.

FLEMING, R. Adolescent reasoning in socio-scientific issues, part I: Social cognition. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 23, n. 8, p. 677-687, 1986.

FOUREZ, G. Alphabétisation Scientifique et Technique et Îlots de Rationalité. *In: XVI JIES, Actes*. Chamonix, France, 1992.

FOUREZ, G.; MATHY, P.; ENGLEBERT-LECOMTE, V. Un modèle pour un travail interdisciplinaire. **Aster: Recherches en didactique des sciences expérimentales**, v. 17, n. 1, p. 119-142, 1993.

FOUREZ, G. El movimiento ciencia, tecnología, sociedad (CTS) y la enseñanza de las ciencias. **Perspectivas: Revista trimestral de educación comparada**, n. 1, p. 27-40, 1995.

FOUREZ, G. **Alfabetización científica y tecnológica**: acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Ediciones Colihue SRL, 1997.

FOUREZ, G. Interdisciplinaridade et îlots de rationalité. **Revue Canadienne de l'enseignement des sciences, des mathématiques et des technologies**, vol. 1, n. 3, juillet. 2001.

FREIRE, P. **Educação como prática de liberdade**. São Paulo: Paz e Terra, 1980.

FREIRE, P. Educação “bancária” e educação libertadora. **Introdução à psicologia escolar**, v. 3, p. 61-78, 1997.

GLENN, A. D.; GLENN, W. Educational Leaders' Need for Health Literacy During the COVID-19 Pandemic. **Journal of School Administration Research and Development**, v. 5, n. S2, p. 80–85, 21, dez. 2020.

GRATZ, K. L. *et al.* Adherence to Social Distancing Guidelines Throughout the COVID-19 Pandemic: The Roles of Pseudoscientific Beliefs, Trust, Political Party Affiliation, and Risk Perceptions. **Annals of Behavioral Medicine**, v. 55, n. 5, p. 399-412, 6 maio. 2021.

GROSSER, M. R.; HALE, R. E. Analysis of a COVID-19 Clinical Trial to Emphasize Experimental Design and Quantitative Reasoning in an Introductory Biology Course. **Journal of Microbiology & Biology Education**, v. 22, n. 1, p. 1-4, 30 abr. 2021.

HAN-TOSUNOGLU, C.; OZER, F. Exploring Pre-service Biology Teachers' Informal Reasoning and Decision-Making About COVID-19. **Science & Education**, v. 31, n. 2, p. 325–355, abr. 2022.

HODSON, D. **Teaching And Learning Science**: Linking with Learning. Open University Press, 1998.

HU, M.; JIA, H.; XIE, Y. Passport to a Mighty Nation: Exploring Sociocultural Foundation of Chinese Public's Attitude to COVID-19 Vaccine Certificates. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 19, p. 1-12, 4 out. 2021.

HURD, P. D. Scientific literacy: New minds for a changing world. **Science education**, v. 82, n. 3, p. 407-416, dec. 1998.

KEMMIS, S.; McTAGGART, R. **Como planificar la investigación acción**. Barcelona: Editorial Laerts, 1988.

KRASILCHIK, M. Caminhos do ensino de ciências no Brasil. **Em Aberto**, v. 11, n. 55, set. 1992.

KRUPCZAK, C.; LORENZETTI, L.; AIRES, J. A. Controvérsias sociocientíficas como forma de promover os eixos da alfabetização científica. **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 1, jul. 2020.

LAUGKSCH, R. C. Scientific literacy: A conceptual overview. **Science education**, v. 84, n. 1, p. 71-94, 2000.

LAVAQUI, V.; BATISTA, I. DE L. Interdisciplinaridade em ensino de Ciências e de Matemática no Ensino Médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 3, p. 399–420, dez. 2007.

LAWALL, I. T. Olhares para além das Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade no uso da Alfabetização Científica e Tecnológica. *In*: MILARÉ, G. P. et al. **Alfabetização científica e tecnológica na Educação em Ciências**: fundamentos e práticas. São Paulo: Livraria da Física, 2021.

LEMKE, J. L. Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, p. 5-12, 2006.

LEWIN, K. *et al.* Action research and minority problems. **Journal of social issues**, v. 2, n. 4, p. 34-46, 1946.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, p. 45-61, jun. 2001.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. Em Aberto, v. 5, n. 31, 1986.

MAIA, P.; JUSTI, R.; SANTOS, M. Aspects About Science in the Context of Production and Communication of Knowledge of COVID-19. **Science & Education**, v. 30, n. 5, p. 1075–1098, out. 2021.

MALLMANN, E. M. **Mediação pedagógica em educação à distância: cartografia da performance docente no processo de elaboração de materiais didáticos**. 2008. 304 f. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós Graduação em educação. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

MALLMANN, E. M. Pesquisa-ação educacional: preocupação temática, análise e interpretação crítico-reflexiva. **Cadernos de Pesquisa**, v. 45, n. 155, p. 76-98, jan-mar. 2015.

MATOS, R. C. Fake news frente a pandemia de COVID-19. **Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia**, v. 8, n. 3, p. 78-85, mai. 2020.

MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P. História e compreensões de Alfabetização Científica e Tecnológica. In: MILARÉ, G. P. **Alfabetização científica e tecnológica na Educação em Ciências: fundamentos e práticas**. São Paulo: Livraria da Física, 2021.

MOREIRA, M. A.; OSTERMANN, F. **Teorias construtivistas**. Porto Alegre: Gráfica do Instituto de Física-UFRGS, 1999.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem**. 2. ed. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 2018.

MOREIRA, P. S. DA C.; GUIMARÃES, A. J. R.; TSUNODA, D. F. Qual ferramenta bibliométrica escolher? um estudo comparativo entre softwares. **P2P E INOVAÇÃO**, v. 6, p. 140–158, 31 mar. 2020.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. A Linguagem em uma Aula de Ciências. **Presença Pedagógica**, v. 2, n. 11, p. 49-57, 1996.

MOTOKI, K.; SAITO, T.; TAKANO, Y. Scientific Literacy Linked to Attitudes Toward COVID-19 Vaccinations: A Pre-Registered Study. **Frontiers in Communication**, v. 6, p. 707391, 15 jul. 2021.

MUCHENSKI, J. C. *et al.* Proposta de aprender por projetos de pesquisa alicerçados por ilhas interdisciplinares de racionalidade. **Encontro Nacional De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v. 11, p. 1-9, 2017.

MUNDIM, J. V.; SANTOS, W. L. P. Ensino de ciências no ensino fundamental por meio de temas sociocientíficos: análise de uma prática pedagógica com vista à superação do ensino disciplinar. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 18, n. 4, p. 787-802, mai. 2012.

NEHRING, C. M. *et al.* As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciências através de projetos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 1, p. 88–105, jun. 2000.

NETO, M. *et al.* Fake news no cenário da pandemia de Covid-19. **Cogitare enfermagem**, v. 25, 2020.

NICOLETTI, E. R.; SEPEL, L. M. N. Organização inicial de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade a partir de um tema específico da biologia. **Ciência e Natura**, v. 37, n. 3, p. 808–820, 1 jul. 2015.

PICCOLI RICHETTI, G.; ALVES FILHO, J. DE P. Automedicação no Ensino de Química: uma proposta interdisciplinar para o Ensino Médio. **Educación Química**, v. 25, p. 203–209, jul. 2014.

PIETROCOLA, M. Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos. **Investigações em ensino de Ciências**, v. 4, n. 3, p. 213-227, mês. 1999.

PIETROCOLA, M. *et al.* As Ilhas de Racionalidade e o Saber Significativo: o Ensino de Ciências através de Projetos. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 1, p. 99-122, mês. 2000.

PIETROCOLA, M.; PINHO-ALVES, J.; DE FÁTIMA PINHEIRO, T. Prática interdisciplinar na formação disciplinar de professores de ciências. **Investigações em ensino de ciências**, v. 8, n. 2, p. 131-152, 2003.

PINHEIRO, T. F.; PINHO-ALVES, J. Ilhas de racionalidade: experiências interdisciplinares na segunda série do ensino médio. **Encontro Ibero-Americano de coletivos escolares e redes de professores que fazem investigação na sua escola**, v. 4, 2005.

PINHO-ALVES, J. Uma Prosa sobre interdisciplinaridade e Fourez. *In*: MILARÉ, G. P. *et al.* **Alfabetização científica e tecnológica na Educação em Ciências: fundamentos e práticas**. São Paulo: Livraria da Física, 2021.

PRESTES, R. F.; SILVA, A. M. M. **As contribuições do educar pela pesquisa no estudo das questões energéticas**. Experiências em Ensino de Ciências (UFRGS), 2009.

RATCLIFFE M.; GRACE M. **Science education for citizenship: teaching socioscientific issues**. Maidenhead: Open University Press, 2003.

REGIANI, A. M. *et al.* Seguindo os passos de Sherlock Holmes: Experiência interdisciplinar em encontro de divulgação científica. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 14, n. 3, p. 185–198, dez. 2012.

REIS, P. Ciência e controvérsia. **Revista de estudos universitários**, p. 9-15, dez. 2009.

REIS, P. Uma iniciativa de desenvolvimento profissional para a discussão de controvérsias sociocientíficas em sala de aula. **Interacções**, v. 2, n. 4, nov. 2006.

REISS, M. J. Science Education in the Light of COVID-19: The Contribution of History, Philosophy and Sociology of Science. **Science & Education**, v. 29, n. 4, p. 1079–1092, ago. 2020.

RICHETTI, G. P.; PINHO-ALVES F., J. Automedicação no Ensino de Química: uma proposta interdisciplinar para o Ensino Médio. **Educación Química**, v. 25, p. 203-209, jul. 2014.

RUBBA, P. A.; WIESENMYER, R. L. Goals and competencies for precollege STS education: recommendations based upon recent literature in environmental education. **The Journal of Environmental Education**, v. 19, n. 4, p. 38-44, 1988.

RUISCH, B. C. *et al.* Examining the Left-Right Divide Through the Lens of a Global Crisis: Ideological Differences and Their Implications for Responses to the COVID-19 Pandemic. **Political Psychology**, v. 42, n. 5, p. 795–816, out. 2021.

SANTOS, P. G. F.; COSTA, N. C. C.; BRITO, A. L. Covid-19 no âmbito das questões sociocientíficas: modelando a problemática e traçando possibilidades educacionais. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 26, n.1, p. 127-144, 2021.

SANTOS, W. L. P. **O Ensino de Química para Formar o Cidadão: Principais Características e Condições para a sua Implantação na Escola Secundária Brasileira**. 1992. 233 f. Dissertação (Mestrado em Educação.) – Programa de Pós Graduação em Educação. Faculdade de Educação/ UNICAMP, Campinas, São Paulo, 1992.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. Ed. UNIJUI, 1997.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 2, n. 2, p. 110–132, dez. 2000.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 1, p. 95–111, 2001.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista brasileira de educação**, v. 12, p. 474-492, set-dez. 2007.

SANTOS, W. L. P. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**, v. 1, nov. 2008.

SANTOS, W.L. P.; SCHENTZLER, R.P., **Educação em química: compromisso com a cidadania**, 4. Ed., Ijuí: Editora da Unijuí, 2010.

SANTOS, W. L. P. A Química e a formação para a cidadania. **Educación química**, v. 22, n. 4, p. 300-305, out. 2011.

SARINHO, F. W. *et al.* Vacinas COVID-19 e imunobiológicos. **Arq Asma Alerg Immunol**, v. 5, n. 2, p. 126-134, mar. 2021.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em ensino de ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, dez. 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SCHMITZ, C. **O uso de ilhas de racionalidade para abordar temas relacionados à eletricidade, magnetismo e acústica**. 2001. 73 f. Monografia. (Monografia em física) Universidade Federal de Santa Catarina, 2001.

SCHMITZ, C. **Desafio docente: As Ilhas de Racionalidade e seus elementos interdisciplinares**. 2004. 289 f. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica - Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

SERPA, S. *et al.* COVID-19 and Scientific Literacy. **Journal of Educational and Social Research**, v. 11, n. 2, p. 1, 5 mar. 2021.

SILVA FILHO, P. S. P; *et al.* Vacinas contra Coronavírus (COVID-19; SARS-COV-2) no Brasil: um panorama geral. **Research, society and development**, v. 10, n. 8, 2021.

SISMONDO, S. Epistemic corruption, the pharmaceutical industry, and the body of medical science. **Frontiers in research metrics and analytics**, v. 6, p. 2, 2021.

SOARES, M. **Letramento-um tema em três gêneros**. São Paulo: Autêntica, 1998.

STENHOUSE, L. **An introduction to curriculum research and development**. Londres: Heinemann, 1975.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 7. ed. São Paulo: Editorial Cortez, 1996.

THIOLLENT, M.; COLETTE, M. M. Pesquisa-ação, formação de professores e diversidade. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, v. 36, n. 2, p. 207-216, dez. 2014.

TRAMONTIN, A. C. *et al.* Ilha interdisciplinar de racionalidade: um olhar para o lixo na noosfera campeira. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 1, p. 102-118, abr. 2019.

VIEIRA, K. R. C. F.; BAZZO, W. A. Discussões acerca do aquecimento global: uma proposta CTS para abordar esse tema controverso em sala de aula. **Ciência & Ensino**, v. 1, p. 1-12, nov. 2007.

WHO. Estudos mostram que a hidroxicloroquina não produz efeitos clínicos benéficos no tratamento da COVID-19. **World Health Organization**, 2020. Disponível em: <https://www.who.int/pt/home>. Acesso em: 10 ago. 2022.

YANG, Z.; LUO, X.; JIA, H. Is It All a Conspiracy? Conspiracy Theories and People's Attitude to COVID-19 Vaccination. **Vaccines**, v. 9, n. 10, p. 1051, 22 set. 2021.

APÊNDICE A - Resumo da leitura dos artigos extraídos da Scopus

Categorias	Artigos, autores e local de publicação	Resumo	Conclusão
Fatores sociais e decisões	<p>Adherence to Social Distancing Guidelines Throughout the COVID-19 Pandemic: The Roles of Pseudoscientific Beliefs, Trust, Political Party Affiliation, and Risk Perceptions</p> <p>Kim L. Gratz; Julia R. Richmond; Sherry E. Woods; Katherine L. Dixon-Gordon; Kayla M. Scamaldo; Jason P. Rose; Matthew T. Tull;</p> <p>ann. behav. med. (2021)</p>	<p>O estudo analisou as relações de crenças pseudocientíficas, confiança generalizada e institucional e filiação político-partidária à adesão às diretrizes de distanciamento social da COVID-19 ao longo de três meses. A pesquisa foi realizada com uma amostra nacional dos Estados Unidos de 430 adultos. As percepções de risco e confiança nos <i>Centers for Disease Control and Prevention</i> (CDC) (Centros de Doenças Controle e Prevenção) foram associadas a declínios menos acentuados no distanciamento social ao longo do tempo, à filiação ao Partido Republicano (<i>versus</i> Democrata); e as crenças pseudocientíficas da COVID-19 foram associadas a declínios mais acentuados no distanciamento social ao longo do tempo.</p>	<p>Os resultados destacam a utilidade da saúde pública em intervenções destinadas a melhorar a alfabetização científica e enfatiza-se a necessidade do apoio bipartidário às diretrizes de distanciamento social.</p>
	<p>All models are wrong, but some are useful: mathematical models at the time of Covid-19</p> <p>Buiani R;</p> <p>Punctum. International Journal of Semiotics (2021)</p>	<p>Modelos epidemiológicos têm sido ferramentas cruciais em todas as etapas da pandemia de coronavírus 2020-21. Embora úteis, os modelos não são concebidos para serem infalíveis e, por esta razão, foram frequentemente alvo de críticas. Há uma discrepância entre o que os modelos fazem e como são apresentados e percebidos. Vários fatores justapostos, incluindo crenças atuais sobre confiabilidade científica e o papel da quantificação, estão no centro dessa discrepância. Embora a alfabetização científica possa desempenhar um papel na abordagem dessa discrepância, analisando e conhecendo melhor esses fatores, podem sugerir estratégias de longo prazo para abordar, reconhecer, e comunicar a complexidade inerente à pandemia.</p>	<p>Durante a pandemia, os modelos matemáticos se encontraram no centro do palco para o fornecimento de projeções; mas, muitas vezes, têm sido culpados por seus erros e falta de precisão. A disseminação de um novo vírus dificultou a construção de modelos e previsões a partir dos dados limitados e não disponíveis no início da pandemia. O ritmo de descobertas e evidências foi desafiador de monitorar. Os modelos epidemiológicos têm sido submetidos a críticas por esta condição de muitas incógnitas, porque inicialmente resumiram a confiabilidade absoluta.</p>
	<p>Exploring Pre-service Biology Teachers' Informal Reasoning and Decision-Making About COVID-19</p>	<p>A pandemia exigiu que os indivíduos tomassem decisões sobre uma variedade de questões, e esses processos de tomada de decisão estão altamente relacionados ao raciocínio informal e à alfabetização científica dos indivíduos. O estudo foi realizado com</p>	<p>O presente estudo revelou que a tomada de decisões foi baseada na moral, e revelou ainda que os participantes tendem a usar raciocínios diferentes para persuadir alguém a acreditar em suas opiniões no contexto da COVID-19 e isolamento social.</p>

Categorias	Artigos, autores e local de publicação	Resumo	Conclusão
	<p>Cigdem Han-Tosunoglu; Ferah Ozer</p> <p>Science & Education (2021)</p>	<p>26 estudantes do curso de Biologia em Istambul, Turquia, revelando que a maioria dos participantes tomou decisões racionalistas sobre a COVID-19 e o isolamento social. A tomada de decisões baseadas na moral, que é a segunda maior frequência entre todos os modos de tomada de decisão, também é específica para a COVID-19 e isolamento social. Além disso, os participantes utilizaram diferentes argumentos sobre o tema e convergiram suas ideias sobre isolamento social e COVID-19.</p>	<p>Argumentos baseados em moral, baseados em evidências, baseados em experiência e baseados em autoridades eram mais comumente usados do que outros argumentos persuasivos.</p>
	<p>Examining the Left-Right Divide Through the Lens of a Global Crisis: Ideological Differences and Their Implications for Responses to the COVID-19 Pandemic</p> <p>Benjamin Coe Ruisch; Courtney Moore; Javier Granados Samayoa; Shelby Boggs; Jesse Ladanyi; Russell Fazio.</p> <p>Political Psychology, Vol. 42, No. 5, 2021</p>	<p>Respostas à pandemia exibem uma forte divisão ideológica, com conservadores políticos (<i>versus</i> liberais/progressistas) expressando menos preocupação com o vírus e menor adesão comportamental aos esforços para combatê-lo. Neste estudo, foram examinados os fatores que contribuem para a lacuna ideológica na resposta à pandemia.</p>	<p>Os conservadores expressaram consideravelmente menos empatia pelos pacientes com COVID-19; os liberais tiveram maior preocupação empática, enquanto os conservadores eram mais elevados em ideação conspiratória. Indivíduos mais conservadores expressaram maior confiança no governo federal e maior confiança em Donald Trump, e os liberais expressaram um apoio ligeiramente maior aos governadores estaduais. O conservadorismo também foi associado a menos confiança/crença na ciência. Já os fatores demográficos e impactos negativos não explicaram essa diferença ideológica. Em outras palavras, apesar das múltiplas formas que fatores, como renda, raça e religião podem ser esperado para moldar as experiências de vida e visão de mundo de alguém, nenhuma dessas diferenças tinha poder preditivo substancial para responder à pandemia.</p>
	<p>Developing and Using Multiple Models to Promote Scientific Literacy in the Context of Socio-Scientific Issues</p>	<p>É fundamental que os alunos desenvolvam e usem múltiplos modelos como parte de suas experiências para aprendizagem científica em geral. Eles devem se envolver em modelos científicos e sociocientíficos à medida que exploram uma questão social complexa, porque o engajamento em múltiplos modelos científicos promove a compreensão sobre fenômenos relevantes. E o engajamento em modelos</p>	<p>O engajamento em múltiplos modelos científicos promove a compreensão dos alunos sobre fenômenos relevantes. E o engajamento em modelos sociocientíficos ajuda os alunos a compreender a relação do conhecimento científico em contextos sociais mais amplos. Esta abordagem é significativa na ponte entre o conhecimento disciplinar e a tomada de decisão</p>

Categorias	Artigos, autores e local de publicação	Resumo	Conclusão
	Li Ke1; Troy D. Sadler; Laura Zangori; Patricia J. Friedrichsen; Science & Education (2021)	sociocientíficos ajuda os alunos a utilizarem o conhecimento científico nos contextos sociais; podendo, assim, impactar em suas posições sobre questões complexas, como a COVID-19.	cotidiana e tem implicações importantes para o ensino de ciências e para a alfabetização científica.
	Critical STEM Literacy and the COVID-19 Pandemic Martin Braund Can. J. Sci. Math. Techn. Educ. (2021) 21:339–356	A pandemia pode ser vista como um “problema perverso,” definido por altas complexidades, incertezas e valores sociais contestados que exigem uma abordagem transdisciplinar, relacionando com política social. Implicações da pandemia podem ser utilizadas para a educação de <i>Science, Technology Engineering and Mathematics</i> (STEM) (Ciência, Engenharia Tecnológica e Matemática) em escolas que exigem pensamento crítico e compreensão da epidemiologia da doença em um contexto global.	Conclui-se que a alfabetização STEM crítica compreende conhecimento, habilidades e compreensão STEM, necessários para decisões pessoais de saúde. Destaca-se que a prioridade de como os sistemas educacionais podem responder à pandemia de COVID-19 incluem a valorização do aprendizado transdisciplinar, e o ensino sobre práticas epistemológicas da ciência. Em última análise, a pandemia de COVID-19 exige que o STEM ofereça um envolvimento mais amplo, com o que foi chamado de questões sociais científicas, ou seja, tem que haver um senso mais focado de alfabetização crítica para desenvolver os hábitos mentais necessários para lidar com os problemas perversos do mundo como a COVID-19.
Vacina e ACT	Passport to a Mighty Nation: Exploring Sociocultural Foundation of Chinese Public's Attitude to COVID-19 Vaccine Certificates Mingyu Hu, Hepeng Jia e and Yu Xie International Journal of Environmental Research and Public Health (2021)	Vacinação contra COVID-19 é essencial no combate à pandemia. O estudo examina as atitudes do público chinês quanto à vacinação contra a doença em questão e fatores que contribuem com seus pontos de vista. Entre os possíveis fatores contribuintes estão a renda, percepção de benefício pessoal e a norma subjetiva da COVID-19; vacinação e nacionalismo foram significativamente associados à atitude positiva do público. Ao mesmo tempo, o conhecimento geral sobre vacinas e a alfabetização científica tiveram um efeito inconstante. Ecoando estudos recentes, esses achados revelam uma atitude coletivista do público chinês em relação à proposta de certificar publicamente a vacinação.	Quanto mais alto o nacionalismo, mais a população tendeu a tomar ações direcionadas a conquistas nacionais em controle da pandemia. Embora o governo chinês não tenha proposto formalmente ao vice-presidente, apelou amplamente à vacinação pública contra o vírus. Segundo os autores, a vacinação e o uso de máscara parecem apontar para uma vitória nacional contra a pandemia. O trabalho destaca ainda a importância da coletividade e a relaciona à política do país, pois, compreensivelmente, se uma pessoa apoia uma política, ela certamente apoiará a ação incentivada por aquela determinada política. A vacinação também implica uma tendência a seguir as diretrizes do Estado e adotar valores coletivistas.

Categorias	Artigos, autores e local de publicação	Resumo	Conclusão
	<p>Is It All a Conspiracy? Conspiracy Theories and People's Attitude to COVID-19 Vaccination</p> <p>Zheng Yang , Xi Luo and Hepeng Jia</p> <p>Vaccines 2021, 9, 1051</p>	<p>Na china, por meio de uma pesquisa de amostragem, o estudo testou a relação entre as crenças de conspiração das pessoas e a intenção delas de receber a vacinação contra COVID-19. As descobertas mostram que a adesão das pessoas às teorias da conspiração realmente afetam sua intenção de tomar a vacina. No entanto apenas teorias da conspiração relacionadas a vacinas tiveram um impacto significativo, enquanto a crença em teorias mais gerais sobre a COVID-19 não tiveram um impacto significativo. O conhecimento das pessoas sobre vacinas (alfabetização em vacinas) desempenhou um papel importante nesta relação. Pessoas com crenças mais baixas em teorias da conspiração de vacinas e níveis mais altos de alfabetização vacinal eram mais propensas a receber a vacinação contra a COVID-19.</p>	<p>Observou-se que diferentes tipos de teorias da conspiração têm efeitos diferentes sobre a intenção das pessoas de obter a vacina contra a COVID-19. Para a China, a fim de aumentar a intenção do público de ser vacinado, será mais eficaz refutar os rumores das teorias da conspiração da vacina do que outras teorias sobre a COVID-19. No entanto esta conclusão pode não ser aplicável em outros períodos de pandemia e outros contextos socioculturais.</p>
	<p>Scientific Literacy Linked to Attitudes Toward COVID-19 Vaccinations: A Pre-Registered Study</p> <p>Kosuke Motoki, Toshiki Saito and Yuji Takano</p> <p>Frontiers in Communication</p> <p>July 2021 Volume 6 Article 707391</p>	<p>Para evitar a propagação da COVID-19, é necessário promover a vacinação e adotar comportamentos preventivos. Exemplos: o uso de máscara, lavagem das mãos e distanciamento social. No entanto algumas pessoas têm atitudes negativas em relação à administração de vacinas e comportamentos preventivos. O estudo investigou como a alfabetização científica e a compreensão percebida da COVID-19 são associados a atitudes em relação às vacinas e comportamentos preventivos da doença. Os resultados demonstraram que tanto a alfabetização científica quanto a compreensão percebida sobre as vacinas foram positivamente associadas às atitudes em relação às vacinas contra a COVID-19.</p>	<p>O presente estudo demonstra que os níveis mais elevados de alfabetização científica e compreensão de vacinas foram associados a uma atitude mais positiva quanto à vacinação. Nossos achados podem contribuir para a compreensão da heterogeneidade das atitudes vacinais no Japão e fornecer informações úteis para o desenvolvimento de estratégias para aceitação da vacina. O estudo também sugere a importância da comunicação científica para aumentar a alfabetização científica do público em geral. E aponta, igualmente, a necessidade de realizar campanhas de intervenções destinadas a aumentar as vacinações contra a COVID-19.</p>
Fake News	<p>Aspects About Science in the Context of Production and Communication of Knowledge of COVID-19</p>	<p>Diante do enorme volume de informações acessíveis à população, há a necessidade de promover uma alfabetização científica, principalmente na seleção de informações. A pesquisa destaca a</p>	<p>Os cidadãos do século XXI precisam desenvolver o pensamento crítico e possuir habilidades para analisar e interpretar informações de diferentes</p>

Categorias	Artigos, autores e local de publicação	Resumo	Conclusão
	<p>Poliana Maia, Rosária Justi, Monique Santos.</p> <p>Science & Education (2021)</p>	<p>importância de se trabalhar questões sociocientíficas no ensino de ciências. O artigo descreve, então, em sua discussão produções científicas relacionadas à atual pandemia, desde a caracterização do vírus e sua origem até ensaios clínicos de medicamentos e ação das vacinas. Com a utilização deste artigo, os professores podem selecionar eventos e/ou aspectos de apoio a atividades de ensino que contribuam para a promoção de da <i>alfabetização científica</i>.</p>	<p>mídias. Caso contrário, podem apresentar visões distorcidas ou posições tendenciosas. A discussão de aspectos da ciência no contexto sociocientífico da pandemia dá oportunidades ao estudante de tomar conhecimento de tais questões, de se posicionar e de agir criticamente, contribuindo para aumentar sua alfabetização científica.</p>
	<p>COVID-19 and Scientific Literacy</p> <p>Sandro Serpa; Carlos Miguel Ferreira; Maria José Sá; Ana Isabel Santos;</p> <p>Journal of Educational and Social Research</p> <p>March 2021</p>	<p>Este trabalho centra-se na existência avassaladora de notícias falsas diretamente relacionadas à COVID-19, que permeiam as redes sociais e até meios de comunicação, onde jornalistas deveriam agir como guardiões e não falsos guardiões.</p>	<p>Os resultados permitem concluir que há necessidade de promover a alfabetização científica na população em geral, mas, especialmente, entre os jornalistas.</p>
Ensino e COVID	<p>Analysis of a COVID-19 Clinical Trial to Emphasize Experimental Design and Quantitative Reasoning in an Introductory Biology Course</p> <p>Melinda R. Grosser; Rebecca E. Hale</p> <p>Journal of Microbiology & Biology Education (2021)</p>	<p>A prevalência de pesquisas científicas relacionadas à COVID-19 na mídia convencional torna-se um tópico ideal para discussão atual em cursos de biologia de nível básico. A literatura primária (seleção de artigos) pode melhorar a alfabetização científica e as habilidades de raciocínio quantitativo, pois o envolvimento do aluno com o material tem relevância para questões do mundo real. Neste trabalho, foi abordada uma discussão remota e síncrona de uma publicação de ensaio clínico de acesso aberto sobre o medicamento experimental remdesivir no tratamento da COVID-19. O estudo enfatiza conceitos de desenho experimental, análise estatística, interpretação gráfica e estrutura.</p>	<p>Os comentários refletiram entusiasmo pela relevância do tópico; alguns relataram compartilhar descobertas com amigos e familiares. Os alunos expressaram otimismo em ver o progresso no tratamento da COVID-19, mas também preocupação com a contínua falta de uma cura genuína. A implementação preliminar desta atividade sugere que a discussão da literatura relacionada à COVID-19 durante a pandemia em andamento é um método altamente envolvente para a aplicação de <i>design</i> experimental e habilidades quantitativas em cursos introdutórios de biologia.</p>
	<p>Using real-world examples of the COVID-19 pandemic to</p>	<p>Ao longo das últimas décadas, houve uma mudança na sala de aula, e ambientes de aprendizagem ativos</p>	<p>O uso de exemplos do mundo real aumenta a compreensão dos alunos sobre conceitos</p>

Categorias	Artigos, autores e local de publicação	Resumo	Conclusão
	<p>increase student confidence in their scientific literacy skills</p> <p>Ashlyn E. Anderson; Louis B. Justement; Heather A. Bruns;</p> <p>Biochem Mol Biol Educ. 2020</p>	<p>proporcionam maior envolvimento dos estudantes no processo de aprendizagem, principalmente quando incorporado uma conexão. Em virtude da rápida expansão de informações no campo da imunologia, devido à pandemia de COVID-19, acreditamos ser muito importante a compreensão da literatura científica primária. Por natureza, a imunologia é interdisciplinar, exigindo um conhecimento integrado de várias disciplinas científicas. Este engajamento por meio do uso da literatura primária pode melhorar a alfabetização científica, desenvolver o pensamento crítico e melhorar a posição de temas complexos. Para explorar isso, utilizamos uma revisão relacionada ao coronavírus, e um artigo de pesquisa clínica sobre a COVID-19. Descobrimos que essa atividade de aprendizagem aumentou significativamente a confiança dos alunos nas principais habilidades de alfabetização científica: ler literatura científica, explicar claramente pontos de vista e descrever conclusões geradas a partir dos dados.</p>	<p>imunológicos. Além disso, nos resultados das declarações pré/pós-avaliação de autoavaliação, os alunos relataram sentir que esse exercício aprimorou sua compreensão dos conceitos de imunologia e sua capacidade de ler e entender a literatura científica, demonstrando um aumento da confiança do aluno na leitura de artigos científicos, explicando claramente os principais pontos e descrevendo as conclusões geradas a partir dos dados.</p>
	<p>Science Education in the Light of COVID-19: The Contribution of History, Philosophy and Sociology of Science</p> <p>Michael J. Reiss</p> <p>Science & Education (2020)</p>	<p>Neste artigo, é examinado como <i>History, Philosophy and Sociology of Science</i> (HPS) (História, Filosofia e Sociologia da Ciência) podem contribuir para a educação científica na era da pandemia de COVID-19. O estudo discute como o conhecimento de pandemias anteriores pode ajudar no ensino sobre a enfermidade em curso; o potencial da medição no contexto dessa doença para introduzir os alunos escolares a questões sobre filosofia da ciência, assim como introduzi-los a formas sociológicas de pensar, examinar dados e questionar práticas humanas, também pode permitir que eles vejam como a ciência, a economia e a política se relacionam. Ao final do artigo, é sugerido que haja fortes argumentos a favor de uma abordagem interdisciplinar para</p>	<p>Focando na COVID-19, apontamos que a história da ciência, a filosofia da ciência e a sociologia da ciência podem ajudar a promover a alfabetização científica e a compreensão pública da biologia, pois a doença aludida pode ser apresentada como uma questão sociocientífica.</p>

Categorias	Artigos, autores e local de publicação	Resumo	Conclusão
	<p>Analysis of university student responses to the pandemic in a formal microbiology assessment</p> <p>Zeynep Petek C, akar; James Redfern and Joanna Verran</p> <p>FEMS Microbiology Letters, 368, 2021</p>	<p>ensinar sobre questões científicas e sociocientíficas destinadas a levantar a alfabetização científica.</p> <p>O objetivo do estudo foi investigar se fazer um curso avançado de microbiologia aumenta a compreensão da pandemia do Coronavírus 2 da Síndrome Respiratória Aguda Grave (SARS-CoV-2) e tem um impacto positivo no comportamento dos alunos em relação às práticas de saúde pública. Distanciamento social, uso de máscaras faciais e higiene das mãos e superfícies que são tocadas pelas mãos, foram descritos como comportamentos importantes: com essa prática informada por seus conhecimentos básicos de microbiologia. Este artigo descreve um cenário em que a avaliação mecânica pode ser usada para avaliar a alfabetização científica mais ampla em relação à aplicação na sociedade, proporcionando aos alunos a oportunidade de incorporar e aplicar seu aprendizado em situações da vida real.</p>	<p>Este estudo fornece um excelente exemplo de como o conhecimento do aluno contribuiu para seu comportamento durante o bloqueio da ação do coronavírus e o ajudou a informar os outros. As respostas do ensaio também, de forma incomum, lançam luz sobre os aspectos humanos da epidemiologia da doença, e não apenas sobre o patógeno, e mostram como as interações humanas influenciam os comportamentos. Este trabalho permitiu que os acadêmicos explorassem as oportunidades da avaliação mecânica na compreensão conceitual e na aprendizagem construtivista, ao mesmo tempo em que permitiu que os alunos aplicassem seus conhecimentos a eventos do mundo real e considerassem seus próprios comportamentos.</p>
Nível de ACT	<p>Towards Covid-19 Literacy</p> <p>Pablo Antonio Archila; Giovanna Danies; Jorge Molina; Anne-Marie Truscott de Mejía; Silvia Restrepo</p> <p>Science & Education (2021)</p>	<p>Análise do nível de alfabetização em COVID-19 entre 4.168 estudantes de uma universidade colombiana. A alfabetização em COVID-19 está intimamente relacionada com a alfabetização em saúde, alfabetização científica e relação com a mídia. A <i>internet</i> (86,8%) foi a fonte de informação mais popular a partir da qual os participantes obtiveram mais informações sobre essa enfermidade. Assuntos como: vacinação, teste de diagnóstico para a doença e taxa de letalidade merecem mais atenção em futuros estudos.</p>	<p>O nível de alfabetização em COVID-19 dos participantes é moderado. Para passar para um nível alto, seria necessário mais atenção para alguns aspectos: fontes de informação, conhecimento sobre a disseminação, prevenção, transmissão, diagnóstico, tratamento e taxa de mortalidade. A alfabetização em COVID-19 não é uma solução para todos os problemas relacionados, mas é um elemento entre muitos outros de uma estratégia que pode não apenas superar esta crise, mas também aprender a partir dela.</p>
Líderes escolares e CT	<p>Educational Leaders' Need for Health Literacy During the COVID-19 Pandemic</p> <p>Adriana D. Glenn e William J. Glenn</p>	<p>Os líderes escolares enfrentarão grandes desafios para equilibrar as considerações de saúde de estudantes e funcionários das escolas com a reabertura ao ensino presencial. Para navegar nesse novo cenário educacional, tais líderes precisarão trabalhar com autoridades médicas e de saúde pública para adquirir alfabetização em saúde. A</p>	<p>Os funcionários escolares devem adquirir conhecimentos em saúde para gerir as escolas de forma segura e saudável durante a pandemia de COVID-19. Devido a não confiabilidade política em relação à segurança da volta às aulas, é necessário que os líderes escolares trabalhem e se informem com especialistas confiáveis para tomar as melhores</p>

Categorias	Artigos, autores e local de publicação	Resumo	Conclusão
	Journal of School Administration Research and Development (2020)	alfabetização em saúde será uma habilidade importante e necessária para líderes educacionais para tomar as melhores decisões possíveis.	decisões por seus estudantes e por toda a comunidade escolar.

APÊNDICE B - Questionário inicial

Questionário para os estudantes

Prezado (a) estudante.

Este questionário faz parte de uma pesquisa do curso de Doutorado em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR (Campus Ponta Grossa), que está sendo desenvolvida pela aluna Micheli Kuchla, sob a orientação do Professor Doutor Awdry Feisser Miquelin. A pesquisa tem como tema: “Alfabetização científica e Tecnológica: uma proposta para formação investigativa e crítica na Escola Básica”.

Sua participação é muito importante, pois a partir de suas respostas formularemos a situação problema de estudo da nossa Ilha Interdisciplinar de Racionalidade.

Não é necessário identificar-se. Lembrando que as respostas serão utilizadas apenas para os fins da referida pesquisa e que os dados serão de acesso apenas dos pesquisadores responsáveis pela mesma. Poderá ocorrer a divulgação dos resultados via publicação de artigos científicos em periódicos da área, mas será mantido o sigilo, de acordo com as questões éticas da pesquisa

Instruções: algumas questões são de múltipla escolha, sendo que apenas uma das alternativas deve ser assinalada. Outras questões são dissertativas e devem ser respondidas de acordo com o que acontece na realidade de sua função.

Obrigada pela colaboração.

1) Quantos anos você tem

- Menor de 18 anos
- 18 à 27 anos
- 28 à 37 anos
- 38 à 47 anos
- acima de 48 anos

2) Você já pegou covid-19?

- sim não

Caso sua resposta da questão 2 seja sim, responda as questões 3 e 4. Caso seja não, siga para a questão 5.

3) Fez uso de algum medicamento durante o ciclo do vírus?

- Não
- sim , quais foram?

4) Fez uso de alguma receita natural/caseira durante o ciclo do vírus?

- não
- sim, quais foram?

5) Você já utilizou algum medicamento para prevenção do covid-19?

não

sim, quais foram?

6) Você já utilizou alguma receita natural/caseira para prevenção do covid-19?

não

sim, quais foram?

7) Qual sua opinião a respeito da utilização de medicamentos (kit-covid) para o tratamento da covid- 19?

não acredito ser eficaz e não utilizaria

acredito ser eficaz e utilizaria sob indicação médica

acredito ser eficaz e utilizaria mesmo sem indicação médica

8) Quais fontes de pesquisa você utilizou para adquirir informações sobre o covid-19 durante a pandemia? (pode marcar mais de uma opção)

não adquiri nenhuma informação

rádio

televisão

facebook

whatsapp

sites de notícias

artigos científicos

declarações de médicos, enfermeiros e farmacêuticos declarações da secretaria de estado da saúde

9) Você recebeu via internet, ou leu notícias e dizeres populares sobre o enfrentamento da covid 19, em questão de receitas caseiras para não pegar o covid-19, sobre sua resistência ou como “matar” o vírus? Cite algumas destas frases.

10) Você recebeu/ouviu alguma fake News referente a covid-19?

não

() sim, qual foi a fonte de recebimento dessa informação?

11) Cite alguma (as) fake News que você identificou como não sendo verdadeira:

12) Quando você leu/recebeu informações sobre a covid-19, você buscou identificar se tratava de fake News?

- () sempre verifiquei
- () na maioria das vezes
- () raras vezes
- () nunca verifiquei

13) Quais foram suas fontes de pesquisa referente à identificação de ser fake News ou não:

- () nunca procurei
- () rádio
- () televisão
- () facebook
- () whatsapp
- () sites de notícias
- () artigos científicos
- () declarações de médicos, enfermeiros e farmacêuticos
- () declarações da secretaria de estado da saúde

14) Você passou alguma informação sobre covid-19 adiante sem verificar se era fake News?

- () sim, sempre verifiquei a procedência da informação
- () quase sempre verifiquei a procedência da informação
- () raras vezes verifiquei a procedência da informação
- () nunca verifiquei a procedência da informação

15) Quanto a vacina marque uma das opções:

- () não tomei vacina
- () tomei as duas doses e a dose de reforço
- () tomei as duas doses da vacina e estou aguardando a dose de reforço
- () tomei apenas a primeira dose por opção
- () tomei apenas duas doses por opção

16) Você acredita que a vacina é eficaz contra a covid-19?

- () sim, porque?

() não, por que?

17) Quais foram as informações que você já ouviu contra a vacina da COVID-19? Porque existem pessoas contra a vacinação?

18) Qual sua visão sobre a relação da pandemia da covid-19 e a ciência? Na sua opinião há uma descrença em relação a ciência ou não? justifique.

19) Qual sua visão da importância do farmacêutico frente a pandemia da covid-19?

20) Qual sua visão sobre a indústria farmacêutica frente a pandemia de covid-19?

APÊNDICE C - Primeira Matriz Dialógico-Problematizadora elaborada para a pesquisa

	A-Estudante	B-COVID-19	C-Fármacos	D-IIR
1-Estudante	1A-Houve colaboração e comunicação entre os estudantes durante a construção da IIR? De que forma?	1B-De que forma o tema COVID-19 pode auxiliar o estudante numa leitura crítica do mundo?	1C-Quais conhecimentos iniciais os estudantes possuem a respeito dos tratamentos contra a COVID-19?	1D-De que forma a IIR instiga os estudantes para uma formação crítica?
2-COVID-19	2A-Para os estudantes, qual a percepção sobre o tema COVID e sua relação com a ciência?	2B-Qual o impacto da pandemia de COVID-19 sobre a ciência e a importância da racionalidade científica e da <i>alfabetização científica</i> da população?	2C-O que leva a população ao uso irracional de <i>fármacos</i> durante a pandemia de COVID-19?	2D-Qual a importância da interdisciplinaridade diante da tomada de decisões referente à pandemia de COVID-19?
3-Fármacos	3A-Qual o papel do farmacêutico quanto à segurança da administração de fármacos?	3B-Qual o papel da Indústria farmacêutica em relação ao uso racional de medicamentos?	3C-A automedicação pode estar relacionada a um fenômeno social?	3D-Quais as contribuições da IIR para a discussão do negacionismo/descrência científica?
4-IIR	4A-Durante a construção da IIR, o estudante apresentou autonomia, domínio e responsabilidade perante o tema?	4B-Quais as contribuições da construção de uma IIR quanto ao papel do ensino de ciências diante da pandemia de COVID-19?	4C-Qual a importância dos conhecimentos prévios ou saberes populares referentes ao tema COVID, abordados na construção do problema da IIR?	5C-Como expressar a síntese do modelo ou construção teórica da IIR de forma não tradicional?