

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO:
CONHECIMENTO E INCLUSÃO SOCIAL

Luciana Nami Kadooca

**ELABORAÇÃO DE PREVISÕES E HIPÓTESES NO ENSINO REMOTO:
como vídeos educativos japoneses auxiliam os estudantes do 8º ano a compreenderem a
Ciência?**

BELO HORIZONTE

2021

LUCIANA NAMI KADOOCA

**ELABORAÇÃO DE PREVISÕES E HIPÓTESES NO ENSINO REMOTO:
como vídeos educativos japoneses auxiliam os estudantes do 8º ano a compreenderem a
Ciência?**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação.

Linha de Pesquisa: Educação e Ciências

Orientadora: Profa. Dra. Ana Luiza de Quadros

BELO HORIZONTE

2021

K11e
T

Kadooca, Luciana Nami, 1995-

Elaboração de previsões e hipóteses no ensino remoto [manuscrito] : como vídeos educativos japoneses auxiliam os estudantes do 8º ano a compreenderem a ciência? / Luciana Nami Kadooca. - Belo Horizonte, 2021.

181 f. : enc, il., color.

Dissertação -- (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

Orientadora: Ana Luiza de Quadros.

Bibliografia: f. 147-156.

Apêndices: f. 157-181.

1. Educação -- Teses. 2. Ciências (Ensino fundamental) -- Estudo e ensino -
- Teses. 3. Ciências (Ensino fundamental) -- Métodos de ensino -- Teses.
4. Ciências (Ensino fundamental) -- Compreensão -- Teses. 5. Ciências (Ensino
fundamental) -- Metodologia -- Teses. 6. Videoteipes na educação -- Teses.
7. Pandemia -- Aspectos educacionais -- Teses. 8. COVID-19 (Doença) --
Quarentena -- Ensino à distância -- Teses.

I. Título. II. Quadros, Ana Luiza de, 1963-. III. Universidade Federal de
Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 372.35

Catálogo da fonte: Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)

Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO - CONHECIMENTO E INCLUSÃO SOCIAL



FOLHA DE APROVAÇÃO

ELABORAÇÃO DE PREVISÕES E HIPÓTESES NO ENSINO REMOTO: como vídeos educativos japoneses auxiliam os estudantes do 8º ano a compreenderem a Ciência?

LUCIANA NAMI KADOOCA

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO - CONHECIMENTO E INCLUSÃO SOCIAL, como requisito para obtenção do grau de Mestre em EDUCAÇÃO - CONHECIMENTO E INCLUSÃO SOCIAL.

Aprovada em 23 de junho de 2021, pela banca constituída pelos membros:

Prof(a). Ana Luiza de Quadros - Orientador
UFMG

Prof(a). Luiz Gustavo Franco Silveira
UFMG

Prof(a). Angélica Oliveira de Araujo
UFVJM

Professora Dra. Rosimar de Fátima Oliveira
Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Educação:
Conhecimento e Inclusão Social - FAE/UFMG

Belo Horizonte, 6 de julho de 2021.

AGRADECIMENTOS

Sou profundamente grata a todas as pessoas com as quais convivi.

Aos meus pais, Mary e Osvaldo, pelo suporte incondicional e constante desde sempre. Sou grata também por todos os conselhos, carinho e apoio. Às minhas irmãs pelos momentos de descontração e convivência nesses longos anos. Tive o prazer de conviver diariamente com todos vocês durante algumas etapas desta dissertação.

Ao Vitor que, mesmo de tão longe, sempre esteve presente para me apoiar e me ouvir com toda a paciência, carinho e cuidado do mundo.

À professora Ana Luiza pela orientação cuidadosa, paciente e atenciosa durante essa longa jornada. Obrigada pela disposição, pelos ensinamentos, por todas as discussões, conversas e apoio. Ao grupo de pesquisa GEMEEQ pelas trocas de ideias e ricas discussões.

Aos professores Luiz, Angélica, Fábio e Danusa pela disponibilidade e pelas valiosas contribuições para essa pesquisa.

Aos estudantes, essência deste trabalho, pela participação nas discussões e empenho na realização das atividades. Aos professores e demais membros da escola, pelo acolhimento da proposta, disponibilidade e contribuição incessante para a pesquisa.

Ao professor Kano por me apresentar os programas de televisão apaixonantes que motivaram a proposta da pesquisa e por sempre se mostrar solícito para responder a todos os meus e-mails.

Às amigas do mestrado pelas risadas, ideias e experiências compartilhadas, além dos encontros virtuais durante a pandemia: os antigos “seminários de quarentena”.

Aos amigos que me acompanham desde sempre pelo companheirismo e pela convivência. Especialmente a Giovana, Victória e Anna Luísa, por todas as mensagens, conversas e apoio.

Ao Getúlio pelo trabalho cuidadoso de revisão ortográfica.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos que possibilitou a minha dedicação ao mestrado. À CAPES/PROEX pelo apoio ao Programa de Pós-Graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social.

Ao Programa de Pós-Graduação em Educação: Conhecimento e Inclusão Social, seus docentes e funcionários, pela preocupação pela formação de todos os seus discentes e por todo o apoio pedagógico e administrativo.

心から感謝しております。

RESUMO

No ensino e aprendizagem de Ciências, o envolvimento de estudantes com práticas epistêmicas da Ciência pode propiciar o desenvolvimento de compreensões a respeito dos processos e das características da atividade científica. Ao longo dos anos, pesquisas realizadas para investigar as concepções de estudantes sobre a atividade científica têm indicado a existência de visões estereotipadas e deformadas a respeito desse empreendimento. Outras, mais recentes, demonstram que por meio de pequenas mudanças alguns aspectos desse imaginário vêm se distanciando dos estereótipos descritos na literatura. Isto posto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o envolvimento de estudantes com atividades ancoradas em práticas epistêmicas, especialmente elaborar hipóteses e fazer previsões, e como essas práticas contribuem para a compreensão de aspectos da Ciência. Para isso foi organizada e desenvolvida uma sequência de ensino baseada em vídeos educativos e experimentos demonstrativos. Os vídeos educativos fazem parte de um programa de televisão japonês e de um concurso de comunicação científica (vídeo *What is a flame?*, do concurso *The Flame Challenge*). O programa é intitulado 考えるカラス～科学の考え方～ (*Pense como um corvo! As formas de pensar da Ciência*, tradução nossa), do qual selecionamos os vídeos 仮説大好き – デデニオン (*Dedenion, os que adoram hipóteses*, tradução nossa) e alguns experimentos. A produção de dados aconteceu no contexto do Ensino Remoto Emergencial (ERE) – estratégia adotada durante a pandemia do novo coronavírus – no oitavo ano do Ensino Fundamental de uma escola localizada em uma universidade federal de Minas Gerais, no período de um mês, com três aulas síncronas e seis assíncronas, durante o segundo semestre de 2020. A análise dos dados foi realizada de forma qualitativa, utilizando categorias pré-estabelecidas e outras que emergiram dos dados. Como resultado geral, percebemos um bom envolvimento dos participantes com as atividades. Os estudantes possuíam, inicialmente, compreensões de aspectos importantes da Ciência que os afastavam de alguns estereótipos ou de visões deformadas descritas na literatura. As atividades propostas, ancoradas na elaboração de hipóteses e previsões, promoveram ampliação da compreensão do empreendimento científico, principalmente em relação à provisoriedade do conhecimento e às limitações da própria Ciência. O envolvimento em práticas epistêmicas propiciou, também, a construção conceitual da chama, sendo observadas algumas melhorias na qualidade das hipóteses elaboradas pelos estudantes ao longo das atividades. Considerando o contexto de realização – ERE – argumentamos que a pesquisa contribuiu para a ampliação de conhecimento a respeito

de hipóteses e previsões como práticas epistêmicas da Ciência. Consideramos também que os vídeos utilizados se mostraram recursos promissores para a Educação em Ciências.

Palavras-chave: Práticas epistêmicas; Compreensão de Ciência; Ensino remoto; Vídeos educativos.

ABSTRACT

During the process of teaching and learning science, the student's involvement with epistemic practices of science can enable the comprehension about the process and characteristics of scientific activities. Over the years, researches were made to investigate student's conception about scientific activities, indicating that there are stereotyped and distorted visions about this activity. More recent studies demonstrate that through small changes, some aspects of that imaginary are getting away from the stereotypes described by the literature. In this work, the objective is to appraise the student's involvement with activities based on epistemic practices, especially hypothesis and prediction elaboration, and how these practices contribute to the comprehension of science's aspects. With that in mind, a teaching sequence that took as reference educational videos and demonstrative experiments were developed. Those educational videos belong to a Japanese television program and a scientific communication contest (What is a flame? video, from The Flame Challenge contest). The television program's name is 考えるカラス～科学の考え方 (Think like a crow – The scientific method), which the selected videos were 仮説大好き – デデニオン (Dedenion, those who likes hypothesis, own translation) and some experiments. The data production happened during the context of Emergency Remote Teaching (ERT) – strategy adopted during the coronavirus pandemic – on an 8th year class of an elementary school, localized inside a federal university of Minas Gerais, during a month, with three synchronous and six asynchronous classes, throughout the second semester of 2020. In this work, data analysis was performed in a qualitative way, utilizing pre-established categories and some other ones that emerged from the data. As an overall result, was noticed a positive engagement from the participants with the proposed activities. Initially the students had a good comprehension of some important aspects of science, that kept them away from some of the stereotypes or distorted visions. The proposed activities, anchored in the elaboration of hypothesis and predictions, promoted an expansion of the understanding towards the scientific enterprise, mostly regarding the knowledge's temporariness and science's own limitations. The involvement in epistemic practices also provided the conceptual construction about the flame, there were observed some quality improvements in the hypothesis elaborated by the students over the activities. Considering the context of the implementation – ERT – it was discussed that the research contributed to the expansion of knowledge about hypothesis and predictions as epistemic practices of science. It also was considered that the utilized videos were promising resources to the Education in Science.

Keywords: Epistemic practices; Understanding of science; Remote teaching; Educational videos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Aspectos positivos e negativos da imagem social dos cientistas, segundo Mead e Métraux (1957).....	49
Figura 2 – Evolução do processo de construção de um modelo.....	57
Figura 3 – Gráfico da relação dos dispositivos utilizados pelos estudantes para ter acesso às aulas.....	63
Figura 4 – Imagem do quadro <i>O exercício do pensar, com Aoi Yū</i>	65
Figura 5 – Cena do episódio <i>O cano misterioso, parte 2</i>	86
Figura 6 – Cena do episódio <i>Peguem o ladrão de queijo!</i>	88
Figura 7 – Cena do episódio <i>O cano misterioso</i>	93
Figura 8 – Cena do episódio <i>Pegadas misteriosas</i>	97
Figura 9 – Cena do episódio <i>Como foi colocado dentro?</i>	104
Figura 10 – Uma vela acesa.....	110
Figura 11 - Esquema apresentado aos estudantes.....	112
Figura 12 – Representação do Experimento 1	113
Figura 13 – Imagem do balonismo, anexada à atividade	125
Figura 14 – Cena do vídeo <i>What is a flame?</i>	130

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Práticas epistêmicas e suas relações com o conhecimento.....	40
Quadro 2 – Práticas epistêmicas e a descrição das ações dos estudantes.....	41
Quadro 3 – Características de hipóteses válidas, baseado em Nunes e Motokane (2015).....	45
Quadro 4 – Descrição dos experimentos realizados durante a sequência de ensino.....	66
Quadro 5 – Episódios da animação <i>Dedenion</i> exibidos para os estudantes.....	67
Quadro 6 – Descrição das atividades da sequência de ensino e relação dos recursos utilizados.....	69
Quadro 7 – Atividades que incentivaram a reflexão a respeito dos cientistas e da atividade científica.....	79
Quadro 8 – Descrição das atividades e aulas que trataram de hipóteses e previsões.....	92
Quadro 9 – Excerto das interações discursivas que ocorreram na aula 5 síncrona.....	101
Quadro 10 – Descrição das atividades relacionadas ao caso da chama.....	109
Quadro 11 – Dúvidas dos participantes a respeito da chama e/ou da vela.....	111
Quadro 12 – Previsões dos estudantes e a classificação da sua hipótese, antes da realização do experimento.....	115
Quadro 13 – Número de respostas classificadas em categorias.....	121
Quadro 14 – Classificação das respostas para a fumaça do incêndio.....	123
Quadro 15 – Classificação das respostas para o balonismo.....	125
Quadro 16 – Excerto da discussão síncrona na aula 9.....	131
Quadro 17 – Características das hipóteses dos estudantes que fizeram a previsão de que a vela mais alta iria se apagar primeiro.....	173
Quadro 18 – Características das hipóteses dos estudantes que fizeram a previsão de que as duas velas iriam se apagar ao mesmo tempo.....	175
Quadro 19 – Características das hipóteses dos estudantes que fizeram a previsão de que a vela mais baixa iria se apagar primeiro.....	176
Quadro 20 – Características das hipóteses dos estudantes que não acertaram a sua previsão, após terem visto o resultado do experimento.....	177
Quadro 21 – Características das hipóteses dos estudantes após a realização da atividade sobre o balonismo e a fumaça do incêndio.....	178
Quadro 22 – Fontes dos experimentos.....	180
Quadro 23 – Fontes dos episódios do quadro <i>Dedenion, os que adoram hipóteses</i>	181

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BBB	<i>BigBlueButton</i>
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
C&E	Revista Ciência & Educação
CNTP	Condições Normais de Temperatura e Pressão
COEP	Comitê de Ética em Pesquisa
EaD	Educação à Distância
EF	Ensino Fundamental
ERE	Ensino Remoto Emergencial
ERIC	<i>Education Resources Information Center</i>
GLP	Gás Liquefeito de Petróleo
GTD	Grupo de Trabalho Diferenciado
IENCI	Revista Investigações em Ensino de Ciências
M	Massa Molar
MOODLE	<i>Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment</i>
NAPq	Núcleo de Assessoramento à Pesquisa
NdC	Natureza da Ciência
RAV	Recursos Audiovisuais
RBPEC	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
PC	Práticas Científicas
PE	Práticas Epistêmicas
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	13
CAPÍTULO 1 – REVISÃO DA LITERATURA	18
1.1. A Educação em Ciências e as práticas epistêmicas.....	19
1.2. A Educação em Ciências e o uso de recursos audiovisuais	29
1.3. A Educação em Ciências e o programa <i>Kangaeru karasu</i>	34
CAPÍTULO 2 – REFERENCIAL TEÓRICO	38
2.1. Práticas epistêmicas e a Educação em Ciências.....	39
2.1.1. A elaboração de hipóteses e previsões	42
2.2. Características da atividade científica	47
2.2.1. Investigações para identificar a compreensão de estudantes quanto à atividade científica	47
2.2.2. Investigações para entender a atividade científica	53
2.3. O uso de vídeos e a Educação em Ciências	57
CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA	60
3.1. O Ensino Remoto Emergencial (ERE).....	60
3.2. A escola, a disciplina de Ciências e os participantes	61
3.3. A sequência de ensino	63
3.3.1. O programa <i>Kangaeru karasu</i>	63
3.3.2. Os experimentos	66
3.3.3. Os vídeos educativos	67
3.3.3.1. <i>Dedenion, os que adoram hipóteses</i>	67
3.3.3.2. <i>What is a flame?</i>	68
3.3.4. A sequência de ensino: planejamento e desenvolvimento	69
3.4. Produção dos dados e análise dos resultados	73
CAPÍTULO 4 – O ENVOLVIMENTO DOS ESTUDANTES COM AS ATIVIDADES E SUAS COMPREENSÕES A RESPEITO DA CIÊNCIA	75

4.1.	A atividade científica segundo os participantes	78
4.2.	As hipóteses e previsões na atividade científica	92
CAPÍTULO 5 – A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO POR MEIO DE PRÁTICAS EPISTÊMICAS: O CASO DA CHAMA		109
5.1.	A elaboração de previsões para o Experimento 1	112
5.2.	A retomada do conceito de combustão e o levantamento de hipóteses para o resultado observado	119
5.3.	O balonismo, a fumaça de incêndio e uma – <i>singela</i> – troca de ideias	122
5.4.	Retomada e conclusão do experimento das velas	127
5.5.	O vídeo <i>What is a flame?</i>	129
CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....		137
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS		147
APÊNDICE A – Atividades da sequência de ensino.....		157
APÊNDICE B – Quadros com as características das hipóteses elaboradas pelos estudantes		173
APÊNDICE C – Fontes dos experimentos do quadro <i>O exercício de pensar, com Aoi Yū</i> utilizados na sequência de ensino		180
APÊNDICE D – Fontes dos episódios do quadro <i>Dedenion</i> utilizados na sequência de ensino		181

INTRODUÇÃO

No ensino de Ciências, em geral, ainda há um grande foco na explicitação, memorização, uso e articulação de conceitos científicos, fórmulas e regras (SASSERON; DUSCHL, 2016). Entretanto, pesquisadores da área de Educação em Ciências, a exemplo de Ferraz e Sasseron (2017a, 2017b), Sasseron e Duschl (2016) e Silva (2015a), indicam que discussões a respeito dos processos de investigação da Ciência também deveriam fazer parte das aulas, com o objetivo de ampliar o conhecimento em torno do empreendimento científico.

Os trabalhos de Driver *et al.* (1997), Kosminsky e Giordan (2002) e Pombo e Lambach (2017) são exemplos de pesquisas cujos resultados indicam equívocos no entendimento ou até mesmo falta de compreensão de como a Ciência atua na produção de conhecimento. Esses pesquisadores evidenciam algumas concepções deformadas – tais como o tratamento da Ciência como um empreendimento isolado dos contextos sociais, políticos e culturais e a compreensão de que o trabalho dos cientistas acontece de forma solitária – no imaginário de estudantes de variadas faixas etárias. Para Driver *et al.* (1997), as ideias que os estudantes, principalmente as crianças e jovens, têm a respeito da Ciência e do trabalho dos cientistas começam a ser formadas antes da sua introdução na educação formal e algumas delas são reforçadas a partir das disciplinas que trazem, implícita ou explicitamente, esses aspectos. Para os autores, o contato com as mídias que veiculam informações a respeito – em desenhos animados, filmes, vídeos e noticiários –, as experiências diárias com tecnologias diversas e o contato com a sociedade também influenciam os estudantes, de forma positiva ou negativa, na construção dessas concepções.

O desconhecimento a respeito da atividade científica pode, segundo Kosminsky e Giordan (2002), atrapalhar a aproximação dos estudantes com a cultura científica. Esse fator, para os autores, pode estar relacionado indiretamente com as dificuldades de entendimento dos fenômenos tratados nas aulas de Ciências ou com a pouca motivação para estudá-los. Driver *et al.* (1997) ainda argumentam que a compreensão de aspectos da Ciência contribui tanto para o maior sucesso no uso dos conhecimentos científicos pelos estudantes ao longo de suas vidas quanto para fortalecer a percepção deles sobre a Ciência como atividade social e humana.

Em consonância, Sasseron e Duschl (2016) e Silva (2015a) defendem um ensino que possibilite a criação de um espaço social de discussão e interação entre os sujeitos, em que os estudantes se envolvam não apenas com os conhecimentos científicos em questão, mas

também com os processos científicos e as práticas epistêmicas. Práticas epistêmicas (PE) são definidas como formas que membros de uma comunidade constroem, comunicam, justificam e legitimam o conhecimento (KELLY, 2008) e podem emergir em sala de aula pela realização de atividades com características investigativas (SASSERON; DUSCHL, 2016; SILVA, 2015a). Temos interesse especialmente nas PE que envolvem a elaboração de hipóteses e de previsões, que são de suma importância para a produção de conhecimentos científicos (LAKATOS; MARCONI, 2003) e que são exploradas nos vídeos usados nesta pesquisa. O trabalho com essas PE em sala de aula, segundo alguns pesquisadores, a exemplo de Nunes (2016), Santos e Galembeck (2018), Sasseron e Carvalho (2008) e Trivelato e Tonidandel (2015), possui um grande potencial no desenvolvimento de conhecimentos científicos e na promoção da compreensão de características da atividade científica.

Isso posto e tendo em vista a influência de vídeos e programas de televisão na formação de concepções nos estudantes (DRIVER *et al.*, 1997), propomos uma sequência de ensino ancorada em vídeos educativos, principalmente os de experimentos e de quadros de um programa de televisão japonês chamado *考えるカラス～科学の考え方～ (kangaeru karasu ~ kagaku no kangaekata)*¹ (TAKEUCHI *et al.*, 2013). No Japão, país referência em educação pelos resultados do PISA dos últimos anos (OECD, 2015), diversos programas de televisão educativos são exibidos com o objetivo de promover a aprendizagem ativa² – considerada como chave da reforma educacional do país (DAIKOKU, 2017; NIEMI, 2002). Do citado programa, ao qual passamos a nos referir como *Kangaeru karasu*, selecionamos os vídeos do quadro *仮説大好き – デデニオン (kasetsu daisuki – Dedenion; Dedenion, os que adoram hipóteses*, em tradução livre) e experimentos. Apesar de o programa ser destinado a um público de contextos sociais e culturais diferentes do nosso país, consideramos que a abordagem que propomos para a sala de aula pode contribuir para a compreensão dos processos de construção do conhecimento, por meio do envolvimento de estudantes com PE como *elaborar hipóteses e fazer previsões*, presentes nesses vídeos, e das discussões derivadas disso.

¹ Também conhecido no seu título em inglês *Think like a crow – The scientific method* (GOTO, NAKANISHI, KANO, 2018), que traduzimos para o português como *Pense como um corvo, as formas de pensar da Ciência*. O programa é exibido atualmente em um canal japonês destinado apenas a programas educativos (NHK E-TV) e seus episódios estão disponíveis na página da web <<https://www.nhk.or.jp/school/rika/karasu/>>. Como o site não possui tradução para outras línguas, informamos o link de acesso ao primeiro episódio do programa, legendado em inglês: <<https://www.youtube.com/watch?v=Xt367Pqz36w>>. Acesso em 10 mar. 2021.

² O *Active Learning* destaca e incentiva a autonomia e a cooperação entre os aprendizes (DAIKOKU, 2017), enfatizando a importância de iniciativas e de responsabilidades dos estudantes na sua própria aprendizagem (NIEMI, 2002).

O contato com o programa *Kangaeru karasu* foi uma experiência pessoal, relacionada ao interesse pela cultura japonesa e, por isso, para comentar a respeito, flexiono o verbo na primeira pessoa do singular. O meu interesse pelo Japão teve início na busca de compreender as minhas raízes e foi alimentado pelo meu contato, desde pequena, com a língua e a cultura. Como uma pessoa que desde criança também sonhava em ser professora e que possui, desde então, interesse pela Educação, tive curiosidade de conhecer um pouco mais a respeito da educação daquele país. Sendo uma aspirante a pesquisadora, entrei em contato com alguns pesquisadores da literatura japonesa da área de Educação em Ciências com o objetivo de entender melhor as demandas de pesquisa daquele país e as tendências de seu pensamento educacional.

Com isso, ao entrar em contato com um pesquisador japonês, que se mostrou muito solícito, tive conhecimento de programas de televisão que foram produzidos por equipes das quais ele fazia parte – *Kangaeru karasu*, já citado, e *カガクノミカタ* (*kagaku no mikata*) (TAKEUCHI *et al.*, 2016). Dessa forma, conheci o programa *Kangaeru karasu* e fui cativada por cada um de seus quadros, que estimularam a minha curiosidade e me instigaram a refletir e investigar um pouco mais os fenômenos mais simples do meu cotidiano. Esse programa de televisão me inspirou na escolha do meu próprio caminho de pesquisa, a partir da hipótese de que alguns dos seus vídeos e os métodos usados para lidar com os experimentos poderiam ser, de alguma forma, interessantes para estudantes de Ciências dos anos finais do Ensino Fundamental (EF), no contexto brasileiro.

Outro vídeo que fez parte da sequência de aulas e que teve um papel importante na produção de dados foi o *What is a flame?*, produzido pelo então estudante de pós-graduação Ben Ames, vencedor da primeira edição de um concurso chamado *The Flame Challenge* (O Desafio da Chama), do *Alan Alda Center for Communicating Science*. Esse vídeo, que trataremos com mais detalhes ao longo do texto, traz, de forma animada, uma explicação minuciosa para um fenômeno bem comum em nosso cotidiano, e talvez por isso não muito questionado: a chama. Assim, juntamos esse vídeo, que é bem dinâmico e que possui uma variedade de cores e uma trilha sonora instigante, com alguns quadros que julgamos igualmente interessantes do programa de televisão, para fazer a nossa proposta de sequência de ensino.

Inicialmente a coleta de dados estava programada para acontecer com participantes de um Grupo de Trabalho Diferenciado (GTD)³ dos anos finais do EF, grupo que seria coordenado pelo núcleo de Ciências da escola, ficando a condução de suas atividades a cargo da pesquisadora. O GTD estava planejado para ter a duração de aproximadamente um semestre letivo, com encontros presenciais semanais, tendo início em março e término em julho de 2020. Segundo a nossa proposta inicial, seriam realizados experimentos diversos do programa de televisão sob o tema “elementos da natureza”, em pequenos grupos ou por demonstração, e exibidos vídeos educativos para propiciar discussões envolvendo aspectos da construção do conhecimento científico. Todavia, devido à pandemia provocada pela rápida disseminação do novo coronavírus (SARS-CoV-2), as aulas presenciais foram suspensas a partir de março de 2020. Posteriormente foi implementado o Ensino Remoto Emergencial (ERE), de forma a dar continuidade às atividades regulares em segurança por meio de atividades *online*. Com isso, a investigação em campo foi reformulada, sendo realizada a partir de setembro no ERE, com estudantes do oitavo ano do EF da escola, com duração reduzida para aproximadamente um mês e adaptação das atividades para o novo contexto em que fomos inseridos.

Com isso, este trabalho foi realizado a partir do desenvolvimento de uma sequência de ensino no ERE. Sabemos que a redução da quantidade de aulas e o fato de as aulas terem acontecido de forma remota trouxeram prejuízos à produção de dados. Associado a isso está o fato de a escola definir, entre as nove aulas que tínhamos disponíveis, três síncronas e seis de forma assíncrona. A reformulação da sequência foi exaustiva, na procura de estratégias que minimizassem esses prejuízos, e desafiante, por ser uma experiência completamente nova para nós que estávamos habituadas com o ensino presencial.

Para essa investigação tínhamos como questão principal: *Um conjunto de atividades remotas com base em experimentos demonstrativos e vídeos educativos promove o envolvimento dos estudantes com as aulas, ancoradas em práticas epistêmicas, e a compreensão de aspectos da construção do conhecimento científico?* Essa questão principal pode ser desdobrada em outras, que orientaram a elaboração deste trabalho:

- a) Houve envolvimento ativo dos estudantes com as atividades?
- b) Qual a compreensão dos estudantes do EF em relação à produção científica, no que concerne aos seus atores e aos processos?

³ O GTD é um componente curricular obrigatório da escola em questão, o qual possui o objetivo de “respeitar o ritmo, o tempo e as experiências de cada educando” (p. 38) sendo que os estudantes são agrupados segundo interesses próprios ou dos professores, independente do ano escolar (RICCI, 2015).

- c) O envolvimento com hipóteses e previsões, por meio dos experimentos e dos vídeos, ampliou o entendimento da Ciência?
- d) Os estudantes construíram conhecimentos conceituais por meio do envolvimento com as práticas epistêmicas *elaborar hipóteses e fazer previsões*?

A busca por respostas a essas questões auxiliou na definição dos métodos utilizados para a produção e análise dos dados.

O texto desta dissertação foi organizado em seis capítulos, sendo o **primeiro capítulo** destinado à revisão da literatura que trata das PE na Educação em Ciências e do uso do programa de televisão *Kangaeru karasu*, acompanhada de um breve panorama de investigações a respeito de vídeos e outros recursos audiovisuais. No **segundo capítulo**, discutimos os referenciais teóricos que orientaram a pesquisa. Nele, tecemos considerações sobre as PE, o levantamento de hipóteses e a elaboração de previsões, as concepções e as visões de estudantes a respeito da atividade científica presentes na literatura e, por fim, o uso de vídeos e outros recursos audiovisuais na Educação. O **terceiro capítulo** detalha os aspectos metodológicos da pesquisa, caracterizando brevemente a escola, os sujeitos participantes, o contexto social, a sequência de ensino, o programa *Kangaeru karasu* e o vídeo *What is a flame?*. Com base na revisão da literatura, nos construtos teóricos discutidos e nos aspectos metodológicos, redigimos os capítulos 4 e 5, destinados à apresentação e discussão dos resultados. O **quarto capítulo** é destinado à análise das compreensões dos estudantes em relação à atividade científica, o que inclui aspectos como a aparência dos cientistas, a rotina desses profissionais, características do seu trabalho e o papel das previsões e hipóteses no dia a dia, na escola e na Ciência. Já o **quinto capítulo** é voltado a discussões a respeito da construção de conhecimentos conceituais a respeito da chama a partir de PE. Com a análise presente nesses dois capítulos, chegamos, então, ao **sexto capítulo**, no qual tecemos nossas considerações finais.

CAPÍTULO 1 – REVISÃO DA LITERATURA

Iniciamos esta parte do texto com os trabalhos publicados por Kelly e Duschl (2002) e por Kelly e Licona (2018), como forma de introduzir o tema, uma vez que eles oferecem um panorama de trabalhos desenvolvidos envolvendo as práticas epistêmicas (PE) e fazem alguns direcionamentos para futuras pesquisas sobre o tema.

Kelly e Duschl (2002), que identificaram tendências de pesquisa em estudos epistemológicos na área de Educação e Ciências, apontam que uma das direções para a linha de estudo das PE e do caráter social da Ciência é o foco na construção, apropriação e justificação do conhecimento por meio do discurso oral nos contextos de ensino e de aprendizagem. Em um trabalho mais recente, Kelly e Licona (2018), ao relacionar diversos estudos empíricos do campo da educação, defendem a importância do engajamento em PE e discorrem sobre a especificidade da epistemologia de cada Ciência. Esses pesquisadores também propõem direcionamentos para pesquisas que envolvem as PE, entre eles a “aprendizagem a respeito da ciência por meio do engajamento na prática”⁴ (p. 159), em relação ao qual discorrem que o envolvimento com práticas de produção, comunicação e legitimação do conhecimento pode ser uma maneira de propiciar a reflexão envolvendo o funcionamento da Ciência. Considerando os direcionamentos apresentados pelos autores como base para a realização deste trabalho, apresentamos a seguir a revisão da literatura, explorando as pesquisas que a compõem, com o objetivo de situar a dissertação na área de Educação e Ciências.

Realizamos uma busca na base de dados *Education Resources Information Center* (ERIC), considerando que essa base indexa os principais periódicos internacionais de pesquisas na área de Educação. Utilizamos como palavra-chave *epistemic practices* e fizemos um recorte para trabalhos revisados por pares, publicados no período de janeiro de 2010 a agosto de 2019. Todas as pesquisas dessa base são publicadas em língua inglesa e, portanto, pouco retratam o contexto brasileiro, mostrando-se necessária uma busca em periódicos nacionais. Para isso, buscamos artigos relacionados às PE em todos os volumes e números dos principais periódicos brasileiros da Educação em Ciências, publicados em igual período. Para tanto, escolhemos os que foram classificados com o Qualis Capes A1 ou A2 no quadriênio 2013-2016 na área de Educação em Ciências. São eles: (a) *Ciência & Educação* (C&E), revista publicada pelo Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Universidade Estadual Paulista (UNESP); (b) *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*

⁴ Tradução nossa de “[...] learning about science through engagement in practice”.

(RBPEC), publicada pela Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC); (c) Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, publicação científica do Centro de Ensino de Ciências de Matemática (CECIMIG) e do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); (d) Investigações em Ensino de Ciências (IENCI), revista do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Uma vez que as ferramentas de busca desses *sites* nos pareceram limitadas, em vez de optar por palavras-chave baseamos nossos critérios de busca na leitura dos títulos dos trabalhos. Para aqueles que possuíam relação com o tema, fizemos a leitura dos resumos e optamos pelos que possuíam foco nos estudantes, principalmente os do EF, envolvidos com as PE.

1.1. A Educação em Ciências e as práticas epistêmicas

Ao fazer a busca na base de dados ERIC foram encontrados 37 trabalhos, sendo que seis fazem parte da educação em Engenharia ou Ciências da Computação; cinco investigam as crenças, habilidades ou características da prática docente que podem influenciar no desenvolvimento de PE no ensino, com foco nos professores; cinco foram classificados como estudos sociais, envolvendo PE de determinadas comunidades ou questões como afetividade nas aulas de Ciências, entre outras; quatro tratam de formação de professores ou desenvolvimento profissional; três são estudos teóricos (um faz o estudo da influência da *internet* na confiança da população em fontes de informação, e outros dois tratam de características de explicações científicas ou de argumentos na literatura); dois envolvem o Ensino Superior; um possui um foco maior em práticas científicas; e um é o artigo de introdução para a edição especial de uma revista. Os dez trabalhos restantes discorrem sobre o envolvimento de estudantes do Ensino Fundamental e Médio com PE em sala de aula e, por isso, serão mais explorados nessa revisão. Nas revistas nacionais foram encontrados 18 trabalhos – dois na C&E, seis na Ensaio, seis na IENCI e quatro na RBPEC –, sendo que sete deles não tratam especificamente de PE e dois são voltados à formação de professores e/ou Ensino Superior, restando nove trabalhos que tratam do assunto de interesse. Assim sendo, foram selecionados nove trabalhos de periódicos nacionais e dez da base de dados ERIC, totalizando 19 trabalhos, sobre os quais passamos a tratar.

Entre os trabalhos selecionados, dois de autoras brasileiras (SASSERON, 2018; TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015) são de caráter teórico, propondo a discussão de documentos oficiais da educação brasileira e de eixos organizadores de ensino. Sasseron

(2018) faz uma análise de estudos em Educação em Ciências que versam sobre o papel de práticas científicas (PC) e epistêmicas (PE) na promoção da alfabetização científica. Com base nesses estudos, a autora discute sobre a área de Ciências da Natureza da Base Nacional Comum Curricular⁵ (BNCC) com o objetivo de analisar a estruturação das Ciências no documento e de considerar aspectos do trabalho em sala de aula que podem contribuir para um ensino que trate das Ciências como um corpo de conhecimento. A autora busca relacionar as habilidades descritas no documento para os anos iniciais do EF com as PC e as PE, argumentando que as PE possibilitam compreensões da Natureza das Ciências e de seus aspectos sociais e culturais. Entretanto, segundo a autora, o documento pouco favorece situações para o desenvolvimento de PE nessa etapa do ensino. Além da importância do desenvolvimento dessas práticas em sala de aula, ela defende a necessidade de empreender ações investigativas em sala de aula, para ampliar o conhecimento dos estudantes a respeito das Ciências, promovendo o desenvolvimento da autonomia intelectual.

Trivelato e Tonidandel (2015), por sua vez, estabelecem discussões a respeito do Ensino de Ciências por Investigação e de eixos organizadores para sequências de ensino de Biologia. As autoras discorrem sobre questões que são particulares a essa área das Ciências em função da complexidade dos sistemas biológicos e de outros fatores. A natureza dos dados obtidos em atividades experimentais e as questões investigadas na Biologia, por exemplo, se diferem de outras áreas das Ciências por frequentemente envolverem seres vivos, que são sistemas complexos. Com base nessa discussão, são propostos elementos estruturantes para Sequências de Ensino de Biologia por Investigação, na perspectiva da alfabetização científica, e desenvolvidas discussões sobre a apropriação de PE na educação em Ciências. Ao discutirem a importância da vivência de estudantes nas práticas comuns à comunidade científica para a promoção da alfabetização científica, as autoras dão um destaque para a argumentação, que é considerada por elas como uma “prática estruturante da cultura científica” (p. 107), já que a PE pode, no âmbito da educação, “proporcionar e intensificar a aprendizagem de conceitos científicos e [...] ampliar as possibilidades de envolvimento dos estudantes no discurso científico” (p. 107). Por fim, elas defendem que o envolvimento de estudantes com PE – tais como a elaboração de hipóteses em pequenos grupos, a construção e registro de dados de diversas fontes e a discussão dos dados e a elaboração de conclusões por meio de argumentos científicos, levando em consideração das particularidades das Ciências Biológicas –

⁵ A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento que determina as competências e habilidades a serem desenvolvidas na Educação Básica e as aprendizagens consideradas essenciais, configurando-se como parâmetro para a elaboração de currículos escolares no Brasil.

possibilitam uma aproximação com a Natureza da Ciência, como também foi discutido por Sasseron (2018).

Outros sete trabalhos buscam investigar as PE de forma geral e a sua relação com a aprendizagem de conteúdos conceituais (SANTINI; BLOOR; SENSEVY, 2018; STROUPE; CABALLERO; WHITE, 2018), com a autonomia dos estudantes (SILVA; GEROLIN; TRIVELATO, 2018), com o estabelecimento de identidades ligadas às Ciências (VAN HORNE; BELL, 2017) ou com a compreensão de aspectos epistemológicos (LIN; CHAN, 2018; SASSERON; DUSCHL, 2016; SILVA, 2015a). Nos próximos parágrafos, trataremos dessas pesquisas.

Santini, Bloor e Sensevy (2018) e Stroupe, Caballero e White (2018) relacionam a aprendizagem de conteúdos conceituais e o envolvimento de estudantes com as PE, discutindo que elas podem ser uma forma de propiciar uma investigação escolar mais próxima da científica. Santini, Bloor e Sensevy (2018) investigam, de forma geral, as práticas que podem levar à compreensão de conceitos científicos, comparando as PE que surgem em sala de aula com as que aparecem na própria Ciência durante a investigação de determinado objeto de estudo. Para pesquisar a relação entre a aprendizagem de conceitos científicos e o envolvimento com as PE, os autores observaram a prática de dois professores em aulas contemplando conhecimentos de terremoto e vulcões, em uma turma do quinto ano do EF. Além disso, propuseram modelos pedagógicos para o desenvolvimento de PE, a fim de possibilitar discussões sobre a compreensão conceitual e verificar a aplicabilidade dos modelos. Os autores também discorrem sobre a eficiência do modelo criado para fins de pesquisa em possibilitar o estabelecimento de relações entre a Ciência e o ensino de Ciências e sua posterior análise. Além disso, afirmam que o envolvimento dos estudantes com PE propiciou uma maior aproximação de uma das salas de aula investigadas com a Ciência desenvolvida por cientistas. Um ponto interessante nesse trabalho é um episódio ligado à elaboração de hipóteses, PE que é foco de análise em nossa pesquisa. Segundo os autores, durante as aulas uma professora trabalhou com as hipóteses elaboradas pelos estudantes para a ocorrência de terremotos e, após a exibição de um vídeo que abordava o assunto, questionou-os sobre quais delas seriam válidas e quais seriam descartadas, com a intenção de refutar aquelas que confundiam terremotos com outros fenômenos. Os autores relataram o acontecido durante a discussão dos resultados, entretanto não aprofundaram a análise desse episódio.

Stroupe, Caballero e White (2018), por sua vez, propuseram um trabalho que tinha a intenção de envolver estudantes (faixa etária média de 11 anos) com a Ciência escolar, como agentes

epistêmicos, por meio da proposta de realização de pesquisas científicas em sala de aula envolvendo mariposas em uma unidade cujo tema era ecologia. Os pesquisadores, em conjunto com cientistas de universidades, incentivaram os aprendizes a construírem conhecimentos por meio de PE valendo-se da observação, da coleta de dados, da criação de questões e hipóteses, da crítica a ideias e da negociação de soluções. Os estudantes tiveram a oportunidade de definir questões que seriam investigadas e, a partir disso, foi observado que cada um tinha seu próprio objeto de interesse e incentivava o colega a seguir a investigação do que o intrigava, com o apoio dos pesquisadores. Ao possibilitar a redefinição do papel epistêmico dos estudantes e a sua vivência em uma investigação científica, os autores observaram que eles assumiram papéis de agentes epistêmicos e apresentaram interesse e envolvimento com a unidade de estudo.

Silva, Gerolin e Trivelato (2018) investigaram a relação entre a autonomia de estudantes na tomada de decisões em sala de aula e o seu engajamento com PE, enquanto Van Horne e Bell (2017) argumentaram que o engajamento nessas práticas pode possibilitar a identificação dos estudantes com as Ciências, contribuindo para o seu interesse na área. As primeiras autoras (SILVA; GEROLIN; TRIVELATO, 2018) discorrem que o ensino por investigação é uma abordagem que propicia o surgimento de PE, uma vez que o estudante é incentivado a participar ativamente na investigação e há valorização de aspectos epistêmicos e sociais da Ciência. Em sua pesquisa elas analisam as interações verbais entre os estudantes e as relações entre o nível de abertura das atividades investigativas e as PE. As autoras consideram que o engajamento em PE está associado à autonomia, uma vez que os episódios com diversidade de PE foram os momentos em que ocorreram as transformações do conhecimento e as necessárias tomadas de decisão, as quais aconteceram pela autonomia dada aos estudantes na condução da investigação. Van Horne e Bell (2017), por sua vez, fazem sua investigação por meio de uma proposta de ensino baseado em projetos, considerando as interações discursivas, postagens em fóruns e ações dos estudantes para gerar dados que fortalecessem suas discussões. Eles afirmaram que a proposta realizada possibilitou a criação de um ambiente propício para os estudantes se identificarem com determinado tema ou com a área de Ciências. Ressaltamos que ambas as pesquisas aconteceram em aulas de Biologia do Ensino Médio, com os temas “dinâmica populacional”, no trabalho de Silva, Gerolin e Trivelato (2018), e “doenças infecciosas e genética”, no trabalho de Van Horne e Bell (2017).

Relacionando aspectos epistemológicos com as PE, Sasseron e Duschl (2016) argumentam que é necessária a vivência com atividades que trabalham características do fazer científico e

a criação de oportunidades para a compreensão de ideias científicas, destacando a importância do desenvolvimento de PE para isso, uma vez que o ensino de Ciências deve trabalhar aspectos para além dos conteúdos. Os autores comentam o papel do professor na mediação e promoção das interações discursivas durante as aulas que produzem o engajamento nessas práticas. Por meio do engajamento disciplinar produtivo, foram analisadas as discussões de estudantes do quarto ano do EF com a professora, em aulas sobre a navegação como meio de transporte e as questões ambientais resultantes dessa atividade. Como resultado, é ressaltado o papel fundamental da professora em ouvir e colocar as ideias em avaliação, garantindo a participação de todos e a manutenção do foco da discussão, o que pode ser evidenciado pelo engajamento e a reação emocional dos participantes. Segundo os autores, esse espaço de debate de ideias contribui para o estabelecimento de normas sociais de discussão que se aproximam das normais sociais para o conhecimento científico, favorecendo o desenvolvimento da liberdade intelectual dos estudantes.

Em consonância com Sasseron (2018), Sasseron e Duschl (2016), Trivelato e Tonidandel (2015) e alinhado com os objetivos desta pesquisa, Silva (2015a) também argumenta que o desenvolvimento de PE em sala de aula propicia a compreensão de aspectos das Ciências. A autora discorre sobre as PE desenvolvidas pelos estudantes em atividades investigativas e a sua relação com as estratégias articuladas pela professora na condução das aulas em duas situações de ensino nos anos finais do EF. A primeira situação de ensino propôs a estudantes do nono ano do EF a investigação de aspectos que influenciam na flutuação de objetos em água explorando o conceito de densidade. A segunda ocorreu em uma oficina de um evento de popularização da Ciência com estudantes do oitavo e nono anos do EF, por meio da investigação de indicadores de formação de novas substâncias (reações químicas). Durante as atividades os estudantes negociaram explicações e planejaram novos procedimentos experimentais, de forma colaborativa, sendo que em grande parte do tempo configuraram hipóteses e consideraram conceitos para essa tarefa. Com base nisso a autora defende que as intervenções da professora foram fundamentais, pois favoreceram o processo de evolução conceitual e a incorporação de aspectos de investigações científicas. Além disso, o desenvolvimento das PE contribuiu para a percepção da Natureza da Ciência pelos estudantes, principalmente quanto à relação entre as evidências experimentais e as teorias. Com isso, Silva (2015a) argumenta sobre a importância desse tipo de atividade para favorecer a produção de sentido em relação aos fenômenos e para a legitimação de conhecimentos produzidos em sala de aula.

Lin e Chan (2018), por sua vez, investigaram o envolvimento dos estudantes em atividades que tratavam do tema eletricidade, que incentivavam o uso do discurso e a construção do conhecimento tendo o computador como suporte⁶, no contexto do quinto ano do EF. O objetivo dos autores foi de identificar como intervenções desse tipo poderiam contribuir para o desenvolvimento do pensamento epistêmico. Eles alertam para a necessidade, em conjunto com o desenvolvimento de PE, da reflexão sobre aspectos epistêmicos nos contextos de ensino e de aprendizagem para auxiliar os estudantes na compreensão de aspectos da Ciência, o que também é interesse desta pesquisa. No estudo, os aprendizes refletiram sobre a natureza epistêmica do próprio discurso, o qual foi construído com o auxílio de uma ferramenta denominada *Knowledge Forum* de um programa de computador para compartilhamento e discussão de ideias e de opiniões dos participantes. Para os autores, a discussão de aspectos epistêmicos concomitantemente com o estudo de eletricidade e as discussões coletivas entre os estudantes transformaram a compreensão deles em relação ao discurso colaborativo e às PE.

Os dez trabalhos restantes possuem um enfoque no desenvolvimento de PE específicas, tais como a argumentação (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2014; FERRAZ; SASSERON, 2017a, 2017b; CHRISTODOULOU; OSBORNE, 2014; PABACCU; ERDURAN, 2016; ONG, 2018), a argumentação e as explicações (SILVA; TRIVELATO, 2017), a modelagem (MANZ, 2012), a modelagem, as explicações e as previsões (CLARK *et al.*, 2015) e a elaboração de hipóteses e de perguntas (SANTOS; GALEMBECK, 2018).

Jiménez-Aleixandre (2014) faz uma análise do que foi proposto em pesquisas do âmbito da educação em Biologia para o ensino de genética, enfocando o engajamento de estudantes na argumentação e nas questões epistemológicas relacionadas especificamente à disciplina. A autora ressalta as dificuldades relatadas em diversos trabalhos quanto à argumentação, tendo em vista que estudantes não fazem uma distinção clara entre afirmações e evidências. Por fim, ela discute que para alcançar as metas do ensino de Ciências é necessário trabalhar, no ensino, assuntos relacionados à epistemologia, especialmente do campo da Biologia, como o determinismo e o não-determinismo, o que está em consonância com o que foi defendido por Trivelato e Tonidandel (2015) e Kelly e Licona (2018), já citados. Dentre as metas descritas pela autora estão: (i) o desenvolvimento do pensamento probabilístico; (ii) o entendimento sobre a incerteza, que é um aspecto inerente à construção do conhecimento científico, embora pouco compreendido pelos estudantes; e (iii) o comprometimento com a consistência das

⁶ Tradução nossa de “Computer-Supported Knowledge-Building Discourse”

explicações. Esse trabalho demonstra que a apropriação de PE em sala de aula propicia o desenvolvimento da alfabetização científica.

Em um trabalho empírico, Ferraz e Sasseron (2017a) investigaram as condições concebidas pelo professor para a criação de um espaço interativo de argumentação colaborativa. Os autores discutiram a importância das interações discursivas para a construção do conhecimento e buscaram evidenciar aspectos do ensino por investigação que possibilitam a argumentação interativa e colaborativa. A pesquisa foi realizada por meio do desenvolvimento de uma sequência de ensino investigativa com o tema navegação e meio ambiente, em uma turma de quarto ano do EF. Mais especificamente, foram analisadas as interações discursivas entre os estudantes e o professor tanto em uma atividade com o tema da alteração da dinâmica populacional relacionada às águas de lastro utilizadas para atribuir estabilidade a embarcações como também nas discussões posteriores a um jogo educativo. Como conclusão, os autores apontam o papel fundamental do professor como autoridade epistêmica na sala de aula que possibilita o ambiente de interação, o que culminou na construção de argumentos coletiva e colaborativamente por vários estudantes.

Em outro trabalho, Ferraz e Sasseron (2017b) também investigaram práticas do professor para a promoção da argumentação em uma sequência de ensino investigativa de Física sobre a dualidade onda-partícula da luz, com estudantes do terceiro ano do Ensino Médio. Os autores visavam construir um instrumento metodológico para análise e melhor entendimento das ações desempenhadas pelo professor, as quais foram denominadas de *propósitos epistêmicos para promoção da argumentação*. Apesar de terem identificado ações do professor que propiciaram o desenvolvimento da argumentação por meio das categorias propostas, os autores afirmaram que a contabilização da frequência da ocorrência de categorias não foi representativa o suficiente para traçar conclusões sobre a questão de pesquisa. Por fim, os autores defendem a necessidade de se considerar a construção do conhecimento pelos estudantes de forma ativa, com base no anseio dos sujeitos em buscar novos conhecimentos, uma vez que a argumentação ocorre em função do tipo de problematização realizada. Além disso, argumentam que o desenvolvimento da PE em sala de aula contribui para a construção de uma visão não deformada do trabalho científico, mediante a aproximação dos estudantes de práticas próprias da Ciência, o que gera um entendimento epistemológico da Ciência e da sua natureza.

Outro trabalho que investiga a argumentação é o de Christodoulou e Osborne (2014). Os autores investigaram como o discurso epistemológico de um professor, em um ensino que tem

como base a argumentação, pode contribuir para o engajamento de estudantes de 13-14 anos em PE. As operações epistêmicas⁷ utilizadas pelo docente foram caracterizadas e relacionadas ao envolvimento dos estudantes com PE em aulas diversas com os temas gravidade, fotossíntese, uso de pesticidas e qualidade do ar. Os autores afirmam que o discurso epistemológico do professor propiciou a compreensão de conceitos científicos por meio da argumentação, o engajamento dos participantes na elaboração de justificativas para as suas ideias e, de certa forma, a enculturação dos alunos com as PE da Ciência. Entretanto, o engajamento sistemático nos processos de revisão e avaliação dos pares não foi frequentemente observado, trazendo como implicações do estudo a necessidade de fortalecer a formação inicial e continuada de professores para facilitar o desenvolvimento de um discurso docente que explicita e relacione mais claramente as PE da Ciência.

Silva e Trivelato (2017), por sua vez, investigaram o envolvimento de estudantes na produção de explicações e argumentos. As autoras analisaram relatórios científicos produzidos por estudantes a partir de uma atividade didática investigativa envolvendo o tema dinâmica populacional. A intenção das autoras foi compreender como os aprendizes mobilizam o conhecimento teórico e empírico durante o envolvimento com as PE. Essa atividade foi desenvolvida em duas turmas do primeiro ano do Ensino Médio e, segundo as autoras, propiciou o engajamento em PE, uma vez que o conhecimento sobre o contexto da investigação pelos estudantes e o uso dos dados empíricos contribuíram para a produção de explicações e argumentos válidos e consistentes.

Já Pabaccu e Erduran (2016) realizaram um estudo com o primeiro ano do Ensino Médio, em aulas envolvendo histórias/narrativas sobre o comportamento de um gás, com o objetivo de investigar a natureza do discurso dos estudantes e a argumentação. Elas investigaram o engajamento em narrativas e na elaboração de argumentos, em uma abordagem que visava incentivar o estabelecimento de relações entre o conhecimento de Química e os contextos do cotidiano para a criação de histórias. A investigação da construção de argumentos foi realizada por meio de questões escritas, que foram respondidas pelos estudantes em pequenos grupos. Para analisar a qualidade dos argumentos foi utilizado o Modelo de Toulmin. Além disso, foram analisados o engajamento e a compreensão conceitual a respeito do comportamento dos gases. Como resultado, elas identificaram pouco engajamento de alguns

⁷ Operações epistêmicas são as ações discursivas que possuem a função de promover o desenvolvimento e a construção do conhecimento. Segundo Christodoulou e Osborne (2014), ao executar operações epistêmicas, os indivíduos se engajam em práticas epistêmicas. Na literatura, pesquisadores utilizaram esse construto tanto para analisar as interações discursivas entre estudantes como para investigar o discurso de professores em sala de aula.

grupos de estudantes na construção de argumentos e justificaram o ocorrido pela possível falta de conhecimentos científicos dos sujeitos para embasar seus argumentos. Apesar desse resultado, as autoras sugerem que a pesquisa desenvolvida pode contribuir para guiar professores para a estruturação de aulas que tenham como objetivo a argumentação. Defendem, também, que o oferecimento de oportunidades para os estudantes realizarem conexões entre o conhecimento científico e o cotidiano pode contribuir para seu engajamento em relação à argumentação e às aulas de Química.

Por fim, Ong (2018) propôs em sua dissertação uma intervenção em um curso baseado no ensino por investigação, com estudantes dos anos finais do EF de uma escola pública de Singapura. Considerando a argumentação científica uma importante PE para o ensino de Ciências, a intervenção tinha como foco a crítica e a construção de argumentos e afirmações pelos estudantes, para aproximá-los do processo de construção do conhecimento científico. Os estudantes trabalharam em pequenos grupos em um projeto de pesquisa de Física por três semestres letivos, e se envolveram em atividades que promoviam a elaboração de críticas construtivas para o trabalho dos seus colegas e a recepção das críticas feitas por seus pares e professores. Como resultado, a autora ressalta que a intervenção foi eficiente para promover o desenvolvimento das críticas e dos argumentos pelos estudantes, uma vez que foram dadas oportunidades para os participantes desafiarem seus colegas e a si próprios, tomando decisões de forma autônoma e ativa. Além disso, a autora argumenta que a interação entre os estudantes teve um importante papel no seu engajamento nas atividades.

Além da argumentação, outras PE são exploradas, tais como a modelagem e a elaboração de hipóteses e perguntas. Clark *et al.* (2015), por exemplo, exploram formas de incentivar o desenvolvimento das práticas de previsão⁸, de elaboração de explicações e de modelagem, com o objetivo de promover a compreensão conceitual. No trabalho, os autores fazem um relato de várias atividades envolvendo diferentes versões de um jogo digital educativo. Com isso, eles investigaram a eficiência do jogo no aprendizado de conteúdos conceituais e disciplinares no âmbito do ensino de Física no Ensino Médio, no conteúdo referente à dinâmica de Newton.

Manz (2012), que enfatiza a modelagem, realizou um estudo com estudantes – da faixa etária de 8 a 9 anos – durante um ano, para envolvê-los em práticas mais próximas da científica. A

⁸ No texto original o termo utilizado é *prediction*. Segundo o *Cambridge Dictionary*, dicionário inglês-português online, *prediction* possui como significados *predição* e *previsão*, sendo uma declaração do que alguém acha que vai acontecer no futuro. Fonte: <<https://dictionary.cambridge.org/pt/dicionario/ingles-portugues/prediction>>. Acesso em 22 mar. 2021.

autora buscou investigar como os aprendizes desenvolvem e compartilham o conhecimento científico, em grupos, por meio da modelagem, em aulas com o tema reprodução de plantas. Nesse estudo, os estudantes foram incentivados a desenvolver explicações referentes à reprodução de plantas presentes em uma área próxima à escola, que era repleta de grama e ervas daninhas, com uma incidência variada de luz e de umidade, resultando em diferentes padrões de distribuição das plantas. Como resultados, a autora relata a evolução dos estudantes em relação ao aumento da frequência de uso de conceitos científicos para fazer questões, produzir e defender afirmações e, ainda, o desenvolvimento de práticas científicas sofisticadas durante as investigações. O trabalho traz evidências da contribuição do uso de modelos e de representações para o desenvolvimento de conceitos, e também sugere que a construção, o desenvolvimento e a avaliação de modelos podem contribuir para que estudantes desenvolvam ideias sofisticadas em relação ao conteúdo e à construção do conhecimento científico.

Santos e Galembeck (2018), por sua vez, tratam do papel de sequências didáticas investigativas para o processo de ensino e de aprendizagem de Ciências, com ênfase nas PE de formulação de hipóteses – foco desta dissertação – e elaboração de perguntas. Os autores analisam tanto a existência de modificações na estruturação de perguntas e na qualidade das hipóteses elaboradas pelos estudantes quanto a aproximação dessas com os conceitos científicos, em uma atividade com foco investigativo realizada com alunos do terceiro ao quinto ano do EF. São analisadas a formulação, a estrutura e o contexto de perguntas e hipóteses formuladas durante discussões verbais na sequência do tema “qualidade da água de uma represa” próxima da residência de alguns estudantes. Segundo os autores, as hipóteses elaboradas pelos aprendizes possuíam potencial na construção e reconstrução do pensamento e na elaboração de respostas, justificativas e conceitos. A sequência propiciou a formulação de hipóteses e perguntas bem estruturadas e de maior qualidade, possibilitando discussões colaborativas mais consistentes, com grande envolvimento dos estudantes e com valorização de seus conhecimentos prévios e de suas vivências durante as discussões.

Nosso olhar para os trabalhos presentes na literatura mostrou uma diversidade de enfoques. Assim como a pesquisa que desenvolvemos propõe, alguns trabalhos descritos investigaram o desenvolvimento de PE em associação à construção de conhecimentos conceituais – a exemplo de Clark *et al.* (2015) e Santini, Bloor e Sensevy (2018) – e à compreensão da Ciência, como discutem Ferraz e Sasseron (2017b), Lin e Chan (2018), Sasseron (2018), Sasseron e Duschl (2016), Silva (2015a) e Trivelato e Tonidandel (2015). Entre os trabalhos

analisados, apenas três (SANTINI; BLOOR; SENSEVY, 2018; SILVA, 2015a; SANTOS; GALEMBECK, 2018) discutiram a elaboração de hipóteses, prática que é foco desta pesquisa.

Partimos da hipótese de que o envolvimento de estudantes do EF com PE pode contribuir para a reflexão de aspectos da construção do conhecimento científico durante as aulas de Ciências, como já foi evidenciado em alguns trabalhos. Entretanto, em parte das pesquisas que descrevemos, esse aspecto voltado às características do fazer científico aparenta ser relacionado apenas como consequência – direta ou indireta – da apropriação dessas práticas. Isto posto, percebemos que, entre os trabalhos que compuseram essa revisão, nenhum trata de PE em contextos de Ensino Remoto Emergencial (ERE) e não são numerosas as pesquisas que investigam a relação das PE com aspectos da produção do conhecimento científico.

Nesse sentido, acreditamos ser possível contribuir para a área da Educação e Ciências ao investigar a associação desses aspectos por meio do planejamento e da implementação de uma sequência de ensino na qual o estudante seja instigado a se envolver nessas práticas ao ser chamado a fazer previsões, criar hipóteses, testá-las ou observar resultados e, com isso, reavaliar suas próprias hipóteses, além de refletir explicitamente sobre aspectos da atividade científica. Porém, nosso maior desafio foi envolver estudantes nessas práticas durante o ensino remoto, já que essa forma de ensino é menos favorável à troca de ideias entre os estudantes e tende a ser prejudicada se os aprendizes tiverem qualquer tipo de problema relativo à conexão com a *internet*. Nesta pesquisa, associamos atividades experimentais e vídeos animados, em sua maioria pertencentes ao programa de televisão japonês *Kangaeru karasu*, para desenvolver uma série de atividades para estudantes do oitavo ano do EF no sistema do ERE. Por isso, acrescentamos a essa revisão de literatura algumas publicações envolvendo o uso de recursos audiovisuais no ensino de Ciências e as publicações decorrentes do uso dos vídeos do programa de televisão japonês *Kangaeru karasu*.

1.2. A Educação em Ciências e o uso de recursos audiovisuais

Fizemos uma breve busca de trabalhos que investigam recursos audiovisuais (RAV) – sejam eles disponibilizados pela televisão, pelo cinema, pelo computador, ou vídeos usados em sala de aula – e suas relações com o ensino de Ciências, para então tratar das pesquisas que utilizam, de alguma forma, o programa japonês educativo de televisão *Kangaeru karasu* na Educação.

Na literatura da área de Educação em Ciências há uma pequena quantidade de trabalhos relacionando os RAV com o processo de ensino e de aprendizagem. Para estabelecer um breve diálogo com pesquisas que envolvem recursos como vídeos e programas de televisão e compreender seus achados, passamos a discutir brevemente alguns trabalhos publicados em periódicos bem avaliados. Essa discussão não se configura, portanto, como uma busca exaustiva na literatura.

Ao entrar em contato com algumas revisões de literatura realizadas na área, com a temática de vídeos, programas, desenhos animados e/ou RAV (OLIVEIRA, 2019; REZENDE FILHO; PEREIRA; VAIRO, 2011; SANTOS; ARROIO, 2008), percebemos que o uso desses recursos no ambiente escolar acontece há tempos. Entretanto, o tema não é abordado de forma expressiva na literatura, se comparado a outros como a formação de professores ou a educação não-formal, embora aparente despertar o interesse de pesquisadores pela potencialidade do recurso em termos de atratividade e motivação geradas nos estudantes (REZENDE FILHO; PEREIRA; VAIRO, 2011). Esses três trabalhos classificam as pesquisas encontradas por eles de acordo com os tópicos de pesquisa principais, oferecendo-nos um panorama do campo.

Santos e Arroio (2008), por exemplo, para terem uma visão geral e identificarem tendências do uso de RAV no ensino de Química, fizeram uma análise de trabalhos publicados nas edições do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) no período de 1997 a 2005. Os autores classificaram os trabalhos, dentre outras formas, de acordo com os seus focos temáticos: *formação de professores*, para trabalhos que discutem a prática docente e o uso de RAV em sala de aula; *ensino/aprendizagem – recursos*, para aqueles que utilizaram os RAV como instrumento complementar à aula; *ensino/aprendizagem – processo*, para artigos que discutiram o desenvolvimento de habilidades e competências dos estudantes por meio de vídeos e atividades relacionadas a eles; *educação não-formal*, para os trabalhos que abordaram a utilização dos recursos em outros espaços, tais como cinemas e museus. As três primeiras categorias citadas foram as mais expressivas. Tendo em vista essas pesquisas, os autores ressaltaram a importância, para além do uso/exibição de RAV no ambiente escolar, da interação dos educandos com os recursos, com a realização de atividades de compreensão e reflexão do seu conteúdo.

Rezende Filho, Pereira e Vairo (2011), por sua vez, fizeram uma revisão de literatura em periódicos brasileiros no período de 2000 a 2008, com o objetivo de “investigar as inter-relações que vêm sendo construídas entre Educação em Ciências e RAV e analisar como a

área tem pensado, compreendido e se apropriado do audiovisual como temática de pesquisa” (p. 184). Os tópicos indicados pelos autores incluem: *ensino-aprendizagem/recursos*, o mais frequente, com trabalhos que tratam do uso de vídeos e programas de televisão como um recurso didático em sala de aula; *formação de professores*, para trabalhos que utilizaram vídeos na formação inicial ou continuada de professores; e *História, Filosofia, Epistemologia e Natureza da Ciência*, que traz trabalhos que discutem as representações de Ciência em desenhos animados, argumentando que eles podem ser bons motivadores de discussões sobre a Natureza da Ciência em sala de aula. Os autores discutem que grande parte dos trabalhos adotou uma visão apenas instrumental dos RAV, com ênfase maior no conteúdo dos recursos. Para eles, as pesquisas que analisavam a relação entre os recursos e os processos de ensino e de aprendizagem se limitavam, muitas vezes, a tratar do interesse e da aprovação dos estudantes, sem aprofundar na importante discussão em torno do motivo do envolvimento e dos fatores que promoveram a aprendizagem dos sujeitos.

Por fim, Oliveira (2019), em sua dissertação, fez uma revisão de trabalhos que envolvem a relação entre desenhos animados e Ciência (2010-2019), dividindo os trabalhos em “*análise do produto: o vídeo*” e “*análise dos sujeitos: compreensões*”. O primeiro grupo envolve a “análise dos discursos, conteúdos, imagens, ações e personagens apresentados e representados nos vídeos” (p. 38). Nessa categoria, a autora discorre que alguns desenhos animados que foram discutidos nos trabalhos abordam aspectos sociais do trabalho científico, questões de gênero e conhecimentos científicos, sendo, portanto, materiais com potencial para, por exemplo, a introdução de temáticas científicas em ambiente escolar. Algumas pesquisas abordadas chamaram a atenção para a influência que desenhos animados podem ter sobre os seus espectadores, mesmo sendo programas destinados meramente ao entretenimento do público infantil. A segunda categoria estabelecida por Oliveira (2019) engloba “compreender como o espectador estabelecia relações de compreensão daquilo que era veiculado pelo vídeo” (p. 37). Alguns trabalhos dessa categoria, em função da representação estereotipada da atividade científica nos desenhos, discutem a reprodução pelos estudantes de concepções a respeito dos cientistas pertencentes ao senso comum. Sendo assim, para alguns autores, a problematização de desenhos em sala de aula se mostra uma estratégia interessante para a promoção do desenvolvimento da criticidade dos estudantes frente aos produtos midiáticos, propiciando a formação de uma sociedade mais questionadora. É discutido também que apenas a exibição do desenho em sala de aula não é suficiente para garantir o aprendizado,

sendo a mediação do professor necessária e fundamental para o uso dos recursos durante o processo educativo, o que vai ao encontro do discutido por Santos e Arroio (2008).

Os focos temáticos de uma variedade de trabalhos que investigaram vídeos e outros RAV, trabalhos que foram abordados pelas pesquisas citadas, nos fornecem uma breve visão desse campo. Diante disso, passamos a explorar algumas investigações que analisaram os vídeos em si (ALMEIDA; AYALA; QUADROS, 2018), a produção desse material (BASTOS; REZENDE FILHO; PASTOR JUNIOR, 2015), as suas potencialidades para o ensino (SCHMIEDECKE; PORTO, 2015) e/ou investigaram os resultados da sua implementação no ambiente escolar (ASSIS *et al.*, 2012; NDIHOKUBWAYO; UWAMAHORO; NDAYAMBAJE, 2020).

Almeida, Ayala e Quadros (2018), por exemplo, se debruçaram sobre videoaulas que tratam do conteúdo de ligações químicas, com o intuito de discutir a qualidade desses materiais que poderiam ser usados como apoio extraclasse. Os autores analisaram os vídeos com base em algumas categorias como a qualidade científica dos conteúdos desenvolvidos, analisando se os conceitos foram apresentados com clareza e se eles estão cientificamente corretos, e a qualidade do vídeo, examinando a clareza do som e da imagem e os aspectos técnico-estéticos (gestões, expressões, imagem, efeitos sonoros, músicas etc.). Os autores identificaram limitações significativas nos vídeos investigados, afirmando que parte delas possui apenas um forte caráter de transmissão de informações, priorizando a memorização de conceitos em detrimento da compreensão significativa. Além disso, na avaliação desses pesquisadores, muitos dos vídeos analisados, apesar de usarem tecnologias próprias de um vídeo, não as usam para tornar o produto dinâmico.

Por outro lado, em um trabalho baseado em teorias da Comunicação, Bastos, Rezende Filho e Pastor Junior (2015) investigaram a produção de um vídeo educativo por estudantes de licenciatura em Biologia e a sua recepção pelos colegas da turma. Os autores argumentaram que a produção de um vídeo, mesmo com a finalidade educativa para um público determinado, está sujeita a indeterminações, uma vez que a compreensão do público espectador pode ser diferente da intenção inicial dos produtores. Os sujeitos que assistem aos vídeos realizam a leitura e interpretação desses materiais mediante os seus conhecimentos de mundo.

Com o objetivo de discutir a potencialidade do uso de quadros de programas de televisão em salas de aula de Ciências, Schmiedecke e Porto (2015) fizeram uma análise de episódios das séries *Poeira das Estrelas* (com a temática da origem do universo) e *Mundos Invisíveis* (sobre

a estrutura microscópica da matéria) do programa *Fantástico*, sob o olhar da Historiografia da Ciência e da Natureza da Ciência. Os autores discutem que os programas televisivos podem configurar uma abordagem mais atrativa e motivadora, tendo potencial para aproximar a História da Ciência do ensino. Entretanto, é discutido que os programas apresentam visões distorcidas do empreendimento científico ao dramatizar, simplificar ou negligenciar parte do processo histórico da Ciência. Por fim, os autores argumentam a importância de uma formação de professores que aborde a História da Ciência e critérios historiográficos contemporâneos, possibilitando assim a escolha crítica e consciente de recursos para complementar o processo de ensino e de aprendizagem.

A respeito do uso de vídeos nos contextos de ensino e de aprendizagem, Assis *et al.* (2012) investigaram se a interação professor-estudantes, pelo uso articulado de atividades experimentais, textos alternativos e apresentação de vídeos, propiciou a aprendizagem significativa do conceito de ressonância em estudantes do terceiro ano do Ensino Médio. Para tanto, na sala de aula, foram utilizados dois vídeos como motivadores de aprendizagem e como uma das fontes para discussão de conceitos e de fenômenos do cotidiano: um mostrando a queda da ponte de *Tacoma Narrows* e o outro abordando a quebra de cristal pelo som, do programa *Mithbusters*. Como conclusão, os autores discorrem que os vídeos utilizados se mostraram relevantes em possibilitar a aprendizagem significativa do conceito, mediante a interação professor-estudante, sendo o papel do professor de extrema importância para negociar significados, esclarecer dúvidas e mediar o contato dos estudantes com tais materiais. Outra pesquisa que fez uma análise da influência de vídeos do *YouTube* e do *site* de simulações *PhET* para o processo de ensino e de aprendizagem de ótica em escolas secundárias foi o de Ndiokubwayo, Uwamahoro e Ndayambaje (2020), trabalho que destacou os aspectos positivos no ensino de ótica com o uso desses recursos quando comparado ao ensino sem a sua utilização.

Fizemos esse breve olhar sobre trabalhos que discutem o uso de vídeos e de outros recursos audiovisuais em sala de aula, relacionando-os à Educação em Ciências, pelo fato de que a nossa investigação faz uso de vídeos educativos animados e de vídeos de experimentos, os quais em sua maioria fazem parte de um programa de televisão japonês chamado *Kangaeru karasu*. No tópico a seguir relacionamos trabalhos que também exploraram os vídeos desse programa no ensino de Ciências.

1.3. A Educação em Ciências e o programa *Kangaeru karasu*

Para procurar pesquisas que envolveram o programa de televisão em questão, realizamos uma busca no *Google Acadêmico* e na base de dados ERIC, com o objetivo de encontrar trabalhos publicados nos idiomas inglês e japonês, no período de janeiro de 2010 a agosto de 2019. Utilizamos como palavras-chave o nome do programa em letras romanas (*Kangaeru karasu*), caracteres japoneses (考えるカラス) e a tradução do seu nome para o inglês (*Think Like a Crow!*), selecionando aqueles que analisaram o uso do programa para investigar processos de ensino e de aprendizagem de Ciências.

Na base de dados ERIC não foram encontradas pesquisas utilizando as palavras-chave entre aspas. Ao realizar a pesquisa no *Google Acadêmico* com o termo *Kangaeru karasu*, entre aspas, foi encontrada uma pesquisa que investiga os diálogos estabelecidos entre um robô e seu instrutor, sendo o programa utilizado para inspirar um dos tipos de diálogo. Utilizando o termo *Think Like a Crow!* nessa ferramenta, foram encontradas duas pesquisas, sendo que uma não possui nenhuma associação ao nosso objeto de busca, e outra, que discutiremos posteriormente, é relacionada ao programa de televisão. Por fim, ao realizar a busca com o nome original em japonês, 考えるカラス, foram encontrados 19 resultados contendo o termo. Dentre eles, três são pesquisas voltadas para o Ensino Superior; três investigam a Aprendizagem Ativa e apenas citam o nome do programa como uma iniciativa desse tipo de aprendizagem; três são referentes a outro programa de televisão desenvolvido pelo mesmo grupo de pesquisadores – カガクノミカタ (*Kagaku no mikata*); três são relatórios que apresentam, de forma sintetizada, trabalhos já publicados envolvendo o uso do programa, apontando direcionamentos para futuras investigações; um é uma pesquisa teórica sobre *media literacy*, citando o nome do programa no corpo do texto; um é voltado à formação de professores, trazendo apenas um comentário sobre o uso de vídeos do programa; um comenta o envolvimento e o gosto por Ciências de participantes de *workshops*; e um traz informações sobre o programa, apresentando o seu conceito e cada um dos quadros que o compõem. Selecionamos as três pesquisas restantes que discutem o uso do programa de televisão para desenvolver *workshops* ou atividades em salas de aula. Isto posto, passamos a explorar a seguir os quatro trabalhos selecionados.

As quatro pesquisas utilizaram os experimentos e vídeos do programa *Kangaeru karasu* em intervenções em escolas e/ou na comunidade. 加納 e 佐々木 (KANO; SASAKI⁹, 2013), por exemplo, implementaram em escolas um experimento envolvendo uma bandeja e um balão (nome original do experimento: お盆の上に空気を入れた風船をのせて手を離すと、どんな風に落ちる?), apresentado no segundo episódio do programa¹⁰. Nessa proposta, estudantes do quinto ano do EF foram instigados a prever os resultados, observar o experimento, propor e realizar investigações adicionais para embasar a formulação de explicações e, por fim, propor modelos que justificassem os resultados observados. Devido ao envolvimento dos participantes em implementar os experimentos adicionais propostos – por exemplo, alterar o tamanho do balão –, os autores afirmam que não houve tempo hábil em sala de aula para a discussão acerca de quais modelos sugeridos eram mais adequados. Por esse motivo, eles defendem a necessidade de um melhor planejamento da prática. Entretanto, segundo as conclusões do trabalho, houve um grande envolvimento dos estudantes com a atividade em questão.

Outra pesquisa que podemos ressaltar é a de Kano *et al.* (2016) que, argumentando ser importante a compreensão de aspectos da construção do conhecimento científico, propuseram aulas e *workshops* com o uso do programa. A intervenção proposta pelos pesquisadores envolveu a exibição do problema, a realização dos experimentos – pelos próprios estudantes ou como demonstração do docente –, o levantamento de hipóteses, o teste das hipóteses e a comunicação das explicações, instigando assim o envolvimento dos participantes em ações que se assemelhavam a práticas científicas. Os experimentos realizados, baseados em três episódios do programa de televisão, envolveram uma bandeja e um balão (お盆の上に空気を入れた風船をのせて手を離すと、どんな風に落ちる? – episódio 2), uma mistura de gergelim e sal (ごま塩のごまと塩が混ざるのは? – episódio 17) e uma formiga e sua possível “repulsa” por traços de caneta (アリは線をいやがる? – episódio 7)¹¹. Um dos alertas feitos pelos autores, após as atividades, foi para a necessidade do estabelecimento de uma relação entre os experimentos e os conteúdos conceituais escolares.

⁹ A representação do sobrenome dos autores por letras romanas foi realizada, nesse caso, pela autora, uma vez que no trabalho lido os nomes estão escritos apenas em caracteres japoneses.

¹⁰ Endereço eletrônico do episódio 2: <https://www.nhk.or.jp/rika/karasu/?das_id=D0005110302_00000>. Acesso em 24 mar. 2021.

¹¹ Endereço eletrônico do episódio 17: <https://www.nhk.or.jp/rika/karasu/?das_id=D0005110317_00000> e do episódio 7: <https://www.nhk.or.jp/rika/karasu/?das_id=D0005110307_00000>. Acesso em 24 mar. 2021.

北岡 (KITAOKA¹², 2019), por sua vez, discute os resultados da implementação de uma sequência de aulas sobre eletricidade para estudantes do segundo ano do Ensino Médio. Como introdução às aulas os estudantes foram solicitados a executar e observar diversos experimentos envolvendo a eletricidade estática, sem intervenção do professor para explicações ou para comentar o conteúdo no momento. Em seguida a essa fase inicial, foi realizado um experimento do programa de televisão com um pêndulo eletrostático que utiliza latas de alumínio e uma tachinha (二つのアルミ缶の間に画びょうをつるす。静電気を缶にうつすと、画びょうはどうなる? – episódio 14)¹³. Posteriormente, os estudantes foram solicitados a elaborar uma hipótese que explicasse o mecanismo do fenômeno e a projetar experimentos para verificar suas formulações, como dever de casa. As aulas seguintes foram destinadas à troca de ideias em grupos para reelaboração das hipóteses e reflexão dos métodos experimentais propostos, à realização dos experimentos em si e à apresentação dos resultados obtidos. O autor concluiu que a atividade realizada possibilitou a compreensão, pelos estudantes, de fenômenos do experimento, assim como a observação de uma mesma questão por diferentes pontos de vista. Além disso, foi percebida a promoção da autonomia e o envolvimento dos participantes na realização das atividades. Como pontos a melhorar, o autor relatou a existência de concepções equivocadas que devem ser trabalhadas em aula e a necessidade de repensar as formas de conduzir a discussão para promover a formulação de conclusões e teorias, após a realização dos experimentos.

Em um ambiente distinto da educação formal, Goto, Nakanishi e Kano (2018) investigaram se a motivação de estudantes para aprender Ciências é influenciada pela participação em eventos científicos e como isso se dá. Para isso, os autores acompanharam *workshops* realizados no Japão em quatro datas e locais distintos que tinham como participantes estudantes de Ensino Básico e seus familiares. Os *workshops* eram compostos pelos vídeos de diferentes experimentos do programa e tinham como objetivo incentivar os participantes a conduzir os experimentos, trocar ideias para resolver os mistérios e elaborar, testar e modificar hipóteses a respeito dos fenômenos. A análise dos resultados da pesquisa foi realizada apenas com os dados de estudantes, e, nesse sentido, os autores concluíram que eventos científicos têm potencial para resolver o problema da diminuição da motivação dos estudantes em aprender Ciências à medida que avançam nas séries escolares. Embora os resultados demonstrem que a motivação dos sujeitos possa ser influenciada pela participação em eventos científicos, os

¹² Novamente, a representação em letras romanas foi realizada pela autora.

¹³ Endereço eletrônico do episódio 14:

<https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110314_00000>. Acesso em 24 mar. 2021.

autores refletem que, em geral, o público que frequenta tais ambientes já possui forte interesse na Ciência, sendo, portanto, um desafio para futuras investigações a atração de estudantes que possuem baixa motivação no aprendizado para participar de tais eventos.

Como realizado nas investigações de Kano e Sasaki (2013), Kano *et al.* (2016) e Kitaoka (2019), neste trabalho propusemos o desenvolvimento de atividades envolvendo experimentos que propiciam a elaboração de hipóteses e previsões – as quais representam parte das PE – durante as aulas da sequência de ensino. Como o contexto de realização da coleta de dados desta pesquisa é o ensino remoto, optamos por dois experimentos de fácil realização e visualização por meio de vídeos, além de oito vídeos animados do programa – com os personagens *Dedenion* – que não foram explorados nos trabalhos que compõem essa revisão de literatura. Nos trabalhos de Goto, Nakanishi e Kano (2018) e Kitaoka (2019), o uso de alguns quadros do programa de televisão gerou aumento do interesse do público pela Ciência e propiciou o seu envolvimento com PE. Esses trabalhos fortaleceram a inserção desses vídeos em nossa pesquisa e embasaram a nossa escolha pelo programa.

CAPÍTULO 2 – REFERENCIAL TEÓRICO

Quando tratamos de Ciência podemos nos referir “a um corpo de conhecimento, a um grupo de disciplinas ou até mesmo a um meio de encontrar sentido na natureza¹⁴” (KELLY; LICONA, 2018, p. 150, tradução nossa). Ela também pode ser entendida como um conjunto de práticas para estabelecer, ampliar e refinar os conhecimentos sobre o mundo (NRC, 2012). Como essa Ciência é produzida e validada por uma comunidade por meio de práticas sociais, ela é considerada como uma atividade inerentemente social (KELLY, 2008; SILVA, 2015b).

A epistemologia, para Kelly (2008), é o estudo do conhecimento, o que inclui suas origens, sua natureza e as suas limitações. Segundo Kelly e Duschl (2002), uma das formas de se estudar empiricamente a epistemologia que circula na escola é por meio da investigação das concepções de estudantes e professores a respeito da Ciência e do conhecimento, ideias as quais podem influenciar a aprendizagem da disciplina. Kelly (2008) ressalta que o interesse de estudos epistemológicos não é nas crenças individuais, mas sim nos entendimentos de como o conhecimento é construído e justificado por uma comunidade.

Dentre os propósitos do ensino de Ciências, segundo diretrizes especificadas em documentos oficiais, estão, além do entendimento de conhecimentos científicos, a compreensão da atividade científica, suas práticas, produtos e procedimentos (FERRAZ; SASSERON, 2017a). Sandoval (2005) enfatiza que a compreensão da natureza do conhecimento científico e da epistemologia da Ciência é necessária para a participação efetiva de cidadãos nas decisões políticas e na interpretação de questões sociocientíficas, sendo essa compreensão, portanto, crucial para a democracia.

Dessa forma, Duschl (2008) argumenta que a Educação em Ciências deve ser organizada de forma a considerar os aspectos conceituais, epistêmicos, sociais e culturais da prática científica, os quais devem ser integrados e construídos mutuamente nas atividades. Tendo isso em vista, concordamos com Kelly e Licona (2018) quando afirmam que a aprendizagem de Ciências e de Engenharia pode ser considerada como um processo de enculturação, no qual os estudantes desenvolvem formas de *ser* e de *fazer* por meio da sua vivência na Ciência. Essa enculturação pode ocorrer pela apropriação das PE em uma comunidade, o que pode propiciar a aprendizagem de características da atividade científica e a percepção da dimensão social da Ciência (SASSERON; DUSCHL, 2016). Essa apropriação pode potencializar o

¹⁴ Tradução nossa do inglês: “Science may refer to a body of knowledge, a set of disciplines, or even a way of making sense of nature.”

desenvolvimento da alfabetização científica (KELLY; LICONA, 2018; SASSERON, 2018; SILVA, 2015b; SILVA; GEROLIN; TRIVELATO, 2018).

2.1. Práticas epistêmicas e a Educação em Ciências

Na visão dos estudos epistemológicos, a aprendizagem em Ciências ocorre por meio da participação, socialização e engajamento dos estudantes em práticas epistêmicas, possibilitando discussões significativas de conceitos e procedimentos científicos, além do exercício das normas sociais e do criticismo (KELLY; LICONA, 2018; SASSERON; DUSCHL, 2016). Práticas epistêmicas (PE) são definidas por Kelly (2008, p. 99, tradução nossa) como “formas específicas que membros de uma comunidade propõem, justificam, avaliam e legitimam o conhecimento”¹⁵. Nessa definição, portanto, são ressaltadas as práticas sociais de uma comunidade específica que possui propósitos e expectativas comuns e que compartilha valores e ferramentas culturais semelhantes.

As PE “associam-se a aspectos metacognitivos da construção de entendimento e de ideias sobre fenômenos” (SASSERON, 2018, p. 1067) e são construídas por meio de interações entre pessoas em determinadas atividades (KELLY; LICONA, 2018). O grupo em questão decide o que conta como conhecimento para ele e quais são as formas adequadas de construí-lo (KELLY, 2008; KELLY; DUSCHL, 2002; SILVA, 2015a). Ao tratar das PE em sala de aula, Silva (2015a) afirma que

O conceito de práticas epistêmicas associa-se, assim, a uma mudança de sujeito epistêmico, que passa de um conhecedor individual para uma comunidade de prática. Nessa perspectiva, no contexto escolar, o foco analítico afasta-se de uma consciência individual e volta-se para o processo social de investigação. (p. 72)

Nesse sentido, há uma atenção especial às interações discursivas entre os estudantes e entre eles e o professor, em situações de produção, comunicação e avaliação do conhecimento. No ensino remoto – contexto no qual a nossa investigação aconteceu – em função das características das atividades, há uma tendência de redução das interações discursivas e, portanto, da discussão para produção social do conhecimento. Nosso foco, portanto, é a construção do conhecimento pelo envolvimento de estudantes com as PE por meio da troca de ideias possibilitada pelos questionários, pelos fóruns de discussão – ambos assíncronos – e pelas interações que ocorreram nas aulas síncronas.

¹⁵ No original: “I define epistemic practices as the specific ways members of a community propose, justify, evaluate, and legitimize knowledge claims within a disciplinary framework.”

As PE são passíveis de mudanças ao longo do tempo e variam de acordo com os objetivos e o contexto social e cultural da comunidade envolvida. Por isso, não é possível definir um conjunto delimitado de práticas, e nem sempre a demarcação entre elas será clara (KELLY; LICONA, 2018; SILVA, 2015a). Ressaltamos ainda que, em consonância com Kelly e Licon (2018), as PE não são consideradas procedimentos técnicos para a construção do conhecimento e não possuem fórmulas concretas para a sua elaboração.

Estudos como o de Jiménez-Aleixandre *et al.* (2008) propõem ferramentas analíticas com o objetivo de favorecer a visualização e identificação das PE e das operações epistêmicas realizadas pelo professor durante as aulas de Ciências. Nela, os autores relacionam as atividades sociais de produção, comunicação e avaliação do conhecimento com as PE, classificadas em gerais e específicas.

Araújo (2008), por sua vez, realiza uma categorização considerando a ferramenta de Jiménez-Aleixandre *et al.* (2008) contemplando uma série de tipos de texto, ou seja, operações de textualização empregadas pelos estudantes, na categoria “comunicação do conhecimento”. O Quadro 1 traz a classificação da autora, que, em seu trabalho, traz exemplos e a definição de cada uma das PE descritas.

Quadro 1 – Práticas epistêmicas e suas relações com o conhecimento

Atividades sociais relacionadas ao conhecimento	Práticas epistêmicas
Produção	<ol style="list-style-type: none"> 1. Problematizar 2. Elaborar hipóteses 3. Planejar investigação 4. Construir dados 5. Utilizar conceitos para interpretar dados 6. Articular conhecimento observacional e conceitual 7. Lidar com situação anômala ou problemática 8. Considerar diferentes fontes de dados 9. Checar entendimento 10. Concluir
Comunicação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Argumentar 2. Narrar 3. Descrever 4. Explicar 5. Classificar 6. Exemplificar 7. Definir 8. Generalizar 9. Apresentar ideias (opiniões) próprias 10. Negociar explicações 11. Usar linguagem representacional 12. Usar analogias e metáforas

Avaliação	<ol style="list-style-type: none"> 1. Complementar ideias 2. Contrapor ideias 3. Criticar outras declarações 4. Usar dados para avaliar 5. Avaliar a consistência dos dados
-----------	--

Fonte: Araújo (2008, p. 48)

Apesar da categorização realizada para estabelecer um diálogo com a literatura pré-existente, Araújo (2008) percebeu que a divisão em *produção*, *comunicação* e *avaliação* do conhecimento pode gerar problemas, já que um sujeito ou grupo, quando está comunicando o saber, pode também estar envolvido na sua construção ou avaliação, resultando em uma sobreposição das categorias. De posse dessa percepção e conhecendo a influência que diferentes contextos e abordagens de ensino exercem sobre as PE, Silva (2015b) propôs uma ferramenta analítica que não as classifica como práticas de produção, comunicação e avaliação do conhecimento. Nela, cada PE é acompanhada pela descrição das ações dos estudantes que podem indicar o seu envolvimento com elas, facilitando, assim, sua identificação durante as interações discursivas em aulas de Ciências. Transcrevemos a ferramenta no Quadro 2.

Quadro 2 – Práticas epistêmicas e a descrição das ações dos estudantes

Prática epistêmica	Quando o aluno...
Problematizar	Cria uma questão relacionada ao tema que está sendo estudado ou retoma uma questão anteriormente proposta pela professora. Corresponde à motivação para o início de uma discussão.
Elaborar hipótese	Elabora possível explicação para uma pergunta ou problema.
Planejar investigação	Traça estratégias para a investigação de um problema.
Fazer previsões	Consegue prever resultados com base em uma hipótese explicativa.
Construir dados	Coleta e registra dados.
Considerar diferentes fontes de dados	Recorre a algum dado diferente do que está sendo trabalhado naquele momento para solucionar o problema em discussão.
Concluir	Finaliza um problema ou uma questão proposta.
Citar	Faz referência explícita às inscrições produzidas ou a algum conhecimento de autoridade (professora ou bibliografia especializada).
Narrar	Relata ações ou acontecimentos passados em sequência temporal e lógica.
Descrever	Aborda um sistema, objeto ou fenômeno, em termos de características de seus constituintes ou dos deslocamentos espaço-temporais desses constituintes.
Usar linguagem representacional	Utiliza inscrição para representar ideias próprias.

Explicar	Estabelece relação causal entre fenômeno observado e conceitos teóricos e/ou condições de execução do experimento para dar sentido a esse fenômeno.
Argumentar	Usa evidências para suportar uma conclusão que está em cheque, provisória. Ou ainda quando o estudante utiliza recursos linguísticos para persuadir o leitor.
Exemplificar	Apresenta modelo teórico ilustrado pelos dados específicos.
Opinar	Apresenta uma opinião pessoal, bem sinalizada.
Definir/Conceituar	Atribui significado a algum conceito de forma explícita.
Generalizar	Elabora descrições ou explicações que são independentes de um contexto específico.
Usar dados para avaliar teoria	Apresenta dados para avaliar os enunciados teóricos.
Avaliar a consistência dos dados	Pondera a validade dos dados obtidos.

Fonte: Silva (2015b, p. 62)

Optamos por explorar algumas PE presentes nos Quadros 1 e 2, também sem separá-las em produção, comunicação e avaliação do conhecimento, dando ênfase principalmente às análises da elaboração de hipóteses e de previsões durante o envolvimento dos estudantes com experimentos e vídeos educativos.

2.1.1. A elaboração de hipóteses e previsões

O conhecimento científico, segundo Praia, Cachapuz e Gil-Pérez (2002), é um jogo de hipóteses e expectativas lógicas, e também um constante processo de discussão, argumentação e contra argumentação entre teoria, observação e experimentos. As hipóteses são de suma importância para a atividade científica uma vez que estão presentes em variadas etapas de uma investigação (KASSEBOEHMER; FERREIRA, 2013; LAKATOS; MARCONI, 2003). Elas possuem o papel de orientar o rumo da pesquisa, criando uma solução possível para um problema ou pergunta, ou uma explicação provisória para algum fenômeno, por meio da articulação dos fatos conhecidos, das teorias e do desencadeamento de inferências (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; LAKATOS; MARCONI, 2003; TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015). Kasseboehmer e Ferreira (2013) argumentam que a apresentação das hipóteses elaboradas em uma investigação à comunidade científica pode originar várias outras hipóteses e/ou discussões a respeito da sua aceitação ou refutação. Sabe-se, no entanto, que a produção de hipóteses pode acontecer em outros meios além do científico, não havendo regras para a realização dessa prática no cotidiano (LAKATOS; MARCONI, 2003).

Tendo em conta a importância das hipóteses na Ciência, autores consideram também a sua potencialidade no âmbito do ensino e da aprendizagem de Ciências. Sasseron e Carvalho (2008), por exemplo, ao analisarem argumentos construídos por estudantes da terceira série do EF, destacam o levantamento de hipóteses e a elaboração de previsões e de explicações em um dos grupos indicadores para a alfabetização científica voltado para a construção do entendimento da situação, afirmando que:

O levantamento de hipóteses aponta instantes em que são alçadas suposições acerca de certo tema. Este levantamento de hipóteses pode surgir tanto da forma de uma afirmação como sendo uma pergunta (atitude muito usada entre os cientistas quando se defrontam com um problema). O teste de hipóteses concerne nas etapas em que se coloca à prova as suposições anteriormente levantadas. Pode ocorrer tanto diante da manipulação direta de objetos quanto no nível das ideias, quando o teste é feito por meio de atividades de pensamento baseadas em conhecimentos anteriores. A justificativa aparece quando em uma afirmação qualquer proferida lança mão de uma garantia para o que é proposto; isso faz com que a afirmação ganhe aval, tornando mais segura. O indicador da previsão é explicitado quando se afirma uma ação e/ou fenômeno que sucede associado a certos acontecimentos. A explicação surge quando se busca relacionar informações e hipóteses já levantadas. (p. 339)

Nesse sentido, o trabalho com hipóteses e previsões em sala de aula possui um grande potencial para propiciar a sondagem das compreensões iniciais de estudantes, a construção do conhecimento, a sua ressignificação e a elaboração de explicações e justificativas para um determinado fenômeno (MEDEIROS, 2019; NUNES, 2016; TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015; SANTOS; GALEMBECK, 2018). Para Trivelato e Tonidandel (2015), ao propor uma solução temporária para um problema ou investigação, o estudante pode organizar e apropriar-se de conceitos científicos, além de desenvolver um raciocínio lógico e hipotético-dedutivo, uma vez que essa atividade exige a compreensão das ideias envolvidas e a explicitação das relações de causalidade e dos modelos explicativos que compõem seu pensamento. Isto posto, acreditamos que a elaboração de hipóteses e de previsões, a reflexão da validade e a posterior reformulação das hipóteses, com trocas de ideias entre os estudantes e o professor (no ensino remoto, na medida do possível), são importantes para a reconstrução ou ressignificação de conteúdos conceituais e para a compreensão da Ciência.

Tendo em vista as potencialidades do trabalho com hipóteses e previsões em sala de aula e a grande importância dessas práticas na atividade científica, passamos a explorar os seus significados presentes na literatura da área. Sasseron e Carvalho (2008) e Silva (2015b) defendem que a PE de fazer previsões possui relação com a prática de elaborar hipóteses, uma vez que a primeira é considerada como a afirmação de um fenômeno que se sucede a outro, com base em uma hipótese explicativa. Scribner-MacLean (2012) afirma que podemos considerar a previsão como uma antecipação do resultado de um fenômeno, com base em

algum conhecimento prévio, padrões observados ou outros dados empíricos. Já as hipóteses, para Lakatos e Marconi (2003, p. 126), são um “enunciado geral de relações entre variáveis (fatos, fenômenos)” que é formulado com o objetivo de atuar como uma solução provisória para uma determinada investigação, pergunta ou problema. Para as autoras, a hipótese é passível de verificação empírica e deve possuir consistência lógica em relação ao conhecimento científico mais amplo. Em outras palavras, a hipótese é uma possível explicação ou resposta provisória que estabelece relações entre as variáveis e as condições observadas, sempre fundamentada em algum conhecimento anterior (LAKATOS; MARCONI, 2003; SILVA, 2015b).

De acordo com Hempel (1966) *apud* Trivelato e Tonidandel (2015) as hipóteses podem ser classificadas em: descritivas, que “são estabelecidas como verdades ainda não confirmadas e relacionam-se ao conhecimento factual”; procedimentais, que “se referem ao conhecimento de como deve ser realizado um procedimento, uma experimentação, uma medida”; e explicativas, que “especulam as causas do fenômeno descrito no problema” (p. 109). Nesta pesquisa, consideramos e fazemos a análise de hipóteses explicativas pela característica de busca de explicações de fenômenos nas atividades propostas para os estudantes.

Em relação às fontes que podem originar hipóteses, Lakatos e Marconi (2003) destacam oito como fundamentais, dentre as quais selecionamos:

- a) O conhecimento familiar ou as intuições derivadas do senso comum: segundo as autoras, situações vivenciadas pelo sujeito e seus entes próximos podem levar à tentativa de estabelecer ou verificar correlações entre fenômenos.
- b) A observação de fatos ou a correlação entre eles.
- c) A dedução lógica de uma teoria.
- d) As analogias feitas pela observação de algum fenômeno.
- e) A experiência pessoal, idiossincrática: a forma particular como cada sujeito reage a fenômenos, à sua cultura ou à Ciência pode ser fonte de novas hipóteses.

Sendo assim, tanto para a atividade científica quanto para o cotidiano e a sala de aula, as hipóteses, assim como as previsões, são elaboradas a partir de uma diversidade de fontes. Destacamos que, como a experiência pessoal e o conhecimento familiar podem influenciar nessa elaboração, a subjetividade dos sujeitos é um fator de grande importância.

Lawson (2004) é um dos autores que propõe um padrão de raciocínio para a análise da estruturação de hipóteses e argumentos seguindo o raciocínio hipotético-dedutivo. O autor

identifica-as segundo a estrutura *se-e-então-portanto* e suas variações, dependendo da situação. Por outro lado, autores como Santos e Galembeck (2018), Nunes e Motokane (2015) e Lakatos e Marconi (2011) *apud* Nunes (2016) fazem a análise dessas formulações por meio de características que indicam sua validade, de forma mais abrangente. Como concordamos que não existem regras rígidas para a proposição de uma hipótese, assim como para a criatividade humana (KELLY; LICONA, 2018; LAKATOS; MARCONI, 2003), entendemos como mais adequado para nosso contexto a análise das hipóteses por meio de características que indicam a sua validade.

Lakatos e Marconi (2011) *apud* Nunes (2016) resumem em onze as ideias de alguns autores que especificam as características/critérios de hipóteses consideradas como cientificamente aceitas: consistência lógica, verificabilidade, simplicidade, relevância, apoio teórico, especificidade, plausibilidade, clareza, profundidade, fertilidade e originalidade. A consistência lógica, por exemplo, abrange a coerência interna (não há contradições dentro do enunciado) e externa (há compatibilidade com o conhecimento científico mais amplo). Nunes e Motokane (2015) fizeram uma adaptação dessas características e propuseram um conjunto de quatro delas (apresentadas no Quadro 3, a seguir) como necessárias para que as hipóteses sejam consideradas válidas. Esse instrumento de análise também foi utilizado por Santos e Galembeck (2018) para avaliar a evolução da qualidade das hipóteses propostas, em sua pesquisa.

Quadro 3 – Características de hipóteses válidas, baseado em Nunes e Motokane (2015)

Característica	Descrição	Critérios de classificação
Plausibilidade e clareza	Refere-se à capacidade da hipótese em ser aceita como lógica pelos demais interlocutores e à possibilidade de entendimento do que se propõe, incluindo a utilização de observações e conceitos para expressar fatos.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Utiliza linguagem própria da Ciência; ▪ É coerente em sua proposição; ▪ É lógica em relação ao problema proposto.
Apoio teórico	Quando a hipótese está fundamentada em conhecimentos ou apoios teóricos relacionados à investigação do problema.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Usa conhecimento prévio; ▪ Usa conhecimento científico abordado na aula; ▪ Recorre a apoios teóricos (livros didáticos, textos de apoio da sequência didática etc.).
Relevância e Precisão	A relevância se refere à capacidade de explicar o problema em questão, enquanto a precisão caracteriza o quão conciso é uma hipótese. Quanto mais se aproxima da solução do problema mais relevante e precisa uma hipótese é.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Explica o problema; ▪ Usa dados/teorias para apoiar a hipótese.

Complexidade	Caracteriza-se pela quantidade de detalhes atribuídos ao objeto ou fato em observação que devem ser considerados na hipótese. Quanto mais particularidades daquele fato ou fenômeno ao qual se refere o problema são consideradas ou descritas, mais complexa é a hipótese.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Descreve detalhes do fato/fenômeno observado; ▪ Usa dados de diferentes naturezas na hipótese.
--------------	---	---

Fonte: Baseado em Nunes e Motokane (2015, p. 4)

Nunes (2016), por sua vez, propõe as seguintes características específicas para o contexto do ensino de Ciências por investigação: *propor a solução de um problema, sentença afirmativa, detalhamento, clareza, encadeamento lógico, apropriação cultural, inter-relações, especificidade, relevância e pertinência*. A primeira – *propor soluções de um problema* – é característica das formulações que respondem ao problema proposto pela sequência didática investigativa. *Sentença afirmativa* é um critério verificado nas hipóteses que possuem uma estruturação afirmativa, mesmo que provisória, contendo argumentos e explicações. Segundo a autora, *detalhamento* “diz respeito à quantidade de informações referentes ao assunto do problema que o aluno utiliza nas suas hipóteses” (p. 47), mostrando ainda a seleção de informações que ele julgou importantes para elaborar a sua colocação. Já a *clareza* é observada nas estruturas em que são explicitadas de forma clara as relações entre as informações e as ideias envolvidas, enquanto o *encadeamento lógico* diz respeito à conexão das “observações, fatos e dados para chegar a uma conclusão” (p. 50), podendo ser direcionado pelo professor ou pela definição de enunciados para auxiliar a formulação da hipótese. A *apropriação conceitual* demonstra o uso adequado de conceitos e termos científicos para a resolução do problema. Já o *estabelecimento de inter-relações* acontece quando há uso de dados da sequência de ensino e o estabelecimento de relações entre esses dados e os conhecimentos científicos. A *especificidade* é observada em hipóteses que possuem ideias relacionadas com a unidade de observação intencionada pelo professor para possibilitar a sua verificação, assim como a *relevância*, que é expressa naquelas que são relevantes para a resolução do problema e possuem relação com o conhecimento desenvolvido pela sequência. Por fim, a *pertinência* indica que as informações utilizadas são necessárias para explicar o problema, sem informações extras que fujam do proposto.

Em nosso trabalho, a análise, em conjunto com as previsões, das hipóteses construídas pelos estudantes foi realizada levando em consideração algumas das características descritas pelos autores aqui citados, o contexto da pesquisa e a sequência de ensino desenvolvida. Ressaltamos que apesar de entendermos a plausibilidade como um critério importante, deixamos de considerá-la na nossa análise, uma vez que no ERE a elaboração de hipóteses foi

feita majoritariamente de forma individual, não havendo a possibilidade de, a cada hipótese levantada, haver a avaliação por pares. Sendo assim, optamos por caracterizar as hipóteses segundo seis critérios: clareza, apoio teórico, relevância, apropriação conceitual, inter-relações e consistência lógica, os quais são mais bem discutidos na seção de análise de resultados.

2.2. Características da atividade científica

Existem diferentes visões a respeito da Ciência, e ela tem sido estudada por diferentes áreas, tais como a Filosofia, a Epistemologia, a Historiografia e a Sociologia (SASSERON, 2018). A população, incluindo estudantes e professores, possui ideias, muitas vezes, deformadas, compondo um estereótipo afastado da real construção do conhecimento (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; RIBEIRO; SILVA, 2018). Em vista disso, nos próximos tópicos passamos a tecer considerações a respeito de investigações envolvendo as ideias que estudantes possuem sobre a atividade científica e de estudos presentes na literatura que retratam a Ciência, seus atores, processos e produtos.

2.2.1. Investigações para identificar a compreensão de estudantes quanto à atividade científica

Data de 1957 o trabalho pioneiro que buscou descrever sistematicamente as visões de 35.000 estudantes de Ensino Médio dos Estados Unidos sobre cientistas e a Ciência, realizado pelas pesquisadoras Margaret Mead e Rhoda Métraux (CHAMBERS, 1983; RIBEIRO; SILVA, 2018). Segundo os resultados obtidos pelas autoras, a imagem do cientista que os estudantes compartilhavam é:

O cientista é um homem que usa um jaleco branco e trabalha em um laboratório. É um homem idoso ou de meia-idade e usa óculos. Ele é pequeno, por vezes pequeno e corpulento, ou alto e magro. Pode ser careca. Pode usar uma barba, pode usar barba por fazer e ser despenteado. [...]. É rodeado por equipamentos: tubos de ensaio, bicos de Bunsen, frascos e garrafas, [...] e máquinas estranhas com mostradores. [...]. Ele passa seus dias fazendo experiências. Ele despeja produtos químicos de um tubo de ensaio para outro. [...]. Varre os céus através de um telescópio [ou um microscópio!]. Faz experimentos com plantas e animais, corta-os em pedaços, injetando soro em animais. (MEAD; MÉTRAUX, 1957, p. 386-387, *apud* RIBEIRO, SILVA, 2018, p. 131).

Discorrendo sobre as deformidades presentes nesse imaginário, Ribeiro e Silva (2018) afirmaram que essa visão estereotipada iconográfica de cientistas persistiu ao longo da segunda metade do século XX e permanece no início do século XXI. Chambers (1983), ao estudar a idade em que crianças desenvolvem as concepções sobre cientistas por meio do *Draw-a-Scientist Test* (DAST), discutiu o valor simbólico de alguns dos aspectos presentes no

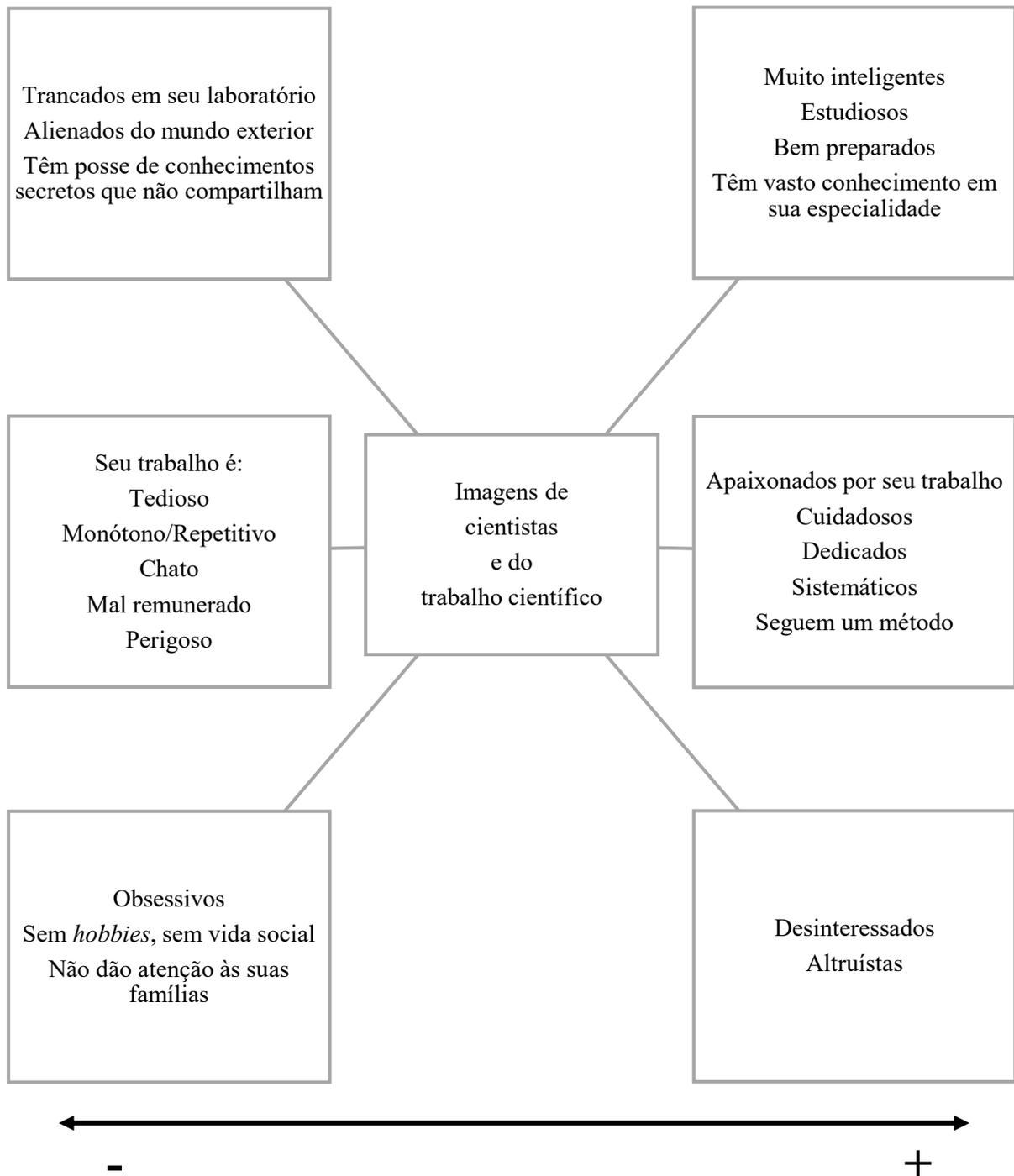
estereótipo citado pelas autoras. O autor afirmou, por exemplo, que o uso de óculos pode ser uma simbologia associada à tensão ou cansaço visual resultantes da observação intensa. Disse ainda que jalecos podem remeter ao trabalho sujo, e, conseqüentemente, à experimentação e à conhecimentos empíricos. Por fim, barbas por fazer podem ser ligadas às longas jornadas de trabalho, a um desvio desses profissionais do padrão socialmente estabelecido, ou também à posse de conhecimento e sabedoria.

Em relação ao local de trabalho desses profissionais e à própria atividade científica, De Meis *et al.* (1993), ao discutirem estereótipos de imagens de cientistas presentes em estudantes de diferentes países e culturas, afirmaram que a descrição de instrumentos de vidro tais como tubos de ensaio e frascos pode sugerir a atuação dos profissionais nas áreas de Química ou de Bioquímica. Em consonância, Ribeiro e Silva (2018) afirmaram que há predominantemente representações de um caráter experimental da Ciência, o que pode significar, para os autores, o não reconhecimento da importância de elaborações teóricas necessárias ao processo de construção do conhecimento científico ou a desconsideração de Ciências não-experimentais nas concepções da população.

Em relação à rotina e à jornada de trabalho dos profissionais, uma visão que evidencia um estereótipo, segundo Ribeiro e Silva (2018), traz as características de um sujeito que vive *à margem do mundo real*, estando em constante busca pelo conhecimento por meio do “método científico”, sem momentos de descanso, dedicando-se e persistindo na sua investigação de forma autônoma. Já concepções que não evidenciam um estereótipo, para os autores, trazem a ideia de um indivíduo como qualquer outro cidadão comum, que mescla trabalho e descanso, possui vida social e/ou afetiva, similar à de outras pessoas da sociedade.

Ao detalhar as visões que os participantes possuíam sobre o empreendimento científico e seus profissionais, Mead e Métraux (1957) apresentaram os aspectos positivos e negativos associados a esse imaginário. Pujalte, Porro e Adúriz-Bravo (2012) organizaram as descrições das autoras no esquema adaptado mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Aspectos positivos e negativos da imagem social dos cientistas, segundo Mead e Métraux (1957)



Fonte: adaptado e traduzido de Pujalte, Porro e Adúriz-Bravo (2012) e Adúriz-Bravo e Pujalte (2020)

Aspectos presentes no esquema produzido por Pujalte, Porro e Adúriz-Bravo (2012) derivado das discussões de Mead e Métraux (1957) são relatados ou discutidos em diversos trabalhos, a exemplo de Adúriz-Bravo e Pujalte (2020), Christidou (2011), De Meis *et al.* (1993), Kosminsky e Giordan (2002) e Pombo e Lambach (2017), indicando, como dissemos, que o estereótipo e as visões distanciadas continuam persistentes (RIBEIRO; SILVA, 2018).

Pesquisas como a de Driver *et al.* (1997), Reis e Galvão (2004), Ribeiro e Silva (2018) e Adúriz-Bravo e Pujalte (2020) discorrem que esse estereótipo é construído a partir do contato com os meios midiáticos, através de filmes e séries que permanecem veiculando uma imagem exagerada do empreendimento científico, da convivência na sociedade como um todo e do próprio ensino de Ciências, incluindo materiais didáticos e concepções de professores.

Levando em consideração a persistência de algumas concepções distantes da Ciência e a importância da compreensão da atividade científica para o desenvolvimento da alfabetização científica, pesquisadores têm se dedicado incessantemente a variadas linhas de pesquisa, sendo uma delas a investigação da inserção de aspectos da Natureza da Ciência (NdC) no ensino. Nessa linha são discutidas as concepções de estudantes e professores a respeito da Ciência, as abordagens que propiciam a compreensão da natureza do conhecimento científico no processo de ensino e de aprendizagem e os aspectos que devem ser introduzidos nos currículos, dentre outros temas (AZEVEDO; SCARPA, 2017; LEDERMAN *et al.*, 2002; SANTOS; MAIA; JUSTI, 2020; SASSERON; CARVALHO, 2011).

Apesar de haver uma concordância entre esses pesquisadores da linha em relação à importância da inserção da reflexão sobre a NdC na Educação Básica, não há um consenso dos aspectos que devem ser abordados e em como isso deve ser realizado em sala de aula (SANTOS, 2018). Lederman (2006) e Lederman *et al.* (2002) defendem que é possível e necessário definir os aspectos obrigatórios de NdC nos currículos para promover a compreensão da atividade científica pelos sujeitos, sendo eles:

(i) o conhecimento científico é provisório; (ii) o conhecimento científico tem caráter empírico; (iii) o conhecimento científico é norteado por teorias; (iv) o conhecimento científico é produto da criatividade e imaginação humanas; (v) o conhecimento científico é influenciado pelos contextos cultural e social; (vi) existem diferenças entre observação e inferência; e (vii) existem diferenças entre leis e teorias científicas (SANTOS; MAIA; JUSTI, 2020, p. 584)

Entretanto, a revisão de literatura feita por Azevedo e Scarpa (2017) envolvendo as tendências de publicação de trabalhos de NdC indicou uma quantidade muito maior de aspectos abordados. Embora alguns deles sejam mais recorrentes, ao menos 25 características diferentes foram registradas como importantes para o ensino de Ciências por trabalhos de levantamento de concepções de NdC, indicando a diversidade que existe em relação ao que é discutido nas salas de aula. Dentre eles, segundo as autoras, estão:

- A Ciência não responde a todas as perguntas, pois seus métodos são limitados;

- A Ciência parte de observações e usa inferências, cada uma com características específicas;
- A Ciência busca replicabilidade e a confiança nos dados;
- A Ciência é subjetiva;
- A Ciência desenvolve-se a partir de cooperação e de colaboração.

(Fonte: adaptado de AZEVEDO; SCARPA, 2017, p. 595 a 597)

Assim como indica o trabalho de Azevedo e Scarpa (2017), Irzik e Nola (2011) argumentam que a Ciência é diversificada, dinâmica e rica. Em vista disso, os autores criticam a lista consensual de princípios proposta por Lederman *et al.* (2002) e Lederman (2006), ainda mais se tratada de forma declarativa (IRZIK; NOLA, 2011; SANTOS; MAIA; JUSTI, 2020).

Quanto à forma de abordagem, Azevedo e Scarpa (2017) afirmam que a NdC tem sido abordada nas salas de aula de diferentes maneiras, percebidas por meio de pesquisas: explícita e/ou contextualizada e/ou reflexiva e/ou implícita, sendo algumas delas mais enfatizadas ou defendidas de acordo com os interesses dos grupos de pesquisa (SANTOS; MAIA; JUSTI, 2020). As autoras Santos, Maia e Justi (2020), ao argumentarem que uma abordagem contextualizada, explícita e integrada pode favorecer diversos aspectos do ensino de Ciências, assim as definem:

A abordagem contextualizada se refere à presença de um contexto como pano de fundo, por exemplo, o contexto histórico no ensino de modelos para o átomo; a abordagem explícita se refere a discutir abertamente sobre aspectos de NdC que influenciam (ou influenciaram) a construção do conhecimento científico (por exemplo, a motivação de Marie Curie em explicar dados experimentais inesperados, que levou à descoberta do elemento químico Rádio); e a abordagem integrada se relaciona a incorporar aspectos de NdC ao desenvolvimento de um ou mais conteúdos científicos curriculares (por exemplo, a multiplicidade de, e o relacionamento entre, modelos para o átomo). (p. 583)

Outra possibilidade de abordagem seria a implícita, que geralmente considera que a compreensão da NdC é resultante apenas da participação dos indivíduos nas práticas científicas, nas quais há contato com elementos de forma subliminar, indicando as formas de construção do conhecimento científico (MOURA, 2014).

Allchin, Andersen e Nielsen (2014) defendem que abordagens contextualizadas da NdC podem contribuir de forma mais significativa para a formação dos estudantes. Os autores apontam como possibilidades o uso de atividades investigativas e de casos históricos e/ou contemporâneos com temas científicos e sociocientíficos para propiciar a problematização e reflexão de aspectos da NdC, promovendo uma compreensão funcional da Ciência. Em seu trabalho, eles aprofundam os méritos e deméritos de cada abordagem contextualizada e

refletem sobre a sua integração. Uma estratégia apresentada por Allchin (2011), ao trabalhar com casos históricos ou contemporâneos para propiciar a compreensão da NdC, é possibilitar que estudantes avaliem evidências e façam julgamentos que os próprios cientistas fazem. No entanto, essa estratégia só é possível com problemas e evidências simples, uma vez que, dependendo do caso, cidadãos bem informados e até mesmo cientistas podem ter dificuldades com a avaliação de evidências (ALLCHIN, 2011; QUADROS, 2020).

Neste trabalho optamos por estratégias que acreditamos que possam ampliar a visão de estudantes em relação à atividade científica, por meio do envolvimento desses estudantes com PE e de atividades planejadas para promover reflexões sobre ela (KELLY; LICONA, 2018). Sandoval (2005) argumenta que apenas o engajamento em situações de investigação não promove uma compreensão adequada, robusta ou declarativa de aspectos da Ciência. Entretanto, Kelly e Licona (2018) defendem que a participação em processos de construção, comunicação e avaliação do conhecimento promove um contexto base para a discussão e a reflexão dos estudantes sobre como a Ciência funciona. Esse contexto, se combinado com reflexões organizadas sobre as atividades, os valores, as metodologias, as limitações e os produtos da Ciência, favorece e é fundamental para a percepção que os estudantes constroem sobre o empreendimento científico (KELLY; LICONA, 2018; SILVA, 2015a).

Apesar do cenário de persistência de concepções equivocadas a respeito da Ciência, investigada por variadas linhas de pesquisa, os trabalhos de Cotta, Munford e França (2019) e Adúriz-Bravo e Pujalte (2020) dão-nos indícios de que as representações vêm se transformando aos poucos, distanciando-se das imagens estereotipadas. Nesse contexto, as primeiras autoras citam pesquisas como a de Fagionato-Ruffino e Pierson (2013), que mostraram que crianças de cinco anos consideram a entrada de mulheres no campo de trabalho, e a de Faria *et al.* (2014), na qual alguns estudantes portugueses do ensino secundário citaram relações mais amplas da atividade científica com a sociedade. Vemos também uma tímida mudança de visão da profissão na pesquisa de Pombo e Lambach (2017), na qual um estudante de 17 anos representou atividades em grupo e contato com familiares durante momentos de lazer dos profissionais da Ciência, o que difere da visão de cientistas sem *hobbies*, sem vida social e que não dão atenção às suas famílias. Adúriz-Bravo e Pujalte (2020) citam pesquisas que, para acessar as concepções dos estudantes, uniram o desenho e a escrita de histórias de cientistas em suas metodologias e chegaram à conclusão de que os participantes podem ir além do estereótipo nas suas representações e possuem consciência de aspectos sociais, éticos e políticos envolvidos na atividade científica.

Na investigação que realizamos, identificamos algumas concepções dos estudantes em relação ao empreendimento científico e buscamos ampliá-las a partir do seu envolvimento com PE e de discussões motivadas por vídeos educativos, com vista a contribuir para esse campo de pesquisas. Para tanto, para embasar as nossas discussões, abordaremos no próximo tópico alguns trabalhos que buscaram compreender a Ciência, seus atores, produtos e processos.

2.2.2. Investigações para entender a atividade científica

Neste estudo, dirigimos o olhar para a atividade científica como uma atividade social, que é condicionada aos contextos em que se desenvolve e, ao mesmo tempo, exerce influência sobre eles (KELLY, 2008; SASSERON; DUSCHL, 2016). Os estudos de Latour e Woolgar (1997) e Latour e Woolgar (1986) *apud* Sasseron (2018) são pioneiros na discussão de uma visão de Ciência nessa perspectiva. Esses autores, assim como Gooding (2010) e outros, se dedicaram ao estudo de como a Ciência é construída e dos fatores que são intrínsecos a essa produção.

Bruno Latour, filósofo e etnólogo francês, fez um trabalho de campo por dois anos (1975 a 1977) no *Instituto Salk – Laboratories for Neuroendocrinology* –, um importante laboratório de neuroendocrinologia da Califórnia, dirigido pelo pesquisador francês Roger Guillemin. Unindo-se ao sociólogo inglês Steve Woolgar após esse tempo, redigiram o livro “Vida de Laboratório”, trabalho etnográfico que traz descrições da prática científica por meio da “observação de primeira mão do trabalho do saber” no ambiente de trabalho de cientistas e técnicos (LATOUR; WOOLGAR, 1997, p. 25). De uma forma geral, “Vida de Laboratório” descreve a organização geral das instalações do laboratório de neuroendocrinologia; discute a importância de inscrições literárias¹⁶ e dos processos realizados para obtê-las, produzi-las e interpretá-las; indica os fatores que influenciam a construção social de um fato; e discorre sobre a credibilidade dos pesquisadores (LATOUR; WOOLGAR, 1997).

Um dos primeiros aspectos que chamam a atenção de Bruno Latour em seu trabalho de campo é a expressiva quantidade de literatura que é produzida pelo laboratório. Os autores descrevem-na como uma *justaposição* de publicações externas ao local – citando, por exemplo, números da revista *Science* abertos sobre a mesa dos pesquisadores – e documentos produzidos em seu interior, tais como rascunhos, esquemas rabiscados, esboços de artigos e folhas de dados. Os trabalhadores do laboratório se debruçavam sobre diversas revistas científicas e traçavam suas observações, cruzavam seus dados, argumentavam entre si,

¹⁶ Inscrição é considerada pelos autores como “uma operação anterior à escrita”. Trata-se de um resumo para se referir a “traços, pontos, historiogramas, números de registro, espectros, gráficos etc.” (p. 37), ou seja, a matéria-prima dos enunciados científicos, “pontos de partida da escrita dos pesquisadores” (p. 44).

complementavam suas discussões com base nessa literatura produzida por outros profissionais, em um processo constante. Os rascunhos redigidos traziam remissões a esquemas, a quadros e a outros artigos, sendo constantemente modificados, corrigidos, discutidos e adaptados para a submissão em revistas especializadas. A partir disso, o laboratório, assim como consultava frequentemente a literatura externa, também fazia o envio regular pelos correios de artigos e materiais produzidos em seu interior.

Como podemos perceber, era atribuída grande importância aos documentos escritos e outras formas de comunicação formal. Para a produção desses documentos, Latour e Woolgar (1997) afirmam que pesquisadores dedicavam tempo à realização de operações envolvendo enunciados diversos, tornando-os mais apropriados. Cada enunciado era transformado pelo laboratório, passando posteriormente por operações similares em outros grupos de pesquisa, sendo assim constituído o processo do conhecimento: os enunciados “são rejeitados, tomados de empréstimo, citados, ignorados, confirmados ou suprimidos pelos outros” (p. 90).

Somada à importância dos documentos escritos e das conferências, o etnólogo comenta que a comunicação informal – discussões, breves trocas de informações no laboratório, conversas no telefone a trabalho – também é de grande valia e possui relação com as várias etapas envolvidas na produção do conhecimento. Essa comunicação, segundo os autores, possui relação direta ou indireta com a comunicação formal e acontece “seja para combinar a colaboração em um artigo, seja para corrigir uma ambiguidade contida em um artigo já enviado para publicação, ou ainda para discutir uma técnica recente apresentada em uma reunião” (LATOURE; WOOLGAR, 1997, p. 47). Os autores afirmam que novas informações são necessariamente produzidas a partir da “interpretação dos encontros inesperados, das redes informais e pela proximidade social” (p. 289).

Uma importante habilidade, ligada às formas de comunicação e que é base para a atividade científica, é a persuasão, que, para os autores,

serve para que os pesquisadores convençam os outros da importância do que fazem, da verdade do que dizem e o interesse que existe no financiamento de seus projetos. A capacidade de persuasão é tal que eles conseguem convencer os outros, não porque estejam eles próprios convencidos, mas porque estão seguindo uma orientação coerente de interpretação dos dados. [...]. São tão convincentes que, no contexto do seu laboratório, é possível esquecer a dimensão material do laboratório, das bancadas e a influência do passado, para consagrar-se exclusivamente aos “fatos” postos em evidência. (p. 68)

A persuasão, portanto, possui grande importância para os cientistas para, por exemplo, a obtenção de financiamentos para as pesquisas realizadas no laboratório, para convencer os

leitores e interlocutores da veracidade das informações veiculadas em seus artigos e para garantir a aceitação de suas considerações (LATOUR; WOOLGAR, 1997).

No processo de proposição de conhecimentos, “as interações entre os cientistas, as interações destes com os materiais presentes, as burocracias internas existentes no trabalho no laboratório e os esforços para propor fatos e artefatos científicos”, citados por Latour e Woolgar, possibilitam a percepção de que o trabalho científico não é algo feito isoladamente (SASSERON, 2015, p. 55). Exemplificando, Latour e Woolgar (1997) descrevem a influência do fator humano, da credibilidade e de questões políticas para a atividade:

Guillemin investiu todo o seu crédito em recursos para uma nova área. Usando muito o telefone, contactou vários colegas em outros laboratórios, lançou pesquisas de ampla envergadura, trocou de substâncias, de sérums e produziu novos dados no interior da subdisciplina recém-definida. Graças aos contatos com Bloom, tornou-se membro de uma confraria totalmente diferente. (p. 259)

O trabalho científico possui uma dependência dos instrumentos, da técnica, e também é desenvolvido por relações cooperativas e competitivas entre grupos de pesquisa, pela divulgação de ideias, pela validação dos dados e pela busca por credibilidade e reconhecimento (MASSONI; MOREIRA, 2017; SASSERON; DUSCHL, 2016). Esses fatores, somados às normas – que podem ser relacionadas à publicação em periódicos, à apresentação em eventos e reuniões, ao estabelecimento de regras e à criação de comitês de ética para realização de pesquisas (SASSERON, 2015) – e às práticas sociais, são o que possibilitam a objetividade característica da Ciência (LONGINO, 2002 *apud* SASSERON; DUSCHL, 2016). Nas palavras de Sasseron (2015, p. 55), “em uma perspectiva histórica, é possível identificar que as ciências da natureza, assim como qualquer empreendimento humano, têm seu avanço associado a questões de ordens social, cultural e histórica”.

Outro ponto que é abordado na obra de Latour e Woolgar diz respeito ao que os autores consideram como um traço essencial da Ciência, que se constitui também em um paradoxo:

A partir do momento em que as folhas de dados estão sobre as mesas de trabalho, podem-se ocultar as várias semanas de esforços que esses resultados custaram para os técnicos e as centenas de dólares investidos na produção. Uma vez que os artigos estão escritos e que o resultado essencial deu origem a um novo inscitor, nada melhor do que esquecer que a produção do artigo depende de fatores materiais. A bancada é relegada a segundo plano, chega-se a negligenciar a existência dos laboratórios. Esta é a hora das “ideias”, das “teorias” e das “razões”. [...]. O ambiente material tem, portanto, uma dupla característica: ele é o que torna possível o fenômeno e é dele que se deve facilmente esquecer. (LATOUR; WOOLGAR, 1997, p. 67)

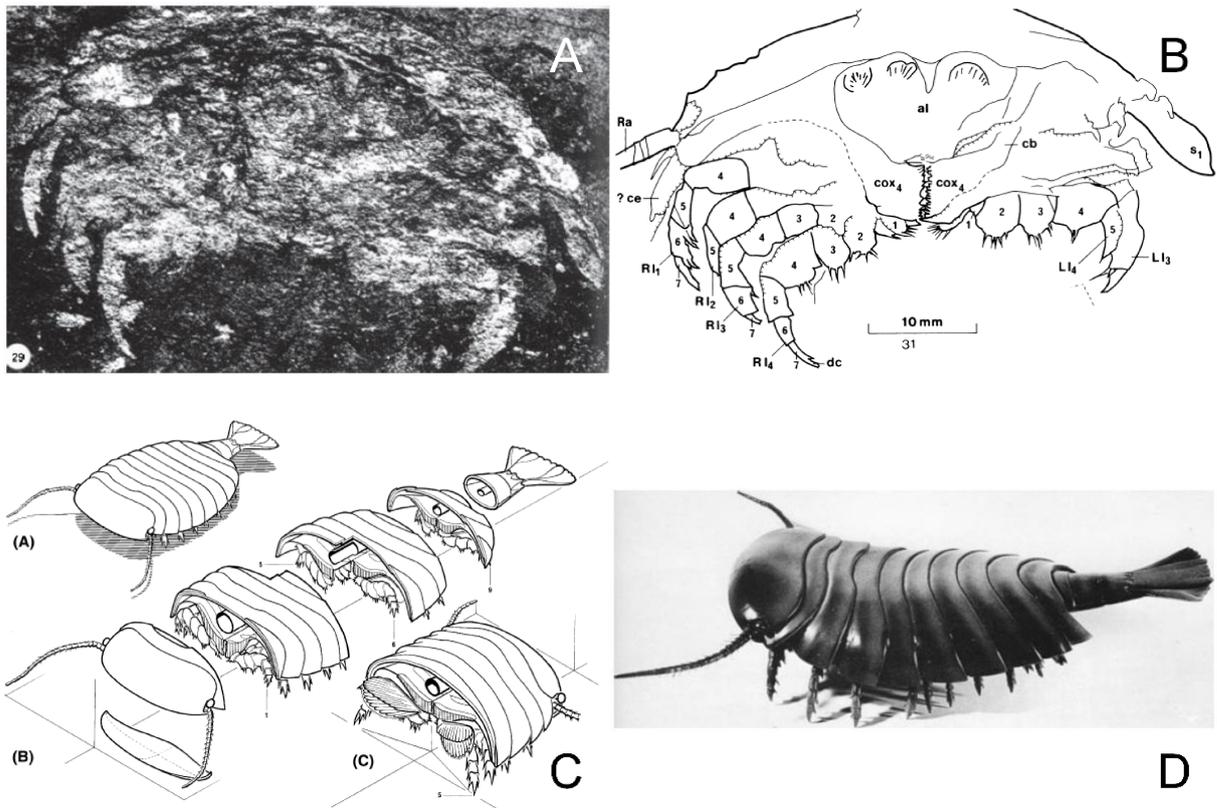
Os fatores materiais aos quais os autores se referem incluem, além da bancada e das vidrarias do laboratório, os aparelhos que produzem inscrições e demais instrumentos e técnicas utilizados no ambiente de trabalho. Tais fatores, necessários para a atividade científica, foram

originados em outras épocas e domínios, motivados pela necessidade de momento, com base em conhecimentos de outros profissionais e na disponibilidade de recursos financeiros. Esse trecho indica um fenômeno que pode acontecer também quando tratamos da Ciência em sala de aula ou em meios de comunicação em massa e pode ser um dos fatores que reforça uma visão estereotipada da Ciência: há uma atenção maior para o objeto/resultado da pesquisa, enquanto são desconsideradas as etapas necessárias para se chegar naquele resultado e os inúmeros fatores que interferiram/contribuíram/dificultaram cada uma delas.

Outro pesquisador que investigou a produção do conhecimento é David C. Gooding. Ele enfatiza as representações usadas por cientistas para produzir um dado conhecimento e mostra como as representações informais acabam sendo importantes nessa produção. Ao estudar o trabalho dos cientistas, Gooding (2010) traz diversos exemplos de profissionais que utilizaram os aspectos visuais em seus trabalhos para fazer inferências, construir modelos, interpretar dados, resolver problemas e produzir hipóteses e teorias. Isso nos indica que a produção e a comunicação da Ciência não são feitas apenas por meio da linguagem verbal (LEMKE, 1998). A combinação e a integração entre as expressões matemáticas, os gráficos, as tabelas de informações, os desenhos, as fotografias, os diagramas, os mapas etc. e os textos verbais são parte dos processos envolvidos no conhecimento científico. A Figura 2 faz referência a um dos exemplos discutidos por Gooding (2010) sobre o processo de construção de um modelo. A partir de uma imagem de um fóssil de um artrópode (A), foi desenhada uma das partes do animal (B), as quais, associadas por meio de inferências (C), possibilitaram a construção do modelo do animal (D).

Quando esse artrópode é estudado, é a representação D, presente na Figura 2 que é encontrada. Não se ensina, ao estudante, como se chegou a essa representação e, com isso, fica a ideia de que se trata de algo “visto” pelo cientista. Com isso a inferência e outras características do trabalho do cientista “somem”, o que talvez auxilie em uma visão estereotipada do cientista e da produção do conhecimento. Por meio de processos cognitivos de percepção, interpretação e inferências visuais são feitas hipóteses e teorias a respeito do objeto investigado em busca de uma explicação para os fenômenos (GOODING, 2005; 2010). E isso não é percebido pelos estudantes quando eles entram em contato apenas com os produtos dessa Ciência.

Figura 2 – Evolução do processo de construção de um modelo



Fonte: Gooding (2010, p. 19, 23)

Como já dissemos, trabalhamos com vídeos com a intenção de envolver os estudantes em algumas PE e, com isso, auxiliá-los na compreensão de como o conhecimento é produzido. Nesse sentido, dirigimos o olhar também para o uso de vídeos em salas de aula de Ciências.

2.3. O uso de vídeos e a Educação em Ciências

Nos tempos atuais, parte considerável dos jovens estudantes faz parte de uma geração constantemente conectada a computadores, *smartphones*, *tablets* e outros veículos de comunicação, resultando, assim, em uma diversidade de formas de acesso e obtenção de informações (SILVA; PEREIRA; ARROIO, 2017). Nesse contexto, o vídeo é um recurso audiovisual (RAV) comum no cotidiano da população em geral. A sua linguagem, assim como a de outros RAV, é “resultante do entrosamento, da mixagem de dois elementos fundamentais: a imagem e o som (palavras, músicas e ruídos)” (CINELLI, 2003, p. 37). Ao discorrer e dar orientações para a incorporação da tecnologia no ensino, Moran (1995) afirma que o vídeo é “uma forma de contar multilinguística, de superposição de códigos e significações, predominantemente audiovisuais, mais próxima da sensibilidade e prática do homem urbano” (p. 28).

Os vídeos e outros RAV produzem, segundo Gutierrez (1978) *apud* Arroio e Giordan (2006), sensações e emoções na audiência, indo além da mera transmissão de informações. Nas palavras de Moran (1995):

O vídeo é sensorial, visual, linguagem falada, linguagem musical e escrita. Linguagens que interagem superpostas, interligadas, somadas, não-separadas. Daí a sua força. Somos atingidos por todos os sentidos e de todas as maneiras. O vídeo nos seduz, informa, entretém, projeta em outras realidades (no imaginário), em outros tempos e espaços. (p. 28)

Em vista desse e de outros fatores, para Cinelli (2003) e Moran (1995), os vídeos podem ser grandes aliados para a melhoria dos processos de ensino e de aprendizagem, uma vez que possibilitam a apresentação do movimento de objetos, animais e pessoas e permitem a “associação de uma atividade escolar a um conceito de entretenimento” (SANTOS; AQUINO, 2011, p. 160). Segundo Cappelin (2015), Moran (1995) e Rosa (2000) os vídeos podem ser utilizados como motivadores da aprendizagem, para despertar a atenção e reforçar os interesses dos estudantes. Também podem ser usados em sala de aula para demonstrar experiências e/ou processos de difícil visualização ou execução, para introduzir novos assuntos, para organizar o processo de ensino e de aprendizagem por meio de ligações entre conceitos, entre outras finalidades. Entretanto, como visto no breve panorama que fizemos no capítulo 1.2, a exibição de RAV por si só, ainda que atrativos, não é suficiente para garantir a aprendizagem, sendo necessária a devida mediação do professor (OLIVEIRA, 2019; SANTOS; ARROIO, 2008).

Férres (1996) *apud* Arroio e Giordan (2006) defende que um vídeo pode ser utilizado em sala de aula em modalidades diferentes. Arroio e Giordan (2006) descrevem três tipos de vídeos, dentre outras possibilidades, que se demonstram eficazes de acordo com o contexto: videoaula; vídeo-motivador; vídeo-apoio. Os autores afirmam que a videoaula “é uma modalidade de exposição de conteúdos de forma sistematizada” (p. 9), que é considerada eficaz para a transmissão de informações de forma mais compreensível no formato audiovisual. O vídeo-motivador, como o próprio nome nos informa, possui a função de apresentar conteúdos, questionar, despertar o interesse e provocar a audiência para que, posteriormente, seja realizada uma atividade ou trabalho que resulte na aprendizagem. Por fim, para os autores, o vídeo-apoio possui a função de complementar a fala do professor com imagens ou vídeos, possibilitando assim a adaptação do discurso ao contexto e à compreensão dos estudantes.

Diversos autores, a exemplo de Moran (1995), Rosa (2000), Silva *et al.* (2012) e Silva, Pereira e Arroio (2017), discorrem sobre os cuidados didáticos que os docentes devem ter na

escolha e utilização de vídeos em salas de aula. Dentre esses cuidados, destacamos um, relacionado a fatores culturais. Segundo Rosa (2000), todos os produtos audiovisuais, sejam eles vídeos, filmes, multimídias etc., possuem uma matriz cultural com base na qual foram produzidos, contendo, portanto, símbolos próprios da cultura partilhados pelos produtores e públicos-alvo da obra. Ao discutir as funções dos RAV esse pesquisador apresenta uma série de orientações técnicas para o seu uso em sala de aula e, nesse sentido, chama a atenção para o uso de recursos em contextos culturais diferentes dos que foram produzidos, já que eles podem não ser bem compreendidos por conta da diferença cultural entre os espectadores e o público-alvo. Sendo assim, o autor ressalta que, ao planejar um ensino envolvendo vídeos e outros RAV, devemos atentar à linguagem, ao nível de apresentação das ideias e à possibilidade de relação entre as matrizes culturais produtora e espectadora do vídeo, observando se os exemplos apresentados são significativos para o grupo em questão.

Em função das breves considerações realizadas nesta seção, pelo caráter motivador e atrativo dos RAV e pelas inúmeras possibilidades para o seu uso em sala de aula, defendemos que vídeos educativos podem ser interessantes para o contexto do ERE em que esta pesquisa está inserida. O uso de vídeos, principalmente para promover reflexões em atividades assíncronas e para detalhar conceitos e demonstrar experimentos em aulas síncronas – definidas e melhor detalhadas no capítulo 3 –, em nossa hipótese, pode auxiliar na promoção de aprendizagens a respeito da produção científica e no envolvimento de estudantes com as PE.

CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA

Esta pesquisa tem caráter qualitativo, ou seja, os raciocínios e as interpretações feitas se baseiam principalmente na percepção e na compreensão humana, sendo, portanto, a subjetividade um elemento essencial para a pesquisa (STAKE, 2011). Estudos qualitativos, para Stake (2011), levam em consideração os diferentes pontos de vista e a multiplicidade de significados resultantes das interações entre os pesquisadores e os sujeitos da pesquisa. Segundo o autor, o universo estudado é único, com suas características específicas e, portanto, é descrito em detalhes para possibilitar que os leitores façam suas interpretações e compreendam os resultados e as implicações da pesquisa. Creswell (2014), ao tratar da pesquisa qualitativa, ressalta que “o relatório final ou a apresentação incluem as vozes dos participantes, a reflexão do pesquisador, uma descrição complexa e interpretação do problema e a sua contribuição para a literatura ou um chamado à mudança” (p. 50).

Esta pesquisa foi realizada em um movimento constante de ir e vir entre algumas etapas. Dentre elas, destacamos a leitura de referenciais teóricos e a análise/interpretação dos dados produzidos; a idealização, o planejamento, o replanejamento e a adaptação da sequência de ensino; a escolha e a adaptação dos vídeos educativos, o planejamento e a gravação de vídeos dos experimentos e o acréscimo de legenda nos materiais em outro idioma; e, por fim, a implementação das aulas e a interpretação da experiência como um todo. Ressaltamos que a ordem das etapas apresentadas não representa linearmente a realização da pesquisa, uma vez que muitas delas aconteceram simultaneamente para promover a integração e constantes reflexões sobre a proposta da pesquisa, sua metodologia de realização, os referenciais teóricos e as etapas de análise e de escrita.

A seguir, passamos a tecer breves comentários sobre o contexto em que esta pesquisa foi realizada, a instituição que abriu espaço para a sua execução e os participantes envolvidos, além de dar detalhamentos das atividades e de outros aspectos metodológicos.

3.1. O Ensino Remoto Emergencial (ERE)

No primeiro semestre de 2020, os seis continentes foram acometidos por uma doença causada pela transmissão massiva do novo coronavírus (SARS-CoV-2), o que a caracterizou como uma pandemia. Uma das medidas de segurança tomadas pelas autoridades do mundo inteiro foi o distanciamento social, com o objetivo de desacelerar a transmissão do vírus, reduzindo, assim, a possível superlotação de hospitais e a sobrecarga dos sistemas de saúde. Com isso,

diversas universidades interromperam suas atividades e implementaram o Ensino Remoto Emergencial (ERE). É necessário destacar que o ERE não pode ser compreendido como um sinônimo de Educação à Distância (EaD), uma vez que a EaD vem sendo estudada há décadas e um curso oferecido nessa modalidade foi previamente planejado para ser online (HODGES *et al.*, 2020), podendo contar, em alguns casos, com recursos tecnológicos de apoio à prática docente e com professores e estudantes que optaram por trabalhar nessa modalidade. Para o ERE esse planejamento foi limitado e atingiu a totalidade de escolas, professores e estudantes.

O ERE foi a solução estratégica temporária adotada por instituições para retomar as atividades acadêmicas de graduação e pós-graduação enquanto não havia possibilidade do retorno das atividades presenciais em segurança para toda a população. Essa estratégia também foi adotada para sistemas de ensino de todo o país, inclusive a Educação Básica. A retomada das aulas se deu por etapas, que variavam de acordo com o contexto local. Na universidade na qual está localizada a escola em que se deu esta pesquisa foram implementadas medidas para assegurar o acompanhamento das atividades remotas por todos os aprendizes, provendo empréstimos de computadores e auxílios para acesso à *internet* aos estudantes com dificuldades socioeconômicas, além da aquisição de equipamentos para aqueles com deficiência¹⁷. Em função desse e de outros fatores, houve um período de alguns meses no qual muitos estudantes ficaram afastados das atividades escolares regulares, no intervalo entre a suspensão das aulas presenciais e a retomada das atividades acadêmicas no formato remoto.

3.2. A escola, a disciplina de Ciências e os participantes

As aulas foram realizadas uma escola de Ensino Fundamental (EF) localizada em uma universidade federal do estado de Minas Gerais. As suas atividades letivas foram suspensas em 18 de março de 2020, próximo da data na qual estava previsto o início da etapa de produção de dados por meio da implementação de uma sequência de ensino de forma presencial. Apenas em meados de agosto de 2020 foi iniciado o ERE nessa escola. O período inicial da retomada das atividades foi destinado também à necessária adaptação dos estudantes, professores e funcionários às atividades remotas. Com isso, a produção de dados desta pesquisa apenas teve início em 2 de setembro de 2020.

¹⁷ Para saber mais, <<https://ufmg.br/comunicacao/noticias/resolucao-do-cepe-orienta-ensino-remoto-emergencial-na-graduacao>>. Acesso em 24 mar. 2021

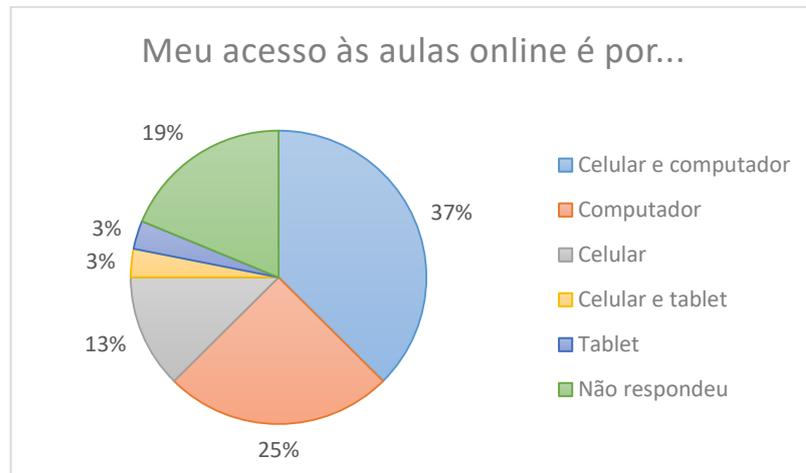
A carga horária das atividades escolares no ERE – divididas em síncronas e assíncronas para respeitar e adaptar o tempo de tela¹⁸ dos estudantes, professores e funcionários da escola – foi aumentando gradualmente ao longo do ano letivo, englobando também o período da implementação da sequência de ensino. Atividades síncronas são aquelas realizadas em um mesmo horário por todos os participantes, tais como aulas por chamada de vídeo e atividades que envolvem o uso do fórum/*chat* por todos ao mesmo tempo. Já as assíncronas são as que cada indivíduo realiza no momento que considerar mais adequado. Ao iniciar o ERE, a escola normatizou que as aulas síncronas das diversas disciplinas possuiriam uma duração de 30 minutos por semana, somados a um tempo destinado a atividades assíncronas, que variava de uma a duas horas, dependendo da carga horária da disciplina. Ao longo dos meses, esse horário foi sendo reajustado gradualmente para uma hora de aula síncrona e duas horas e meia de atividades assíncronas por semana, no caso da disciplina de Ciências. Esse tempo geralmente era concentrado em um mesmo dia e se manteve até o final do ano letivo de 2020.

A escola organizou todos os estudantes do oitavo ano do EF em uma única turma *online*, totalizando 49 estudantes. Desses, 32 participaram da pesquisa. Esse grupo era formado por 17 meninas e 15 meninos, que estavam na faixa etária de 13 a 15 anos, sendo que a maior parte com 13 ou 14 anos. Em sua maioria, estudavam na escola desde o primeiro ano do EF e conquistaram a vaga por meio de sorteio. Com base no questionário inicial, percebemos que 65,6% deles possuíam gosto pela Ciência, pela disciplina e/ou pelas aulas do professor de Ciências. Já 15,6% possuíam interesses em outras áreas do conhecimento e/ou não possuíam tanto gosto pelos temas da disciplina e os demais 18,8% não responderam à pergunta. Entre os temas citados como interessantes por alguns estavam o estudo do corpo humano, da alimentação, dos animais e do planeta. Outros comentaram as dificuldades de compreensão de alguns conteúdos, o que contribuiu para a sua menor identificação com a disciplina.

O acesso dos estudantes às aulas foi realizado por meio de computadores, celulares e/ou *tablets*, variando de acordo com a disponibilidade dos dispositivos em casa, principalmente no momento da aula, ou até mesmo pelo uso de dois deles simultaneamente para utilizar as funcionalidades de cada um de forma conjunta, como podemos observar no gráfico da Figura 3.

¹⁸ O termo faz referência à quantidade de horas que os profissionais e estudantes utilizariam aparelhos tecnológicos, tais como computador, *notebook*, *tablet* e celular. O uso exagerado desses recursos pode influenciar os padrões de sono dos indivíduos, entre outros aspectos, variando de acordo com sua faixa etária (QUEIROZ, 2020).

Figura 3 – Gráfico da relação dos dispositivos utilizados pelos estudantes para ter acesso às aulas



Fonte: produção da autora

A escolha pelos anos finais do EF foi em função do que seria o melhor público-alvo para o programa de televisão japonês – correspondente principalmente ao segundo e terceiro ciclos do EF do Brasil (TAKEUCHI *et al.*, 2013) – e pela melhor adequação, em nossa opinião, dos experimentos e discussões que seriam realizadas para esse nível de ensino. O oitavo ano foi definido com o professor de Ciências da escola para o desenvolvimento da pesquisa no ERE.

3.3. A sequência de ensino

Autores como Ferraz e Sasseron (2017a; 2017b), Santos e Galembeck (2018), Silva (2015a), Silva, Gerolin e Trivelato (2018), Silva e Trivelato (2017) e Trivelato e Tonidandel (2015) consideram o ambiente criado pelo ensino por investigação como propício para o surgimento de PE em sala de aula. O nosso trabalho propõe a investigação do envolvimento de estudantes com PE em um ensino que não possui necessariamente essa natureza, mas que igualmente busca o envolvimento de estudantes na reflexão e construção do conhecimento a respeito de um fenômeno.

Nos tópicos a seguir, exploramos mais detidamente o programa de televisão e os demais vídeos e ferramentas que compõem a sequência de ensino, para assim detalhar as aulas e atividades realizadas.

3.3.1. O programa *Kangaeru karasu*

O programa 考えるカラス～科学の考え方 (*kangaeru karasu ~ kagaku no kangaekata*), cujo título traduzimos para a língua portuguesa, com base na versão em inglês, para *Pense como um corvo, as formas de pensar da Ciência*, foi transmitido pela emissora NHK, no canal

NHK E-TV (NHK E-テレビ¹⁹), a partir de abril de 2013 (TAKEUCHI *et al.*, 2013). O programa tem como ênfase o processo de aprendizagem, especialmente as formas de pensar da Ciência, sendo elas tratadas de maneira simplificada como “observação, hipótese, experimento, consideração/investigação”. Ele foi premiado no *Science and Technology Film/Video Festival*²⁰ e tem recebido avaliações positivas desde a sua primeira exibição (TAKEUCHI *et al.*, 2016).

Esse programa foi planejado para abordar, por meio de quadros variados que trazem fenômenos misteriosos, os modos de pensar da Ciência (GOTO; NAKANISHI; KANO, 2018). Em especial o quadro que encerra cada episódio – *O exercício do pensar, com Aoi Yū* – oferece um grande estímulo para que cada um busque criar as explicações para os resultados inesperados dos experimentos (KAWASUMI, 2014) e foi utilizado em pesquisas variadas, a exemplo de Kano e Sasaki (2013), Goto, Nakanishi e Kano (2018) e Kitaoka (2019). Os experimentos exibidos no programa não possuem uma única explicação ou uma lógica considerada correta para explicar os resultados, uma vez que o objetivo do programa é causar discussões e possibilitar a compreensão de como pode ocorrer o processo de construção do conhecimento científico.

Cada episódio do programa tem a duração de dez minutos e é composto por alguns quadros, nem sempre presentes em todos os episódios e em ordens variadas, descritos a seguir (TAKEUCHI *et al.*, 2013):

- 考える観察 (*kangaeru kansatsu* – tradução nossa: *Observação pensativa*): o quadro mostra fenômenos curiosos do cotidiano que às vezes passam despercebidos, sem, entretanto, trazer explicações ou motivos para sua ocorrência. O objetivo desse quadro é fazer a audiência pensar por si e questionar os fenômenos ao seu redor.
- 仮説大好きーデデニオン (*kasetsu daisuki* – *Dedenion* – tradução nossa: *Dedenion, os que adoram hipóteses*): esse quadro é uma animação sem falas que mostra o envolvimento de três sujeitos (os *Dedenion*) com o levantamento de hipóteses ao se depararem com uma série de fenômenos curiosos. Os episódios são curtos, com duração inferior a dois minutos, em sua maioria.

¹⁹ Canal cuja programação é composta integralmente por programas educacionais de variadas áreas do conhecimento.

²⁰ Em japonês, 科学技術映像祭. O festival premia vídeos que transmitem a Ciência e suas tecnologias de forma correta e de fácil entendimento. O seu objetivo é contribuir para o aumento do interesse em Ciência e tecnologia pela população, fomentando a divulgação científica. Foi avaliado como o festival de vídeos de Ciência e tecnologia de maior prestígio do Japão. Para saber mais: <<http://ppd.jsf.or.jp/filmfest/menu01.html>>. Acesso em 24 mar. 2021

- 「今日のはっけん」 (*kyō no hakken* – tradução nossa: *A descoberta de hoje*): composto por músicas cujas letras dizem respeito à diversão em fazer pequenas descobertas no cotidiano, por mais pequenas que sejam.
- 蒼井優の考える練習 (*Aoi Yū no kangaeru renshū* – tradução nossa: *O exercício do pensar, com Aoi Yū*): é o quadro que aparece ao final de todos os episódios e que geralmente é dividido em duas partes: (i) apresentação do experimento e (ii) resultado. Seu objetivo é, a partir do resultado de um experimento curioso, fazer a audiência pensar na explicação do fenômeno. No final de cada quadro, quando a apresentadora começa a explicar cientificamente o porquê do resultado, sua fala é interrompida por uma tela que traz a narração “daqui para frente, é a sua vez de pensar. A partir de agora, todos somos o corvo que pensa”²¹, encerrando o episódio. No *website* do programa há materiais complementares que contêm as hipóteses, explicações e experimentos sugeridos e enviados pela audiência. Ou seja, os espectadores podem interagir com o programa após assistirem aos episódios. A Figura 4 traz uma imagem do quadro, com uma das apresentadoras.

Figura 4 – Imagem do quadro *O exercício do pensar, com Aoi Yū*



Fonte: Takeuchi *et al.* (2013)

Esse quadro que encerra o episódio no início da explicação, segundo o grupo criador do programa, trouxe as mais variadas reações (KAWASUMI, 2014). Houve espectadores instigados ou engajados com as discussões, tanto em família como entre amigos e colegas; aqueles indignados com a falta da exibição da “resposta correta”; ou relatos de sentimentos de

²¹ Tradução nossa a partir do japonês: ここから先は、自分で考えよう。これからはみんなが、考えるカラス。

certa confusão/incerteza. Segundo o autor, esses sentimentos indicam que os sujeitos estão pensando por si próprios e estão engajados com as questões exibidas.

Para esta pesquisa, foram utilizadas duas atividades experimentais desse quadro e oito episódios do quadro *Dedenion, os que adoram hipóteses* para propiciar o envolvimento e a compreensão dos participantes a respeito do levantamento de hipóteses, do fazer previsões, além de aspectos da produção do conhecimento científico. Por ser um programa criado por japoneses destinados a crianças e adolescentes daquele país, tivemos o cuidado de selecionar experimentos e episódios que possuem elementos culturais que também fazem parte do contexto dos participantes da pesquisa (ROSA, 2000), os quais estão detalhados nos próximos tópicos.

3.3.2. Os experimentos

Durante a sequência de ensino, foram feitos dois experimentos, detalhados no Quadro 4. Para adequar ao novo contexto da pesquisa, eles foram escolhidos, dentre os demais que já estavam definidos para a sequência de ensino inicialmente proposta para o ensino presencial, pelas possíveis discussões que poderiam ser realizadas em aula com a associação a alguns conteúdos conceituais tais como a densidade de gases, combustão e a pressão atmosférica.

Quadro 4 – Descrição dos experimentos realizados durante a sequência de ensino²²

Aulas	Experimento	Materiais utilizados	Descrição
1, 2 e 3	A chama de duas velas	Duas velas de alturas diferentes, fósforo e um béquer de 400mL.	Observar o que acontece com a chama das velas de diferentes alturas dentro do mesmo sistema fechado.
5, 7 e 8	O tubo e a água	Uma proveta de 250mL, um pote pequeno, de diâmetro um pouco menor que a proveta, e água.	Observar o que acontece quando um tubo cheio de água com um objeto na parte superior é virado. Utilizamos, como objeto, um pote de plástico destinado ao armazenamento de filmes de máquinas fotográficas antigas.

Fonte: elaborado pela autora

Cada um desses experimentos foi dividido em dois vídeos para possibilitar o envolvimento dos estudantes com as PE no ensino remoto. Assim como feito no programa, os experimentos foram realizados observadas as seguintes etapas: 1 – apresentação dos materiais e do procedimento para fazer previsões do resultado; 2 – realização do experimento e comparação da previsão com o resultado; 3 – elaboração de uma justificativa (hipótese) para o que foi

²² Os nomes originais dos experimentos, assim como o *link* de acesso aos episódios do programa que os contém, estão organizados no Apêndice C.

observado. As etapas 1 e 2 foram exibidas separadamente, de forma demonstrativa, por meio de vídeos produzidos pelas pesquisadoras.

3.3.3. Os vídeos educativos

Os próximos tópicos são destinados a detalhamentos dos vídeos utilizados na sequência de ensino, em atividades síncronas e assíncronas.

3.3.3.1. *Dedenion, os que adoram hipóteses*

O Quadro 5 descreve os episódios que foram trabalhados durante as atividades assíncronas. Os estudantes tiveram acesso aos vídeos, legendados pelas pesquisadoras, por meio de um *link* nos próprios questionários que continham as questões relacionadas a esses recursos. Com isso, tínhamos como objetivo introduzir a discussão de características da produção do conhecimento científico, mesmo que os estudantes ainda não relacionassem os vídeos à Ciência.

Quadro 5 – Episódios da animação *Dedenion* exibidos para os estudantes

Aula	Episódio (Tradução adaptada) ²³	Descrição
2	<i>O cano misterioso</i>	Os <i>Dedenion</i> encontram dois canos no meio do caminho e uma bola vermelha. Ao colocar a bola dentro de um dos canos, na outra extremidade sai uma bola vermelha. Entretanto, ao colocar a bola vermelha no outro cano, na outra extremidade sai uma bola branca. A partir desses dois resultados, os personagens fazem uma previsão do que acontecerá ao colocar nesse último cano a bola branca que saiu, com base em uma hipótese que tenta explicar o fenômeno.
3	<i>Pegadas misteriosas</i>	Os <i>Dedenion</i> percebem que, ao passar por uma poça de água, pegadas são deixadas no chão. Após essa constatação, os personagens percebem a existência de “pegadas misteriosas”, que deixaram marcas diferentes do comum. Os três levantam hipóteses sobre o que pode ter deixado tal marca misteriosa, mas logo após, os fatores responsáveis pelas pegadas aparecem, mostrando que as hipóteses iniciais dos personagens estavam erradas.
4	<i>A cadeira que não dá para sentar</i>	Os <i>Dedenion</i> observam e fazem testes diversos com uma cadeira estranha, que possui as duas pernas de trás menores do que as da frente. Após alguns testes, um deles levanta a hipótese sobre o uso da cadeira e o episódio é encerrado com um suposto “sucesso” na elaboração da explicação.
	<i>O cano misterioso, parte 2</i>	É retomado o cenário do episódio 1. Entretanto, dessa vez, um dos <i>Dedenion</i> questiona o conteúdo do cano que não foi investigado a fundo pelos personagens. Após repetir o experimento de colocar uma bola vermelha dentro do cano, eles observam a saída de uma bola azul. O episódio se encerra com cada um dos três sujeitos apresentando uma diferente hipótese.

²³ Os nomes em japonês dos episódios, a tradução realizada fiel aos nomes originais e os *links* de acesso aos vídeos estão detalhados no Apêndice D.

6	<i>Como foi colocado dentro?</i>	Os <i>Dedenion</i> observam uma maçã dentro de um vidro e elaboram hipóteses de como aquele sistema foi produzido. Ao observar, de fato, a origem do fenômeno, percebem que as hipóteses que eles levantaram não condiziam com a explicação observada.
7	<i>A chave de ferro</i>	Os <i>Dedenion</i> encontram um homem perto de um lago. Ele derrubou a chave do galpão dentro do lago e não consegue encontrá-la. Um <i>Dedenion</i> dá a ideia de pescar a chave com um ímã, obtendo sucesso em sua tentativa.
	<i>Dedenion gripados</i>	Em um dos episódios, os personagens estão doentes e não vão trabalhar.
8	<i>Peguem o ladrão de queijo!</i>	Um rato rouba o queijo de um dos <i>Dedenion</i> . Ao ser perseguido, o rato entra em um buraco no chão, que poderia ou não ser conectado a vários outros buracos. Os <i>Dedenion</i> imaginam a conexão dos buracos, mas não obtêm sucesso nem em pegar o queijo de volta, nem em saber a “real” configuração dos buracos.

Fonte: elaborado pelas autoras

Os episódios citados foram escolhidos pela obtenção de resultados diversos em relação às hipóteses/previsões que foram elaboradas pelos três personagens. Entendemos que a validade e a veracidade das formulações dos personagens, quando são feitos testes, discutidas as ideias ou *descobertas* as origens das situações, são fatores motivadores de discussões de características da atividade científica, tais como a influência do fator humano na produção do conhecimento, o trabalho em grupos, o papel das previsões e hipóteses no trabalho científico, a provisoriedade e as limitações da Ciência.

3.3.3.2. *What is a flame?*

Alan Alda, ator, escritor e um dos membros fundadores do centro de comunicação científica *Alan Alda Center for Communicating Science*²⁴, tinha 11 anos quando estava curioso em relação à chama da vela. Ao perguntar a uma professora “O que é a chama?” e “O que está acontecendo nela?”, o estudante recebeu uma resposta simples e trivial, sem mais detalhes daquele fenômeno que era um mistério para ele. Após décadas, Alda percebeu a falta de compreensão e de conexão da Ciência com a sociedade, considerando imprescindível a comunicação científica clara e vívida. Com isso, como diretor do *Alan Alda Center for Communicating Science*, criou o concurso *The Flame Challenge*, em 2012, com o objetivo de eleger um material produzido por cientistas que fornecesse uma boa explicação para o fenômeno da chama para estudantes de 11 anos de idade. Nesse ano, uma equipe organizada pelo *Alan Alda Center for Communicating Science* escolheu as melhores respostas entre as centenas que o instituto recebeu. Entre essas, a melhor foi selecionada com base na avaliação

²⁴ Para saber mais, acesse o *site* <<https://www.aldacenter.org/>>. Acesso em 1 abr. 2021.

de crianças de 11 anos de variadas localidades, elegendo aquela que os ensinou da melhor forma (ALDA, 2012).

O vídeo educativo *What is a flame?* (AMES, 2012) produzido por Ben Ames, disponível na plataforma *YouTube*, foi o vencedor da primeira edição do *The Flame Challenge*. Ben Ames, apaixonado por música e filmes, era um estudante de doutorado da Universidade de Innsbruck (Áustria) na época do concurso, e mostrou muita criatividade e um bom uso da tecnologia disponível para produzir um vídeo com cores vibrantes, trilha sonora cativante e desenhos animados.

3.3.4. A sequência de ensino: planejamento e desenvolvimento

A sequência foi desenvolvida na escola no período inicial de adaptação dos estudantes e dos professores ao ERE, tendo início três semanas após a retomada formal das atividades escolares. Ela foi composta por nove aulas, sendo seis assíncronas e três síncronas – uma no início, uma no meio e outra ao final da sequência, correspondendo, portanto, às aulas 1, 5 e 9 –, como detalhado no Quadro 6. Nas aulas síncronas, por ser um dos poucos momentos de interação entre professora e estudantes, foram priorizadas discussões sobre os temas abordados nas atividades assíncronas.

Quadro 6 – Descrição das atividades da sequência de ensino e relação dos recursos utilizados²⁵

Aula	O que foi desenvolvido	Recursos
Aula 0 (Preparação) Assíncrona	Atividade inicial: questões a respeito dos participantes da pesquisa (nome, idade, tempo de estudo na escola, gosto pela disciplina de Ciências etc.). Atividade 1 (<i>Imagine que você virou um cientista</i>): questões a respeito de como os estudantes se imaginam cientistas, abrangendo a aparência física, vestimentas, local de trabalho, temas de pesquisa e rotina desses profissionais.	Google Formulários
1 Síncrona e Assíncrona (Atividade 2.1)	Apresentação da pesquisadora, explicação das aulas, da pesquisa e dos termos de consentimento e assentimento. Retomada da Atividade 1: discussões sobre a aparência física dos cientistas, trabalho em grupos, local de trabalho, rotina e temas de pesquisa. Introdução do Experimento 1 – A chama de duas velas: apresentação de situações envolvendo velas acesas e copos. Explicação dos procedimentos e elaboração de previsões para o experimento (breve discussão).	Google Meet
	Atividade 2.1: introdução do tema do experimento pela observação e perguntas sobre a chama de uma vela; formalização das previsões para o resultado do experimento e elaboração de justificativas para a previsão (hipóteses iniciais).	Google Formulários
2 (Assíncrona)	Atividade utilizando o <i>Edpuzzle</i> : questões sobre a combustão, apresentação do resultado do Experimento 1 e comparação das previsões realizadas na atividade anterior com o resultado.	<i>Edpuzzle</i>

²⁵ Todos os vídeos exibidos aos estudantes foram devidamente legendados e adaptados para fins educacionais. Os links presentes no Quadro 6 são referentes às fontes oficiais dos materiais. Acesso em 24 mar. 2021.

	<p>Atividade 2.2: exibição do vídeo <i>O cano misterioso</i> e questões a respeito de previsões no cotidiano, na sala de aula e na Ciência.</p> <p>Vídeo 1 – <i>O cano misterioso</i> https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110301_00000#in=233&out=338></p>	Google Formulários
3 (Assíncrona)	<p>Atividade 3 – dividida em 4 partes</p> <p>3.1: Retomada da Atividade 2.2 com uma questão sobre a importância das previsões para o trabalho dos cientistas;</p> <p>3.2: Exibição do vídeo <i>Pegadas misteriosas</i> e questões a respeito do levantamento de hipóteses no cotidiano, na sala de aula e na Ciência.</p> <p>Vídeo 2 – <i>Pegadas misteriosas</i> https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110303_00000#in=303&out=373></p> <p>3.3: Apresentação dos fenômenos do balonismo e da fumaça de incêndios</p>	Google Formulários
	<p>3.4: Fórum de discussões para a formulação de explicações (hipóteses) para o experimento.</p>	Fórum do <i>Moodle</i>
4 (Assíncrona)	<p>Atividade 4: exibição dos vídeos <i>A cadeira que não dá para sentar</i> e <i>O cano misterioso, parte 2</i>. Questões sobre o trabalho em grupos em sala de aula e na Ciência, a provisoriedade do conhecimento científico e as diferenças de opinião entre sujeitos.</p> <p>Vídeo 3 – <i>A cadeira que não dá para sentar</i> https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110302_00000#in=278&out=382></p> <p>Vídeo 4 – <i>O cano misterioso, parte 2</i> https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110305_00000#in=251&out=387></p>	Google Formulários
5 (Síncrona)	<p>Retomada de discussões das aulas anteriores: a diferença entre previsões e hipóteses; o caráter colaborativo no trabalho científico e a provisoriedade do conhecimento; retomada e conclusão do Experimento 1.</p>	BBB
	<p>Atividade 5: Introdução do Experimento 2</p> <p>Explicação dos materiais e dos procedimentos por meio de um vídeo produzido pelas pesquisadoras, realização de previsões e elaboração de justificativas para a previsão (hipóteses) por um formulário individual. Por fim, apresentação do resultado do experimento por vídeo.</p>	BBB, Google Formulários, <i>YouTube</i> ²⁶
6 (Assíncrona)	<p>Atividade 6:</p> <p>6.1: comparação do resultado do Experimento 2 com as previsões iniciais, elaboração de uma explicação para o fenômeno (hipóteses) e sugestão de alterações nos procedimentos para investigar o fenômeno.</p> <p>6.2: exibição do vídeo <i>Como foi colocado dentro?</i>, questões sobre a relação entre algumas práticas (observar, fazer previsões, elaborar hipóteses etc.) e o trabalho dos cientistas, e sobre os temas de pesquisa desses profissionais.</p> <p>Vídeo 5 – <i>Como foi colocado dentro?</i> https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110307_00000#in=223&out=334></p>	Google Formulários
7 (Assíncrona)	<p>Atividade 7:</p> <p>7.1: exibição de experimentos complementares sugeridos pelos estudantes por vídeo (alteração da densidade do líquido, alteração do tamanho do pote de plástico, verificação do movimento do pote de plástico no sistema fechado).</p>	<i>YouTube</i> , Google Formulários

²⁶ *YouTube* é uma plataforma destinada ao compartilhamento de vídeos.

	<p>7.2: retomada dos temas de investigação do trabalho dos cientistas.</p> <p>7.3: exibição dos vídeos <i>A chave de ferro</i> e <i>Dedenion gripados</i>, acompanhados das questões sobre o que embasa a proposição de novos conhecimentos.</p> <p>Vídeo 6 <i>A chave de ferro</i> https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110306_00000#in=328&out=428</p> <p><i>Dedenion gripados</i> https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110316_00000#in=335&out=345²⁷</p>	Google Formulários
8 (Assíncrona)	<p>Atividade 8: exibição do vídeo <i>Peguem o ladrão de queijo!</i> e questões sobre as limitações da Ciência.</p> <p>Vídeo 7 – <i>Peguem o ladrão de queijo!</i> https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110312_00000#in=160&out=268</p>	Google Formulários
9 Síncrona e Assíncrona (Atividade 9)	<p>Retomada de atividades anteriores: retomada e conclusão do Experimento 2, discussões a respeito dos temas de pesquisa dos cientistas.</p> <p>Exibição do vídeo <i>What is a flame?</i> – discussão acerca da combustão completa e incompleta, das cores das chamas e dos processos químicos envolvidos.</p> <p>Vídeo: https://www.youtube.com/watch?v=5ymAXKXhvHI</p>	Google Meet e YouTube
	<p>Atividade 9 – Questões sobre a diferença entre a chama da vela e a do fogão.</p>	Google Formulários

Fonte: elaborado pela autora

Ressaltamos que o número desigual de atividades de cada aula é decorrente dos diferentes estilos de aula oferecidos (síncrona, assíncrona) em cada dia/semana. Todas as atividades estão transcritas no Apêndice A.

A Atividade 1 foi realizada antes do início da sequência de ensino. Ela é uma atividade utilizada no Grupo Multidisciplinar de Estudos em Ensino de Química – GMEEQ, do Departamento de Química da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), para analisar as ideias dos estudantes quanto a aspectos da Ciência. Aos estudantes foi deixado claro que desejávamos o registro do que eles entendiam do trabalho dos cientistas. Para melhor compreendermos as respostas, destinamos um tempo da aula seguinte para uma conversa que nos auxiliou no entendimento das ideias dos estudantes (AZEVEDO; SCARPA, 2017).

As demais atividades foram produzidas pelas pesquisadoras com o objetivo de promover o envolvimento dos estudantes com as PE, promover a construção conceitual e ampliar a compreensão a respeito da atividade científica. As atividades assíncronas, em sua maioria, foram realizadas por meio da ferramenta *Google Formulários*, que, segundo o *site* da *Google*, é uma forma gratuita de “coletar e organizar informações em pequena ou grande quantidade” (GOOGLE, 2021). É uma ferramenta de fácil manejo, que possibilita, dentre outras

²⁷ Tradução nossa da narração do episódio: “Por causa da gripe, os Dedenion não irão trabalhar dessa vez. Tomem cuidado vocês também!”

funcionalidades, coletar respostas de atividades por meio de fotografias, questões abertas e fechadas. Os questionários produzidos continham fotos, imagens, vídeos e *links* para possibilitar a realização das atividades. Utilizada apenas na segunda aula da sequência, o *Edpuzzle* (DIAS, 2018) é uma ferramenta *online* gratuita que permite a criação de videoaulas interativas, por meio da adição de questões, comentários ou explicações no meio de vídeos, que podem ser gravados pelo professor ou importados de outros *sites*. O vídeo faz pausas em momentos determinados pelo professor para que o espectador responda ou leia as questões, comentários e/ou explicações, sem avançar enquanto o sujeito não o fizer. A ferramenta possibilita ainda um *feedback* após a realização da atividade pelo estudante. Além disso, utilizamos a ferramenta Fórum da plataforma do *Moodle*²⁸ da escola. O Fórum possibilita uma interação entre os estudantes, professores e monitores permitindo a visualização de todas as postagens feitas para determinado assunto e, ainda, a escrita de comentários nas respostas dos seus colegas. Sendo assim, consideramos que o uso assíncrono dessa ferramenta facilitaria a discussão e a troca de ideias entre os estudantes, se utilizado da forma proposta.

As aulas síncronas foram realizadas por meio de duas ferramentas: o *BigBlueButton* (BBB)²⁹, que era integrado ao *Moodle* da escola para a realização de todas as reuniões pedagógicas e aulas síncronas, e o *Google Meet*. O BBB é uma ferramenta de conferência *via internet* para a realização de reuniões e aulas síncronas, possibilitando o “compartilhamento em tempo real de áudio, vídeo, slides, quadro branco, bate-papo e tela”, além da possibilidade de criar enquetes e pequenos grupos de discussão separados da chamada principal. Devido, possivelmente, ao número elevado de salas em uso, o sistema frequentemente dava erros, dificultando a realização das aulas pela plataforma. Em vista disso, o professor de Ciências, ao longo do desenvolvimento da sequência de ensino e das aulas da disciplina, optou pelo uso do *Google Meet* para evitar imprevistos. O *Google Meet* é uma ferramenta de videochamadas, que no período da pandemia tornou-se gratuito com todas as ferramentas ditas *premium*. Possui como funcionalidades o compartilhamento de tela, *webcam* e a integração com um quadro branco.

²⁸ *Moodle* (sigla para *Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) é uma plataforma que possibilita o gerenciamento da aprendizagem em um ambiente virtual. Por oferecer uma diversidade de ferramentas e ser gratuito, é utilizado por várias instituições de ensino (RIBEIRO; MENDONÇA; MENDONÇA, 2007).

²⁹ *BigBlueButton*. Disponível em: <<https://moodle.com/pt/integracoes-certificadas/bigbluebutton/>>. Acesso em: 10 mar. 2021.

3.4. Produção dos dados e análise dos resultados

Todos os cuidados éticos necessários foram tomados para a realização desta pesquisa – aprovada sob o número CAAE 28460819.4.0000.5149 pelo Comitê de Ética em Pesquisa (COEP) – atendendo às orientações do Comitê e do Núcleo de Assessoramento à Pesquisa (NAPq) da escola. Portanto, os estudantes, seus responsáveis, o professor de Ciências e a direção foram informados da pesquisa, seus objetivos e metodologia. Os participantes assinaram um Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) e seus responsáveis, um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), autorizando o uso dos dados produzidos durante as atividades, os quais serão armazenados em um local seguro por um período mínimo de 5 anos.

Na escola em que se deu esta pesquisa, as disciplinas geralmente contam com o acompanhamento de monitores, que auxiliam o professor e os estudantes nas diversas tarefas. Esses monitores são estudantes de cursos de licenciatura da universidade à qual a escola está vinculada e, normalmente, são bolsistas. Durante o desenvolvimento da sequência de ensino eles estavam presentes nas aulas e, por isso, também assinaram o TCLE.

Os dados foram produzidos durante a implementação da sequência de ensino no ERE, no período de 2 de setembro a 9 de outubro de 2020, por meio da gravação em vídeo das aulas síncronas, de registros no diário de campo da pesquisadora e da coleta de atividades escritas produzidas pelos estudantes. O registro em vídeo e áudio foi realizado por meio de um *software* gratuito (*Open Broadcaster Software* – OBS)³⁰ que possibilita a captura em vídeo da tela do computador, além de outras funcionalidades como *streaming*. Tivemos o cuidado de deixar a aba de *chat* aberta durante a gravação da tela e do áudio, para assim ter acesso simultâneo aos comentários dos estudantes, professores e monitores ao longo das aulas. As atividades foram coletadas usando as ferramentas do *Google* Formulários e do *Edpuzzle*, uma vez que essas plataformas disponibilizam, para o criador dos conteúdos, as respostas submetidas pelos participantes nas atividades.

A análise dos dados foi realizada de forma qualitativa, com foco nas concepções dos estudantes quanto a aspectos relacionados à construção do conhecimento científico (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; MEAD; MÉTRAUX, 1957; REIS; GALVÃO, 2004; RIBEIRO; SILVA, 2018), na classificação de PE (ARAÚJO, 2008; SILVA, 2015b) e na caracterização das hipóteses elaboradas por eles (NUNES, 2016; NUNES; MOTOKANE, 2015; SANTOS;

³⁰ Disponível em: <<https://obsproject.com/pt-br>>. Acesso em 12 mar. 2021

GALEMBECK, 2018). Para isso, as aulas síncronas foram transcritas com o intuito de facilitar o trabalho com os resultados e as respostas escritas classificadas em categorias estabelecidas antes e depois da coleta e análise dos dados. As categorias pré-estabelecidas foram definidas com base nas propostas por Nunes e Motokane (2015) e Nunes (2016), no caso de características que validam uma hipótese, e por Reis e Galvão (2004), no caso das imagens que estudantes possuem da Ciência e seus atores. No entanto, novas categorias foram criadas a partir dos dados. Nas transcrições das aulas, procuramos manter uma organização entre o que foi dito oralmente e o que foi escrito como um comentário no *chat*. Para facilitar a apresentação dos dados no corpo do texto, os turnos de fala e comentários foram enumerados em ordem cronológica, indicando o primeiro turno do trecho que é de interesse pelo número 1, com o cuidado de informar aos leitores a situação das discussões na sequência de ensino como um todo. No caso de uso da transcrição ou de excertos das atividades, ressaltamos que foi preservado o anonimato dos participantes com a atribuição de nomes fictícios. Optamos por explicar algumas características da análise dos dados junto ao relato, nos casos em que essas se enquadram apenas naquela análise específica.

CAPÍTULO 4 – O ENVOLVIMENTO DOS ESTUDANTES COM AS ATIVIDADES E SUAS COMPREENSÕES A RESPEITO DA CIÊNCIA

Nos dois próximos capítulos – 4 e 5 – analisamos as aulas desenvolvidas durante a sequência de ensino. Nessa análise fizemos interpretações e reflexões, visando a organização e discussão dos dados, de forma que eles pudessem nos auxiliar nas respostas à questão de pesquisa.

Neste capítulo, inicialmente, apresentamos alguns indicativos que nos mostram como foi o envolvimento dos estudantes com as atividades propostas durante a sequência. Em seguida, dirigimos o olhar para os vídeos educativos e para as práticas epistêmicas (PE) – principalmente o levantamento de hipóteses e as previsões – e como eles puderam contribuir para a compreensão da Ciência.

No início do ERE, observamos que poucos estudantes deixavam as *webcams* ligadas durante as aulas síncronas, o que pode ser um reflexo da indisponibilidade do equipamento para os participantes, de problemas de conexão com a *internet* ou da falta de costume com os novos modelos de aulas. Ao longo do desenvolvimento da sequência de ensino – e das aulas das demais disciplinas, de uma forma geral – um número maior de estudantes passou a deixar as câmeras ligadas durante as aulas, o que pode indicar, em nossa opinião e na do professor de Ciências, que eles estavam começando a se sentir mais confortáveis e habituados com o ensino remoto.

Pelo reduzido contato visual e verbal com os participantes, decorrente de fatores que ultrapassam o próprio ERE e os nossos conhecimentos, argumentamos que a avaliação do envolvimento dos estudantes com as atividades não é uma tarefa simples. Entretanto, percebemos alguns indicativos de envolvimento com as atividades remotas, acerca dos quais passaremos a comentar brevemente.

Em relação à presença nas aulas, observamos que 23 estudantes participaram da primeira aula síncrona, mas essa participação aumentou nas demais, sendo 28 na segunda e 27 na última. Nas atividades assíncronas 23,6 estudantes em média entregaram as dez atividades propostas. Para eles essa era sua primeira experiência com aulas não-presenciais, as quais não foram programadas para acontecerem dessa forma. Portanto, os estudantes não estavam devidamente preparados para enfrentar o ERE. Por isso, a quantidade de participantes e de atividades entregues foi considerada, pelas pesquisadoras e pelo professor da disciplina, como positivas.

A aula 5, síncrona, foi destinada, entre outras atividades, à realização do Experimento 2 – O tubo e a água³¹, com a utilização de uma proveta, água e um pote de plástico. Após a exibição de um vídeo que produzimos para explicar os materiais e os procedimentos, foi destinado um tempo da aula para a realização de previsões para o resultado, assim como de justificativas para a formulação (hipóteses iniciais), feitas em um formulário destinado a tal. Nesse momento, enquanto os que responderam aguardavam os demais participantes e a exibição da continuação do experimento, ocorreu a seguinte conversa:

Roberto (via chat): *O tubinho vai segurar a água, eu acho.*

Rafael: *Eu não sei a resposta, mas só por você estar perguntando isso eu acho que a água não vai cair, porque senão você não ia estar perguntando.*

Roberto (via chat): *Tenho quase certeza que ela só vai falar a resposta na semana que vem.*

Roberto (via chat): *Suspense...*

Podemos perceber que os estudantes, enquanto aguardavam a realização do experimento de forma demonstrativa – já gravada em vídeo –, estavam curiosos, destacando e comentando o clima de suspense criado por causa da solicitação de previsões para os resultados do experimento. Essa participação no *chat* se caracteriza como um indício de envolvimento com as atividades, uma vez que foi espontânea. Após a exibição do vídeo, os estudantes demonstraram reações variadas em relação ao resultado observado, como podemos ver no excerto da discussão a seguir, tanto no *chat* quanto com o uso do microfone:

Armando (via chat): *SABIA*

Luiz (via chat): *ouxi*

Roberto (via chat): *naaaaaaaao*

Giovana (via chat): *mds*

Mariana (via chat): *Sabiaaaaa*

Júlia (via chat): *acertei miseravi*

Roberto (via chat): *Como assim? Ahhhhhhh o potinho é menos denso*

...

Júlia: *O potinho foi puxado por alguma pressão que foi feita, porque a água foi caindo e ele foi puxado para cima.*

Armando: *Eu acho que foi por causa do oxigênio que está ali.*

Mariana: *Eu acho que é por causa do ar.*

Roberto: *Eu acho que o pote é menos denso que a água.*

Luiz: *Eu coloquei que o ar saiu, foi saindo. Tudo que não é ocupado pelo ar é ocupado por alguma coisa, nesse caso, ocupado pelo potinho, aí ele foi subindo. Só que no caso eu tinha colocado que ele ficou parado.*

Mariana: *Ó Luciana, eu não faço muita ideia, não sei muito bem porque isso aconteceu não.*

³¹ O experimento faz parte do 11º episódio do programa de televisão *Kangaeru karasu* e consiste em observar o que acontece com o pote plástico ao virar rapidamente a proveta. O link de acesso ao vídeo original está indicado no Apêndice C. Durante a aula, exibimos um vídeo produzido pelas pesquisadoras com base no programa de televisão. Esse vídeo pode ser acessado em <https://youtu.be/X1gBRUYMvdc> (apresentação do experimento) e <https://youtu.be/oJ4OAPdQeaE> (exibição do resultado). Acesso em 06 jul. 2021.

Podemos perceber que os estudantes demonstraram reações variadas, tais como espanto, contentamento, surpresa ou descontentamento, provocadas pela comparação entre suas previsões e o resultado – para muitos, inesperado – do experimento. Roberto, logo após a observação de um fenômeno diferente do que imaginava, já buscou explicações antes mesmo de ser solicitado pela pesquisadora. Uma semana após a realização do experimento, durante a aula síncrona da disciplina de Ciências, em um dia que seriam enviadas atividades assíncronas da sequência de ensino, Roberto enviou uma mensagem *via Moodle* para a pesquisadora, afirmando saber a explicação do experimento:

Oi. Eu sei porque o potinho sobe. É por causa da pressão atmosférica. (Roberto – mensagem *via Moodle*)

As reações demonstradas e as tentativas de elaborar explicações, segundo Kawasumi (2014), indicam que os estudantes estavam engajados com o vídeo/experimento e pensando por si próprios, mesmo nos casos em que eles não sabiam qual explicação dar, construindo frases confusas. Mesmo sem ter conhecimento suficiente para explicar, eles fizeram comentários diversos, sendo esse um indicativo de envolvimento.

Em todos os formulários de atividades que deveriam ser entregues havia um espaço para comentários livres e voluntários envolvendo as atividades, vídeos ou aulas. Em uma das atividades referentes ao vídeo *Pegadas misteriosas*, Giovana e Mariana escreveram:

Achei o vídeo surpreendente, não passou pela minha mente esta hipótese, realmente achei que era um animal. (Giovana)
Achei interessante no final porque não esperava que um homem com um carrinho de mão tivesse feito as pegadas. (Mariana)

Essas falas indicam que os participantes faziam previsões e hipóteses enquanto assistiam aos vídeos da série *Dedenion*. Na atividade 8, envolvendo questões a respeito do vídeo *Peguem o ladrão de queijo!*, Vitória comentou que sentiria falta dos vídeos com os personagens *Dedenion*, e na atividade final, que envolvia o vídeo *What is a flame?*, a estudante demonstrou um grande interesse ao dizer que buscou na *internet* (pelo *Google* e *YouTube*) outros episódios e mais informações sobre a animação do programa japonês.

Na aula síncrona 9, durante a retomada de atividades anteriores e discussões do vídeo *What is a flame?*, os presentes na chamada de vídeo notaram que, quando o estudante Rafael acionava o microfone para fazer comentários, havia um forte barulho ao fundo. Nesses momentos, alguns colegas fizeram reclamações, uma vez que consideravam que esses sons atrapalhavam as discussões e dificultavam a concentração na aula, e então Rafael justificou pelo *chat* que a

sua casa estava em obras. Durante essa aula ele fez ao menos sete intervenções, o que mostra que acompanhou toda a discussão, mesmo tendo em sua residência um incômodo barulho. Julgamos ser esse um indício forte de envolvimento com a sequência de aulas.

Diante desses indícios, podemos considerar que houve participação e envolvimento dos estudantes com as PE e as atividades mesmo na modalidade remota de aulas. Os participantes, ao assistirem aos vídeos, de certa forma se colocavam no papel dos personagens, tentando descobrir o que tinha acontecido e ficavam curiosos em relação aos experimentos.

Por outro lado, acreditamos que a não participação de alguns aprendizes pode estar ligada a inúmeras variáveis envolvidas no contexto do ensino remoto e da pandemia. A implementação precoce do ERE, a pouca familiaridade dos estudantes, professores, escola, família e pesquisadores ao novo contexto, as possíveis dificuldades com tecnologias (problemas na conexão de *internet*, computador, microfone, celular), questões emocionais em função dos acontecimentos, fatores externos tais como barulhos em casa e outras distrações são algumas questões que podem ter influenciado o envolvimento dos aprendizes nas atividades. Além disso, as dispersões que já costumavam acontecer no ensino presencial provavelmente foram bem maiores nas condições do ensino remoto, uma vez que se torna fácil conversar com quem está no mesmo ambiente, aproveitar o acesso à *internet* para acessar outros *sites*, além de outras distrações possíveis. Ressaltamos também que a articulação da escola com a família, o posicionamento dos pais e responsáveis, a autonomia e maturidade dos participantes são fatores que também podem ter influenciado a produção dos dados da pesquisa.

Nos próximos tópicos deste capítulo, analisamos as compreensões dos estudantes em relação à atividade científica (item 4.1), o que inclui aspectos como a aparência dos cientistas, a rotina desses profissionais, características do seu trabalho (tais como a coletividade, a relação com outras esferas da sociedade e a provisoriedade do conhecimento científico, e a escolha do tema a ser pesquisado) e, finalmente, as previsões e hipóteses na Ciência (item 4.2).

4.1. A atividade científica segundo os participantes

A sequência de ensino propiciou momentos para a discussão e reflexão de algumas características do empreendimento científico. No Quadro 7 estão listados os momentos da sequência em que a atividade científica foi, de alguma forma, trabalhada.

Quadro 7 – Atividades que incentivaram a reflexão a respeito dos cientistas e da atividade científica

Aula	Atividade	Descrição
0	Atividade 1 assíncrona	Os estudantes descreveram a atividade científica: o cientista, seu local de trabalho, o tema de suas pesquisas e a rotina de um dia.
1	Discussão síncrona	Aspectos como a aparência, a presença de colegas de trabalho e a convivência com a família foram discutidos coletivamente.
4	Atividade 4 assíncrona	Após assistirem a um vídeo, os estudantes responderam a questões sobre o trabalho em grupos na sala de aula e na Ciência.
		Após assistirem a um vídeo, os estudantes refletiram e escreveram sobre o erro e a provisoriedade do conhecimento científico.
6	Atividade 6 assíncrona	Após assistirem ao vídeo <i>Como foi colocado dentro?</i> os estudantes foram instigados a pensar os tipos de temas que os cientistas pesquisam, ao responderem uma questão envolvendo esses temas.
8	Atividade 8 assíncrona	Após assistirem a um vídeo, os estudantes refletiram e escreveram sobre as limitações dos conhecimentos científicos.

Fonte: Elaboração da autora

Exploramos as discussões das aulas e as respostas das atividades destacadas no Quadro 7, com a finalidade de compreender as visões dos estudantes em relação à Ciência e ao trabalho dos cientistas. A nossa análise está organizada em partes que abrangem a aparência dos cientistas, a coletividade do seu trabalho, a sua rotina, a existência de relações entre a Ciência e as esferas da sociedade, a provisoriedade do conhecimento científico e a escolha dos temas de pesquisa.

A atividade “Imagine que você virou um cientista” foi realizada por 26 estudantes, que responderam a um questionário antes de iniciar a sequência de ensino (Atividade 1). Esse questionário possuía o seguinte enunciado:

Imagine que hoje você acordou sendo um cientista famoso, que já contribuiu significativamente para a área em que pesquisa. Sobre você, cientista, solicitamos que nos informe...

Dentre os 26 participantes, três não compreenderam a proposta da atividade, descrevendo as informações de acordo com a própria vida e rotina como estudante no contexto do ERE. Portanto, trataremos das respostas dos demais 23 sujeitos.

A primeira questão envolveu o cientista em si, com aspectos da sua **aparência física** e das suas **vestimentas para o trabalho**, sendo solicitada a descrição de todos os detalhes que os participantes julgassem importantes. Para exemplificar as respostas, transcrevemos a seguir as colocações de Vitória, Leonardo e Armando:

Eu sou mais ou menos igual como eu sou na vida real, eu tenho cabelos grandes, castanhos e cacheados, tenho olhos castanhos, sou alta (1,72 m), e sou parda. Para o trabalho eu uso

meus óculos (como na vida real), de penteado vou de rabo de cavalo, uso calça jeans, uma blusa comum preta, tênis e por cima de tudo eu uso meu jaleco. (Vitória)

Eu sou igual o professor Gilberto e me visto para o trabalho usando um jaleco e um óculos protetor. (Leonardo)

Meu rosto e corpo são enrugados e cansados devido às noites mal dormidas dedicadas à ciência. Meus cabelos grandes e desarrumados porque o meu tempo é preciosamente usado de outras formas. Meus olhos possuem grandes e arroxeadas olheiras. Minhas roupas de trabalho só são trocadas quando começam a feder, mas as roupas que eu saio em público variam entre ternos e jalecos. Uso na maioria do tempo sapatos de bico fino. Às vezes uso um velho relógio. (Armando)

Percebemos tanto um cientista com aparência de uma pessoa do dia a dia (Vitória e Leonardo) quanto uma visão mais estereotipada (Armando). Na aula síncrona 1, solicitamos que os participantes nos informassem a origem da aparência, ou seja, se eles relataram figuras semelhantes às suas e do que imaginavam ser no futuro ou se pensaram em uma aparência distinta. Percebemos que a maioria deles – cerca de 65% – disse ter optado por se descrever como cientista com a aparência atual, apenas com pequenas alterações em função da idade. As respostas de Vitória e de Leonardo, no questionário, ilustraram esse posicionamento, configurando-se como uma visão mais distanciada de estereótipos envolvendo a figura de um cientista. Por se tratar de uma escola situada dentro de uma universidade, esses estudantes estão mais próximos de pesquisadores, o que acaba por propiciar concepções mais próximas da atividade científica. Isso não aconteceu com Armando, que manteve um estereótipo que vai ao encontro dos achados de Mead e Métraux (1957). Na discussão síncrona, esse estudante se justificou:

Armando: Nossa, o meu não tem nada a ver. Coloquei que tipo como eu era um cientista já renomado, coloquei que eu era mais velho e como eu dedicava muito à Ciência, já estava todo acabado, não é igual eu não.

Em sua resposta Armando descreveu um cientista com intensa dedicação ao trabalho e que sofre as consequências dessa dedicação, o que também consta na investigação realizada por Reznik *et al.* (2017) que identificaram descrições de características físicas dos cientistas tais como cabelos grandes, barba e até marcas de queimadura no corpo.

Em relação às vestimentas, percebemos que cerca de 60% dos participantes descreveu o uso de roupas casuais junto com jaleco e 6,7%, de roupas sociais com jaleco. Os demais informaram vestir apenas roupas casuais (28,9%) ou apenas roupas sociais (4,4%). Esses dados vêm ao encontro ao que discorrem Ribeiro e Silva (2018), de que ainda há predominância do caráter experimental nas representações de atividades científicas, uma vez que o jaleco pode ter a simbologia de trabalho empírico e experimentação (CHAMBERS,

1983). Em direção contrária, os 33,3% que descreveram apenas roupas casuais ou sociais, indicam que seu trabalho não é necessariamente relacionado com a experimentação. Transcrevemos a rotina da cientista descrita por Larissa, que informou que utiliza somente vestidos no trabalho, para evidenciar essa análise:

Eu vou acordar e ir direto à faculdade de Ciências, vou dar as minhas aulas, vou estudar e tentar descobrir mais coisas.... Vou andar pelas ruas, vou comprar vestidos novos, ir para casa e dormir... (Larissa)

Larissa, ao citar a faculdade e o seu trabalho docente, não relacionou seu trabalho com a experimentação e ainda demonstrou entendimento de uma situação comum dentro das universidades, nas quais os pesquisadores possuem a função de formar novos profissionais, lecionando disciplinas relacionadas à sua área de atuação. Além disso, outro indício desse afastamento é que, desse grupo, a maioria deles não citou a presença de artefatos que remetem à experimentação em seus locais de trabalho (CHAMBERS, 1983; DE MEIS *et al.*, 1993; FARIA *et al.*, 2014), como podemos ver na resposta de Vivian:

Eu trabalho em uma sala com duas amigas. É uma sala branca com vários aparelhos de pesquisa, por exemplo computadores e impressoras etc. (Vivian)

A estudante descreveu como *aparelhos de pesquisa* computadores e impressoras, o que pode ser um indicativo do distanciamento da visão apenas experimental do trabalho científico (RIBEIRO; SILVA, 2018). De uma maneira geral, os locais de trabalho informados pelos participantes indicaram um cenário semelhante ao que vimos na descrição das vestimentas: do total, pouco mais de 52% dos estudantes descreveram laboratórios e salas com muitos equipamentos e/ou vidrarias. Entretanto, também foram citadas universidades, escolas, escritórios, corporações de pesquisa, estufas, indicando compreensões mais amplas da atividade científica.

A ideia dos estudantes quanto à **coletividade ou individualidade** da atividade científica foi explorada nas atividades 1 e 4. Ao se imaginarem cientistas, observamos que no questionário 93,3% dos estudantes citaram colegas, assistentes e/ou especificaram o trabalho em equipes. Na Atividade 4, os participantes assistiram a um vídeo da série *Dedenion* (no qual os personagens investigam uma cadeira diferente), responderam uma questão sobre as vantagens de se trabalhar em grupos em aulas de Ciências e refletiram explicitamente sobre o trabalho científico, justificando suas opiniões quanto à individualidade ou a coletividade dele. Nesse cenário, 73,9% (17 de 23) afirmaram que compreendem a construção do conhecimento científico como uma atividade em grupos; 17,4% (4 de 23) disseram que depende da pesquisa, da situação e do cientista; um dos estudantes afirmou que é individual, sem

justificar, e outro estudante não respondeu a essa questão. Sendo assim, os dados das atividades 1 e 4 indicam que grande parte dos estudantes considerou a coletividade no empreendimento científico. Seleccionamos as respostas de Henrique, Paulo e Carolina, que na Atividade 1 fizeram menção à existência de colegas de trabalho:

É um escritório individual bem grande, todos que trabalham comigo são muito legais e são 15 pessoas. (Henrique)

O meu local de trabalho é uma sala grande, branca, com muitos equipamentos, e trabalham comigo cerca de 30 a 35 pessoas e elas são divididas em grupos, cada grupo faz uma coisa, por exemplo: o meu grupo é o de pesquisa para criar vacinas e outros tipos de coisas como remédios e coisas assim. E os outros grupos ficam responsáveis por testar essas vacinas e remédios, o outro grupo é para fazer essas vacinas e o outro observa como essa vacina vai reagir a longo prazo. (Paulo)

Meu local de trabalho é em uma estufa muito grande, as pessoas que trabalham comigo são biólogos, no total de 4 pessoas por conta da pandemia, mas ano passado tinha 20 pessoas trabalhando para mim. (Carolina)

Podemos perceber que o profissional imaginado por Henrique convive com os seus pares, uma vez que ele comentou da índole dos integrantes da equipe: *são muito legais*. Paulo discorreu sobre a divisão de tarefas no desenvolvimento de uma vacina, indicando o trabalho em grupos. Esse estudante, assim como Carolina, parece ter sido influenciado pelo contexto atual em que estamos inseridos, no qual o desenvolvimento de vacinas e pesquisas de medicamentos para tratamento de doenças é diariamente noticiado em diversos canais midiáticos. A influência do contexto para Carolina se refletiu no reduzido número de trabalhadores descritos pela estudante, que especificou ainda a área da Ciência na qual atua. Tendo em vista a ideia de coletividade presente nessas respostas, podemos considerar que há um distanciamento da visão deformada que trata a Ciência como individualista e elitista, na qual “os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo, dos intercâmbios entre equipes...” (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001, p. 133). Não podemos deixar de notar o papel de líder ocupado por eles, uma vez que Henrique tem um escritório individual e Carolina tem pessoas que trabalham para ela.

Outros poucos, no entanto, ainda mantêm um estereótipo de cientista descrito por Gil-Pérez *et al.* (2001), já que ressaltam o trabalho individual, como foi o caso de Vicente e Armando.

O espaço do meu trabalho é pequeno e eu trabalho sozinho. (Vicente)

Desde o começo da minha carreira não fui muito de trabalhar em equipe, todos os conceitos científicos que descobri até hoje foram fruto de um trabalho cansativo e individual. Antes de me tornar mundialmente conhecido, trabalhava na garagem da minha casa, mas hoje tenho um local de trabalho unicamente desenvolvido para as minhas necessidades. Tento sempre manter a organização, mas com a minha rotina corrida é muito difícil. Ps: penso em contratar um empregado. (Armando)

Vicente e Armando ressaltaram a individualidade no seu trabalho como cientistas, descrevendo que ele acontece tanto na própria residência ou em um local especificamente a ele destinado. Armando ainda indicou a descoberta de conceitos científicos como resultado da sua dedicação intensa e cansativa. Essa visão de cientistas que trabalham individualmente já foi identificada em inúmeras pesquisas, a exemplo de Kosminsky e Giordan (2002), Pombo e Lambach (2017) e Pujalte, Porro e Adúriz-Bravo (2012).

Em relação à **rotina de um dia atuando como cientistas**, pouco mais de 55% dos respondentes relataram uma sequência de afazeres que incluíam apenas alimentação, higiene pessoal e trabalho, enquanto os demais – quase 45% – indicaram, além disso, a presença de família e/ou a realização de atividades de descanso e lazer em suas respostas escritas. Ao discutir esse tema na aula síncrona, os estudantes afirmaram considerar atarefado o dia a dia desses profissionais, o que poderia dificultar a convivência com familiares e amigos. Luiz, durante a discussão, trouxe o exemplo de uma prima cientista da universidade, citando que a sua vida é comum, mas que envolve uma rotina de muito estudo.

Entre o grupo de estudantes que descreveu o dia a dia do cientista sem descanso, lazer ou companhia, transcrevemos as afirmações de Ana Maria e Jane:

Eu me imagino acordando, me arrumando para ir pro trabalho. Eu chego antes de todo mundo para arrumar a sala, quando dá a hora começo a trabalhar com outros cientistas. Fico lá até 22:30, vou para casa, faço as coisas de casa e vou dormir. (Ana Maria)

Irei acordar, tomar café da manhã, me arrumar e trabalhar. Lá irei cumprir todos os meus objetivos, trabalhando bastante. Depois virei embora, chegarei em casa, farei um lanche, estudaria mais um pouco e dormiria [...]. (Jane)

Podemos perceber nos excertos transcritos que a rotina das cientistas não incluiu momentos de descontração e/ou contato com amigos/familiares. Apesar da citação de colegas de trabalho, indicando um possível trabalho em grupo, a jornada de trabalho que Ana Maria descreveu é exaustiva, começando logo cedo e terminando tarde da noite. Isso também pode ser observado na resposta de Jane, que, após uma longa jornada de trabalho, dedica um tempo em casa para mais estudos. Essas características se assemelham a alguns aspectos apontados no trabalho de Pujalte, Porro e Adúriz-Bravo (2012) e Ribeiro e Silva (2018), tais como o trabalho exaustivo e repetitivo dos cientistas e a imagem de que os profissionais não possuem *hobbies*, vida social e não dão atenção aos familiares, vivendo apenas em uma busca incessante por conhecimento, sem descanso e sem vida social ou afetiva.

Os demais estudantes descreveram momentos de descanso ou contato com familiares, como podemos ver nas colocações de Carla, Leonardo e Vivian:

Eu iria acordar bem cedo tipo umas 5:00, iria fazer a minha meditação de 5 minutos, vou tomar banho e logo em seguida me arrumo, tomo o meu café, bem calma, e depois escovo os dentes, pego a minha mochila com meu jaleco e cadernos, pego meu carro e vou direto para o laboratório. Cheguei umas 7:10 e espero o pessoal chegar: quando eles chegam nós fazemos uma meditação de 2 minutos para começarmos o nosso trabalho bem. Estudamos o dia inteiro até 7:00 da noite. Eu volto para casa, faço uma caminhada na praça que tem perto de casa, faço uma janta, escovo os dentes, vejo um pouco de televisão e vou dormir. (Carla)

Vou acordar, tomar café da manhã, ver TV ou ler um jornal e vou para o trabalho. Quando o trabalho acabar, umas 15/16hs eu volto pra casa e tomo um banho, café da tarde e jogo um vídeo game pra descontrair até a hora da janta, que normalmente eu faço um mexidão hmmm. (Leonardo)

Eu acordaria cedo, tomaria café, deixaria minha filha na escola e iria trabalhar; trabalharia até de tarde umas 15:00, chegaria em casa, ficaria com a minha filha, ajudaria nos deveres, depois descansaria mexendo no celular e vendo TV, dormiria e começaria tudo de novo. (Vivian)

A resposta de Carla indicou um cuidado especial com a saúde física e mental da cientista, destacado pela realização de meditação e de caminhada, momentos de lazer associados a um imaginário que se distancia de visões deformadas do trabalho desses profissionais (RIBEIRO; SILVA, 2018). A estudante não fez comentários sobre a convivência ou existência de uma família, o que pode indicar uma aproximação com o estereótipo de cientistas solitários, como em Kosminsky e Giordan (2002), mas há indícios de um possível contato próximo com os colegas de trabalho. Assim como Carla, Leonardo não falou sobre a família, mas também relatou uma rotina matinal cuidadosa e descontração no dia a dia por meio de jogos de *videogame* e do preparo de uma refeição que aprecia. A jornada de Vivian contou com a presença e o cuidado com a filha, além de um tempo de lazer ao ver televisão, apesar de aparentar ser cansativa e repetitiva, a considerarmos a frase “vendo TV, dormiria e começaria tudo de novo”. As descrições dos estudantes mostraram-se próximas da rotina de cidadãos empregados comuns, apesar de se afastarem em alguns pontos, o que pode evidenciar, em alguns casos, que para eles não há muita distinção entre a rotina pessoal de cientistas e a de outras profissões.

No que se refere ao estabelecimento de **relações mais amplas da Ciência** com outros setores, transcrevemos as respostas de Luiz e Mariana para a Atividade 1 relacionadas às rotinas dos cientistas (destaque em negrito nosso):

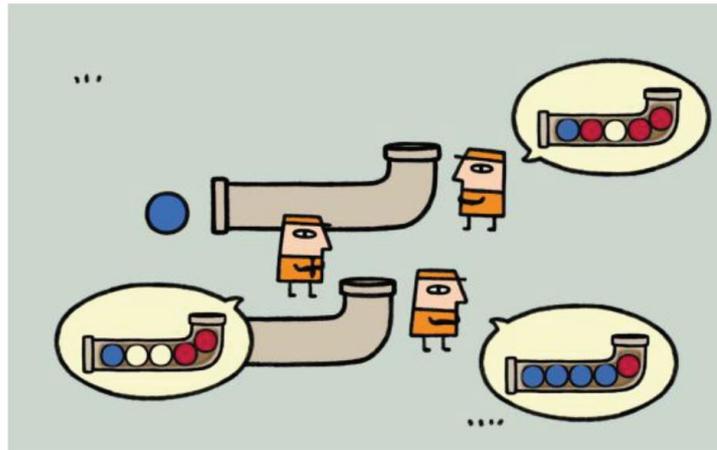
*[...] ao chegar no meu laboratório irei iniciar uma pesquisa que pode me trazer a cura para uma nova doença rara e mortal. Primeiramente irei colocar o sangue de um infectado no microscópio e descobrir o que o vírus causa no organismo de um rato cobaia, depois irei tentar criar reagentes que bloqueiam a ação desse vírus; logo em seguida minha equipe fará um **acordo com o governo** para começar a produção dessa vacina em massa para assim revolucionar a saúde mundial; cheguei em casa às 9 da noite [...]. (Luiz)*

[...]. Peguei o meu carro e fui a uma **cafeteria**, comprei um cappuccino e um bolinho e **fui me encontrar com 2 cientistas** muito importantes. Antes que se pergunte sobre o meu trabalho, foi o meu chefe que solicitou que eu encontrasse esses cientistas, [...]. **Foi bem legal discutir com outras pessoas com outros pontos de vista sobre a pesquisa que estou trabalhando e porque são pessoas que eu não convivo no meu dia a dia.** Após fui com muita pressa ao trabalho porque tinha certeza que iria ter bastante coisa para fazer. [...] Depois do almoço voltei à empresa e encontrei meus colegas, fui a sala do meu chefe para dizer como foi o encontro com os cientistas. Depois ele disse que tinha uma notícia, logo fiquei bem curiosa, confesso. Então ele disse que os cientistas já tinham retornado sobre hoje mais cedo, e ele disse que seria bem interessante **fazer uma parceria com a nossa empresa.** Bom, é claro que por dentro estava morrendo de alegria, mas, por outro lado, fiquei com medo deles roubarem nossas ideias e terminarem a pesquisa antes de nós, porque a empresa onde eles trabalham é uma das maiores do mundo. Queria deixar esses meus problemas de lado pois a minha pesquisa tinha bastante importância e seria uma **oportunidade única estudar mais sobre a minha área fora do país**, além de ajudar muito na minha carreira, então eu disse ao meu chefe que aceitaria a proposta. [...]. (Mariana)

Apesar de aparentar o desenvolvimento muito rápido e linear de um produto, numa visão deformada, segundo GIL-PÉREZ *et al.* (2001), a resposta de Luiz indicou um acordo de sua equipe com o governo, representando a formação de relações mais amplas do empreendimento científico com setores diversos. A pesquisa citada pelo estudante pode remeter ao contexto atual vivenciado pela sociedade e essa relação indica a compreensão de que uma pesquisa se inicia por uma pergunta/problema (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001), ou seja, o empreendimento científico, nesse caso, não foi representado como isolado do mundo externo. Já o dia de Mariana como cientista trouxe uma reunião em uma cafeteria para a definição de parcerias entre empresas distintas, competitividade, além do avanço na carreira pela realização de um intercâmbio. Ela fez menção às comunidades científicas para a troca de ideias e legitimação do conhecimento, o que vai de encontro aos resultados observados por Kosminsky e Giordan (2002). Essas relações mais amplas foram evidenciadas por Latour e Woolgar (1997) ao investigarem e descreverem a prática científica. Apesar dessa percepção ser restrita a poucos estudantes, a existência de relações mais amplas os distancia de uma visão da Ciência alheia ao contexto social, político, científico e tecnológico.

Para investigar as opiniões dos participantes quanto à **provisoriade do conhecimento científico**, propusemos, na Atividade 4, questões que se seguiram ao vídeo *O cano misterioso, parte 2*, da série *Dedenion, os que adoram hipóteses*. Nesse vídeo o cenário de *O cano misterioso* é retomado, no qual havia um cano sem nenhuma bola dentro, de acordo com o que acreditavam os personagens, e o outro com várias bolas coloridas. Na continuação, um deles se questiona sobre o conteúdo do cano “vazio” e incentiva os demais a investigá-lo. Ao descobrirem que ele não estava vazio, o vídeo encerra com diferentes hipóteses para o fenômeno, como podemos ver na Figura 5.

Figura 5 – Cena do episódio *O cano misterioso, parte 2*³²



Fonte: Takeuchi *et al.* (2013)

Nesse vídeo, portanto, há a retomada de uma investigação por parte dos personagens. Ao serem questionados em relação ao motivo de tal retomada, alguns estudantes responderam:

Pois eles desconfiaram que sair uma bola vermelha era coincidência, daí eles começaram a investigar. (Luiz)

Eles voltaram ao primeiro cano para ter certeza que estava tudo certo. (Vivian)

Luiz trouxe em sua resposta que a *desconfiança* de algum resultado, ou seja, um possível questionamento de dados empíricos, poderia ter incentivado a retomada da investigação no vídeo. Já Vivian considerou que os personagens tinham hipóteses a respeito dos canos e que era necessário conferi-las para gerar *certeza* em relação à explicação do fato observado. Com isso, Vivian apontou para um conhecimento construído durante as atividades: cientistas precisam levantar e testar hipóteses para construir conhecimentos.

Após essa questão de interpretação do vídeo, os estudantes foram solicitados a pensar se situações semelhantes ocorrem no trabalho científico. Nessa questão, dos 23 respondentes, 18 (78,3%) consideraram que há retomada de investigações na Ciência. Outros quatro (17,4%) fizeram uma relação direta com a situação apresentada no vídeo, sem dar uma resposta para o que solicitava a questão. Um estudante (4,3%) afirmou que depende, justificando que se houver novas incógnitas relacionadas ao tema, haverá retomada da investigação.

Dentre as justificativas dadas pelos estudantes que consideraram a retomada de questões na Ciência, estão a busca pela certeza em relação à validade de um conhecimento (27,8%), a possibilidade do erro (16,7%), a investigação de “pistas” que ficaram para trás (16,7%), e também a necessidade de atualização (11,1%), a curiosidade (5,5%) e a descoberta de novos

³² Nome original do episódio: デデニオン「ふしぎな土管～さらなる仮説」

conhecimentos que podem embasar o problema (5,5%). Além dessas, 16,7% não justificaram claramente. A seguir, apresentamos um exemplo para cada um dos três grupos mais expressivos de justificativas.

Sim, porque às vezes eles acham que estão certos de uma conclusão, mas sempre é bom dar uma revisada para ter 100% de certeza. (Vitória)

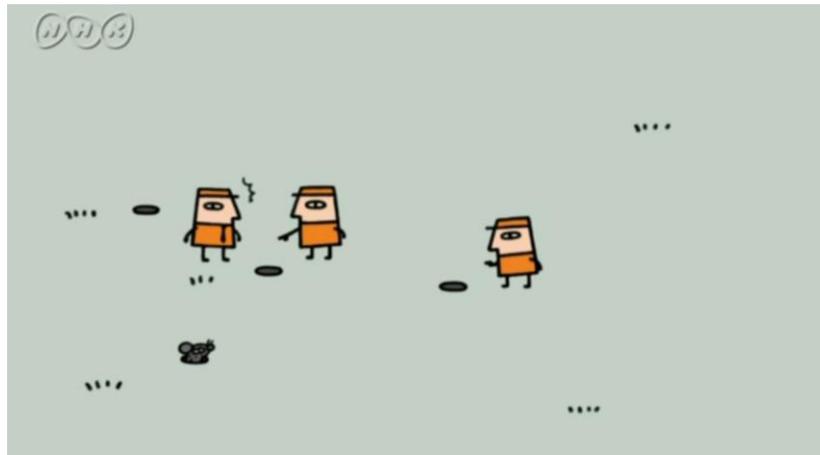
Sim, porque muitos deles erram. (Vicente)

Sim, porque pode haver outras informações ou pistas ou alguma coisa pode ter passado despercebido. (Rafael)

A resposta de Vitória trouxe a necessidade de se testar a veracidade de produtos ou conhecimentos da Ciência. Vicente, por sua vez, trouxe a possibilidade do erro acontecer em pesquisas científicas, justificando assim a necessidade da retomada de investigações. Já Rafael mencionou a possibilidade de falha ou do surgimento de novas evidências e informações. Ao considerarem o erro e a retomada de investigações no trabalho do cientista, esses estudantes mostraram um conhecimento mais próximo da Ciência, o que vai ao encontro do que defende Gil-Pérez *et al.* (2001) em relação à necessidade de mudar a visão de uma Ciência inquestionável e infalível para uma visão mais próxima do empreendimento. Assim como Cotta, Munford e França (2019), podemos afirmar, considerando nossos resultados, que esse grupo de estudantes reconhece o caráter transitório e reflexivo da atividade científica.

Em relação às **limitações da Ciência**, na Atividade 8 os estudantes responderam a algumas questões após assistirem ao vídeo *Peguem o ladrão de queijo!*, da série *Dedenion, os que adoram hipóteses*. Nesse vídeo, os personagens perseguem um rato que lhes roubou um pedaço de queijo e entrou em um dos vários buracos que havia no terreno (Figura 6). Os sujeitos não conseguem recuperar o queijo, imaginando que os buracos são interligados, e acabam desistindo da situação, frustrados. Ao final do vídeo, perguntamos aos estudantes se existem problemas que a Ciência não consegue resolver e solicitamos exemplos, em caso afirmativo. Dentre os 21 participantes, 20 responderam afirmativamente. Entre as justificativas dadas para essa limitação estão a inexistência de conhecimentos ou tecnologias suficientes para a resolução de alguns problemas, citada por nove estudantes; a opinião de que não é possível resolver tudo pela Ciência, dada por quatro; a ideia de que os cientistas erram, discutida por um participante; a concepção de um estudante de que os profissionais, diante de um problema não-solucionado, não desistem até encontrar uma solução; além de outros cinco que não apresentaram uma justificativa para suas respostas. Apenas um participante afirmou que a Ciência é capaz de resolver todas as questões por causa da existência de muitos estudos e conhecimento produzidos.

Figura 6 – Cena do episódio *Peguem o ladrão de queijo!*³³



Fonte: <https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110312_00000>

Por fim, no questionário inicial os estudantes trataram dos temas que investigavam, ao se perceberem cientistas. Na Atividade 6, retomamos os **temas de investigação da Ciência**, ao solicitar que eles comentassem como os cientistas escolhem aquilo que irão pesquisar. Ao todo, 23 participantes fizeram a atividade. Dividimos as respostas em categorias que surgiram a partir dos dados, sendo elas “Ciência e cientistas visam o bem da sociedade”, “Ciência e cientistas buscam entender a Natureza”, “Ciência e cientistas investigam tudo”, “Cientistas têm interesses próprios” e “Outros”.

As respostas de nove estudantes (39%) se encaixaram na primeira categoria, associada a temas que têm como objetivo o bem comum da sociedade. Como exemplos desse posicionamento, apresentamos as respostas de Vitória e Vivian:

Os cientistas sempre estão observando várias coisas, como curas para doenças, novas tecnologias e fenômenos naturais. Porque com isso eles podem ajudar muito a sociedade a evoluir, prevenir certos acontecimentos e descobrir novas coisas. (Vitória)

Eu acho que eles escolhem de acordo com algo que já viveram ou que alguém da família viveu, aí eles pesquisam para que outras pessoas não tenham que passar por isso. (Vivian)

Esse grupo de estudantes citou uma ampla variedade de temas relacionados às tecnologias e à cura de doenças e, inclusive, à cura da COVID-19, sempre enfatizando o objetivo de contribuir para o bem da humanidade. Percebemos, na resposta de Vitória, a cura de doenças e a evolução tecnológica como resultante do trabalho dos cientistas. Ao justificar os temas relativos à cura para doenças, Vivian afirmou que problemas pessoais vivenciados por cientistas ou por familiares os leva a decidirem o que irão pesquisar. Essa ideia da

³³ Nome original do episódio: デデニオン「チーズどろぼうをつかまえろ」

contribuição positiva da Ciência para a sociedade também foi encontrada no trabalho desenvolvido por Reis e Galvão (2004).

Na segunda categoria foram encaixadas as respostas de oito estudantes (35%), que consideraram que a Ciência produz conhecimento para compreender a Natureza e o seu “funcionamento”. Como representantes desse grupo, transcrevemos as respostas de Karen e Clarissa:

Eles pesquisam coisas como o tempo, saúde e coisas que as pessoas não costumam ver lógica e ficam muito confusas. (Karen)

Os cientistas investigam fenômenos da natureza e da Física. Eu não sei se eles escolhem o que vão investigar, porque eles podem querer investigar algo do próprio interesse, mas também podem fazer por necessidade. (Clarissa)

Karen considerou que os temas de pesquisa dos cientistas envolvem assuntos que não são facilmente compreendidos pela sociedade e que o estudo da Ciência pode auxiliar nessa compreensão, ideia que é sustentada por Germano (2011) quando afirma que “ainda hoje quando se fala de Ciência, a imagem predominante é aquela muito aproximada do mito. Algo muito além do conhecimento do cidadão comum e que tem grande poder de verdade” (p. 322). Já Clarissa justificou que os cientistas pesquisam fenômenos da natureza em função da necessidade de conhecerem o contexto.

Outros três estudantes (13%) escreveram que os cientistas pesquisam temas diversos. Transcrevemos a resposta de Henrique para exemplificar tal posicionamento:

Eles investigam todos os tipos de fenômenos que não foram investigados. Eu acho que eles fazem uma reunião e pesquisam o que mais está precisando. (Henrique)

Henrique afirmou que os cientistas pesquisam “de tudo”, definindo o tema/objetivo por meio de reuniões com outros profissionais. No âmbito da pós-graduação, temos um exemplo claro da decisão conjunta por um objeto de pesquisa: estudantes ou candidatos trocam ideias com professores e se reúnem com os orientadores para definir o objeto de estudo. Após a obtenção do título, há aqueles que continuam no caminho oriundo dessa decisão.

Dentre os demais estudantes, destacamos as respostas de Luigi, única classificada na categoria “Cientistas têm interesses próprios”, e Melissa, do grupo “Outros”, no qual duas respostas foram classificadas:

Assuntos que são dos interesses deles. (Luigi)

[Isso é definido] Pelo grupo que eles são? Tipo, uns trabalham com curas, aí eles vão pesquisar sobre isso. (Melissa)

Luigi aparentemente considerou os interesses pessoais dos cientistas, apesar de não justificar, e Melissa respondeu que o envolvimento dos profissionais com determinado tema pode ser definido pelo seu grupo de pesquisa. A compreensão que os participantes possuem do trabalho científico, evidenciada nas falas dos estudantes que consideraram fatores como importância, necessidade, interesses, área de formação, experiências pessoais, grupos de pesquisa/decisão conjunta, pode ser interpretada como um resultado do contato que eles possuem com a universidade. A escola, inserida em uma universidade federal, desenvolve diversos projetos de pesquisa em diferentes áreas e possui professores que são mestres, doutores e pós-doutores, ou seja, que possuem conhecimento profundo na sua área e se envolvem com a pesquisa científica.

De uma forma geral, interpretamos que os estudantes possuem uma concepção positiva do trabalho científico, uma vez que não foram mencionados aspectos negativos associados à atividade científica. Esse resultado difere da pesquisa de Reis e Galvão (2004), na qual, apesar da maioria (68,3%) dos seus participantes apresentar ideias positivas, com objetivos humanitários ou instrumentais, uma parcela significativa (31,7%) indicou uma imagem negativa da Ciência. Os autores discutiram esses resultados como produtos da influência da mídia – que, na época, noticiava os transgênicos, os testes científicos em animais e outros temas, às vezes de forma distorcida, ou exibia filmes e novelas com cenários sensacionalistas – e de acontecimentos controversos da época, tais como discussões sobre clonagem e o tratamento de resíduos tóxicos. Thomas (1997) também discorre que as questões sociocientíficas do contexto presente exercem influência sobre as concepções de Ciência da população.

No caso deste trabalho, consideramos também que a visão positiva da Ciência e do trabalho do cientista pode ser um reflexo do contexto em que estávamos inseridos. O envolvimento incessante e imprescindível dos cientistas para pesquisar vacinas/tratamentos para combater o novo coronavírus era o tema do momento, extremamente necessário, relevante e importante. Além disso, os estudantes não se mostraram influenciados pelas frequentes *fake news* que eram veiculadas pelas diversas redes sociais na época em que os dados foram produzidos, “notícias” essas que menosprezam e/ou desvirtuam o trabalho da Ciência. Isso é um indício de que a aproximação da sociedade com a universidade pública possibilita um melhor entendimento de como a Ciência atua e é construída. Os aprendizes possuem proximidade e vínculo com uma instituição que durante a pandemia atuou/atua, por exemplo, na produção de álcool em gel e de testes que identificam a presença do vírus e na pesquisa de vacinas.

Entretanto, consideramos que outra possibilidade para essa visão positiva é o pouco conhecimento dos estudantes participantes em relação à História da Ciência e a alguns episódios marcantes. Para exemplificar, trazemos o caso de Fritz Haber – químico alemão que auxiliou no desenvolvimento de armas de guerra, e que foi a campo testar essas armas contra os inimigos –, ou a história da construção da bomba atômica. Alguns desses fatos históricos poderiam indicar que o empreendimento científico não é sempre feito para o bem da humanidade. O fato de serem estudantes do EF talvez não tenha favorecido um contato maior com aspectos negativos que poderiam interferir na visão que possuem da Ciência.

Estamos cientes de que outros fatores que não foram citados pelos estudantes – como o financiamento e os interesses políticos – exercem influência sobre a escolha do tema pelos cientistas e devem ser conhecidos para contribuir para a formação de cidadãos críticos e atuantes na sociedade. Entretanto, para nós, é importante que os aprendizes do EF compreendam que não existe só um fator – especialmente o humanitário, tantas vezes citado – que influencia na atuação desses profissionais. Ao longo das atividades foi possível fazer discussões a respeito e ampliar a visão deles em relação ao empreendimento científico.

De uma forma geral, considerando os aspectos discutidos nesta seção, argumentamos que os estudantes possuem uma concepção que se distancia em alguns pontos das visões deformadas descritas na literatura (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; KOSMINSKY; GIORDAN, 2002; MEAD; MÉTRAUX, 1957; PUJALTE; PORRO; ADÚRIZ-BRAVO, 2012; RIBEIRO; SILVA, 2018). No entanto, ainda se mantêm algumas ideias que se aproximam de um estereótipo, tais como a predominância da experimentação no trabalho científico e a rotina sem momentos de descanso, de lazer e sem relações sociais e afetivas, evidenciando uma concepção que está em constante construção e reconstrução ao longo da formação.

Apesar da presença de alguns estereótipos, os dados indicam uma pequena transformação da compreensão da Ciência e dos cientistas por estudantes do EF, assim como apontaram Cotta, Munford e França (2019). Essa transformação pode ser um resultado da proximidade dos estudantes com a universidade em que essa escola está inserida, a qual tem mais de três mil professores pesquisadores e, a cada ano, destaca-se pela sua produção intelectual e pelo registro de patentes. Provavelmente, o contato maior com esse contexto favorece a construção de uma visão menos deformada da Ciência. Além disso, temos a convicção de que as reflexões propiciadas pelos vídeos educativos e pelas atividades desenvolvidas durante a sequência de ensino auxiliaram na construção dessa visão mais ampla.

4.2. As hipóteses e previsões na atividade científica

Araújo (2008) investigou as PE desenvolvidas pelos estudantes do segundo ano do Ensino Médio, durante a realização de atividades práticas. Entre essas práticas está o “elaborar hipóteses”, que corresponde à construção de uma explicação para um dado fenômeno ou problema. Silva (2015b), por sua vez, investigou o engajamento em PE por estudantes do primeiro ano do Ensino Médio, no contexto do ensino por investigação. Para a autora, “elaborar hipóteses” acontece quando o estudante “elabora possível explicação para uma pergunta ou problema”. Ela acrescenta o “fazer previsões” como PE, que ocorre quando o estudante “consegue prever resultados com base em uma hipótese explicativa” (p. 62). Nesta investigação, trabalhamos com hipóteses e previsões e, por isso, utilizamos essas práticas de acordo com as definições de Silva (2015b).

Essas PE foram exploradas na sequência de ensino, tanto nos experimentos quanto nas atividades baseadas em vídeos da série *Dedenion, os que adoram hipóteses*. Com isso visávamos propiciar reflexões sobre a atividade científica. O Quadro 8 detalha as atividades em que essas duas PE foram trabalhadas diretamente.

Quadro 8 – Descrição das atividades e aulas que trataram de hipóteses e previsões

Tema	Atividade	Descrição da atividade
Experimento 1	Discussão síncrona	Introdução e apresentação do Experimento 1 – A chama de duas velas, sem realizá-lo. Nesse momento, foram discutidas rapidamente as previsões que alguns estudantes tinham feito para o resultado do experimento.
	Atividade 2.1 assíncrona	Os estudantes responderam a questões sobre a chama de uma vela e fizeram, formalmente, previsões para o resultado do experimento, elaborando de forma escrita as justificativas (hipóteses iniciais) para a previsão.
	<i>Edpuzzle</i> assíncrona	Os estudantes viram o resultado do experimento e compararam suas previsões feitas na Atividade 2.1 com o resultado, elaborando hipóteses para justificar o observado.
Vídeo <i>O cano misterioso</i>	Atividade 2.2 assíncrona	Os estudantes assistiram ao vídeo <i>O cano misterioso</i> e pensaram em momentos em que se fazem previsões no cotidiano, em sala de aula e na Ciência.
	Atividade 3.1 assíncrona	Retomamos o vídeo <i>O cano misterioso</i> , para tratar da importância das previsões para o trabalho dos cientistas, baseados em exemplos de respostas dadas pelos estudantes.
Vídeo <i>Pegadas misteriosas</i>	Atividade 3.2 assíncrona	Os estudantes assistiram ao vídeo <i>Pegadas misteriosas</i> , elaboraram hipóteses para o fenômeno exibido e pensaram em momentos em que se realizam hipóteses no cotidiano, em sala de aula e na Ciência.
Discussão geral	Discussão síncrona	Discussão breve em aula sobre a diferença entre previsões e hipóteses.
Experimento 2	Atividade 5 síncrona	Os estudantes fizeram previsões para o Experimento 2 – O tubo e a água – e compararam suas previsões com os resultados.

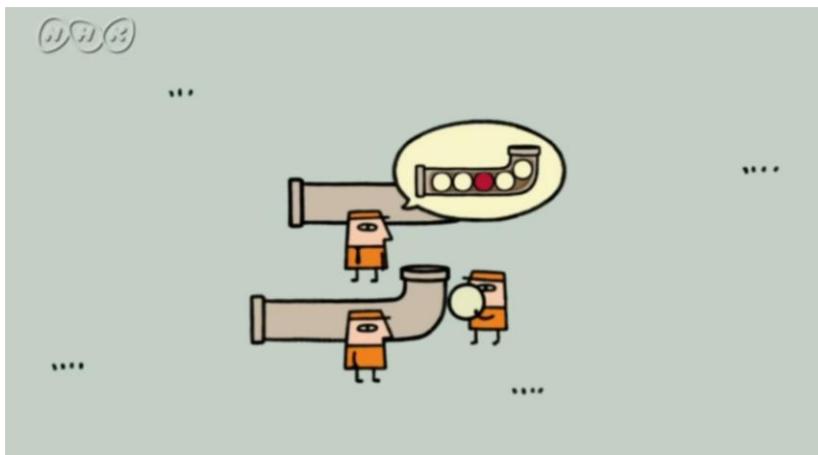
	Atividade 6.1 assíncrona	Os estudantes elaboraram hipóteses explicativas para o fenômeno e sugeriram alterações nos seus procedimentos para investigá-lo melhor.
Vídeo <i>Como foi colocado dentro?</i>	Atividade 6.2 assíncrona	Os estudantes assistiram ao vídeo <i>Como foi colocado dentro?</i> , levantaram outras hipóteses para o fenômeno apresentado no vídeo, uma maçã dentro da garrafa, e refletiram sobre as relações entre algumas práticas e o trabalho dos cientistas.

Fonte: produção da autora

O Experimento 1 será explorado no próximo capítulo, por ter uma relação direta com o vídeo usado durante a última aula e pelo fato de que ambos se destacaram na contribuição para o entendimento conceitual. O Experimento 2, apesar de também trabalhar com previsões e hipóteses, não foi diretamente relacionado à atividade científica e seus dados não levariam a uma análise muito diferente do que fizemos com o Experimento 1. Portanto, pelo necessário recorte de dados, optamos por não o explorar em nossa discussão. Assim sendo, nesta seção 4.2 usamos os dados produzidos a partir dos vídeos *Dedenion, os que adoram hipóteses*.

A Atividade 2.2, assíncrona, foi a primeira a usar os vídeos da série *Dedenion* e contou com a participação de 25 estudantes. Nesse caso, foi explorado o vídeo *O cano misterioso*, no qual os personagens observam uma bola vermelha ser colocada dentro de dois canos. Em um deles – o de trás, na Figura 7 – a bola que sai na extremidade oposta do cano é da mesma cor da bola inserida. No outro, no entanto, a bola que sai tem cor diferente da que foi colocada. A partir desses dois resultados, os personagens fazem uma previsão do que aconteceria se colocassem repetidamente no cano da frente (Figura 7) as bolas que tivessem disponíveis, com base em uma hipótese que tenta explicar o fenômeno.

Figura 7 – Cena do episódio *O cano misterioso*³⁴



Fonte: <https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110301_00000>

³⁴ Nome original do episódio: デデニオン 「ふしぎな土管」

Após assistirem ao vídeo, os estudantes foram convidados a pensar na prática de previsão no cotidiano, em sala de aula e no trabalho dos cientistas. Ao serem solicitados a dar exemplos de previsões feitas no cotidiano ou em sala de aula, 72% dos estudantes (18) apresentaram exemplos consistentes, afirmando que é algo comum no dia a dia e passível de erro. Desse grupo, aproximadamente um quinto citou a previsão do tempo. Destacamos duas das respostas:

Sim, em momentos em que não temos certeza do que vai acontecer, mas tem aquilo que é previsto, ou seja, aquilo que tem mais chances de acontecer. Exemplo: um time de futebol conhecido por ser o melhor do Brasil irá jogar com um time considerado ruim ou de poucas qualidades. A previsão é que o melhor time vença, mas não temos a certeza absoluta. (Luiz)

Sim, nós fazemos previsão tanto em sala de aula quanto no cotidiano, como, por exemplo, quando fazemos uma experiência: nós fazemos previsões do resultado ou quando nós saímos de carro e damos a previsão de quando vamos chegar no local desejado. (Vivian)

Podemos perceber que tanto Luiz quanto Vivian colocaram a incerteza como uma condição inerente à previsão. Luiz usou o resultado de um jogo de futebol para exemplificar que, mesmo que o resultado seja previsível, não temos como afirmar categoricamente se a previsão se confirmará. Vivian, por sua vez, valeu-se de dois exemplos, o primeiro comum nas aulas de Ciências e o segundo comum no cotidiano: os resultados a serem obtidos com a realização de um experimento e o tempo previsto de deslocamento entre um ponto e outro.

Quatro outros estudantes (16%) confundiram a prática de fazer previsão no cotidiano e na sala de aula com o levantamento de hipóteses ou uma simples adivinhação, como podemos ver nas respostas de Flávia e Paulo, destacadas a seguir:

Sim, antes de qualquer coisa que fazemos, primeiro fazemos conclusões depois tiramos nossas dúvidas pesquisando sobre o assunto; por exemplo, para saber se o alimento é bom antes de provar, primeiro fazemos hipóteses e analisamos o alimento (Flávia)

Fazemos, por exemplo, quando ganhamos um presente, nós fazemos uma previsão de o que tem dentro do presente. (Paulo)

Flávia mostrou certa lógica de pensar, mas confundiu as palavras ao citar conclusão no lugar de previsão. Paulo, assim como outros três colegas, citaram uma adivinhação como se isso tivesse relação com fazer previsões. Os demais estudantes – 12% (3) – apresentaram exemplos genéricos ou pouco detalhados a respeito das previsões no cotidiano.

Ao serem solicitados a pensar em situações em que os cientistas fazem previsões, durante o seu trabalho, observamos (i) situações ligadas ao contexto desses estudantes, (ii) respostas que trouxeram exemplos genéricos e (iii) alguns poucos que não relacionaram o ato de fazer

previsões ao trabalho do cientista ou que confundiram previsões e hipóteses. No primeiro caso, selecionamos as respostas de três dos dez estudantes (40%), os quais apresentamos a seguir:

Sim, eles fazem suas próprias previsões com base no que eles estão trabalhando ou testando. Por exemplo, as vacinas. Eu acho que quando eles estão desenvolvendo uma vacina eles preveem os sintomas que a cobaia pode ter. (Vitória)

Sim. Igual ao momento em que estamos vivendo. Eles fazem muitas previsões de quando isso tudo vai parar ou, pelo menos, quando o caos vai diminuir. (Larissa)

Sim. Previsão do tempo é um ótimo exemplo. Os cientistas preveem o tempo, de uma forma que, por exemplo, eles olham as condições meteorológicas e sabem se em tal lugar vai chover, nevar, fazer sol etc. (Leonardo)

Os exemplos apresentados por eles para se referirem às previsões na Ciência são derivados do contexto em que vivem. A COVID-19, doença causada pelo novo coronavírus e que se alastrou pelos continentes no início de 2020, acarretando uma pandemia, foi mencionada por vários deles, como fez Vitória, que citou a previsão de sintomas de voluntários nos testes da vacina, e Larissa, que fez menção às previsões referentes aos possíveis momentos em que as atividades rotineiras da população poderiam retornar à “normalidade”. O estudante Leonardo, por sua vez, usou a previsão do tempo como exemplo de previsão baseada nas condições meteorológicas. Diariamente, seja no rádio, na televisão ou nos jornais, tomamos conhecimento da previsão do tempo para aquele dia ou para a semana. Portanto, esse tipo de informação chega muito facilmente aos estudantes, fazendo parte do seu contexto. Ao que parece, os estudantes compreendem que a atividade científica está ligada ao cotidiano da população e pode influenciá-lo.

Para o segundo caso, 48% dos estudantes (12) relacionou a previsão à realização de um experimento científico – sem especificar qual seria. Destacamos as respostas de Melissa e Vivian como representativas desse grupo:

Sim, em muitos momentos, como para saber se o experimento vai dar certo, qual cor vai ficar no final, o que vai acontecer no final do experimento etc. (Melissa)

Sim, os cientistas fazem previsão quando estão fazendo alguma experiência e eles dão uma previsão do resultado, que nem sempre é certa. (Vivian)

Podemos ver que Melissa e Vivian colocaram momentos um pouco mais genéricos de realização de previsões no trabalho científico, associando-o à realização de experimentos científicos. As estudantes indicaram que as previsões podem estar relacionadas a possíveis resultados das investigações experimentais, ressaltando que essas formulações estão sujeitas a erros.

Os demais estudantes, 12%, classificados no terceiro grupo, confundiram as previsões com hipóteses (1) ou consideraram que esses profissionais não fazem previsões (2) por se tratar de um conhecimento preciso. Transcrevemos as respostas fornecidas pelos dois estudantes do segundo caso:

Em minha opinião não, pois a ciência procura sempre ser precisa e correta, por isso em minha visão ela não faz previsões, mas posso estar errado. (Luiz)

Não, porque na ciência tem que ser tudo preciso. (Pedro)

Como podemos perceber, a concepção de que a Ciência lida com a “verdade” pode estar presente nesses estudantes. Tanto Luiz quanto Pedro afastaram o ato de fazer previsão do trabalho do cientista, provavelmente considerando que só se trabalha com resultados, o que indicaria a precisão presente nesse empreendimento. Trata-se de uma concepção que envolve a produção científica e que é frequentemente citada como equivocada na literatura (ADÚRIZ-BRAVO; PUJALTE, 2020; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001).

A Atividade 3.1 tinha como objetivo retomar algumas questões das atividades anteriores. Nela, colocamos algumas ideias representativas citadas pelos estudantes na tentativa de aproximá-los de uma discussão coletiva, ainda que de forma assíncrona. As colocações tinham relação com o cotidiano (previsão do tempo necessário para se chegar a um determinado local; previsão de qual time de futebol ganharia uma partida; previsão de qual nota iria tirar em uma prova) e com a Ciência (previsão do tempo, com base em condições meteorológicas; previsão de quando haverá tratamentos menos agressivos para o câncer ou quando será encontrada a cura para uma determinada doença; previsão de quais sintomas uma cobaia pode apresentar). Essas ideias foram compartilhadas com os estudantes sem a identificação dos autores. A partir delas, eles deveriam comentar a importância da prática de fazer previsões durante o trabalho dos cientistas. Nesse momento, os aprendizes, após a reflexão a respeito dos exemplos dados, demonstraram um entendimento melhor do assunto, afirmando que as previsões podem contribuir para a prevenção de um desastre, para preparar e deixar a sociedade ciente de um determinado acontecimento e para a definição de rumos de uma determinada pesquisa. Destacamos as respostas de Clarissa, Jane e Luiz:

Eu acho importante fazer previsões para chegar em algum resultado, gerar interesse de investigar e continuar tentando fazer tudo de acordo com o esperado, mesmo quando na primeira vez não dê certo. (Clarissa)

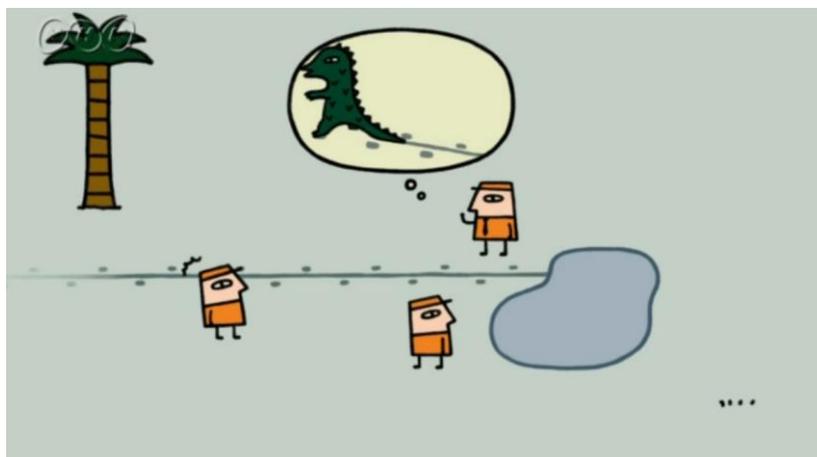
Na minha opinião fazer previsões nos torna mais compreendedores de determinado fato que você está pesquisando. Nos torna mais entendidos do assunto, errando ou acertando. (Jane)

A importância é que sem previsões eles demorariam e conseqüentemente atrasariam o tipo da pesquisa que está sendo realizada. (Luiz)

Nesses trechos, podemos perceber que Luiz, que considerava que os cientistas não faziam previsões por ser um corpo de conhecimentos correto e preciso, apresentou uma opinião diferente da anterior, afirmando que a prática é importante para o andamento da pesquisa. Clarissa e Jane discutiram sobre a geração de interesse e de conhecimento sobre o assunto investigado, ressaltando que a prática, associada ao trabalho científico, está sujeita a erros.

A Atividade 3.2, feita por 20 estudantes, utilizou o vídeo *Pegadas misteriosas*, da animação *Dedenion*. Nesse vídeo, os personagens percebem que, ao passarem em uma poça d'água, deixavam-se pegadas no chão. Ao encontrar pegadas diferentes, com um rastro no meio, como podemos ver na Figura 8, eles elaboram hipóteses relativas a possíveis seres vivos/objetos que poderiam ter deixado aquelas marcas. Para a realização da atividade, o vídeo foi adaptado e dividido em duas partes – a primeira exibindo as hipóteses levantadas pelos personagens (um dinossauro ou uma cobra sendo perseguida por uma onça) e a segunda parte retratando a aparição de um indivíduo empurrando um carrinho de mão, indicando que ele era o agente causador das pegadas.

Figura 8 – Cena do episódio *Pegadas misteriosas*³⁵



Fonte: <https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110303_00000>

Os estudantes, após assistirem apenas à primeira parte do vídeo, foram instigados a pensar na situação exibida, escolhendo a hipótese com a qual eles mais concordavam e pensando em outra para explicar as pegadas misteriosas. Selecionamos as escolhas de Mariana e Loren, que apresentaram opiniões diferentes e fundamentadas para o fenômeno:

Eu acho que pode ter sido o da cobra e de outro bicho, porque dinossauros não existem e talvez porque o bicho que foi depois da cobra queria comê-la. (Mariana)

³⁵ Nome original do episódio: デデニオン「なぞの足あと」

Eu acho que a hipótese do dinossauro. Porque não tem como saber quando o outro animal passaria, sendo assim a pegada que a cobra deixou anteriormente poderia secar. (Loren)

Como podemos perceber, Mariana justificou a escolha da hipótese da cobra e da onça com base na extinção de dinossauros, que é um conhecimento teórico que eles já possuíam. Já Loren, uma das poucas estudantes que defenderam a hipótese do dinossauro, embasou a sua escolha na pequena probabilidade de dois animais passarem simultaneamente no mesmo local.

Ao serem solicitados a elaborar outra hipótese para o fenômeno, os estudantes foram imaginativos e coerentes com as suas observações anteriores, apresentando outros animais que possuem rabo/cauda ou pessoas e objetos como causas das pegadas misteriosas. Destacamos as respostas de Loren, Melissa e Vivian, a seguir:

Eu acho que poderia ser um lagarto parecido com o dragão-de-komodo³⁶, pois assim quando ele passa na poça as pegadas dele ficariam iguais ou parecidas com as do vídeo, por conta do rabo e das patas que o lagarto possui. (Loren)

Pode ter sido alguém que passou de bicicleta e depois uma pessoa. (Melissa)

Eu acho que foi um homem puxando uma carroça com apenas um eixo no meio. (Vivian)

A resposta de Loren é representativa de outras respostas que descreveram um animal com semelhanças físicas a dinossauros (quanto à presença de rabo e patas). Melissa apresentou a possibilidade de ser uma pessoa e um objeto, atendendo às evidências visuais das marcas no chão, assim como Vivian, que construiu uma hipótese que se aproximou do que acontece no vídeo. Tanto na questão anterior, como nessa, as estudantes embasaram suas escolhas e suas hipóteses em dados empíricos, provas ou conhecimentos teóricos, o que é uma característica importante da prática de levantar hipóteses (JIMÉNEZ-ALEIXANDRE; AGRASO, 2006). O objetivo dessas questões foi promover o contato e o envolvimento dos estudantes com a prática, para posteriormente propiciar bases para reflexões a respeito do trabalho científico.

Após fazer esse exercício, assistir à segunda parte do vídeo e comparar suas hipóteses com o “resultado” exibido, os estudantes foram solicitados a refletir sobre as hipóteses no cotidiano/sala de aula e no trabalho dos cientistas. Nesse momento, aproximadamente 45% (9) dos estudantes deram exemplos consistentes de situações que levam à elaboração de hipóteses no cotidiano/sala de aula e aproximadamente 35% (7) deram exemplos para o trabalho dos cientistas. Abaixo, apresentamos os exemplos de Lúcia e Flávia, para a primeira situação, e de Armando e Lúcia, para o trabalho dos cientistas:

³⁶ Dragão-de-komodo é um réptil, da espécie *Varanus komodoensis*, habitante de ilhas como Komodo e Flores, na Indonésia. Possui um corpo resistente, cauda comprida e patas curtas, com garras. (APRILE, 2018)

Bom, sim, nós levantamos hipóteses durante o dia a dia. Como, por exemplo, você não acha algo na geladeira e levanta uma hipótese de o que pode ter acontecido para não estar lá. (Lúcia)

Sim, nos momentos de dúvida tiramos hipóteses, por exemplo, como a cobra se alimenta, antes de tirarmos a dúvida nós criamos hipóteses. (Flávia)

Sim. Na arqueologia os cientistas levantam hipóteses de como os dinossauros eram a partir dos ossos. (Armando)

Na ciência os cientistas levantam hipóteses, como, por exemplo, quando surge uma nova doença, eles levantam hipóteses de onde pode ter vindo, o que causou etc. (Lúcia)

Lúcia apresentou exemplos para os dois momentos solicitados, indicando uma compreensão e clareza quanto a essa PE, assim como Armando o fez para a Ciência, exemplos esses que foram levados à discussão síncrona da aula 5, que analisaremos a seguir. Já Flávia levantou uma importante característica das hipóteses: são motivadas pela dúvida.

Para o cotidiano e para a sala de aula, outros nove estudantes (45%) confundiram as práticas de fazer previsões e hipóteses, apresentando exemplos que mais se aproximam de previsões, e os dois demais (10%) citaram exemplos confusos. Para representar o grupo que confundiu os termos, segue a colocação de Vitória:

Sim, nós levantamos hipóteses quando não temos certeza do resultado de algo. Um exemplo foi essa própria atividade que eu levantei minha hipótese sobre o que seriam as pegadas. Outro exemplo é quando nós vamos sair, nós levantamos uma hipótese de quanto tempo vamos levar para arrumar e o quanto tempo vamos levar para chegar ao local no horário marcado. Nem sempre acertamos, mas às vezes acontece de estar correto. (Vitória)

Vitória, apesar de indicar compreensão de uma hipótese no caso das pegadas misteriosas do vídeo, comentou o tempo estimado de deslocamento, sendo essa uma previsão citada por colegas na atividade anterior, o que pode indicar uma confusão entre as duas PE, que possuem grande relação entre si.

Para a Ciência, outros oito estudantes (40%) fizeram comentários de uma forma geral, sem exemplos ou trazendo situações genéricas que relacionavam a mistura de substâncias, embora demonstrando certa compreensão da prática, e outros quatro (20%) indicaram a mesma confusão entre previsão e hipótese citada. Como representantes desses dois grupos de respostas, apresentamos as colocações de Luiz, para o primeiro, e Vitória, para o segundo:

Sim, nos momentos em que eles não sabem uma coisa, mas levantam hipóteses mais prováveis. (Luiz)

Sim, eles levantam hipóteses o tempo todo baseados nos experimentos que eles estão fazendo. Um exemplo pode ser a mistura de um componente com outro, eles não sabem qual será a reação desses componentes quando se juntam. Mas eles levantam hipóteses do que irá acontecer. (Vitória)

Luiz e Flávia afirmaram que as hipóteses emergem em situações em que os sujeitos possuem dúvidas a respeito de um objeto ou tema, raciocinando em torno de uma explicação mais provável. Vitória, assim como aconteceu ao dar exemplos de hipóteses no cotidiano, confundiu as duas PE, comentando a previsão “do que irá acontecer” ao misturar substâncias e chamando a isso de hipótese.

Novamente, um estudante – Pedro – afirmou que os cientistas não fazem hipóteses, afirmando que na Ciência há precisão e não hipóteses. Pedro considerou a precisão da construção do conhecimento científico advinda de muitos estudos que são realizados pelos profissionais para indicar que os cientistas não levantam hipóteses. O estudante, que já havia construído uma resposta semelhante na Atividade 2.2, mostrou que não tinha mudado a sua concepção. Isso indica uma forte concepção de que o processo pelo qual se dá a construção do conhecimento não é passível de incertezas (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001).

Podemos perceber, de uma forma geral, que nesse momento, ainda não havia clareza na distinção entre essas práticas, o que já era esperado para alunos do EF. Entretanto, foi possível verificar que esses estudantes possuíam uma boa compreensão do papel da dúvida e da existência de incertezas no empreendimento científico, como relatado por Cotta, Munford e França (2019). Apenas dois estudantes afirmaram que as previsões e hipóteses não fazem parte desse universo, sendo que um deles modificou a sua concepção ao longo das atividades.

Em um espaço destinado a comentários gerais sobre os vídeos animados, presente em todas as atividades, Vitória contemplou a forma como os personagens levantam hipóteses, destacando a imaginação dos sujeitos no processo:

Eu achei bem interessante o jeito que eles criam as hipóteses, mesmo eles não fazendo ideia do que pode ser, eles usam a imaginação. (Vitória)

A observação da estudante, considerando a imaginação como parte da “solução” encontrada pelos *Dedenion*, é um indicativo do potencial dos vídeos para o estabelecimento de uma relação entre a imaginação e os processos de construção do conhecimento científico.

Nas atividades assíncronas, os momentos de dialogia foram mínimos, possibilitados apenas por trocas de ideias em fóruns ou nos formulários, em função do contexto em que a pesquisa foi realizada. Já nas discussões síncronas, as interações discursivas efetivamente aconteceram, criando momentos dialógicos. Na aula 5, por exemplo, discutimos brevemente a diferença entre elaborar hipóteses e fazer previsões (Quadro 9). Nesse momento dialógico, percebemos várias situações em que algumas PE, tais como complementar ideias, explicar e exemplificar,

emergiram, muitas vezes simultaneamente (KELLY; LICONA, 2018; SILVA, 2015b). Por isso, nesse momento classificamos, no Quadro 9, as PE – além do *elaborar hipóteses e fazer previsões* – de acordo com Araújo (2008) e Silva (2015b), conforme os Quadros 1 e 2.

Para introduzir a discussão realizada na aula 5, a professora/pesquisadora apresentou duas situações, uma em que o sujeito faz uma previsão e outra, uma hipótese, que foram exemplos dados pelos próprios estudantes nas atividades:

Quando fazemos uma prova e pensamos em qual nota vamos tirar. (Clarissa)

Quando você não acha algo na geladeira e pensa no que poderia ter acontecido para não estar lá. (Lúcia)

A aula síncrona fez o uso de uma plataforma que possibilita a criação de uma sala de aula virtual e potencializa a interação entre os participantes, tendo o uso do vídeo e de um *chat* de forma simultânea, entre outras funcionalidades. Por isso, no trecho destacado no Quadro 9 há comentários feitos oralmente, mas também alguns comentários que foram realizados *via chat*, com a devida mediação dos monitores ou professores. Os números dos turnos foram demarcados a partir do início da discussão desse tema.

Quadro 9 – Excerto das interações discursivas que ocorreram na aula 5 síncrona

Turno	Sujeito	Fala/comentário	Práticas epistêmicas e/ou Considerações
1	Professora	Qual desses exemplos vocês acham que é uma previsão, que a pessoa está fazendo uma previsão?	
2	Júlia	Quando fazemos uma prova e pensamos em qual nota vamos tirar.	PE classificando
3	Professora	Todo mundo concorda, alguém pensa diferente?	
4	Luiz	Sim, está certo.	
5	Armando	É, porque não tem como fazer uma previsão do que tirou o negócio da geladeira. Pode ter sido qualquer coisa.	PE Complementando ideias PE Contrapondo ideias
6	Luiz	Não, mas na verdade não tem como fazer uma previsão porque você já sabe o que foi tirado da geladeira.	
7	Armando	Não, mas você não tem como fazer uma previsão de quem tirou aquela coisa da geladeira.	
8	Luiz	Acho que tem, mas tudo bem.	
9	Professora	Então vamos tentar pensar o que é uma previsão? Aqui, por exemplo, quando fazemos uma prova e pensamos em que nota vamos tirar. O que a pessoa está fazendo?	
10	Luigi	Está dando uma hipótese?	PE classificando PE checando entendimento
11	Jane (via chat)	Hipótese de algo.	

12	Rafael	Está fazendo uma previsão.	
15	Luiz	Ô professora, só que tipo assim, o negócio da geladeira...	
16	Luigi	Hipótese é uma previsão, não é?	
17	Luiz	Não. Quando a gente vai fazer, tipo o exemplo da geladeira, tá falando; quando você não acha alguma coisa na geladeira, você pode pensar no que poderia ter acontecido para não estar lá. Na verdade, acho que você pode pensar nos dois: você pode pensar em uma previsão e em uma hipótese, porque, por exemplo, se na nossa casa tiver três pessoas, e uma saiu, tinha duas pessoas em casa e o alimento não está mais lá, você pode fazer uma previsão de quem pegou. Você pode também fazer uma hipótese também, se tiver mais gente na casa, e for difícil saber, você pode fazer uma hipótese. Você pode pensar em vários raciocínios para chegar em uma resposta.	PE explicando e exemplificando
18	Professora	Sim, mas aí a gente está confundindo um pouco as coisas.	
19	Roberto	Hipótese é tipo você criar ideias sobre o que tirou aquilo da geladeira. E a previsão é tipo ter uma noção de quem tirou.	PE Negociando explicações
21	Júlia	Eu acho que eu entendi o que você está querendo explicar. Para fazer uma previsão, tem que ter uma base. Por exemplo, se eu estudei pra prova e acho que está tudo certo, eu vou fazer uma previsão de que eu vou tirar uma nota boa. Eu acho que isso é uma previsão.	PE explicando e complementando ideias
28	Juliana (monitora) (via chat)	Previsão trata-se de algo que ainda vai acontecer, algo do futuro. No caso da geladeira, vamos pensar em algo para justificar algo que aconteceu no passado.	Mediação da monitora.
32	Professora	Então no caso da arqueologia, exemplo do Armando, ele colocou que na arqueologia os cientistas levantam hipóteses de como os dinossauros eram a partir dos ossos. Então esses paleontólogos, eles, por exemplo, encontram os fósseis de um dinossauro, e com base nas características desse fóssil, com base nas características que estão no ambiente, e com outros estudos, eles imaginam mais ou menos como esse dinossauro poderia ter sido.	Mediação da professora com outros exemplos.
33	Roberto (via chat)	Fósseis, não ossos.	
34	Professora	(Cita outros exemplos usados pelos estudantes tanto para previsão quanto para hipótese)	
36	Rafael	Você diria que é o que a diferença entre hipótese e previsão?	PE Checando entendimento
37	Professora	(Explica concluindo)	

Fonte: produção da autora

Os alunos mobilizaram diferentes PE para construir entendimentos relativos a elaborar hipóteses e a fazer previsões, usando como base alguns exemplos dados pelos colegas e organizados pela professora. Nessa interação discursiva, as PE de produção, comunicação e avaliação se sobrepuseram, o que está em concordância com Araújo (2008), que discorre que muitas vezes, enquanto os estudantes estão comunicando o conhecimento, eles também o estão produzindo. Por esse motivo, assim como Silva (2015b), optamos por não fazer essa separação.

Inicialmente os estudantes souberam classificar qual situação se enquadrava como uma previsão e qual envolvia o levantamento de hipóteses, como podemos ver nos turnos 2, 3 e 4 desse trecho, na qual Júlia indicou e Luiz confirmou a fala da colega. Podemos perceber que houve uma tentativa de construção desse entendimento pelos estudantes ao longo da discussão, a partir dos exemplos retomados pela professora.

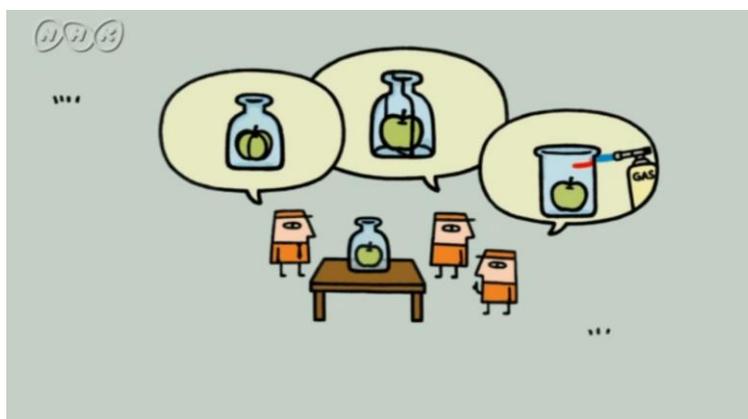
Para o caso do alimento na geladeira, a princípio Luiz considerou que o resultado já estava explícito (o alimento sumiu) e que as hipóteses que explicariam esse fato precisavam ser construídas. Ao longo da discussão, Luiz e outros estudantes, para resolverem o mistério, inseriram a previsão como uma forma de ter ideias de quem retirou o alimento da geladeira, fazendo certa sobreposição dos termos segundo as definições de Silva (2015b). Em nossa interpretação, considerando que o alimento já está desaparecido, a busca por possíveis explicações para o problema – incluindo pensar em quem poderia ser o responsável pela situação – se configura como elaboração de hipóteses. Ressaltamos que diferentes formas de interpretar a situação poderiam levar a uma provável identificação das duas PE. Por exemplo, se uma pessoa X – que convive com Y, um sujeito que gosta muito de doces, e Z – fizer um doce chamado brigadeiro e for deixar na geladeira, X pode fazer uma previsão de que o brigadeiro, após um tempo, não estará mais no local já que Y aprecia o doce (hipótese explicativa que embasa a sua previsão). Após constatar o desaparecimento do alimento, X ainda pode levantar hipóteses para explicar o problema, uma vez que não há certeza de que Y foi o responsável. Levando em consideração esse exemplo e as discussões em sala de aula, entendemos que possivelmente há uma sobreposição das PE de elaborar hipóteses e fazer previsões, já que elas possuem grande relação entre si e geralmente estão presentes como um conjunto em variadas situações, sendo a separação e diferenciação entre elas uma tarefa árdua e nem sempre bem-sucedida. Argumentamos que Luiz, no turno 17, mostrou certa apropriação do significado dessas práticas e buscou fazer distinções entre elas.

No turno 21, após a professora retomar o exemplo da prova para esclarecer o que é uma previsão, Júlia explicou sua compreensão e complementou a fala da professora, trazendo o importante aspecto da necessidade de um embasamento para se fazer previsões (SILVA, 2015b). Além disso, retomando a fala de Luiz no turno 17, ao afirmar “você pode pensar em vários raciocínios para chegar em uma resposta”, indica a compreensão de que as hipóteses e previsões, tanto no cotidiano como na Ciência, podem ser produzidas a partir de variados raciocínios e pontos de vista.

Nesse momento, ainda não há uma compreensão clara dessas PE em grande parte desses estudantes. Considerando, porém, que se trata de um público dos anos finais do EF e a possibilidade de haver sobreposição entre elas, isso já era esperado. Eles possuem conhecimentos do senso comum que são bastante fortes e estão contrapondo esse conhecimento com aqueles tratados em sala de aula. Trata-se de um processo inicial de negociação de significados (VIGOTSKI, 2000) para esses termos.

A Atividade 6.2 foi realizada com o uso do vídeo *Como foi colocado dentro?*. Nesse vídeo, que foi dividido em duas partes, os personagens observam uma maçã dentro de uma garrafa e elaboram hipóteses para entender como a fruta foi parar dentro do recipiente, aparentemente intacto. Um personagem considera que a fruta foi cortada em quatro pedaços e inserida cuidadosamente dentro da garrafa. Outro considera que é possível que a maçã tenha sido colocada em uma garrafa aberta, soldando-se as metades do recipiente em seguida. Por fim, outro reflete sobre a possibilidade de a parte de cima da garrafa ter sido modelada após a inserção da maçã, fazendo assim com que a boca do recipiente se tornasse menor do que a fruta (Figura 9).

Figura 9 – Cena do episódio *Como foi colocado dentro?*³⁷



Fonte: <https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110307_00000>

³⁷ Nome original do episódio: デデニオン「どうやって中に入れた？」

Os estudantes novamente foram solicitados a escolher, entre as hipóteses elaboradas pelos personagens, aquela com a qual mais concordavam e, ainda, a justificar a escolha antes de assistir à continuação do vídeo, que mostra a origem do fenômeno. Para representar as respostas fornecidas pelos estudantes, trazemos as colocações de Ana Maria e Luiz.

Eu concordo com a última hipótese que foi a hipótese de colocar a maçã no recipiente com a parte de cima sendo aberta e depois fechada novamente. Porque se tivesse em duas metades como na primeira hipótese, o recipiente teria um risco. Se tivesse picado as maçãs, no vídeo apareceria as maçãs cortadas e elas teriam caído, não ficariam em pé dentro do recipiente. Então eu acho que foi a última hipótese, porque ela está mais perto. (Ana Maria)

Eu concordo mais com a hipótese 2, pois a hipótese 1 fala que a maçã foi cortada em quatro pedaços, mas se tivesse realmente sido cortada em quatro, seria visivelmente perceptível, e a hipótese 3 fala que o vidro foi aquecido e modelado, mas eu acho que quando o vidro é aquecido, ele estoura. A hipótese 2 faz mais sentido porque dá pra cortar um vidro sem quebrá-lo e colar sem ser perceptível a marca do corte na garrafa. (Luiz)

Podemos perceber nas respostas de Ana Maria e Luiz, que possuem opiniões diferentes, que há a elaboração de justificativas coerentes com as evidências empíricas presentes no vídeo, observadas por diferentes sujeitos, cada um com seus conhecimentos prévios. Ao serem solicitados a elaborar novas hipóteses, Clarissa, Leonardo e Rafael escreveram:

Eu vi uma experiência uma vez em que um ovo passava pela boca de uma garrafa com o diâmetro menor que ele quando o ar de dentro da garrafa está quente. Então, eu acho que talvez isso pode ter acontecido. (Clarissa)

A maçã foi colocada por baixo da garrafa. (Leonardo)

Minha outra explicação é que eles poderiam ter colocado essa fruta menor e deixado ela crescer dentro da garrafa. (Rafael)

Podemos observar que Clarissa, assim como outros estudantes, considerou alguns conhecimentos desenvolvidos nas aulas de Ciências em anos anteriores, como a diferença de pressão, para elaborar a sua hipótese. Observando as evidências do vídeo, Leonardo, Rafael e outros estudantes elaboraram variadas explicações, indicando envolvimento com a atividade realizada e atenção em relação aos vídeos. Rafael elaborou uma hipótese que estava em consonância com o desenrolar do vídeo.

No vídeo é possível perceber que cada personagem elaborou uma hipótese. Os estudantes também tiveram a oportunidade de avaliar cada uma dessas hipóteses ou até mesmo criar outras para explicar como a maçã foi parar dentro do vidro. Apesar de a atividade assíncrona não proporcionar amplas discussões entre os estudantes, essas compreensões foram percebidas nas respostas, tais como:

[...] viram a mesma coisa, mas interpretaram de formas diferentes. (Karen)

[...] nem sempre temos as mesmas opiniões e eles criaram opiniões/hipóteses diferentes, e qualquer uma delas pode estar certa e sempre que compartilhamos ideias será mais fácil conseguirmos chegar em uma opinião única, em conjunto. (Giovana)

Karen destacou as distintas interpretações de cada sujeito para o mesmo fenômeno enquanto Giovana discorreu sobre a diferença de opiniões de cada um, as variadas hipóteses que podem ser elaboradas e ainda, a importância das discussões em grupos. Azevedo e Scarpa (2017) argumentam que “ideias e observações nascem de um contexto teórico que pode não ser único em um dado momento histórico e que, por isso, é dependente das escolhas dos cientistas” (p. 598). Portanto, a opção por uma determinada referência ou modelo que embasa uma hipótese – a qual orienta a investigação e depende de um referencial teórico pré-existente – pode estar conectada a fatores influenciados por escolhas individuais, ou seja, à subjetividade dos cientistas (AZEVEDO; SCARPA, 2017; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001). As estudantes Karen e Giovana parecem ter percebido o fator subjetivo na construção de um conhecimento ao discorrerem sobre a necessidade da busca de um consenso quando as opiniões são diversas, indicando a compreensão de que isso pode acontecer na comunidade científica. Ressaltamos, entretanto, que a atividade científica envolve não apenas uma simples defesa de pontos de vista, mas sim um processo de ampla discussão, baseado em dados, que leva a um consenso.

Ainda na Atividade 6.2, feita por 23 estudantes, foi solicitado aos participantes que refletissem sobre a relação de algumas práticas, tais como o levantamento de hipóteses, elaboração de previsões e de explicações, com o trabalho dos cientistas. Todos consideraram a existência de relações entre essas práticas e a Ciência. Para essa questão, trazemos as colocações de Carolina, Jane, Luiz e Loren:

Sim, porque um cientista tem que saber o quê que está acontecendo no seu experimento, então ele observa, faz hipóteses e tudo isso ele anota num caderninho ou quaisquer outras coisas que pode se chamar relatório, pra depois ele pensar mais um pouco, até chegar à sua conclusão. (Carolina)

Os cientistas observam como fazer, depois criam hipóteses sobre o experimento e depois criam justificativas que envolvem o motivo de a hipótese estar certa ou errada. (Jane)

Sim, existe, pois quando cientistas não tem certeza de algo, eles criam hipóteses para explicá-lo. (Luiz)

Sim. Porque para os personagens, para mim ou para os cientistas, a gente precisou observar a situação para poder fazer uma previsão e assim criar uma hipótese. (Loren)

Podemos ver que os estudantes construíram compreensões mais coerentes em relação ao trabalho dos cientistas. Em seus comentários, Carolina e Jane mostraram entendimento da complexidade do trabalho do cientista e de que as PE – principalmente o levantamento de hipóteses – fazem parte desse universo. Esses comentários são representativos de vários

outros produzidos pelos estudantes durante as atividades finais da sequência de ensino. Luiz, que mudou de ideia quanto à realização de previsões pelos cientistas ao longo das atividades e que discutiu ativamente com seus colegas para construir suas compreensões durante a aula síncrona, demonstrou entendimento das hipóteses explicativas, ressaltando a incerteza como característica da prática voltada para a elaboração de possíveis explicações.

Sendo assim, defendemos que as atividades com os vídeos educativos propiciaram reflexões a respeito da atividade científica a partir de discussões sobre as formas como os personagens e como os próprios participantes se envolveram com os processos de construção, comunicação e avaliação do conhecimento, como pode ser observado na colocação de Loren. Esse dado se assemelha aos argumentos de Sandoval (2005) em relação à ampliação da compreensão dos estudantes a respeito da produção do conhecimento na Ciência – o que o autor chama de epistemologia formal – e à ampliação do entendimento em torno da própria aprendizagem na escola – o que o autor chama de epistemologia prática. Ao refletirem sobre as hipóteses e previsões no dia a dia, na escola e na Ciência, o envolvimento com as aulas permitiu um entendimento mais amplo.

Em outras atividades, que não tratavam diretamente de hipóteses e de previsões, mas que promoviam reflexões sobre outras características da produção científica, foi possível perceber que os estudantes utilizaram as palavras “hipóteses” e “previsões” com um significado mais próximo ao cientificamente aceito, sendo esse um possível indicador da compreensão dessas práticas e da relação delas com a Ciência. Isso aconteceu, por exemplo, em questões realizadas após a exibição do vídeo *O cano misterioso, parte 2*, na Atividade 4, e do vídeo *Peguem o ladrão de queijo!*, na atividade 8. Nesses momentos, os estudantes consideraram que as hipóteses são passíveis de verificação (LAKATOS; MARCONI, 2003), como podemos ver na resposta de Lúcia, quando foi tratado do retorno a um tema de investigação, e de Jane, ao comentar a existência de problemas que a Ciência não consegue resolver, assunto discutido no item 4.1.

Os personagens voltaram a investigar o primeiro cano porque eles tiveram uma nova hipótese e foram testar. (Lúcia)

A pandemia é uma [situação não resolvida]. Eles não encontram hipóteses e nem respostas que atendem suas expectativas. Eles não encontraram, por exemplo, a cura da covid pelo fato das hipóteses não baterem com suas expectativas. (Jane)

Nesses trechos transcritos, Lúcia retomou o trabalho dos cientistas para justificar que eles usam e refletem sobre as previsões e hipóteses criadas e para mostrar que, em alguns casos, os cientistas retomam um tema já investigado porque novas hipóteses foram criadas. Jane usou

como exemplo a situação atual, de pandemia, como uma questão que os cientistas ainda não conseguiram resolver. Ela afirmou que as hipóteses em relação ao desenvolvimento da vacina ou outras formas de prevenção da doença e também a testagem dessas hipóteses, feitas até o momento da implementação da sequência de ensino, não geraram os resultados esperados. Com isso, ela mostrou conhecimento da complexidade desse trabalho.

De uma maneira geral, podemos afirmar que esses estudantes se envolveram com algumas PE nas atividades e construíram conhecimentos que lhes permitiram conhecer melhor a Ciência e a sua produção, ao serem chamados a pensar em PE usadas no dia a dia, na sala de aula e na Ciência. Os vídeos da série *Dedenion, os que adoram hipóteses* foram essenciais para que isso acontecesse em um ensino remoto, embora defendamos que eles seriam bastante instrutivos no ensino presencial.

CAPÍTULO 5 – A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO POR MEIO DE PRÁTICAS EPISTÊMICAS: O CASO DA CHAMA

A chama da vela foi trabalhada em dois momentos distintos durante a sequência de ensino: nas atividades que envolviam o Experimento 1 e na aula em que foi apresentado o vídeo *What is a flame?*. Por tratarem do mesmo assunto, optamos por analisar essas duas atividades conjuntamente. O Quadro 10 organiza e detalha essas atividades.

Quadro 10 – Descrição das atividades relacionadas ao caso da chama

Tema	Aula	Atividade	Descrição da atividade
Experimento 1	1	Discussão síncrona	Introdução e apresentação do Experimento 1 – a chama de duas velas, sem realizá-lo. Breve discussão de previsões feitas por alguns estudantes para o resultado do experimento.
		Atividade 2.1 assíncrona	Os estudantes observaram e descreveram a chama de uma vela e fizeram, formalmente, previsões para o resultado do experimento, redigindo as suas justificativas para a formulação (hipóteses iniciais).
	2	<i>Edpuzzle</i> assíncrona	Os estudantes assistiram ao experimento, compararam suas previsões com os resultados e elaboraram hipóteses para explicar o que foi observado.
	3	Atividade 3.3 e fórum do <i>Moodle</i> assíncronas	Os estudantes reformularam as hipóteses com base nos fenômenos de balonismo e da fumaça de incêndio e, ainda, com base nas respostas de outros estudantes.
	5	Discussão síncrona	Discussão para conclusão do experimento.
Vídeo <i>What is a flame?</i>	9	Discussão síncrona	O vídeo <i>What is a flame?</i> foi exibido e discutido em aula.
	Posterior à aula 9	Atividade 9 assíncrona	Os estudantes responderam a duas questões sobre a chama da vela.

Fonte: elaborado pela autora

O Experimento 1 foi trabalhado em quatro aulas diferentes, em uma tentativa de promover o envolvimento dos estudantes com as PE, tanto nas aulas síncronas quanto nas atividades assíncronas. A seguir, passamos a explorar os dados construídos em cada uma das atividades e discussões.

Na aula 1, síncrona, a professora/pesquisadora apresentou duas situações envolvendo copos e velas acesas, que são exploradas detalhadamente no item 5.1, para introduzir e explicar o Experimento 1. Após a explicação dos procedimentos do experimento, foi solicitado que os estudantes elaborassem previsões para o resultado, e nesse momento síncrono, alguns expuseram as suas previsões e a justificativa para elas (hipóteses iniciais).

Na parte assíncrona da aula, os participantes foram convidados, na Atividade 2.1, a observar e descrever a chama de uma vela, a elaborar uma previsão para o resultado do Experimento 1,

com duas velas de tamanhos diferentes, e a justificar essa escolha. Essa atividade foi realizada por 26 participantes. Como se tratava de uma atividade assíncrona, uma foto (Figura 10) foi anexada ao questionário para facilitar a realização da atividade.

Figura 10 – Uma vela acesa



Imagem adaptada de <https://cdn.pixabay.com/photo/2018/11/07/22/25/candle-3801345_1280.jpg>

Os estudantes fizeram uma descrição minuciosa da vela e da chama com base em suas observações da foto e nas memórias de seu cotidiano. Júlia e Vivian são duas das quatro estudantes que fizeram uma busca de informações, provavelmente na *internet*, para elaborar suas descrições, que estão transcritas a seguir:

O formato é oval. As cores presentes são azul, laranja e amarelo bem claro. A vela é feita de parafina e na ponta tem um pavio. Descobri que a parafina é um hidrocarboneto pesado que vem do óleo cru. Os hidrocarbonetos são um grupo de compostos orgânicos que possui apenas átomos de carbono e hidrogênio. O hidrocarboneto pesado tem maior número de átomos de carbono. (Júlia)

Vela: ela é cilíndrica, feita de parafina. Quando você acende uma vela você derrete a cera dentro e próxima ao pavio. O pavio absorve a cera líquida e puxa-a para cima. Fogo: ele é meio oval, tem as cores azul na base, laranja e amarelo. Geralmente feito em algodão, o pavio mantém-se aceso graças ao material combustível que o alimenta. (Vivian)

Júlia mencionou a composição química da parafina, destacando sua função orgânica e a sua estrutura, bem como a sua origem. Já Vivian trouxe, em sua descrição, o mecanismo de funcionamento da vela no que diz respeito ao combustível e ao pavio. Ao que parece, essas estudantes se dedicaram e se empenharam na realização da atividade ao buscar informações além do solicitado pela questão. Os demais estudantes forneceram respostas baseadas nas observações que fizeram e a resposta de Paulo é representativa desse grupo:

O fogo é fino, com um formato meio oval. No topo do fogo tem um pouco da cor laranja, no meio é mais branco e na base é um azul bem leve. Já a vela ela é fina e branca com um formato cilíndrico. Ela consiste em um barbante coberto de cera em formato cilíndrico. (Paulo)

Ao descrever detalhadamente as cores e formatos presentes na chama e na vela, Paulo utilizou de dados empíricos, ou seja, os provenientes de sua observação minuciosa. O estudante não buscou informações ou esclarecimentos em outras fontes, assim como os demais 21 participantes que responderam ao que foi solicitado na questão.

Caso os estudantes fizessem uma observação cuidadosa, algumas dúvidas e curiosidades poderiam emergir. Para que isso acontecesse e para que ficasse registrado, uma das questões às quais eles deveriam responder era: *O que você não sabe, mas quer saber a respeito do fogo e da vela?* Em relação a essa questão, 18 deles elaboraram algum tipo de questionamento, mostrando que tinham dúvidas relativas à chama. Indicamos a seguir, no Quadro 11, os temas gerais das perguntas, o número de participantes que as apresentou e exemplos representativos para cada tema.

Quadro 11 – Dúvidas dos participantes a respeito da chama e/ou da vela

Tema	Número de estudantes	Exemplos
Parafina (composição, função ou mudança de estado físico)	6	<i>Por que tem que ter a vela inteira, e não só a corda que o fogo fica?</i> (Leonardo)
		<i>Eu quero saber o porquê quando a vela é derretida ela endurece novamente.</i> (Vitória)
Cores	4	<i>De onde vem a cor do fogo?</i> (Paulo)
Temperatura	1	<i>Eu não sei porque ele é tão quente.</i> (Carla)
Variados	7	<i>Quando a gente vira ela de cabeça pra baixo por que ela não fica reta e o fogo vira pra cima?</i> (Carolina)
		<i>Gostaria de ver mais detalhadamente o processo da reação química.</i> (Giovana)

Fonte: elaborado pela autora

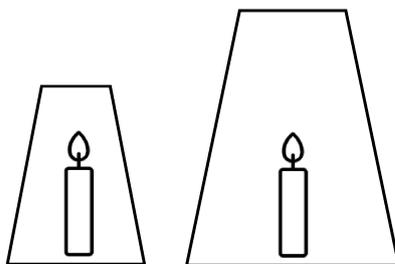
Embora a chama de uma vela seja algo aparentemente trivial, por ser um objeto do cotidiano, os estudantes pouco sabem a seu respeito. Leonardo tinha dúvida em relação ao combustível da vela e, por isso, não entendia a presença da parafina. Vitória aparentemente não compreendia a mudança de estado físico da parafina, indicando curiosidade em torno da rápida passagem do estado sólido para o líquido e novamente para o sólido. Provavelmente ela, assim como outros colegas, não tinha clareza do estado físico em que a parafina queima. A pergunta de Paulo sobre as cores também foi a dúvida de outros três participantes, que não entendiam a origem das diferentes cores que estão presentes na chama da vela ou em outras chamas, como na do fogão. Carla indicou ter dúvidas sobre a energia térmica da vela, conceito dificilmente compreendido pelos estudantes (BARBOSA; BORGES, 2006; MORTIMER; AMARAL, 1998). Já Carolina não associou o fato de o ar quente se expandir e,

por isso, ser menos denso que o ar em temperatura ambiente (BROWN *et al.*, 2005), o que resulta na sua ascensão, moldando o formato da chama e a sua posição vertical. Giovana, por sua vez, indicou dúvidas em relação ao fenômeno da combustão e às transformações que ocorrem nesse processo. Algumas dessas dúvidas foram retomadas na discussão do experimento, mas muitas delas foram tratadas no final da sequência de ensino com o vídeo *What is a flame?*.

5.1. A elaboração de previsões para o Experimento 1

Para introduzir o experimento na aula síncrona 1, a professora perguntou aos estudantes o que acontece em duas situações: i) tampar uma vela acesa com um copo virado para baixo e ii) tampar velas com copos de tamanhos diferentes, conforme mostrado na Figura 11:

Figura 11 - Esquema apresentado aos estudantes



Fonte: produção própria

Os estudantes prontamente responderam que para o primeiro caso a vela apagaria pela falta (ou esgotamento) do gás oxigênio e que, para o segundo caso, a vela dentro do copo maior ficaria mais tempo acesa por causa da maior quantidade de oxigênio (e de outros gases) dentro do sistema fechado, mas que também apagaria depois. Essa resposta indica que os estudantes fizeram uma correlação entre o conhecimento que possuíam e as alterações observadas no fenômeno (TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015).

Dando prosseguimento à aula 1, durante a discussão síncrona, a professora explicou como seria o experimento a ser realizado na aula seguinte – representado pela Figura 12 – para o qual os participantes deveriam elaborar previsões. Na Atividade 2.1, assíncrona, os estudantes apresentaram suas previsões, escolhidas entre uma destas quatro alternativas, e as justificativas para a sua escolha:

Figura 12 – Representação do Experimento 1



Fonte da imagem: <<http://jharaguti.blog.fc2.com/blog-category-25.html>>

- a) A vela mais alta vai apagar primeiro;
- b) A vela mais baixa vai apagar primeiro;
- c) As duas velas irão apagar juntas;
- d) Nenhuma das velas irá apagar.

Os participantes, com base em suas hipóteses explicativas – aquelas que buscam possíveis causas para um fenômeno (HEMPEL, 1966 *apud* TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015) – dividiram-se entre as três primeiras alternativas. Nenhum participante selecionou a opção ‘d’, indicando compreensão do fenômeno e sua correlação com experiências e conhecimentos prévios.

As hipóteses foram classificadas segundo características propostas por Lakatos e Marconi (2011) *apud* Nunes (2016), Nunes (2016) e Nunes e Motokane (2015), e adaptadas para este trabalho. Buscamos abranger de uma forma geral as características ou critérios propostos pelos autores, excluindo aquelas que não se adequavam à proposta da atividade realizada na sequência de ensino. Analisamos as hipóteses considerando as seguintes características:

- 1- Apoio teórico: a hipótese é fundamentada em conhecimentos adquiridos na escola em anos anteriores ou em apoio teórico, seja ele de livros, *sites* da *internet* ou de outras fontes confiáveis. Consideramos que uma hipótese possui apoio teórico quando ela foi fundamentada em conhecimentos tais como: a necessidade de um comburente – o gás oxigênio – e de um combustível para que uma vela permaneça acesa; a liberação de gás carbônico no processo de combustão; o fato de que gases em diferentes temperaturas possuem densidades significativamente diferentes; a influência da diferença de altitude para a concentração de gases na atmosfera; entre outros.

- 2- Clareza: as ideias e informações são apresentadas de forma clara, assim como a relação entre elas. Hipóteses com essa característica estabelecem relações de causalidade entre as ideias apresentadas. Se, por exemplo, o estudante afirmar que dentro das regiões do copo existem diferentes concentrações de gases e explicar os motivos para essa diferença, consideramos que há clareza.
- 3- Relevância: a hipótese possui capacidade de explicar os fatos envolvidos, trazendo informações, ideias ou dados importantes e significativos para a resolução do problema. Consideramos como relevantes as hipóteses que relacionaram, por exemplo, a influência da temperatura dos gases no sistema para explicar o problema.
- 4- Inter-relações: o estudante relaciona em sua hipótese o problema apresentado com os conhecimentos iniciais e científicos, os procedimentos metodológicos, suas hipóteses iniciais e/ou os dados obtidos/fornecidos.
- 5- Apropriação conceitual: o estudante utiliza na hipótese os conceitos e as terminologias adequadamente, incorporando conhecimentos científicos para responder ao problema.
- 6- Consistência lógica: a hipótese possui *coerência interna*, ou seja, não há *contradição dentro do enunciado*, e externa, ou seja, é compatível com o *conhecimento científico mais amplo ou com a teoria relacionada* (NUNES, 2016, p. 29). Sabemos, por exemplo, que para o processo de combustão cessar não é necessário o esgotamento completo do gás oxigênio do sistema (BIRK; LAWSON, 1999). Portanto, consideramos que as hipóteses que trataram do esgotamento do gás não possuem consistência externa em relação aos conhecimentos científicos.

As características descritas indicam a qualidade das formulações dos estudantes (SANTOS; GALEMBECK, 2018). Neste trabalho, para fazer uma análise das hipóteses, dividimos as respostas dos estudantes em: hipóteses válidas, quando apresentaram pelo menos quatro das características descritas, sendo o apoio teórico uma delas; hipóteses limitadas, para explicações que apresentaram menos de quatro das seis características descritas ou quando o apoio teórico não foi uma delas; respostas confusas, quando o estudante não apresentou uma justificativa clara para a sua previsão. O Quadro 12 relaciona o número de estudantes que fizeram cada previsão e ainda organiza a análise das hipóteses explicativas para cada grupo de previsão. A análise de todas as respostas dos participantes, resumidas no quadro, está detalhada no Apêndice B.

Quadro 12 – Previsões dos estudantes e a classificação da sua hipótese, antes da realização do experimento

Previsão	Número de respondentes	Hipótese	
A vela mais alta vai apagar primeiro	14	Válida	3
		Limitada	9
		Confusa	2
As duas velas irão apagar ao mesmo tempo	9	Válida	1
		Limitada	8
		Confusa	0
A vela mais baixa vai apagar primeiro	3	Válida	0
		Limitada	3
		Confusa	0

Fonte: elaborado pela autora

A seguir, passamos a explorar cada grupo de previsões, trazendo fragmentos das respostas dos estudantes para exemplificar os subgrupos correspondentes:

a) A vela mais alta vai apagar primeiro

A maioria dos estudantes fez a previsão de que a vela mais alta apagara mais rápido. Esse resultado majoritário pode ser decorrente da influência dos colegas que expressaram essa opinião em aula, durante a breve discussão síncrona ocorrida. Nesse grupo, na Atividade 2.1, três estudantes construíram hipóteses com características que indicam a sua validade, nove fizeram hipóteses limitadas e dois produziram respostas confusas. A seguir, apresentamos as transcrições representativas de cada um desses subgrupos.

i. Hipóteses válidas

Para representar os três estudantes que elaboraram hipóteses com quatro ou mais características que indicam a sua validade, sendo o apoio teórico uma delas, transcrevemos as respostas de Pedro e Júlia e em seguida tecemos comentários sobre cada uma delas.

A vela maior apagará primeiro porque o gás carbônico liberado estará quente e, portanto, subirá apagando a vela maior. (Pedro)

A mais alta apaga primeiro porque o resultado da combustão das duas velas, o gás carbônico aquecido, sobe para o topo e a vela mais alta fica sem oxigênio. Sem o oxigênio (comburente), a combustão não ocorre. (Júlia)

Pedro e Júlia consideraram a diferença de temperatura dos gases para embasar a previsão. Pedro argumentou que o gás carbônico aquecido ascenderia e, com isso, sua hipótese possui apoio teórico, apresenta clareza pela estruturação das suas ideias, é relevante por possuir

informações significativas para responder ao problema e estabelece inter-relações entre sua previsão, o problema e seus conhecimentos. Júlia, por sua vez, argumentou que o gás carbônico aquecido seria um produto do processo de combustão das velas, sendo sua hipótese caracterizada pelo apoio teórico, clareza, relevância, inter-relações e com mostras de apropriação conceitual pelo uso apropriado de conteúdos conceituais e de terminologias já nesse primeiro momento de elaboração de hipóteses.

ii. Hipóteses limitadas

Em número um pouco maior do que a categoria anterior, nove estudantes levantaram hipóteses que classificamos como limitadas, por apresentarem menos de quatro características que indicam a sua validade. Escolhemos as respostas de Paulo, Henrique e Vivian para exemplificar o subgrupo:

A vela mais alta vai apagar primeiro porque o oxigênio é mais forte em locais mais baixos, por isso ele acaba primeiro em cima e depois embaixo. (Paulo)

Porque a vela apaga por acabar o oxigênio dentro do copo, então a vela mais alta vai ter menos espaço para o oxigênio, então vai apagar primeiro, enquanto a vela pequena vai ter mais espaço para mais oxigênio e vai demorar mais. (Henrique)

Eu acho que a vela mais alta vai apagar primeiro porque quando o gás oxigênio for acabando a vela mais alta vai ficar sem oxigênio fazendo assim com que ela apague. (Vivian)

Paulo considerou o conhecimento de ar rarefeito, decorrente da diferença de altitude, para justificar que a concentração de oxigênio é maior em locais de menor altitude, incluindo, portanto, a parte inferior do copo. Assim sendo, o estudante elaborou a previsão de que a chama da vela mais baixa duraria mais tempo. A sua hipótese possui apoio teórico em um conhecimento da concentração de gases na atmosfera, apresenta clareza, uma vez que a relação entre as ideias é clara, e estabelece inter-relações entre a previsão, o problema e seus conhecimentos iniciais. Apesar de se embasar em um apoio teórico, a sua hipótese não apresenta apropriação conceitual e não possui consistência lógica com os conhecimentos científicos mais amplos, uma vez que a diferença de altura dentro do copo não é significativa para resultar na diferença de concentração de ar no sistema.

Henrique, por sua vez, considerou o “maior espaço” disponível para a vela menor para justificar que ela permaneceria acesa por mais tempo, já que isso resultaria em uma maior disponibilidade de oxigênio. O estudante possivelmente relacionou o experimento com a situação apresentada na introdução da atividade (tampar velas com copos de tamanhos diferentes). Sendo assim, a sua hipótese possui o apoio teórico do consumo de oxigênio na

combustão, apresenta clareza e estabelece inter-relações entre o problema, os procedimentos do experimento e os dados obtidos em outra situação. Já Vivian falou da extinção do oxigênio que alimenta as chamas, sem justificar de forma clara o motivo para essa falta acometer a vela mais alta primeiro. Portanto, a sua hipótese apenas apresenta o apoio teórico citado e estabelece inter-relações entre o problema e seus conhecimentos iniciais.

iii. Respostas confusas

Para finalizar o grupo de participantes que fizeram a previsão de que a vela mais alta apagara primeiro, trazemos a colocação de Lúcia, uma das duas estudantes que não elaboraram uma justificativa clara para a sua previsão.

Acho que a vela maior vai apagar primeiro porque ela tem um contato maior com o copo.
(Lúcia)

A estudante apenas falou do posicionamento e da altura da vela maior dentro do copo, sem estabelecer relações entre a informação e o problema. Essa resposta não possui as características necessárias que qualificam uma hipótese.

b) As duas velas irão apagar ao mesmo tempo

Aproximadamente um terço dos participantes (9) previu que as duas velas apagariam ao mesmo tempo. Desses, um estudante levantou uma hipótese que classificamos como válida e os demais elaboraram hipóteses limitadas. A seguir, passamos a explorar cada subgrupo.

i. Hipóteses válidas

A resposta do estudante que elaborou uma hipótese com quatro ou mais características que indicam sua qualidade encontra-se transcrita a seguir:

Porque as chamas estão do mesmo tamanho, puxando a mesma quantidade de oxigênio, por isso as duas irão apagar juntas. (Luiz)

Luiz considerou o dado empírico do tamanho das chamas, obtido pela observação da Figura 12, para embasar a sua previsão. A sua hipótese possui apoio teórico em um conhecimento já adquirido relativo ao consumo de gás oxigênio na combustão, clareza, consistência lógica interna e externa, e estabelece inter-relações entre os dados empíricos, o problema e seus conhecimentos.

ii. Hipóteses limitadas

Outros oito estudantes elaboraram enunciados considerados como limitados em função do reduzido número de características encontradas em suas estruturas. Para exemplificar, transcrevemos as respostas de Karen, Melissa e Vitória:

As duas velas vão apagar juntas porque no copo vai ter a mesma quantidade de oxigênio para alimentar o fogo das duas velas. (Karen)

Elas estão no mesmo copo, então o oxigênio vai acabar bem mais rápido e as duas velas vão acabar apagando juntas. (Melissa)

Eu acho que as duas vão apagar juntas porque, quando o oxigênio dentro do recipiente acabar, as duas vão se apagar no mesmo tempo. (Vitória)

Karen justificou a sua previsão com clareza, com base na lógica de que dentro do copo haveria uma quantidade de gás oxigênio que estaria disponível igualmente para as duas velas. Nessa hipótese ela usa o consumo de gás oxigênio como apoio teórico e estabelece inter-relações entre o problema e o seu conhecimento a respeito da combustão. Melissa, por sua vez, elaborou uma hipótese que possui o mesmo apoio teórico citado, clareza e que estabelece inter-relações entre o problema e o experimento de uma vela dentro do copo, afirmando que no caso das duas velas o gás oxigênio *acabaria* mais rápido, de forma uniforme em todas as regiões do copo. Vitória, assim como Melissa e Karen, enfatizou o fato de as duas velas estarem dentro do mesmo recipiente para considerar a extinção simultânea das chamas, sendo sua hipótese caracterizada por apoio teórico, clareza e estabelecimento de inter-relações.

c) A vela mais baixa vai apagar primeiro

Em número reduzido em relação às outras duas previsões, três participantes previram que a vela mais baixa apagara primeiro. Nesse grupo, as hipóteses elaboradas foram classificadas como limitadas. Apresentamos as respostas de Giovana e Leonardo para exemplificar as colocações:

Eu acho que a vela menor irá se apagar primeiro, por conta que o gás carbônico é um pouco mais denso que o oxigênio. (Giovana)

Porque o material combustível dentro do copo fica na parte de cima do copo, pois é mais quente. (Leonardo)

Giovana considerou a diferença de densidade relativa do gás carbônico e do gás oxigênio para embasar a sua previsão de que a vela menor apagara primeiro. A estudante, com base no conhecimento teórico de que o gás carbônico é mais denso que o gás oxigênio³⁸,

³⁸ A densidade relativa de dois gases é calculada pelo quociente entre as suas densidades absolutas. Nas Condições Normais de Temperatura e Pressão (CNTP), a densidade relativa entre os gases pode ser calculada

aparentemente considerou que o primeiro gás se concentraria na parte inferior do copo, resultando na extinção da chama da vela menor primeiro. A hipótese de Giovana possui esse apoio teórico, é clara e estabelece inter-relações entre o problema e seus conhecimentos. Ressaltamos, entretanto, que o experimento não foi realizado nas Condições Normais de Temperatura e Pressão (CNTP). Portanto, sua hipótese, apesar de possuir apoio teórico, não possui consistência lógica com o conhecimento científico mais amplo. Já Leonardo considerou que pela sua temperatura o combustível se localizaria parte superior do copo e, com isso, a vela mais baixa apagara pela falta desse material. A hipótese do estudante apresenta apoio teórico na necessidade de combustível para queima e relevância, por relacionar a temperatura dos materiais ao problema, e estabelece inter-relações entre a questão e sua teoria, sem, entretanto, apresentar de forma clara o que está sendo considerado como “material combustível”, localizado “na parte de cima do copo”.

Após a realização de previsões, com a elaboração da hipótese explicativa para tal, os estudantes tiveram acesso, em uma aula seguinte, a um vídeo com o resultado do experimento.

5.2. A retomada do conceito de combustão e o levantamento de hipóteses para o resultado observado

A professora disponibilizou um vídeo de produção própria em uma plataforma chamada *Edpuzzle*. O vídeo retomava os conceitos de combustão (substâncias ou materiais consumidos e produzidos), comentava o experimento de tampar uma vela com um copo, perguntando o motivo para a vela apagar, e exibia o resultado do Experimento 1. Dos 20 participantes que acessaram a plataforma, 14 fizeram a atividade de forma completa, dois de forma incompleta e quatro, que não foram considerados na análise, apenas preencheram o campo de identificação.

Essa foi a primeira vez que os estudantes tiveram contato com essa plataforma, que exige que o usuário crie uma conta para poder acessar a aula. Essa exigência pode ter contribuído para que um menor número de estudantes participasse dessa atividade. Em função disso, essa plataforma não foi mais utilizada, optando por outras mais comumente acessadas e conhecidas pelos estudantes.

pelo quociente entre as suas massas molares (M). Considerando que a M do gás carbônico é aproximadamente 44 g/mol e a do gás oxigênio é por volta de 32 g/mol, é possível afirmar que o gás carbônico é um pouco mais denso que o gás oxigênio nas CNTP. Fonte: <<https://brasilecola.uol.com.br/quimica/densidade-relativa-dos-gases.htm>>. Acesso em 23 abr. 2021.

Ao serem questionados do porquê de uma vela apagar dentro de um copo na retomada da primeira aula síncrona, quatro estudantes afirmaram que a causa está relacionada à diminuição da quantidade de oxigênio dentro do sistema fechado. Transcrevemos a resposta de Roberto, como representativa desses quatro estudantes:

Porque não tem oxigênio suficiente para manter a vela acesa. (Roberto)

Roberto deu a entender que reconhecia a presença de oxigênio dentro do copo mesmo após a combustão acontecer, afirmando apenas que a quantidade não seria suficiente para a ocorrência do processo. Os 12 estudantes restantes explicaram o fenômeno pelo esgotamento do gás dentro do sistema, como podemos ver na escrita de Loren:

Porque a chama da vela precisa de oxigênio para se manter acesa e quando o copo é colocado em cima da vela a chama continua a consumir o oxigênio e chega uma hora que o oxigênio acaba e a chama apaga. (Loren)

A estudante deu indícios de conhecer o processo da combustão, no qual ocorre o consumo de gás oxigênio e do combustível. Entretanto, assim como alguns de seus colegas, ela considerou que o fogo apaga devido ao esgotamento do comburente dentro do sistema. Na literatura, um dos experimentos que indicou a presença de oxigênio dentro de um sistema fechado mesmo após uma vela apagar foi o realizado por Birk e Lawson, em 1999³⁹. Os pesquisadores acenderam uma vela sob uma campânula e observaram o comportamento de um rato que estava presente dentro do sistema. Foi constatado que o rato não apresentou sinais de falta de oxigênio, continuando ativo mesmo depois de um bom tempo após a vela apagar, sendo esse um indício de que a vela se extingue tempos antes do esgotamento do comburente contido no copo (BIRK; LAWSON, 1999).

Após verem o resultado do experimento em vídeo, os estudantes fizeram a comparação entre a previsão realizada na atividade anterior e o resultado. Dos 14 respondentes que acertaram suas previsões – de que a vela mais alta apagaria primeiro –, oito fizeram a atividade e mantiveram as suas hipóteses, apenas escrevendo-as com palavras diferentes, de mesmo sentido. Esse comportamento era esperado, já que suas previsões, baseadas em explicações (hipóteses), mostraram-se corretas, não havendo motivos para que alterar as hipóteses elaboradas inicialmente. Por esse motivo, as suas “novas” hipóteses não foram caracterizadas no Apêndice B.

³⁹ A gravação em vídeo do experimento está disponível para assinantes em <<http://jchemed.chem.wisc.edu/Journal/issues/1999/Jul/abs914.html>>. Acesso em 24 mar. 2021.

Os demais seis estudantes que fizeram a atividade e cujas previsões não foram compatíveis com o que aconteceu no sistema elaboraram novas hipóteses para o resultado agora conhecido do experimento. Segundo os mesmos critérios de análise adotados na seção anterior, as respostas foram agrupadas em três categorias, descritas no Quadro 13, as quais passamos a explorar a seguir.

Quadro 13 – Número de respostas classificadas em categorias

Classificação da resposta	Número de respostas
Hipótese válida	3
Hipótese limitada	3
Resposta confusa	0

Fonte: elaborado pela autora

Do grupo de três estudantes cujas respostas foram classificadas com válidas, destacamos as de Luiz e Armando:

Porque o gás carbônico por estar quente sobe, e como o gás carbônico já ocupou a parte de cima do recipiente, o oxigênio desce, mantendo a vela mais baixa acesa por mais tempo.
(Luiz)

Porque o CO_2 formado pela queima vai para o alto do copo, apagando assim a vela mais alta por falta de combustível para queima. (Armando)

A hipótese construída por Luiz é consistente, relevante e apresenta clareza. Ele se apoiou em conhecimentos da ascensão de gases em maior temperatura, ou seja, sua colocação possui apoio teórico/conceitual para explicar o fenômeno observado. O estudante demonstrou apropriação conceitual e estabeleceu inter-relações entre o resultado e os seus saberes. Esse participante, que na atividade anterior previu que as velas apagariam ao mesmo tempo devido ao tamanho semelhante das chamas – e, portanto, consumo de oxigênio semelhante –, considerou na sua nova hipótese o conhecimento de que os gases aquecidos formados pela combustão tendem a subir, o que resulta em uma disponibilidade maior de comburente para a vela menor. Já Armando produziu uma hipótese com apoio teórico, clareza e relevância e que estabelece inter-relações entre o observado e os conhecimentos do deslocamento de gases aquecidos. Entretanto, o estudante usou o termo *combustível* ao tratar do gás oxigênio, utilizando o conceito de forma diferente à aceita cientificamente.

Outros três estudantes, cujas respostas foram classificadas na segunda categoria, elaboraram hipóteses limitadas para explicar o fenômeno. Para exemplificar, transcrevemos a colocação de Vitória:

Eu acho que a vela mais alta apagou primeiro porque como a chama dela estava no alto, ou seja, mais alta do que a vela menor, o oxigênio que havia ali acabou primeiro do que o que estava embaixo. (Vitória)

Vitória, que havia feito a previsão de que as duas velas apagariam ao mesmo tempo, elaborou uma hipótese que considera a necessidade de oxigênio para a ocorrência da combustão, todavia sem explicar de forma clara o motivo para esse gás se “esgotar” primeiro na parte superior do copo. Sendo assim, sua hipótese apenas apresenta apoio teórico e estabelece inter-relações entre o problema, o resultado e os seus conhecimentos iniciais.

Após o levantamento de hipóteses para o resultado já conhecido do experimento das velas, os estudantes foram solicitados a fazer a Atividade 3.3, em uma aula posterior, e a participar do fórum.

5.3. O balonismo, a fumaça de incêndio e uma – *singela* – troca de ideias

Com o objetivo de melhorar a compreensão do fenômeno ocorrido no Experimento 1 e dos conceitos científicos a ele relacionados, propusemos a Atividade 3.3, assíncrona, feita no *Google* Formulários, durante a aula 3. Ela foi realizada por 20 estudantes.

O enunciado da atividade fazia uma retomada do assunto e trazia algumas respostas fornecidas na atividade anterior. Para isso, foram transcritas uma hipótese válida e duas limitadas, de forma anônima, para dar uma ideia geral das respostas da turma:

– Porque o gás carbônico por estar quente sobe, e como o gás carbônico já ocupou a parte de cima do recipiente, o oxigênio desce, mantendo a vela mais baixa acesa por mais tempo.

– Porque quanto mais alto se estiver, menos oxigênio.

– A vela mais alta apagou primeiro porque como a chama dela estava no alto, ou seja, mais alta do que a vela menor, o oxigênio que havia ali acabou primeiro do que o que estava em baixo.

Com isso, esperávamos que, ao tomarem conhecimento de algumas respostas dadas por seus colegas, houvesse uma *singela* troca de ideias mesmo que de forma assíncrona. Com base nessas respostas e em dois fenômenos sobre os quais passaremos a discutir a seguir, os estudantes foram instigados a elaborar, mais uma vez, caso achassem necessário, uma explicação para o experimento. O resultado será discutido no item 5.4, ou seja, no item seguinte a esse.

a) A fumaça de incêndios em ambientes fechados:

Os conhecimentos científicos que permitem explicar o fenômeno da fumaça de incêndios são relacionados indiretamente a uma das explicações possíveis para o experimento das velas. Para promover o aprofundamento da compreensão dos estudantes e o estabelecimento dessa relação, foi anexado um trecho de uma matéria da BBC Brasil⁴⁰ com algumas orientações do Corpo de Bombeiros de Londres para incêndios em ambientes fechados, com o objetivo de introduzir o assunto.

Conselhos para minimizar a inalação de fumaça em caso de incêndio:

Agachar e engatinhar: Segundo o Corpo de Bombeiros de Londres, se há fumaça é melhor manter-se próximo ao solo e engatinhar para um lugar seguro para minimizar a inalação de gases tóxicos.

Fonte: Adaptado da BBC Brasil⁴¹

Ao questionar o motivo para o Corpo de Bombeiros dar essa orientação, considerando a localização da fumaça em um ambiente fechado e conhecimentos científicos já adquiridos durante os anos escolares, obtivemos três grupos principais de respostas, sintetizados no Quadro 14:

Quadro 14 – Classificação das respostas para a fumaça do incêndio

Resposta	Número de respondentes
Associa o fenômeno ao fato do ar quente subir, e com ele todo o gás carbônico formado na queima	4
Associa o fenômeno aos gases tóxicos expelidos na queima e ao fato de eles estarem na fumaça, sem dizer o porquê de ela ir para cima	14
Relacionada diretamente ao experimento	1
Resposta confusa	1

Fonte: elaborado pela autora

A seguir, exploramos os três primeiros grupos descritos no Quadro 14, utilizando algumas respostas dos participantes para evidenciar os dados que fizeram parte dessa análise.

⁴⁰ BBC – *British Broadcasting Corporation* é uma corporação pública de rádio e televisão do Reino Unido. Possui subsidiárias em alguns países, como o Brasil.

⁴¹ Link de acesso à reportagem: <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-40305200>>. Acesso em 24 mar. 2021.

Dos quatro estudantes que consideraram o conhecimento de que o gás carbônico e outros gases tóxicos formados na queima, componentes da fumaça, tendem a subir, selecionamos as justificativas de Luiz e Armando, que seguem:

Porque ar quente sobe, nesse caso esse ar quente é a fumaça rica em gás carbônico causada pelo fogo, e o ar com oxigênio que resta desceu. Por isso o corpo de bombeiros dá essa orientação. (Luiz)

Porque a fumaça está quente (todos os gases quentes sobem), quando ela sobe, o local com uma altitude menor tende a ser menos poluído. (Armando)

Os estudantes Luiz e Armando associaram a temperatura da fumaça, “rica em gás carbônico” como disse Luiz, como o fator que faz com que ela suba, o que implica na orientação do Corpo de Bombeiros de que, mantendo-se próximo ao solo, é possível respirar um ar com uma quantidade maior de oxigênio ou, como disse Armando, “menos poluído”. Apesar de todas as respostas desse grupo fazerem referência à elevação do ar quente, os estudantes não falaram da sua menor densidade em relação ao ar em temperatura ambiente. Segundo Brown *et al.* (2005), o ar quente tende a subir porque se expande à medida que é aquecido, o que o torna menos denso que o ar da vizinhança, mais frio. E, nesse caso, o ar quente está “carregado” de gás carbônico e outros produtos da combustão, fazendo com que tenha menos oxigênio na parte superior do ambiente.

Outros 14 estudantes relacionaram a orientação dos bombeiros ao fato de a fumaça oriunda da queima ter muitos gases tóxicos, mas não justificaram o motivo de sua ascensão. Selecionamos duas falas representativas desse grupo:

Porque normalmente você se agacha e vai engatinhando para algum lugar seguro para minimizar a inalação de gases tóxicos, e é melhor se manter perto ao solo. [...] (Giovana)

Os bombeiros dão essas orientações porque dependendo da fumaça pode causar, por exemplo, insuficiência respiratória e dependendo da gravidade ou da fumaça inalada, a pessoa pode desmaiar ou até morrer. (Mariana)

Giovana comentou a localização da fumaça, composta por gases tóxicos, sem explicar o porquê desse posicionamento dos gases. Já Mariana comentou os possíveis problemas no organismo provenientes da inalação de fumaça. Sabemos que essa fumaça, além de gases tóxicos, pode conter partículas sólidas, como a fuligem.

Uma única estudante, Lúcia, fez relação das orientações dadas pelo corpo de bombeiros com o experimento das velas. Transcrevemos a resposta a seguir:

Eu acho que o corpo de bombeiros dá essa orientação porque nesse caso nós somos a vela, quanto mais alto nós estivermos, mais chances de queimar, que nem a vela maior se apaga primeiro dentro de um copo de vidro, pois nesse caso o copo de vidro por cima da vela é o ambiente fechado. (Lúcia)

Lúcia tenta, com esforço, relacionar essa informação de forma direta com o experimento das velas, tratando analogamente cada um dos componentes das situações. Apesar de não ter tratado da densidade dos gases em diferentes temperaturas, ela percebeu a semelhança entre os dois fenômenos e parece saber que a explicação é similar.

b) O balonismo

Além do fenômeno da fumaça do incêndio, solicitamos aos estudantes pensarem sobre o fenômeno do balonismo. Para isso, anexamos a Figura 13 e o seguinte enunciado:

O balonismo é um esporte praticado com um balão com ar quente tripulado, ou seja, controlado de perto por profissionais. Com uma chama acesa, o balão se enche de ar aquecido, e, com isso, o balão sobe. Por que o ar quente faz o balão subir?

Figura 13 – Imagem do balonismo, anexada à atividade



Fonte da imagem: <<http://www.ecobrasil.eco.br/23-restrito/840-balonismo>>

O balonismo envolve a diferença de temperatura de gases, podendo também ser relacionado ao Experimento 1. O Quadro 15 apresenta o número de respostas para as categorias de explicações elaboradas, observado que nessa questão o número de respostas é maior do que o de respondentes da atividade escrita porque as respostas expressas ao microfone e no *chat*, durante a aula síncrona, também foram consideradas na contagem.

Quadro 15 – Classificação das respostas para o balonismo

Resposta	Número de respostas
Associa o fenômeno à menor densidade do ar quente	11
Associa o fenômeno apenas ao fato do ar quente subir	10
Não associa o fenômeno à temperatura dos gases	2
Não sabe responder	1

Fonte: elaborado pela autora

A seguir, passamos a explorar algumas respostas dos estudantes representativas para as duas primeiras categorias expressas na tabela. As colocações de Lúcia, Vitória e Mariana são exemplos de respostas fornecidas pelo grupo de onze estudantes da primeira categoria. Elas associaram o fenômeno do balonismo à menor densidade do ar quente.

O ar quente faz o balão subir, pois o ar é aquecido, assim se expandindo e se tornando menos denso. (Lúcia)

Eu acho que é porque como as partículas do ar quente são menos densas do que do ar frio, o ar acaba ficando “mais leve” facilitando o balão subir. (Vitória)

Posso falar uma observação de um negócio interessante? Sabe quando você está na sauna, daí tipo assim, em cima fica muito quente. Aí quando a pessoa tem dificuldade para respirar, ela pode ficar embaixo, aí melhora a respiração. (Mariana)

Sabemos que os balões de ar quente sobem na atmosfera devido à diferença de densidade dos gases. Como já foi dito, o ar dentro do balão, mais quente, se expande – ou seja, passa a ocupar um volume maior – e se torna menos denso que o ar da vizinhança, em temperatura ambiente, à mesma pressão (BROWN *et al.*, 2005). Esse grupo de estudantes usou a menor densidade dos gases aquecidos como um fenômeno resultante da expansão deles, como explicado por Lúcia. Vitória usou aspas para se referir ao ar menos denso, segundo ela “mais leve”, o que possibilitaria a elevação do balão pela atmosfera. Mariana, durante a discussão do fenômeno em aula síncrona, fez o uso de outro contexto para se apropriar do conhecimento, citando o exemplo da sauna, na qual o ar quente se concentra na parte superior do recinto. A resposta da estudante indica um processo de transferência de conceitos de um contexto para outro, a qual, segundo Vigotski (2000), é uma tarefa mais complexa do que a aplicação e o uso de um significado em uma situação concreta na qual ele foi elaborado. Segundo o autor, essa transferência consiste na

(...) aplicação dessa experiência a outros objetos inteiramente heterogêneos, quando os atributos discriminados, mas sintetizados nos conceitos, se encontram em outro ambiente de atributos concretos bem diferentes e quando estes mesmos são dados em outras proporções concretas. (p. 230)

Essa transferência de sentido ou significado de conceitos exige um pensamento no plano abstrato, sendo a transição a esse plano um desafio (QUADROS *et al.*, 2015; VIGOTSKI, 2000). Sendo assim, refletindo sobre duas situações distintas do experimento com as velas, mas que possuem fundamentos semelhantes, os estudantes, ao serem capazes de explicá-los e estabelecer relações entre eles, estão desenvolvendo e formalizando o conceito e a linguagem científica adequada.

Um grupo de estudantes construiu suas explicações usando o fato de o ar quente subir, sem construir argumentos que explicassem esse fenômeno. Nesse grupo está o estudante Luiz, do

qual destacamos uma explicação dada no formulário e outra elaborada durante a aula síncrona.

Ele disse:

Porque na ciência o ar quente sobe e o ar frio desce. (Luiz – Formulário)

Eu posso explicar? A gente estudou lá no sexto ano que o ar quente tende a subir. Quando a gente bota o fogo lá, o ar quente do fogo sobe e fica preso lá no balão, aí ele [o balão] sobe. Para controlar [a altitude], você abaixa o fogo, aumenta [inaudível]... (Luiz – aula síncrona)

O estudante se apropriou de conhecimentos trabalhados em anos anteriores e os usou para justificar o fenômeno, indicando compreensão e, inclusive, relacionando saberes em diferentes situações. Porém, não foi capaz de avançar nessa explicação, usando a diferença de densidade. Ele comentou apenas a tendência de o ar quente subir. Outra estudante tentou explicar, ao escrever a seguinte resposta:

Eu não sei muito bem o porquê que o balão sobe com o ar quente, mas eu acho que é porque o ar mais quente sobe e o mais frio desce. Uma hipótese, não tenho certeza. (Karen)

Karen, que afirma não ter certeza da sua resposta, utilizou de forma correta a palavra “hipótese”, sendo um indício da compreensão do significado da prática, discutido em outros momentos da sequência de ensino. Porém, ela parece estar usando um conhecimento que traz na memória, para o qual ainda não há um entendimento conceitual suficiente ou que ainda está em construção.

Apenas três estudantes não interpretaram adequadamente a questão, sendo categorizados nos dois últimos grupos, os quais não serão explorados nesta discussão.

Os dois fenômenos que foram colocados para discussão, tanto na Atividade 3.3 como retomados na aula 5, síncrona, permitiram aos estudantes refletirem sobre o fenômeno presente no experimento das velas e interpretá-lo melhor.

5.4. Retomada e conclusão do experimento das velas

Após responderem às questões envolvendo o incêndio e o balonismo, feitas no *Google* Formulários, os estudantes foram convidados a ir para a página do *Moodle* da Disciplina de Ciências, usada pela escola, para participar de um fórum de discussões. O fórum tinha como objetivo a reformulação das explicações de forma mais completa e científica para o resultado do experimento das velas, caso achassem necessário, com base nos fenômenos discutidos na Atividade 3.3 e nas respostas dos colegas que estavam transcritas nela. Por se tratar de um fórum, era desejado que os participantes considerassem as postagens dos colegas e fizessem

comentários, com o objetivo de propiciar a construção coletiva do conhecimento, de forma assíncrona.

Já era uma reclamação do professor da escola a falta de engajamento dos participantes no fórum durante as aulas remotas de Ciências, uma vez que eles não tinham o hábito de ler as postagens dos colegas e que, algumas vezes, nem participavam. Além disso, quando participavam, não tinham o hábito de retornar ao fórum para checar possíveis comentários feitos pelo professor ou pelos monitores. Na sequência de ensino, a situação não foi diferente: oito estudantes fizeram as postagens, sendo que apenas uma retornou ao fórum para responder aos comentários e *feedbacks* disponibilizados pela pesquisadora.

Apesar desse cenário, destacamos o esforço e a dedicação de uma estudante para a formulação da sua nova hipótese:

Porque as partículas do ar quente são menos densas do que do ar frio, fazendo com que o ar quente fique “mais leve” do que o frio. Então com o ar quente sendo “mais leve” facilita a subida dele. Então como o oxigênio se transformou em outro gás que ficou quente, ele sobe e a chama da vela mais alta fica com pouco oxigênio para continuar acesa. Enquanto a chama da vela menor fica com um pouco mais de oxigênio por alguns segundos do que a chama da vela maior. (Vitória)

Vitória, que na Atividade 2.1 previu que as duas velas iriam apagar juntas e que após ver o resultado elaborou uma hipótese limitada, embasou-se nos conhecimentos utilizados para resolver os itens e os associou ao experimento. A estudante considerou a menor densidade do ar aquecido, o que facilita a sua ascensão pela atmosfera – discutida no balonismo – para elaborar a sua hipótese. Ela também relacionou em sua resposta a presença de gás carbônico e de outros gases como produtos da combustão com temperatura maior que a do ar e que ficariam na parte superior do copo, resultando na maior concentração de gás oxigênio na parte inferior – discutida no caso da fumaça do incêndio – para justificar o resultado do experimento. A sua resposta discute de forma clara a relação entre as informações, possui apoio teórico em conteúdos conceituais e relevância, demonstra apropriação conceitual, possui consistência lógica interna e externa e estabelece inter-relações entre o problema e seus conhecimentos. Portanto, apesar de algumas limitações conceituais, classificamos a sua hipótese como válida, contendo todas as características analisadas neste trabalho.

Destacamos também a fala de outro estudante – dessa vez durante a discussão síncrona na aula 5 – que também representou a construção de uma hipótese com mais características indicativas de qualidade. Armando havia, em sua hipótese anterior, confundido as palavras

“combustível” e “comburente”. Na discussão em aula, quando a professora solicitou uma informação, ele demonstrou interesse e vontade em participar, afirmando:

Eu eu eu eu. Porque quando tem essa queima, o ar que é mais quente sobe e esse oxigênio ele fica mais na parte de baixo do bēquer. Aí a vela que está mais baixa vai queimar mais oxigênio e vai durar mais tempo. (Armando – aula síncrona)

Na atividade realizada com o *Edpuzzle*, Armando havia argumentado que o CO₂ era responsável por apagar a chama e como esse gás tendia a ir para o alto, a vela mais alta apagaria primeiro por “falta de combustível para queima”. O estudante afirmou, na aula 5, que a vela baixa apagaria posteriormente pela maior disponibilidade de gás oxigênio nas partes inferiores do bēquer, uma vez que a parte superior possuía mais gases provenientes da combustão, por estarem aquecidos pela chama. A sua hipótese possui apoio teórico, apresenta clareza, relevância e consistência lógica interna e externa, estabelece inter-relações entre o experimento e os conhecimentos científicos e demonstra apropriação conceitual, sendo classificada como válida.

Uma resposta que também destacamos, apesar de não se tratar de uma hipótese válida, é a colocação de Lúcia no fórum:

A vela mais alta apagou mais rápido que a vela mais baixa porque não tinha oxigênio o bastante para a vela maior continuar acesa, e posteriormente também não tinha para a menor também. (Lúcia)

A estudante, na Atividade 2.1, havia elaborado uma resposta confusa, afirmando apenas que a vela maior teria um “contato maior” com o copo para justificar a sua previsão de que a vela mais alta apagaria primeiro, sem apresentar apoio teórico e outras características. No fórum, ao retomar o experimento, a estudante considerou o apoio teórico da necessidade de gás oxigênio para ocorrer a combustão, elaborando uma hipótese que estabelece inter-relações entre o problema e o conhecimento e que possui consistência lógica. Apesar de não explicar de forma clara o fenômeno do experimento, Lúcia, assim como outros colegas, passou a desconsiderar o esgotamento completo do gás dentro do sistema, o que é um resultado positivo, provavelmente oriundo das aulas e atividades da sequência.

5.5. O vídeo *What is a flame?*

O fenômeno das velas foi retomado novamente como uma construção e formalização de conceitos na aula 9 – síncrona – por meio da exibição e da discussão do vídeo *What is a flame?*

O vídeo criado por Ben Ames, vencedor da primeira edição do concurso *The Flame Challenge*, consiste em uma animação em inglês na qual um prisioneiro cercado por chamas é questionado pelo próprio elemento da natureza sobre o que é a chama e quais são suas propriedades (Figura 15). Assim, inicia-se a explicação e a exploração de diversos fenômenos que acontecem em uma simples vela acesa, terminando com uma música que resume de forma descontraída tudo o que foi tratado no vídeo. O vídeo aborda a composição química da parafina da vela, demonstra as reações que acontecem entre esse combustível e o oxigênio do ar, comenta brevemente os processos químicos pirólise, quimiluminescência, oxidação e incandescência e explica a variedade de cores da chama pela reação completa ou incompleta de combustão. Consideramos o vídeo um ótimo fechamento para a sequência de ensino e para o experimento das velas uma vez que algumas dúvidas expressas pelos estudantes na Atividade 2.1 envolviam a temperatura da chama, as cores e os processos químicos que acontecem no sistema.

Figura 14 – Cena do vídeo *What is a flame?*⁴²



Fonte: AMES (2012)

O vídeo foi legendado em português pelas pesquisadoras e exibido na aula síncrona 9, por meio do compartilhamento de tela e áudio. Durante a exibição, foram realizadas pausas para comentários nos momentos em que havia conceitos científicos que poderiam gerar dúvidas, tais como os citados no parágrafo anterior. Os estudantes participaram fazendo comentários e perguntas, tanto de forma oral como *via chat*.

Apesar de a participação dos estudantes ter sido expressiva na aula 9 em termos de presença, o uso do microfone para manifestar opiniões foi menor, em comparação às outras aulas síncronas e, com isso, houve menos interações discursivas. Uma hipótese para esse

⁴² Cena retirada do vídeo disponível em <<https://www.youtube.com/watch?v=5ymAXKXhvHI>>. Acesso em 10 mar. 2021

comportamento foi de que se tratava de uma aula anterior a um recesso escolar. Sendo assim, os estudantes estavam cansados e sobrecarregados com a quantidade de atividades de todas as disciplinas e ansiosos para um descanso iminente de uma semana, distantes de aulas no computador – o que foi comentado por alguns deles desde o início da aula.

Entretanto, na aula, um dos estudantes em especial – do qual já comentamos – demonstrou grande esforço para participar das discussões referentes ao vídeo animado. Em alguns momentos em que Rafael ligava o microfone para fazer uma pergunta ou comentário, podia-se perceber um barulho alto no fundo. O estudante explicou no *chat* que a casa dele estava em obras, e mesmo assim, com o barulho constante ao fundo, participou ativamente da aula, sendo essa participação já descrita como um indício de envolvimento com as atividades e/ou interesse pelo tema. Conhecendo essa realidade vivida por Rafael, podemos inferir que os estudantes tiveram, nesse período de ERE, problemas de ordens diversas, os quais dificilmente vamos conhecer. Por isso, é possível que uma menor participação dos estudantes pudesse ser decorrente de situações que não dependiam de suas vontades.

Em contrapartida à menor participação dos estudantes de uma forma geral nessa aula, os monitores e estagiários que acompanhavam as aulas de Ciências, demonstraram ter gostado do vídeo, tiraram suas dúvidas e fizeram comentários durante a discussão, como podemos ver no excerto organizado no Quadro 16:

Quadro 16 – Excerto da discussão síncrona na aula 9

Turno	Participante	Comentário
1	Professora	A fuligem é um resultado da combustão incompleta. Não tem oxigênio o suficiente para reagir com o combustível, então o que sobram são as partículas de carbono que se juntam formando a fuligem, que é aquele pozinho preto. Beleza?
4	Apolo (monitor)	Então se eu tenho uma chama azul e uma amarela, a azul pode estar mais quente?
5	Gilberto (professor)	A azul sempre terá maior temperatura.
6	Rafael	Acho que a azul tá sempre mais quente.
7	Jaqueline (monitora)	Sim, Apolo, a chama azul será mais quente
...		
17	Professora	Qual das chamas, do fogão ou da vela, libera mais fumaça?
18	Rafael	Pra mim a da vela libera mais fumaça; Fumaça preta, que eu falo.
19	Armando	É porque a da vela sobra o carbono.

Fonte: produção da autora

Os estagiários e monitores da disciplina estiveram presentes em todas as aulas de Ciências, e, portanto, também nas aulas em que foi desenvolvida essa sequência de ensino. O professor

regente também participou de todas as aulas e tanto ele quanto os monitores/estagiários auxiliavam a pesquisadora na mediação com os estudantes, principalmente pelo *chat*, o qual alguns participantes utilizavam por não poderem ou não se sentirem à vontade para ligar o microfone. Nesse excerto da discussão síncrona e em outros momentos dessa aula, podemos ver que mesmo os monitores possuíam dúvidas e utilizaram esse momento para discuti-las e formalizar as suas concepções, junto com os estudantes.

O vídeo *What is a flame?* e as discussões ocorridas durante sua exibição possibilitaram a retomada de algumas dúvidas apresentadas pelos estudantes na Atividade 2.1, realizada no início da sequência de ensino. As cores das chamas foram abordadas no vídeo e discutidas entre os estudantes, como podemos perceber nos excertos a seguir:

Professora: *Por que a chama da vela apresenta várias cores?*

Rafael: *quando tem oxigênio suficiente, a chama fica só azul. E quando não tem oxigênio suficiente, ela se junta com outros elementos, hidrogênio lá, e em cima vai ficando vermelho, alaranjado e embaixo fica azul.*

...

Professora: *(explicação de combustão completa e incompleta)*

Júlia: *Professora, tem chama que tem mais parte azul, é por causa disso? Porque eu já vi chama que tinha quase metade de parte azul e outras que tinha só uma partinha. E eu já vi algumas que nem davam pra ver o azul direito.*

Esses excertos demonstram o momento de formalização de conceitos pelos estudantes, os quais logo após assistirem ao vídeo foram solicitados a elaborar afirmações para explicar a existência de diversas cores. Esse foi um momento importante para os estudantes, pois tratou de fenômenos comuns com os quais eles lidam diariamente, mas que eles não sabem explicar. Outros conceitos mais complexos, a exemplo de pirólise e quimiluminescência, para os quais os participantes não conseguiram associar diretamente ao contexto, foram comentados e explicados pela professora.

As diferentes cores das chamas – no caso da vela e do fogão – são evidências dos tipos de combustão que acontecem no sistema. A chama amarelada, alaranjada e avermelhada característica da chama da vela, indica um processo de combustão incompleta, na qual parte do combustível não reage completamente com o comburente – gás oxigênio –, restando, assim, partículas de carbono como resíduos, que formam a fuligem. Por um processo de incandescência, essas partículas de carbono, ao receberem energia, emitem as cores mencionadas. Já uma chama azul, característica da chama do fogão a gás, por exemplo, indica a ocorrência de um processo de combustão mais completa, em que todo o combustível reage com o comburente, sendo transformado em gás carbônico, água e energia. Por um processo de

quimiluminescência, há emissão da cor azulada (AMES, 2012). A quantidade de átomos de carbono presentes nas estruturas dos combustíveis – parafina (vela) e gás liquefeito de petróleo (GLP, do fogão) – é um fator que influencia diretamente nos processos de combustão completa e incompleta. A parafina, hidrocarboneto pesado derivado do petróleo, possui em sua estrutura uma cadeia carbônica extensa. Já o GLP, produto do refinamento do petróleo, é formado por moléculas com cadeias carbônicas relativamente menores em comparação à parafina. A cadeia carbônica menor, associada ao fato de já estar no estado gasoso, faz com que o GLP reaja mais facilmente e completamente com o gás oxigênio. A parafina, com suas cadeias carbônicas longas, associada ao fato de precisar se tornar um gás para queimar, tem uma reação mais complexa (mais etapas) formando outros produtos além do gás carbônico e da água.

Na Atividade 9, assíncrona, realizada após a aula síncrona, 23 estudantes responderam duas questões relacionadas ao tema do vídeo. A primeira delas, mais simples, solicitava a diferença existente entre a chama da vela e a do fogão a gás, e a segunda, ainda considerando esses dois sistemas, perguntava qual das chamas liberava mais fumaça e qual a justificativa para isso. A primeira questão, cujo enunciado está transcrito a seguir, almejava que os estudantes descrevessem as diferenças visuais entre os dois tipos de chamas.

Vocês já observaram a chama do fogão a gás? Compare-a com a chama da vela. Qual a diferença?

Aproximadamente 61% dos estudantes (14) fizeram uma descrição das chamas do fogão e da vela, citando a diferença entre elas, como Melissa e Leonardo:

A diferença é que a chama do fogão a gás é toda azul, e a da vela tem outras cores além do azul, ela tem o amarelo, o laranja e o vermelho. (Melissa)

A diferença é que o fogo do fogão a gás ilumina menos do que o fogo da vela. (Leonardo)

Podemos ver que os estudantes melhoraram seu nível de percepção da chama, fazendo uma descrição minuciosa nessa atividade, tanto ao se referir às cores (Melissa) quanto ao se referir à liberação de energia luminosa (Leonardo).

Cerca de 26% dos participantes (6) foram além, fazendo comentários em relação à chama e explicando o que observaram. Os comentários feitos por Júlia e Jane são representativos desse grupo de estudantes.

A chama do fogão a gás é completamente azul e não libera fumaça, porque tem menos átomos de carbono. A chama da vela é amarelada/alaranjada e libera fumaça, pois ela tem mais átomos de carbono. (Júlia)

A resposta está na cor de cada chama: por ser amarelo, o fogo da vela ilumina mais que o do fogão a gás, que emite principalmente luz azul. Outro fator para enxergarmos pouco a chama do fogão é que a luz azul se dispersa com facilidade pelo ar (...). (Jane)

Júlia, estudante que tinha se informado na Atividade 2.1 por meio de uma pesquisa na *internet* sobre a composição química da parafina, classificada como um hidrocarboneto pesado, discutiu nessa questão a diferença da quantidade de átomos de carbono de cada um dos combustíveis que alimentam as chamas, mobilizando conhecimentos científicos que estavam no vídeo da aula 9 em busca de explicar o fenômeno. A estudante relacionou essa informação corretamente com a coloração da chama e a liberação da fumaça. Jane, assim como outros estudantes, provavelmente fez uma busca na *internet* para descrever e explicar a diferença dos níveis de iluminação das chamas, o que pode ser um indício de empenho na realização da atividade. Poucos participantes – três – apresentaram concepções equivocadas sobre a chama das velas.

A segunda questão, cujo enunciado está transcrito a seguir, exigia além do que tinha sido discutido nas aulas da sequência de ensino: o estabelecimento de relações entre os conceitos exibidos no vídeo e discutidos em sala de aula e os fenômenos do cotidiano – a chama do fogão e da vela.

Qual das chamas, a amarela ou a azul, libera mais fumaça? Elabore uma explicação para isso.

Do total, 21 estudantes responderam que a chama amarela – da vela – libera mais fumaça. Essa resposta pode ser derivada das discussões em sala de aula decorrentes da exibição do vídeo ou da experiência cotidiana dos estudantes, uma vez que os dois fenômenos são comuns. Dentre eles, nove elaboraram uma hipótese válida para explicar o fenômeno, a qual não era uma tarefa simples e exigia um esforço para além do que tinha sido desenvolvido nas aulas. Outros sete tentaram elaborar uma explicação, dois apenas identificaram a chama, sem justificar, e três não souberam justificar.

Vivian, Clarissa e Paulo apresentaram respostas que fazem parte do grupo de hipóteses válidas para a chama amarela liberar mais fumaça:

Eu acho que é a amarela porque o carbono acaba sobrando, porque tem menos oxigênio, fazendo assim com que a vela solte mais fumaça. (Vivian)

Eu acho que a chama amarela libera mais fumaça porque ela é formada por fuligem. (Clarissa)

Eu acho que é a chama amarela, pois a fuligem depois de brilharem elas voltam para o ar e entram em contato com o gás carbônico; essas partículas de fuligem voltam a serem

pretas, assim formando a fumaça. A chama azul não tem fumaça, pois ela não possui essa fuligem. (Paulo)

Os estudantes citaram a combustão incompleta, a falta de oxigênio e o excesso de carbono em forma de fuligem, relacionando esses fatores com a liberação da fumaça e a cor da chama. Vivian comentou que o carbono da parafina não sofre a reação de combustão completa pela falta de gás oxigênio, e que ele acaba por constituir a fuligem da fumaça, como dito por Clarissa. Paulo explicou o processo pelo qual a fuligem passa para liberar as cores da chama da vela, falando que a fumaça é formada após esse processo. Os estudantes utilizaram o conhecimento adquirido na discussão sobre o vídeo *What is a flame?*, em um processo de construção e apropriação do conhecimento conceitual.

Outros sete estudantes fizeram uma tentativa de explicação, citando a falta de oxigênio, o combustível ou a composição da fumaça, todavia sem estabelecer uma relação direta com a sua liberação. Exemplificamos esse grupo pelas colocações de Rafael e Marcos:

A chama amarela libera mais fumaça por falta de oxigênio e sobra de CO₂. (Rafael)

A amarela porque ela contém menos oxigênio. (Marcos)

Rafael fez uma tentativa ao explicar a sua compreensão do vídeo, abordando a falta de oxigênio para comentar a liberação de fumaça, resultante da combustão incompleta, apesar de fazer referência ao gás carbônico. Já na resposta de Marcos podemos perceber o uso de uma linguagem simplificada, que leva ao entendimento de que a chama contém oxigênio, em vez de considerar a reação entre o combustível e o comburente. Não podemos argumentar que os estudantes não soubessem os conceitos, mas certamente ainda tinham dificuldade em organizar essas ideias na forma de fala/texto.

A sequência de ensino, principalmente durante as atividades envolvendo o Experimento 1 e o vídeo *What is a flame?*, promoveu momentos de construção e reconstrução conceitual. Ao solicitar que os estudantes realizassem previsões para o experimento, foi possível conhecer suas compreensões a respeito do fenômeno e trabalhar algumas concepções equivocadas, como também foi indicado no trabalho de Medeiros (2019). A elaboração de hipóteses propiciou a ressignificação dos conhecimentos dos estudantes em busca da elaboração de uma justificativa para o resultado que tinham previsto e que, posteriormente, observaram.

Defendemos também que o envolvimento dos participantes com as PE por meio dos experimentos realizados promoveu, em conjunto com as atividades discutidas no capítulo 4, uma melhor compreensão de características da produção do conhecimento científico. Esse resultado, cujas evidências se encontram no capítulo mencionado, está em concordância com

as discussões de autores como Ferraz e Sasseron (2017b), Sasseron e Duschl (2016), Sasseron (2018), Silva (2015a) e Trivelato e Tonidandel (2015). Além disso, acreditamos que, mesmo em aulas remotas, a forma como o experimento foi desenvolvido promoveu o envolvimento e a curiosidade dos participantes em relação aos seus resultados, levando-os a construir variadas explicações para os fenômenos, como também aconteceu nos trabalhos desenvolvidos por Goto, Nakanishi e Kano (2018) e Kitaoka (2019).

Desta forma, consideramos que a elaboração e reelaboração de hipóteses e previsões, em variadas atividades, a retomada dessas hipóteses durante as discussões e a tentativa de estabelecer trocas de ideias mesmo em atividades assíncronas, propiciaram um envolvimento dos estudantes com algumas PE. Com isso, houve a construção, reconstrução e apropriação de conceitos, além da ampliação das suas concepções a respeito da atividade científica.

CAPÍTULO 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposição deste trabalho se deu a partir da nossa percepção da importância de melhorar o entendimento dos estudantes a respeito da produção do conhecimento e da atividade científica, com base em pesquisas que indicam a influência da mídia na formação dessas concepções (DRIVER *et al.*, 1997; REIS; GALVÃO, 2004) e a existência de ideias deformadas a respeito desse empreendimento (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; RIBEIRO; SILVA, 2018), assim como de ideias em construção (COTTA; MUNFORD; FRANÇA, 2019). Também nos fundamentamos em pesquisas que defendem que o envolvimento dos estudantes com as PE pode propiciar uma melhor compreensão da Ciência como um todo (FERRAZ; SASSERON, 2017b; NUNES, 2016; SANTOS; GALEMBECK, 2018; SASSERON; CARVALHO, 2008; SASSERON; DUSCHL, 2016; SILVA, 2015a; TRIVELATO; TONIDANDEL, 2015). A nossa atenção foi direcionada especialmente para as PE *elaborar hipóteses e fazer previsões*, assentadas nas definições de Silva (2015b). Levando em consideração que vídeos educativos podem ser uma ferramenta viável para propiciar discussões (MORAN, 1995; ROSA, 2000) a respeito do tema e considerando também o nosso interesse pessoal em vídeos animados e na cultura, língua e Educação do Japão, propusemos uma sequência de ensino que se utiliza de vídeos, a maior parte deles de um programa de televisão japonês, para realizar esta investigação empírica.

Em nossa pesquisa, buscamos compreender o envolvimento de estudantes de oitavo ano do EF com PE a partir de um conjunto de atividades ancoradas em vídeos educativos e experimentos, investigando se e como esse envolvimento promove a ampliação da compreensão de aspectos do empreendimento científico no contexto do ERE e a apropriação conceitual. Para auxiliar na discussão da nossa questão principal, desdobramos-la em quatro questões secundárias, transcritas a seguir.

- a) Houve envolvimento ativo dos estudantes com as atividades?
- b) Qual a compreensão dos estudantes do EF em relação à produção científica, no que concerne aos seus atores e aos processos?
- c) O envolvimento com hipóteses e previsões, por meio dos experimentos e dos vídeos, ampliou o entendimento da Ciência?
- d) Os estudantes construíram conhecimentos conceituais por meio do envolvimento com as práticas epistêmicas *elaborar hipóteses e fazer previsões*?

Retomamos, agora, essas questões, e fazemos uma síntese daquilo que analisamos, com a intenção de construir argumentos que nos permitam responder à questão principal desta investigação.

a) O envolvimento dos estudantes com as atividades

Ao longo dos capítulos anteriores, principalmente no início do capítulo 4, selecionamos alguns casos que serviram como indicativos do envolvimento dos participantes com os vídeos, os experimentos, as atividades e as discussões, ou seja, com a sequência de aulas desenvolvida no ERE. Ousamos afirmar que os dados seriam bem mais expressivos no ensino presencial, embora o envolvimento com as atividades no ERE já tenha sido considerável.

Nas atividades assíncronas, apesar da inconstância na entrega das atividades, dificultando o acompanhamento do processo de construção de entendimentos pelos estudantes e gerando quebras na análise do raciocínio – uma vez que algumas atividades dependiam de outras anteriores – entendemos que houve um índice positivo e considerável de participação. Como comentamos, a falta de entrega de uma atividade, por exemplo, pode estar relacionada a uma diversidade de fatores, os quais podem incluir a falta de hábito com o ensino remoto, as dificuldades de conexão com a rede, entre outros fatores. Já nas três aulas síncronas, percebemos que os participantes se posicionaram e expressaram suas opiniões de forma oral e via *chat*, voluntária e espontaneamente, indicando esforço no acompanhamento das discussões, interesse em participar e envolvimento com as atividades.

Em relação aos vídeos da série *Dedenion, os que adoram hipóteses*, inicialmente alguns estudantes se mostraram confusos com as atividades a partir de animações. Argumentamos que essa certa confusão inicial tenha sido fruto da pouca familiaridade com esse tipo de atividade. Os vídeos com desenho animado podem ser vistos mais como lazer do que como educativos, o que modifica a postura e a expectativa dos aprendizes em relação ao uso desses materiais (MORAN, 1995). Em contrapartida, observamos que muitos participantes, nos momentos em que assistiam aos vídeos, colocavam-se no lugar dos personagens, levantando hipóteses e fazendo previsões a respeito dos fenômenos exibidos. Os aprendizes demonstraram envolvimento com os vídeos e com os personagens, o que pôde ser percebido por meio dos comentários voluntários feitos ao final de cada atividade, em um espaço destinado a isso.

A condução dos experimentos ao longo da sequência, sem possibilitar que se soubesse dos resultados antes de fazer previsões e hipóteses, propiciou a curiosidade dos participantes, que, a nosso ver, ficaram com expectativas de “acertar” suas previsões em relação aos resultados. Como discutido por Goto, Nakanishi e Kano (2018) e Kitaoka (2019), os estudantes mostraram-se instigados a resolver o problema e, muitas vezes, surpresos com o resultado dos experimentos. Além disso, eles compararam suas previsões com o resultado de forma espontânea durante as aulas síncronas e reconstruíram suas hipóteses. No Experimento 2, percebemos a prontidão de alguns participantes em buscar novas explicações para embasar o observado ou em defender as suas hipóteses iniciais, o que não pôde ser observado diretamente no Experimento 1, pelo caráter assíncrono dessa atividade. Como dito por Kawasumi (2014), no caso da exibição do programa *Kangaeru karasu*, a demonstração de incerteza, curiosidade e a tentativa de elaborar explicações, mesmo com sentenças confusas, são indícios de que os sujeitos estão pensando ativamente e estão engajados com a questão proposta. Essas reações foram observadas durante as discussões referentes aos dois experimentos. Portanto, de forma geral, afirmamos que os estudantes se envolveram ativamente com as atividades, mesmo se tratando do ERE.

b) As compreensões dos estudantes em torno da atividade científica

Nesta dissertação, a compreensão em torno da atividade científica foi tratada principalmente nos tópicos 4.1 e 4.2. Como relatado, os estudantes inicialmente já possuíam uma boa compreensão de alguns aspectos da atividade científica, possivelmente pela proximidade da escola com os institutos e faculdades que formam a universidade, percebendo-os não só como espaços formativos, mas também como centros de pesquisa e, portanto, como espaço de produção de conhecimento científico. Essa aproximação pareceu-nos fundamental para o entendimento demonstrado por esses estudantes antes de iniciarmos a nossa sequência de ensino.

Destacamos, inicialmente, algumas visões que se aproximaram de visões deformadas citadas na literatura (CHAMBERS, 1983; GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; DE MEIS *et al.*, 1993; MEAD; MÉTRAUX, 1957; RIBEIRO; SILVA, 2018). Parte considerável dos estudantes descreveu, em relação aos cientistas, vestimentas e locais de trabalho relacionados necessariamente a atividades empíricas e/ou experimentais, o que vai ao encontro do trabalho de Ribeiro e Silva (2018), que citaram ser esse um imaginário frequente em estudantes. Em relação à rotina de atuação desses profissionais, parte dos aprendizes mencionou um dia a dia cansativo e/ou

solitário, ocupado majoritariamente pela jornada laboral, como descrito por Mead e Métraux (1957).

Ressaltamos, no entanto, que outros participantes descreveram o uso de roupas casuais, sem citar jalecos, e apontaram locais de pesquisa variados, sem mencionar a presença de vidrarias e materiais de laboratório. Esses espaços foram descritos como sendo universidades, escritórios, estufas e corporações de pesquisa, o que pode indicar a compreensão de formas de atuação de cientistas além da tão citada experimentação e mistura de substâncias (COTTA; MUNFORD; FRANÇA, 2019; RIBEIRO; SILVA, 2018). Ainda nessa linha está a descrição de cientistas como semelhante às suas próprias aparências, e a consideração da atividade científica como um empreendimento coletivo. Apesar de ser uma percepção restrita a poucos participantes, foram feitas menções a “outros” grupos de pesquisa, ao governo e/ou outros setores da sociedade durante as descrições de rotina profissional do cientista, indicando um entendimento da relação direta entre a Ciência e o contexto social, político, ambiental e tecnológico.

Em relação à compreensão dos estudantes quanto às formas de escolha de um tema de pesquisa pelos cientistas, percebemos que houve grande influência do contexto atual, como também foi descrito por Reis e Galvão (2004) e Thomas (1997). Parte dos participantes ressaltou o caráter humanitário da Ciência, afirmando que as investigações são feitas visando o bem da sociedade, como já identificado no trabalho de Reis e Galvão (2004). Essa crença se deve, principalmente, ao contexto atual, no qual o trabalho dos cientistas possui destaque na mídia como imprescindível para solucionar a situação pandêmica em que nos encontramos. Muitos participantes indicaram compreender a influência do contexto social no trabalho dos cientistas (aproximando-se da compreensão de uma Ciência que não é isolada do restante da sociedade e dos problemas vigentes) e a existência de interesses pessoais e de grupos no direcionamento das pesquisas. A provisoriedade e limitações da Ciência também foram aspectos discutidos durante as atividades e, assim como identificado por Cotta, Munford e França (2019), nossos estudantes demonstraram compreender o caráter transitório e reflexivo do empreendimento científico.

Diante de tudo isso, concordamos com Cotta, Munford e França (2019) quando as autoras argumentam que a construção e desenvolvimento das compreensões dos estudantes a respeito da Ciência e dos cientistas é um processo complexo que pode ser influenciado pelo contexto atual (REIS; GALVÃO, 2004; THOMAS, 1997) e pela mídia (DRIVER *et al.*, 1997; KOSMINSKY; GIORDAN, 2002). Considerando que a escola tem um importante papel na

construção de uma ideia mais ampla da Ciência, não podendo se restringir ao ensino de conceitos, e baseadas nos dados obtidos nesta pesquisa, argumentamos que se trata de um esforço longitudinal, que deve ser iniciado no EF, mas não ficar restrito a ele.

c) A ampliação das compreensões dos estudantes em torno da atividade científica pelo envolvimento com os vídeos e as PE *elaborar hipóteses e fazer previsões*

Nos tópicos 4.1 e 4.2, exploramos também as compreensões construídas pelos estudantes a respeito da Ciência a partir do envolvimento com as PE que foram exploradas na sequência de ensino. Destacamos que, apesar de existirem confusões – já esperadas – na diferenciação entre hipóteses e previsões, ao longo das atividades propostas os estudantes passaram a utilizar esses termos com um significado mais próximo ao aceito cientificamente. A compreensão e o uso dos termos estão relacionados às discussões realizadas em busca de diferenciar essas práticas, mas, a nosso ver, são principalmente um resultado positivo das atividades com os experimentos e com os vídeos *Dedenion, os que adoram hipóteses*. Nessas atividades, os estudantes foram chamados a refletir, a partir da observação de situações em que os personagens estiveram envolvidos com as PE, a respeito dessas práticas no cotidiano, na sala de aula e na Ciência. Os vídeos exploraram as hipóteses e previsões e mostraram os personagens na busca de explicações, errando, usando a imaginação, retornando a uma investigação, ficando confusos, trabalhando em grupos, trocando ideias e testando hipóteses. Ao realizar atividades que possuíam questões para propiciar reflexões a respeito dessas situações, ampliando as reflexões para o cotidiano, para a sala de aula e para a Ciência, argumentamos que houve contribuições para a ampliação da visão dos estudantes a respeito dos processos de produção de conhecimento.

Nos momentos em que os estudantes foram solicitados a elaborar hipóteses e fazer previsões – com base em evidências, dados, teorias e/ou conhecimentos –, foi construída a percepção de que as previsões não se tratam de uma simples adivinhação e que cada previsão feita carrega uma hipótese que a fundamenta. A incerteza, a dúvida e o erro, que podem estar relacionadas a essas PE, foram características discutidas nas atividades, promovendo, para alguns, a compreensão de que o conhecimento científico não é infalível. Em vista disso, consideramos que os vídeos utilizados e as atividades propostas foram importantes recursos que promoveram discussões que levaram a um aumento da compreensão da Ciência e da sua produção. Acreditamos que em um ensino presencial, isso seria ainda mais evidente e expressivo pelas possíveis discussões que poderiam ser realizadas a partir do trabalho dos

participantes em pequenos grupos. Apesar dos avanços percebidos, voltamos a argumentar que se trata de uma construção inicial, que precisa ser retomada, em um processo “negociado” de entendimentos.

d) A construção de conhecimentos conceituais a partir do envolvimento dos estudantes com PE

No capítulo 5 exploramos as discussões e atividades realizadas relacionadas a um experimento e ao vídeo *What is a flame?*, já que as duas tratavam dos mesmos conceitos. Com isso, seria possível mensurar possíveis evoluções conceituais referentes à chama, pelo envolvimento com as PE *elaborar hipóteses e fazer previsões*.

O entendimento do resultado obtido no Experimento 1 foi explorado em várias etapas, envolvendo a elaboração de previsões, a observação do resultado, o levantamento de hipóteses, a reflexão sobre fenômenos relacionados, a reelaboração de hipóteses e, por fim, a discussão síncrona para concluir o tema. Essas etapas foram propostas como estratégia para propiciar o envolvimento dos estudantes com as PE mesmo de forma assíncrona, nas quais aconteceram singelas trocas de ideias e opiniões pelos fóruns, por meio de formulários e nas discussões síncronas. Essas etapas foram cruciais para que o entendimento acontecesse no contexto do ERE. A construção coletiva do conhecimento em um espaço social de interação entre os sujeitos, comum em um ensino presencial e, de certa forma, em aulas síncronas, é de extrema importância para o processo de ensino e de aprendizagem (SASSERON; DUSCHL, 2016; SILVA, 2015a). Todavia, consideramos que essa estratégia, usada para o ensino remoto, diante das condições atuais, foi produtiva para a construção do conhecimento, embora com algumas limitações.

As hipóteses elaboradas pelos estudantes nas variadas etapas do experimento foram analisadas com base no conjunto de características encontradas na literatura (LAKATOS; MARCONI, 2011 *apud* NUNES, 2016; NUNES, 2016; NUNES; MOTOKANE, 2015) e adaptadas para este trabalho. O conjunto de características escolhido e os critérios adotados se mostraram, a nosso ver, eficientes para a análise e caracterização das hipóteses. Em relação às previsões, concordamos com Medeiros (2019) quando afirma que o trabalho com a PE em sala de aula permite identificar as concepções prévias dos estudantes e as dificuldades que possuem em se apropriar dos conhecimentos para explicar situações variadas. Fazer previsões e hipóteses, reelaborá-las a partir de um resultado adverso observado, além de causar interesse nos estudantes, propiciou um entendimento tanto conceitual quanto da prática científica.

O uso do vídeo *What is a flame?* em uma aula síncrona facilitou a mediação da professora, uma vez que a comunicação pode ser mais dinâmica, na retomada de conceitos presentes do experimento, além da inserção de outros conceitos. Apesar de a participação dos estudantes de forma oral e por *chat* ter sido reduzida se comparada ao que poderia ter acontecido em uma aula presencial, consideramos que muitas dúvidas apresentadas pelos estudantes puderam ser retomadas. Na atividade 9, realizada posteriormente à aula síncrona, obtivemos resultados positivos quando os estudantes elaboraram explicações para a maior ou menor liberação de fumaça em diferentes chamas. A cor da chama, a presença de carbono na fumaça, os reagentes e os produtos da combustão completa e da incompleta foram aspectos considerados nessas explicações.

O envolvimento dos estudantes com as PE de elaborar hipóteses e fazer previsões foram cruciais para que eles não só ampliassem o conhecimento em relação a Ciência, mas também construíssem conhecimentos conceituais presentes na sequência de ensino, principalmente relativos à chama.

e) Retomando a questão principal de pesquisa: *Um conjunto de atividades remotas com base em experimentos demonstrativos e vídeos educativos promove o envolvimento dos estudantes com as aulas, ancoradas em práticas epistêmicas, e a compreensão de aspectos da construção do conhecimento científico?*

Inicialmente, esta pesquisa foi planejada para acontecer no ensino presencial, com uma turma de aproximadamente 15 estudantes, com dados produzidos ao longo das aulas de um semestre letivo. Essa nossa proposta inicial incluía os vídeos educativos e uma série de experimentos para serem realizados em pequenos grupos, possibilitando assim discussões e interações nas quais as PE poderiam emergir mais facilmente, com a mediação da professora. Como dito na introdução deste trabalho, as adaptações e reformulações da proposta de pesquisa de campo foram tarefas árduas para minimizar as limitações resultantes da alteração repentina da investigação. Mantivemos na proposta os vídeos educativos e reduzimos os experimentos para dois, realizados de forma demonstrativa, tendo a hipótese de que os vídeos (do programa, do concurso e os produzidos pelas pesquisadoras) seriam grandes aliados para introduzir conteúdos e propiciar reflexões a respeito da atividade científica, resultando em um processo produtivo de ensino e de aprendizagem no ensino remoto.

É importante frisar que os vídeos experimentais utilizados nessa pesquisa foram reconfigurados, embora a ideia do experimento seja do programa de televisão japonesa. Nós

fizemos novas filmagens, adaptando o experimento aos materiais que tínhamos disponíveis. Com isso, queremos ressaltar que não se tratou de uso direto de vídeos com experimentos prontos, mas uma adaptação para o contexto em que estávamos inseridas.

Ressaltamos que toda a nossa pesquisa, a produção, a discussão e a análise dos dados, e a elaboração da tese, estão diretamente relacionadas ao contexto em que estamos vivendo. Como pesquisadoras, não podemos deixar de considerá-lo, assim como defendemos que é desejável que os estudantes compreendam as influências dos contextos sociais, culturais, históricos e políticos para a atividade científica. Por isso, diversas vezes citamos e relacionamos a situação geral que ainda continuamos vivenciando enquanto essas considerações finais são redigidas.

Argumentamos que a sequência de ensino ancorada em vídeos educativos e experimentos contribuiu para o envolvimento dos estudantes com PE e com as atividades no ERE. Ao longo das atividades, os participantes construíram e revisitaram conhecimentos conceituais e ressignificaram algumas concepções que possuíam a respeito da atividade científica. Os aprendizes estão em um constante processo de construção, reconstrução e desenvolvimento de ideias em torno da Ciência, seus atores e seus processos, e as atividades realizadas de forma remota ofereceram contribuições para esse processo, que é complexo por natureza.

Desde a proposição do projeto de pesquisa, não tínhamos a pretensão de encerrar as discussões na literatura a respeito de PE, da compreensão de Ciência e do uso de vídeos educativos em sala de aula. Como já dissemos, o contexto pandêmico certamente limitou a produção de dados, em função de inúmeras situações cuja resolução escapavam a nosso alcance. Ainda assim argumentamos que há contribuições da nossa pesquisa para a área de Educação em Ciências, as quais passamos a descrever resumidamente.

Na literatura da área há trabalhos que visam investigar as PE de forma geral, a exemplo de Santini, Bloor e Sensevy (2018), Stroupe, Caballero e White (2018), Lin e Chan (2018), Sasseron e Duschl (2016) e Silva, Gerolin e Trivelato (2018), e outros que possuem foco em algumas PE especificadas em suas investigações. Verificamos que a argumentação e a modelagem são PE frequentemente investigadas, provavelmente pela sua destacável importância no processo de construção do conhecimento, enquanto as hipóteses e as previsões foram, ainda, pouco investigadas. Consideramos que contribuímos, de forma singela, na ampliação dos conhecimentos a respeito de hipóteses – como feito por Santos e Galembeck

(2018) – e de previsões como PE com as quais os estudantes podem se envolver em sala de aula, inclusive no ensino remoto.

Argumentamos também que a sequência de atividades contribuiu para a ressignificação e para a aprendizagem conceitual dos estudantes a respeito de conteúdos como os envolvidos com a combustão completa e incompleta e com a densidade de gases em função da temperatura. Ao final das atividades, percebemos que alguns estudantes se apropriaram de uma diversidade de conceitos para explicar os fenômenos que foram colocados em discussão.

Os vídeos educativos utilizados na sequência foram produzidos em matrizes culturais distintas da dos estudantes investigados, contendo, portanto, símbolos próprios da sua cultura (ROSA, 2000). Apesar da diferença cultural, consideramos que eles foram bem compreendidos. Isso pode ser resultante de uma seleção cuidadosa dos materiais, que foram escolhidos e legendados após as pesquisadoras os assistirem inúmeras vezes, e da simplicidade, principal característica dos vídeos da série *Dedenion*, que são curtos, animados e não possuem narrativas orais. O vídeo *What is a flame?*, apesar de ser extenso e estar disponível em língua inglesa, traz analogias que são conhecidas e próximas do cotidiano dos estudantes, tais como *cupcake* e picolés, e explora a vela e a chama, além de possuir uma abordagem descontraída para alguns conceitos científicos. A nosso ver, esses aspectos propiciaram o envolvimento dos estudantes com os recursos e atividades, sendo que uma possível contribuição deste trabalho se relaciona com a apresentação de vídeos educativos promissores, trazendo discussões empíricas para o desenvolvimento de atividades utilizando esses recursos em sala de aula.

Reafirmamos que o interesse pela cultura japonesa e por vídeos animados foram alguns dos fatores pessoais que impulsionaram e deram significado à proposição e realização desta pesquisa. Apesar de conhecer e estar entusiasmada com o programa de televisão *Kangaeru karasu* e com o vídeo *What is a flame?*, inicialmente não havia uma boa compreensão dos significados que eles poderiam ter para o contexto nacional de Educação em Ciências. Realizar este trabalho mostrou que os vídeos educativos utilizados também foram interessantes para os estudantes, promovendo o envolvimento com as atividades, com os vídeos e com os personagens, mesmo em um contexto cultural distinto e no ERE. Os vídeos *Dedenion*, que retratam situações de investigação e de elaboração de hipóteses sobre os fenômenos mais simples do cotidiano, contribuíram para a reflexão a respeito da Ciência por trazer à tona a curiosidade, o erro, a troca de ideias, a reflexão, entre outros aspectos, de uma forma descontraída. Argumentamos que este trabalho possibilitou, na esfera pessoal, um amadurecimento enquanto pessoa, professora e principalmente como pesquisadora, e, no

âmbito da pesquisa, uma provável contribuição na produção de conhecimento para o campo, reforçando possíveis relações entre a Educação e os recursos educacionais de países culturalmente distintos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADÚRIZ-BRAVO, Agustín; PUJALTE, Alejandro P. Social Images of Science and of Scientists, and the Imperative of Science Education for All. *In: YACOUBIAN, Hagop A.; HANSSON, Lena (org.) Nature of Science for Social Justice. Science: Philosophy, History and Education*. Cham: Springer, 2020, p. 201-224.
- ALDA, Alan. The Flame Challenge. *Science*, v. 335, n. 6072, p. 1019, 2012. Disponível em <<https://science.sciencemag.org/content/335/6072/1019/tab-pdf>>. Acesso em 26 de nov. de 2020.
- ALLCHIN, Douglas. Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science. *Science Education*, v. 95, n. 3, p. 518-542, 2011. DOI: <<https://doi.org/10.1002/sce.20432>>.
- ALLCHIN, Douglas; ANDERSEN, Hanne M.; NIELSEN, Keld. Complementary Approaches to Teaching Nature of Science: Integrating Student Inquiry, Historical Cases, and Contemporary Cases in Classroom Practice. *Science Education*, v. 98, n. 3, p. 461-486, 2014. DOI: <<https://doi.org/10.1002/sce.21111>>
- ALMEIDA, Laila T. G.; AYALA, José D.; QUADROS, Ana L. As Videoaulas em Foco: Que Contribuições Podem Oferecer para a Aprendizagem de Ligações Químicas de Estudantes da Educação Básica? *Química Nova na Escola*, v. 40, n. 4, p. 287-296, 2018.
- AMES, Ben. *What is a Flame*. [S.l.]: 2012. Vídeo (7,5 min) Publicado no Canal Ben Ames. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=5ymAXKXhvHI>>. Acesso em: 10 mar. 2021.
- APRILE, Mariana. Dragão de Komodo – Como veneno, saliva do réptil é “sopa de bactérias”. *UOL Educação*, 2018. Disponível em: <<https://educacao.uol.com.br/disciplinas/biologia/dragao-de-komodo-como-veneno-saliva-do-reptil-e-sopa-de-bacterias.htm>>. Acesso em: 16 mar. 2021.
- ARAÚJO, Angélica O. *O uso do tempo e das práticas epistêmicas em aulas práticas de Química*. 2008. 144 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- ARROIO, Agnaldo; GIORDAN, Marcelo. O Vídeo Educativo: aspectos da organização do ensino. *Química Nova na Escola*, n. 24, p. 8-11, 2006.
- ASSIS, Alice; CARVALHO, Fernando L. C.; AMORIM, Carlos E. S.; SILVA, Luciene F.; SILVA, Luiz G. L.; DOBROWOLSKY, Marcelo S. Aprendizagem significativa do conceito de ressonância. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 12, n. 1, p. 61-80, 2012. Disponível em <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4219/2784>>. Acesso em 13 jan. 2021.
- AZEVEDO, Nathália H.; SCARPA, Daniela L. Revisão sistemática de trabalhos sobre concepções de Natureza da Ciência no Ensino de Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. 2, p. 579-619, 2017.
- BARBOSA, João P. V.; BORGES, Antônio T. O entendimento dos estudantes sobre energia no início do ensino médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 23, n. 2, p. 182-217,

2006. Disponível em: <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5166029>>. Acesso em 05 jan. 2021.

BASTOS, Wagner G.; REZENDE FILHO, Luiz A. C.; PASTOR JUNIOR, Américo A. Produção de vídeo educativo por licenciandos: um estudo sobre recepção fílmica e modos de leitura. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. 1, p. 39-58, 2015. Disponível em <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/ensaio/article/view/10107>>. Acesso em 13 jan. 2021.

BIRK, James P.; LAWSON, Anton E. The persistence of the candle-and-cylinder misconception. *Journal of Chemical Education*, v. 76, n. 7, p. 914-916, 1999.

BROWN, Theodore L.; LEMAY Jr., H. Eugene; BURSTEN, Bruce E.; BURDGE, Julia R. *Química: a ciência central*. 9ª edição. Trad. Robson Mendes Matos. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

CAPPELIN, Alcione. *O ensino de funções na lousa digital a partir do uso de um objeto de aprendizagem construído com vídeos*. 2015. 147 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2015

CHAMBERS, David W. Stereotypic Images of the Scientist: The Draw-A-Scientist Test. *Science Education*, v. 67, n. 2, p. 255-265, 1983. Disponível em <<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/sce.3730670213>>. Acesso em 20 jan. 2021

CHRISTIDOU, Vasilía. Interest, attitudes and images related to science: Combining students' voices with the voices of school Science, teachers, and popular science. *International Journal of Environmental & Science Education*, v. 6, n. 2, p. 141-159, 2011.

CHRISTODOULOU, Andri; OSBORNE, Jonathan. The Science Classroom as a Site of Epistemic Talk: A Case Study of a Teacher's Attempts to Teach Science Based on Argument. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 51, n. 10, p. 1275-1300, 2014.

CINELLI, Nair P. F. *A influência do vídeo no processo de aprendizagem*. 2003. 72 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

CLARK, Douglas B.; SENGUPT *Investigação qualitativa e projeto de pesquisa: escolhendo entre cinco abordagens* A, Pratim; BRADY, Corey E.; MARTINEZ-GARZA, Mario M.; KILLINGSWORTH, Stephen S. Disciplinary Integration of Digital Games for Science Learning. *International Journal of STEM Education*, v. 2, n. 1, 2015.

COTTA, Deborah; MUNFORD, Danusa; FRANÇA, Elaine S. O cientista está em sala! A imagem construída por um grupo de alunos dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. In: XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2019, Natal-RN. *Atas [...] Natal: ABRAPEC*, 2019. p. 1-9.

CRESWELL, John W. *Investigação qualitativa e projeto de pesquisa: escolhendo entre cinco abordagens*. 3. ed. Trad. Sandra Mallmann da Rosa. Porto Alegre/RS: Penso Editora/SAGE, 2014.

DAIKOKU, Takafumi. アクティブラーニング実践的指導を養成するマンガケースメソッド教材の開発に向けて—教員養成系学生を対象にした教材の使用感・有効性と読

み取りに関する調査－ [Akutiburāningu jissen-teki shidou wo yousei suru mangakēsomesoddo kyōzai no kaihatsu ni mukete: kyōin yōsei-kei gakusei wo taishō ni shita kyōzai no shiyōkan/yūkōsei to yomitori ni kansuru chōsa]. 科学教育研究 [Kagaku kyōiku kenkyū], v. 41, n. 2, p. 170-178, 2017. Disponível em <https://www.jstage.jst.go.jp/article/jssej/41/2/41_170/_pdf/-char/en>. Acesso em 30 abr. 2021.

DE MEIS, Leopoldo; MACHADO, Rita C. P.; LUSTOSA, Paulina; SOARES, Valéria R.; CALDEIRA, Maria T.; FONSECA, Lucia. The Stereotyped Image of the Scientist Among Students of Different Countries: Evoking the Alchemist? *Biochemical Education*, v. 21, n. 2, p. 75-81, 1993.

DIAS, Alex. EDPUZZLE – Ferramenta Online para Vídeo-aulas interativas (TUTORIAL). *Blog Educação*, 2018. Disponível em: <<https://educacaocientifica.com/educacao/edpuzzle-ferramenta-online-fantastica-para-edicao-de-videos-e-atividades-interativas/>>. Acesso em: 10 mar. 2021.

DRIVER, Rosalind; LEACH, John; MILLAR, Robin; SCOTT, Phil. *Young people's images of science*. Buckingham: Open University Press, 1997.

DUSCHL, Richard A. Science education in three-part harmony: balancing conceptual, epistemic and social learning goals. *Review of Research in Education*, v. 32, n. 1, p. 268-291, 2008.

FAGIONATO-RUFFINO, Sandra; PIERSON, Alice H. C. Cientista tem o cabelo arrepiado, constrói robôs e polvos gigantes – ideias de crianças de 5 e 6 anos sobre a ciência e o trabalho do cientista. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, Águas de Lindoia. *Atas [...] ABRAPEC*, 2013, p. 1-8.

FARIA, Cláudia; FREIRE, Sofia; GALVÃO, Cecília; REIS, Pedro; FIGUEIREDO, Orlando. “Como trabalham os cientistas?” Potencialidades de uma atividade de escrita para a discussão acerca da natureza da ciência nas aulas de Ciências. *Ciência & Educação*, v. 20, n. 1, p. 1-22, 2014.

FERRAZ, Arthur T.; SASSERON, Lúcia H. Espaço interativo de argumentação colaborativa: condições criadas pelo professor para promover a argumentação em aulas investigativas. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 19, n. 1, p. 1-25, 2017a.

FERRAZ, Arthur T.; SASSERON, Lúcia H. Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 22, n. 1, p. 42-60, 2017b.

GERMANO, Marcelo G. *Uma nova ciência para um novo senso comum*. Campina Grande: EDUEPB, 2011. 400 p. Disponível em <<https://static.scielo.org/scielobooks/qdy2w/pdf/germano-9788578791209.pdf>>. Acesso em 25 jan. 2021.

GIL-PÉREZ, Daniel; MONTORO, Isabel F.; ALÍS, Jaime C.; CACHAPUZ, António; PRAIA, João. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. *Ciência & Educação*, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GLASER, Barney G.; STRAUSS, Anselm L. *The Discovery of Grounded Theory: strategies for qualitative research*. New York: Routledge, 2017.

GOODING, David C. Visualization, inference and explanation in the Sciences. In: MALCOLM, Grant (ed.) *Studies in Multidisciplinarity*. Amsterdam: Elsevier, 2005, p. 1-25.

GOODING, David C. Visualizing Scientific Inference. *Topics in Cognitive Science*, v. 2, n. 1, p. 15-35, 2010.

GOOGLE. *Crie lindos formulários*. 2021. Disponível em: <<https://www.google.com/intl/pt-BR/forms/about/>>. Acesso em: 10 mar. 2021.

GOTO, Takayuki; NAKANISHI, Kazuo; KANO, Kei. A large-scale longitudinal survey of participation in scientific events with a focus on students' learning motivation for science: Antecedents and consequences. *Learning and Individual Differences*, v. 61, p. 181-187, 2018. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.lindif.2017.12.005>>

HODGES, Charles; MOORE, Stephanie; LOCKEE, Barb; TRUST, Torrey; BOND, Aaron. The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning. *Educause Review*, 2020. Disponível em <<https://er.educause.edu/articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning#fn1>>. Acesso em 19 mar. 2021.

IRZIK, Gürol; NOLA, Robert. A Family Resemblance Approach to the Nature of Science for Science Education. *Science & Education*, v. 20, n. 7-8, p. 591-607, 2011. Disponível em <<https://research.sabanciuniv.edu/13792/1/Family.pdf>>. Acesso em 09 mar. 2021.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE María P; MORTIMER, Eduardo F.; SILVA, Adjane C. T; BUSTAMANTE, J. D. Epistemic practices: an analytical framework for science classrooms. In: Annual Meeting of American Educational Research Association (AERA). New York, 2008. *Proceedings [...]*. New York: AERA, 2008.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, María P. Determinism and Undetermination in Genetics: Implications for Students' Engagement in Argumentation and Epistemic Practices. *Science & Education*, v. 23, n. 2, p. 465-484, 2014.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, María P.; AGRASO, Marta F. A argumentação sobre questões socio científicas: processos de construção e justificação do conhecimento em sala de aula. *Educação em revista*, n. 43, p. 13-33, 2006.

KANO, Kei; MIZUMACHI, Eri; SHIOSE, Takayuki; HEJCIK, Pavel; OKAMOTO, Masako; SASAKI, Takanobu; NISHIDA, Masato; TAKEUCHI, Shinichi. 科学の考え方に注目したアクティブラーニング～NHK Eテレ「考えるカラス」連動ワークショップを例に～ [Kagaku no kangaekata ni chūmoku shita akutiburāningu: NHK E-tere 'kangaeru karasu' rendō wākushoppu wo rei ni]. 日本科学教育学会年会論文集 [Nihon kagaku kyōiku gakkai nenkai ronbun-shū], v. 40, p. 57-58, 2016. DOI: <https://doi.org/10.14935/jssep.40.0_57>.

KANO, Kei; SASAKI, Takanobu [加納 圭; 佐々木 孝暢] 「科学の考え方」をテーマにした小学校授業実践: NHK 理科教育番組「考えるカラス」を活用して [‘Kagaku no kangaekata’ wo tēma ni shita shōgakkō jugyō jissen: NHK rika kyōiku bangumi ‘kangaeru karasu’ wo katsuyō shite]. 日本科学教育学会年会論文集 [Nihon kagaku kyōiku gakkai nenkai ronbun-shū], v. 37, p. 434-435, 2013. DOI: <https://doi.org/10.14935/jssep.37.0_434>

- KASSEBOEHMER, Ana C.; FERREIRA, Luiz H. Elaboração de hipóteses em atividades investigativas em aulas teóricas de Química por estudantes do ensino médio. *Química Nova na Escola*, v. 35, n. 3, p. 158-165, 2013.
- KAWASUMI, Hiroshi. NHK 考えるカラス「もしかして？」からはじまる楽しい科学の考え方 [Kangaeru karasu ‘moshikashite?’ kara hajimaru tanoshī kagaku no kangaekata]. Tóquio: Editora NHK (NHK 出版), 2014.
- KELLY, Gregory J. Inquiry, Activity and Epistemic Practice. In: DUSCHL, Richard A. e GRANDY, Richard E. (org.) *Teaching Scientific Inquiry. Recommendations for Research and Implementation*. Rotterdam: Sense Publishers, 2008, p. 99-117.
- KELLY, Gregory J.; DUSCHL, Richard A. Toward a research agenda for epistemological studies in science education. In: Annual Meeting of National Association of Research in Science Teaching (NARST), 2002, New Orleans. *Proceeding [...]*. Reston: NARST, 2002, p. 1-51.
- KELLY, Gregory J.; LICONA, Peter. Epistemic Practices and Science Education. In: MATTHEWS, Michael R. (org.) *History, Philosophy and Science Teaching*. Cham: Springer, 2018, p. 139-165.
- KITAOKA, Kazuki [北岡和樹] 授業実践報告「電気」～静電振り子のメカニズムの解明～ [Jugyō jissen hōkoku ‘denki’: seiden furiko no mekanizumu no kaimei]. 物理教育通信 [Butsuri kyōiku tsūshin], v. 174, 108-114, 2019. Disponível em <https://www.jstage.jst.go.jp/article/apej/174/0/174_108/_pdf/-char/ja>. Acesso em 26 fev. 2021.
- KOSMINSKY, Luis; GIORDAN, Marcelo. Visões de Ciências e sobre cientista entre estudantes do Ensino Médio. *Química Nova na Escola*, n. 15, p. 11-18, 2002.
- LAKATOS, Eva M.; MARCONI, Marina A. *Fundamentos de metodologia científica*, 5. ed. São Paulo: Atlas, 2003.
- LATOUR, Bruno; WOOLGAR, Steve. *A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos*. Trad. Ângela R. Vianna. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.
- LAWSON, Anton E. T.rex, the Crater of Doom, and the Nature of Scientific Discovery. *Science & Education*, v. 13, p. 155-177, 2004.
- LEDERMAN, Norman G. Syntax of Nature of Science within Inquiry and Science Instruction. In: FLICK, Lawrence B., LEDERMAN, Norman G. (org.) *Scientific Inquiry and Nature of Science*. Dordrecht: Springer, 2006, p. 301-317.
- LEDERMAN, Norman G.; ABD-EL-KHALICK, Fouad; BELL, Randy L.; SCHWARTZ, Renée S. Views of Nature of Science Questionnaire (VNOS): Toward Valid and Meaningful Assessment of Learners’ Conceptions of Nature of Science. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 39, n. 6, p. 497-521, 2002.
- LEMKE, Jay. Multiplying meaning: visual and verbal semiotics in scientific text. In: MARTIN, James R.; VEEL, Robert (org.). *Reading Science: Critical and Functional Perspectives on Discourses of Science*. London and New York: Routledge, 1998. p. 87-113.

- LIN, Feng; CHAN, Carol K. K. Promoting Elementary Students' Epistemology of Science through Computer-Supported Knowledge-Building Discourse and Epistemic Reflection. *International Journal of Science Education*, v. 40, n. 6, p. 668-687, 2018.
- MANZ, Eve. Understanding the Codevelopment of Modeling Practice and Ecological Knowledge. *Science Education*, v. 96, n. 6, p. 1071-1105, 2012.
- MASSONI; Neusa T.; MOREIRA, Marco A. A visão etnográfica de Bruno Latour da ciência moderna e a antropologia simétrica. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, v. 10, n. 3, p. 61-80, 2017. Disponível em <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/178380/001061972.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 29 mar. 2021.
- MEAD, Margaret, MÉTRAUX, Rhoda. Image of the Scientist among High-School Students: A Pilot Study. *Science*, v. 126, p. 384-390, 1957.
- MEDEIROS, Julianne G. T. *Explicações científicas escolares para o conceito de densidade a partir de atividades baseadas na POE (Previsão, Observação e Explicação)*. 2019. 89 p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019. Disponível em <https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/27518/1/Explica%c3%a7%c3%b5escient%c3%adficasescolares_Medeiros_2019.pdf>. Acesso em 15 fev. 2021.
- MORAN, José M. O vídeo na Sala de Aula. *Comunicação & Educação*, n. 2, p. 27-35, 1995. Disponível em <<https://www.revistas.usp.br/comueduc/article/view/36131/38851>>. Acesso em 08 mar. 2021.
- MORTIMER, Eduardo F.; AMARAL, Luiz O. F. Quanto mais quente melhor: Calor e temperatura no ensino de termoquímica. *Química Nova na Escola*, v. 7, p. 30-34, 1998. Disponível em <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc07/aluno.pdf>>. Acesso em 05 jan. 2021.
- MOURA, Breno A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? *Revista Brasileira de História da Ciência*, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas*. Washington: National Academic Press, 2012.
- NDIHOKUBWAYO, Kizito, UWAMAHORO, Jean, NDAYAMBAJE, Irénée. Effectiveness of PhET Simulations and YouTube Videos to Improve the Learning of Optics in Rwandan Secondary Schools. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, v. 24, n. 2, p. 253-265, 2020.
- NIEMI, Hannele Active learning – a cultural change needed in teacher education and schools. *Teaching and Teacher Education*, v. 18, n. 7, p. 763-780, 2002. DOI: <[https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(02\)00042-2](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(02)00042-2)>.
- NUNES, Teresa S. *Características das hipóteses em sequências didáticas investigativas*. 2016. 118 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

NUNES, Teresa S.; MOTOKANE, Marcelo T. Características das hipóteses em sequências didáticas investigativas. *In: X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, 10, 2015, Águas de Lindoia. *Atas [...]*, p. 1-8.

OLIVEIRA, Deborah C. *Interagindo com os personagens de “O show da Luna”: A construção de relações com ciência por crianças de 8-9 anos de idade*. 2019. 217 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

ONG, Yann S. *Developing Secondary School students’ epistemic practices through Student-Centered Critique in Scientific Inquiry*. 2018. 419 p. Tese (Doutorado em Filosofia) – The Graduate School, College of Education, The Pennsylvania State University, State College, 2018.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD. *PISA 2015 – Results in Focus*, 2015. Disponível em <<http://www.oecd.org/pisa/pisa-2015-results-in-focus.pdf>>. Acesso em 12 jul. 2018.

PABACCU, Aybuke; ERDURAN, Sibel. Investigating Students' Engagement in Epistemic and Narrative Practices of Chemistry in the Context of a Story on Gas Behavior. *Chemistry Education Research and Practice*, v. 17, n. 3, p. 523-531, 2016.

POMBO, Fernanda M. Z.; LAMBACH, Marcelo. As visões sobre ciência e cientistas dos estudantes de química da EJA e as relações com os processos de ensino e aprendizagem. *Química Nova na Escola*, v. 39, n. 3, p. 237-244, 2017.

PRAIA, João; CACHAPUZ, António; GIL-PÉREZ, Daniel. A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: Contributos para uma reorientação epistemológica. *Ciência & Educação*, v. 8, n. 2, 2002.

PUJALTE, Alejandro; PORRO, Silvia; ADÚRIZ-BRAVO, Agustín. “Yo no sirvo para esto” La desidentificación con la ciencia de un grupo de estudiantes de secundaria: Perspectivas de análisis y propuestas superadoras. *In: X Jornadas Nacionales V Congreso Internacional de Enseñanza de la Biología*, 2012, Córdoba. *Memorias [...]*, 2012, p. 109-113.

QUADROS, Ana L. (org.) *Representações multimodais no ensino de ciências: compartilhando experiências*. Curitiba: CRV, 2020. 148 p.

QUADROS, Ana L.; LOBATO, Anderson C.; BUCCINI, Daniela M.; LÉLIS, Isabela S. S.; FREITAS, Mariana L.; CARMO, Naira H. S. A construção de significados em Química: A interpretação de experimentos por meio de uso de discurso dialógico. *Química Nova na Escola*, v. 37, n. 3, p. 204-213, 2015. Disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37_3/08-RSA-26-13.pdf>. Acesso em 21 de dez 2020.

QUEIROZ, Virgínia C. B. *A experiência da aprendizagem remota: quanto tempo demais na tela?* Colégio Loyola, 2020. Disponível em <<https://www.loyola.g12.br/wp-content/uploads/2020/06/Artigo-tempo-de-tela-vers%C3%A3o-final-convertido.pdf>>. Acesso em 12 mar. 2021.

REIS, Pedro R.; GALVÃO, Cecília. Socio-scientific controversies and students’ conceptions about scientists. *International Journal of Science Education*, v. 26, n. 13, p. 1621-1633, 2004.

- REZENDE FILHO, Luiz A. C.; PEREIRA, Marcus V.; VAIRO, Alexandre C. Recursos Audiovisuais como temática de pesquisa em periódicos brasileiros de Educação em Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 11, n. 2, p. 183-204, 2011.
- REZNIK, Gabriela; MASSARANI, Luisa M.; RAMALHO, Marina; MALCHER, Maria A.; AMORIM, Luis; CASTELFRANCHI, Yuri. Como adolescentes apreendem a ciência e a profissão de cientista? *Estudos Feministas*, v. 25, n. 2, p. 829-855, 2017. Disponível em <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/ref/article/view/39479/34259>>. Acesso em 15 fev. 2021.
- RIBEIRO, Elvia N.; MENDONÇA, Gilda A. A.; MENDONÇA, Alzino F. A importância dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem na busca de novos domínios na EAD. In: *Anais do 13º Congresso Internacional de Educação a Distância*, 2007, Curitiba, Brasil. Disponível em: <<http://www.abed.org.br/congresso2007/tc/4162007104526AM.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2021.
- RIBEIRO, Gabriel; SILVA, José L. J. C. A imagem do cientista: impacto de uma intervenção pedagógica focalizada na história da ciência. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 23, n. 2, p. 130-158, 2018.
- RICCI, Cláudia S. Juntar saber com saber: reflexões sobre o Programa Residência Docente. *Atos de Pesquisa em Educação*, v. 10, n. 1, p. 31-52, 2015.
- ROSA, Paulo R. S. O uso dos recursos audiovisuais e o ensino de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 17, n. 1, p. 33-49, 2000. Disponível em <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6784/6249>>. Acesso em 14 jan. 2021.
- SANDOVAL, William A. Understanding Students' Practical Epistemologies and Their Influence on Learning Through Inquiry. *Science Education*, v. 89, p. 634-656, 2005.
- SANTINI, Jérôme; BLOOR, Tracy; SENSEVY, Gérard. Modeling Conceptualization and Investigating Teaching Effectiveness: A Comparative Case Study of Earthquakes Studied in Classroom Practice and in Science. *Science & Education*, v. 27, n. 9-10, p. 921-961, 2018.
- SANTOS, Monique. Uso da História da Ciência para Favorecer a Compreensão de Estudantes do Ensino Médio sobre Ciência. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 2, p. 641-668, 2018.
- SANTOS, Monique; MAIA, Poliana; JUSTI, Rosária. Um Modelo de Ciências para Fundamentar a Introdução de Aspectos da Natureza da Ciência em Contextos de Ensino e para Analisar tais Contextos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 20, n. u, p. 581-616, 2020. DOI: <<https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2020u581616>>.
- SANTOS, Paloma N.; AQUINO, Kátia A. S. Utilização do Cinema na Sala de Aula: Aplicação da Química dos Perfumes no Ensino de Funções Orgânicas Oxigenadas e Bioquímica. *Química Nova na Escola*, v. 33, n. 3, p. 160-167, 2011.
- SANTOS, Priscilla C.; ARROIO, Agnaldo. Análise dos trabalhos apresentados nos ENPECs de 1997 a 2005 onde são abordados o uso do audiovisual no ensino de Química. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, 2008, Curitiba. *Anais [...] Curitiba*: SBQ, 2008.
- SANTOS, Veronica G.; GALEMBECK, Eduardo. Sequência Didática com Enfoque Investigativo: Alterações Significativas na Elaboração de Hipóteses e Estruturação de

Perguntas Realizadas por Alunos do Ensino Fundamental I. *Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências*, v. 18, n. 3, p. 879-904, 2018.

SASSERON, Lúcia H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.

SASSERON, Lúcia H. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 3, p. 1061-1085, 2018.

SASSERON, Lúcia H.; CARVALHO, Anna M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SASSERON, Lúcia H.; CARVALHO, Anna 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, 2008.

SASSERON, Lúcia H.; DUSCHL, Richard A. Ensino de Ciências e as práticas epistêmicas: o papel do professor e o engajamento dos estudantes. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 21, n. 2, p. 52-67, 2016.

SCHMIEDECKE, Winston G.; PORTO, Paulo A. A história da ciência e a divulgação científica na TV: subsídios teóricos para uma abordagem crítica dessa aproximação no ensino de ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 15, n. 3, p. 627-643, 2015. Disponível em <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4332/2898>>. Acesso em 13 jan. 2021.

SCRIBNER-MACLEAN, Michelle. More than just guessing: the difference between prediction and hypothesis. *Science Scope*, v. 35, n. 8, p. 37-40, 2012.

SILVA, Adjane C. T. *Estratégias enunciativas em salas de aula de química: Contrastando professores de estilos diferentes*. 2008. 476 p. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SILVA, Adjane C. T. Interações discursivas e práticas epistêmicas em salas de aula de ciências. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 17, n. especial, p. 69-96, 2015a.

SILVA, José L.; SILVA, Débora A.; MARTINI, Cleber; DOMINGOS, Diane C. A.; LEAL, Priscila G.; BENEDETTI FILHO, Edemar; FIORUCCI, Antonio R. A Utilização de Vídeos Didáticos nas Aulas de Química do Ensino Médio para Abordagem Histórica e Contextualizada do Tema Vidros. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 4, p. 189-200, 2012.

SILVA, Máira B. *A construção de inscrições e seu uso no processo argumentativo em uma atividade investigativa de biologia*. 2015. 253 p. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015b.

SILVA, Máira B.; GEROLIN, Eloísa C.; TRIVELATO, Sílvia L. F. A Importância da Autonomia dos Estudantes para a Ocorrência de Práticas Epistêmicas no Ensino por Investigação. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 18, n. 3, p. 905-933, 2018.

SILVA, Maíra B.; TRIVELATO, Sílvia L. F. A mobilização do conhecimento teórico e empírico na produção de explicações e argumentos numa atividade investigativa de Biologia. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 22, n. 2, p. 139-153, 2017.

SILVA, Marcelo J.; PEREIRA, Marcus V.; ARROIO, Agnaldo. O papel do YouTube no ensino de Ciências para estudantes do Ensino Médio. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, v. 7, n. 2, p. 35-55, 2017.

STAKE, Robert E. *Pesquisa qualitativa: estudando como as coisas funcionam*. Tradução: Karla Reis. Porto Alegre/RS: Penso Editora/Artmed, 2011. 263 p.

STROUPE, David; CABALLERO, Marcos D.; WHITE, Peter. Fostering students' epistemic agency through the co-configuration of moth research. *Science Education*, v. 102, p. 1176-1200, 2018.

TAKEUCHI, Shinichi; HAYASHI, Kazuteru; FUKUDA, Yoko; SATO, Masahiko; UCHINO, Masumi; SATO, Masashi; YAMAMOTO, R. Kohji; ISHIZAWA, Takaaki. 「科学の考え方」を伝える理科教育番組の開発: NHK 「考えるカラス～科学の考え方～」 [‘Kagaku no kangaekata’ wo tsutaeru rika kyōiku bangumi no kaihatsu: NHK ‘kangaeru karasu ~kagaku no kangaekata~’], 日本科学教育学会年会論文集 [Nihon kagaku kyōiku gakkai nenkai ronbun-shū], v. 37, p. 432-433, 2013. DOI: <https://doi.org/10.14935/jssep.37.0_432>.

TAKEUCHI, Shinichi; SHIGA, Kensuke; MAEDA, Kiyoshi; SATO, Keiro; HIROOKA, Tomoto; IGARASHI, Shin; OHNO, Shingo. 自ら「問い」を立てるための理科教育番組「カガクノミカタ」の開発 [Mizukara ‘toi’ wo tateru tame no rika kyōiku bangumi ‘kagakunomikata’ no kaihatsu]. 日本科学教育学会年会論文集 [Nihon kagaku kyōiku gakkai nenkai ronbun-shū], v. 40, p. 53-54, 2016. DOI: <https://doi.org/10.14935/jssep.40.0_53>.

THOMAS, Jeff. Informed ambivalence: changing attitudes to the public understanding of Science. In: LEVINSON, Ralph; THOMAS, Jeffrey N. (ed.) *Science Today: Problem or crisis?* London: Routledge, 1997, p. 86-91.

TRIVELATO, Sílvia L. F.; TONIDANDEL, Sandra M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. *Ensaio*, v. 17, n. especial, p. 97-114, 2015.

VAN HORNE, Katie; BELL, Philip. Youth Disciplinary Identification During Participation in Contemporary Project-Based Science Investigations in School. *Journal of the Learning Sciences*, v. 26, n. 3, p. 437-476, 2017.

VIGOTSKI, Lev S. *A construção do pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

APÊNDICE A – Atividades da sequência de ensino

ATIVIDADE INICIAL

Olá querido(a) estudante!

Essa é a primeira atividade da sequência de aulas chamada A Ciência e o cientista. Nessa atividade inicial, quero conhecer melhor cada um de vocês e saber um pouco mais das suas ideias sobre Ciência.

Na primeira parte da atividade, você responderá a algumas perguntas sobre si mesmo. Na segunda parte, tem algumas perguntas para você se imaginar como um(a) cientista.

Não precisa se preocupar se a resposta está certa ou errada, o importante é a sua participação!

SOBRE MIM

- a) Nome completo
- b) Idade
- c) Estudo na escola desde o...

i. 1º ano EF	iv. 4º ano EF
ii. 2º ano EF	...
iii. 3º ano EF	viii. 8º ano EF
- d) Meu acesso às aulas *online* é por...

<input type="checkbox"/> Celular	<input type="checkbox"/> Televisão
<input type="checkbox"/> Computador	<input type="checkbox"/> Outros
<input type="checkbox"/> <i>Tablet</i>	
- e) Esses são meus comentários sobre a disciplina de Ciências da escola.
(Você gosta da disciplina de Ciências? O que você gosta? O que você não gosta? Comente.)

ATIVIDADE 1: Imagine que você virou um cientista

Imagine que hoje você acordou sendo um cientista famoso, que já contribuiu para a área que pesquisa. Sobre você, cientista, solicitamos que nos informe:

- a) Como é a sua aparência física e como você costuma se vestir para o trabalho?
- b) Como é o seu local de trabalho? (Descreva o espaço físico e as pessoas que trabalham com você, dizendo quantas são e o que fazem)
- c) O que você, como cientista, estaria pesquisando? Justifique.
- d) Agora nos diga como será o seu dia, descrevendo tudo o que você vai fazer no dia de hoje, sendo um cientista (desde a hora que acordou até a hora de dormir).

ATIVIDADE 2.1: Introdução ao Experimento 1

Olá, queridos(as) estudantes!

Essa atividade é a tarefa do dia! Nela, vocês irão se preparar para um experimento muito legal que faremos na próxima aula. É importante que as suas respostas sejam completas. Conto com vocês (^o^)

A vela



Imagem adaptada de <https://cdn.pixabay.com/photo/2018/11/07/22/25/candle-3801345_1280.jpg>

1. Observe a vela acesa e faça uma descrição completa da chama e da vela. Qual o formato da chama? Quais cores estão presentes? De que materiais a vela é feita? Que outras características a vela e o fogo possuem?
2. O que você não sabe, mas quer saber a respeito do fogo e da vela?
3. Quando a vela está acesa, ela está passando por algum tipo de transformação? Se sim, fale um pouco mais sobre essa transformação. (Quando a vela está acesa, o que está acontecendo com ela? Cite todas as mudanças, visíveis ou não.)
4. Quais são as condições necessárias para se ter fogo/chama?

Experimento 1: O que acontece ao tampar duas velas acesas de tamanhos diferentes com um copo?

Na próxima aula faremos um experimento usando duas velas de alturas diferentes e um copo. Então, antes de tudo, quero saber o que vocês acham que vai acontecer. Ao cobrir essas velas com um copo, assim como indicado na foto a seguir, o que vai acontecer? Assinale a sua previsão do resultado para esse experimento e não se esqueça de escrever a justificativa para a sua previsão.



Fonte da imagem: <<http://jharaguti.blog.fc2.com/blog-category-25.html>>

1. O que você acha que vai acontecer no experimento?
 - a) A vela mais alta vai apagar primeiro;
 - b) A vela mais baixa vai apagar primeiro;
 - c) As duas velas vão apagar juntas;
 - d) Nenhuma vela vai apagar.
2. Justifique a sua previsão. Por que você pensa que isso vai acontecer?

ATIVIDADE COM EDPuzzle: Resultado do Experimento 1

Link de acesso à atividade: <<https://edpuzzle.com/media/60427b14cd462d42503719f8>>

Transcrição das questões presentes no vídeo:

1. Por que a chama da vela apaga ao ser coberta com um copo?
2. O que é consumido durante a queima?
3. O que é produzido durante a queima?
4. O que aconteceu no Experimento 1?
5. O resultado está de acordo com a sua previsão inicial?
6. Por que a vela mais alta apagou primeiro?

Tutoriais para criação de conta no Edpuzzle:

- Acesso pelo computador:
<<https://drive.google.com/file/d/1WdFf85VzNw4GcnOHuUY6LaUQGOITrz1J/view?usp=sharing>>
- Acesso pelo celular: <<https://drive.google.com/file/d/1nGtPsyusaNUzNZkHuqn5r3J9XX9qcB-E/view?usp=sharing>>

ATIVIDADE 2.2: *O cano misterioso*

Olá, querido(a) estudante!

A primeira atividade de hoje foi o vídeo em que eu apareci, cujo *link* está na *Moodle*. Essa é a segunda atividade do dia. Nela, você assistirá um vídeo curto animado e responderá a algumas perguntas. Lembrando que as respostas precisam ser completas, ok? Para acessar o vídeo, clique no *link* a seguir. Depois de assistir ao vídeo (você pode assistir quantas vezes quiser), feche a janela dele e volte para essa atividade. Qualquer dúvida, me fale!

Vídeo:

<https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110301_00000#in=233&out=338>

43

1. Na sua opinião, por que os personagens começaram a investigar os canos?
2. O que esses personagens queriam saber no vídeo?
3. Qual era o conteúdo de cada um dos canos? Descreva com detalhes.
4. A previsão dos personagens estava correta?
5. Nós fazemos previsões em sala de aula? E no cotidiano? Em que momentos? Dê exemplos.
6. E na Ciência, os cientistas fazem previsões? Em que momentos? Dê exemplos.

⁴³ Os vídeos utilizados durante a sequência de ensino foram legendados para fins educacionais, apenas. Os *links* apresentados nas transcrições das atividades dos *Dedenion* são referentes ao *site* oficial do programa de televisão.

ATIVIDADE 3

Olá, queridos(as) estudantes!

Hoje, teremos uma atividade dividida em partes: a primeira parte está neste formulário e a segunda parte será feita no fórum de discussão do *Moodle*. Neste formulário, faremos uma retomada de questões da aula passada. Vocês também verão um vídeo animado que está dividido. Os *links* de acesso para cada parte do vídeo estão nas próximas seções. Após assistir ao vídeo, volte para essa janela para responder as questões.

3.1: Retomada do vídeo *O cano misterioso*

Na atividade passada, você e seus colegas apontaram alguns momentos em que elaboramos previsões no cotidiano. Veja alguns exemplos:

- *Quando saímos de carro, fazemos uma previsão de quando vamos chegar no local desejado.*
- *Quando um time de futebol conhecido por ser o melhor do Brasil irá jogar com um time considerado ruim ou de poucas qualidades, a previsão é que o melhor time vença, mas não temos a certeza absoluta.*
- *Quando estamos fazendo uma prova e pensamos em qual nota vamos tirar, estamos fazendo uma previsão.*

Momentos que cientistas elaboram previsões no trabalho, segundo vocês:

- *Previsão do tempo é um ótimo exemplo. Os cientistas preveem o tempo, de uma forma que, por exemplo, eles olham as condições meteorológicas e sabem se em tal lugar vai chover, nevar, fazer sol etc.*
- *Nas previsões, são levados em conta dados observados, estudados e testados. Em 2020, foram feitas previsões de que em 2025 tudo será digital e existirão tratamentos menos agressivos para o câncer.*
- *Os cientistas fazem previsões para supor algo, como: quando vão achar alguma cura de doença.*
- *Os cientistas fazem suas próprias previsões com base no que eles estão trabalhando ou testando. Por exemplo as vacinas, eu acho que quando eles estão desenvolvendo uma vacina eles preveem os sintomas que a cobaia pode ter.*

1. Podemos ver que a previsão está presente tanto no nosso cotidiano e também no trabalho dos cientistas. Na sua opinião, qual a importância dessa prática (fazer previsões) para o trabalho dos cientistas?

3.2: Pegadas misteriosas (parte 1)

Essa atividade será realizada com base no vídeo *Pegadas misteriosas*, que pode ser acessado pelo *link* a seguir. Essa é a primeira parte do vídeo. Você pode assistir quantas vezes quiser.

Vídeo:

<https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110303_00000#in=303&out=355>

1. Na sua opinião, por que os personagens começaram a investigar as pegadas?
2. Se você se deparasse com pegadas misteriosas, o que você faria?
3. Quais hipóteses foram elaboradas pelos personagens?
4. Qual hipótese você acha mais adequada? Justifique.
5. Elabore outra hipótese para as pegadas do vídeo.

Pegadas misteriosas (parte 2)

Após responder às questões anteriores, assista a parte final do vídeo, que pode ser acessada pelo *link*:

Vídeo:

<https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110303_00000#in=337&out=372>

6. As hipóteses elaboradas pelos personagens e por você estavam corretas?
7. Nós levantamos hipóteses em sala de aula e no cotidiano? Em que momentos?
8. Na Ciência, os cientistas levantam hipóteses? Em que momentos?

3.3: Apresentação dos fenômenos do balonismo e da fumaça de incêndios

No experimento das velas, cobrimos duas velas acesas de alturas diferentes com um copo/béquer. Vimos que a vela mais alta apagou mais rápido.



Confira algumas explicações dos seus colegas para o fenômeno:

- *Porque o gás carbônico, por estar quente, sobe, e como o gás carbônico já ocupou a parte de cima do recipiente, o oxigênio desce, mantendo a vela mais baixa acesa por mais tempo.*
- *A vela mais alta apagou primeiro porque como a chama dela estava no alto, ou seja, mais alta do que a vela menor, o oxigênio que havia ali acabou primeiro do que o que estava embaixo.*
- *Porque quanto mais alto se estiver, menos oxigênio.*

Para pensarmos mais sobre o fenômeno, confira as situações abaixo:

Você já viu em filmes e séries alguma cena de incêndio em ambiente fechado? Veja abaixo uma das orientações do Corpo de Bombeiros:

Conselhos para minimizar a inalação de fumaça em caso de incêndio:

Agachar e engatinhar: Segundo o Corpo de Bombeiros de Londres, se há fumaça, é melhor manter-se próximo ao solo e engatinhar para um lugar seguro para minimizar a inalação de gases tóxicos.

Fonte: Adaptado de BBC Brasil <<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-40305200>>

1. Por que o Corpo de Bombeiros dá essa orientação? Considere a localização da fumaça em um ambiente fechado. (Elabore uma explicação considerando conhecimentos científicos)

Você já ouviu falar em balonismo? Por esse nome, talvez seja um pouco difícil reconhecer. Confira a foto abaixo:



Fonte da imagem: <<http://www.ecobrasil.eco.br/23-restrito/840-balonismo>>

2. O balonismo é um esporte praticado com um balão com ar quente tripulado, ou seja, controlado de perto por profissionais. Com uma chama acesa, o balão se enche de ar aquecido, e, com isso, o balão sobe. Por que o ar quente faz o balão subir?

3.4: Fórum de discussão sobre o Experimento 1

Levando em consideração as explicações dos seus colegas e as situações do incêndio e do balonismo, descritas na Atividade 3, elabore uma explicação mais científica e completa, se achar necessário, para o fenômeno das velas:

Por que a vela mais alta apagou mais rápido que a vela mais baixa?

Considere também (e comente, se quiser) as postagens dos seus colegas. Vamos pensar juntos!

ATIVIDADE 4

Olá, querido(a) estudante!

Nessa atividade, você assistirá a dois vídeos curtos e responderá a algumas perguntas. Lembrando que as respostas precisam ser completas, ok?

Para acessar cada vídeo, clique no *link* que está indicado em cada seção. Depois de assistir ao vídeo, feche a janela dele e volte para essa atividade. Qualquer dúvida, me fale!

A cadeira que não dá para sentar

Essa atividade deverá ser realizada com base no vídeo *A cadeira que não dá para sentar*, que pode ser acessado pelo *link* a seguir:

Vídeo:

<https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110302_00000#in=278&out=382>

1. O que os personagens investigaram no vídeo?
2. Quais foram as ideias que os personagens tiveram para investigar a cadeira?
3. O que os personagens fizeram com essas ideias?
4. Nas aulas de Ciências, vocês costumam trabalhar em grupos? Quais são as vantagens de se trabalhar dessa forma?
5. Como você imagina ser o trabalho do cientista hoje? É individual ou em grupo? Justifique.

O cano misterioso, parte 2

Essa atividade deverá ser realizada com base no vídeo *O cano misterioso – parte 2*, que pode ser acessado pelo *link* a seguir. Esse vídeo é uma continuação do vídeo 1, que vimos na segunda aula.

Vídeo:

<https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110305_00000#in=251&out=387>

1. O que aconteceu no vídeo?
2. Qual era o conteúdo do primeiro cano?
3. Por que os personagens voltaram a investigar o primeiro cano?
4. Os cientistas retornam a investigar algum problema que já foi investigado? Justifique.
5. No vídeo, cada personagem elaborou uma hipótese diferente para o conteúdo do cano. Na sua opinião, por que isso aconteceu?
(Por que cada personagem elaborou uma hipótese diferente dos demais personagens?)
6. Cientistas também têm ideias diferentes de outros cientistas? O que eles fazem quando isso acontece?

ATIVIDADE 5: Experimento 2 (O tubo e a água)

Olá, querido(a) estudante!

Essa atividade foi feita durante a aula. Assista ao vídeo da explicação do experimento pelo *link* a seguir e responda às perguntas. Conto com vocês (^o^)

Vídeo: <<https://www.youtube.com/watch?v=X1gBRUYMvdc&feature=youtu.be>>

1. O que vai acontecer no experimento?
 - a. O pote vai cair junto com a água.
 - b. O pote vai subir pelo tubo.
 - c. O pote vai continuar parado no mesmo lugar.
 - d. Outro: _____
2. Justifique a sua previsão.

ATIVIDADE 6

Olá, queridos(as) estudantes!

Essa atividade é a tarefa do dia! Nela, vocês irão pensar sobre o experimento que fizemos na aula e irão assistir a outro vídeo curto que está dividido em duas partes.

6.1: Resultado do Experimento 2

Essas questões são referentes ao experimento realizado em aula.

Vídeo: <<https://youtu.be/oJ4OAPdQeaE>>

1. O que aconteceu no experimento? Escreva detalhadamente.
2. O resultado está de acordo com a sua previsão inicial?
 - a. Sim
 - b. Não
 - c. Outro
3. Por que isso aconteceu? Elabore uma explicação para o que aconteceu no experimento.
4. O que podemos alterar no experimento para investigar melhor e possibilitar a melhor construção de explicações?
5. Anotações extras sobre o experimento. (Anote tudo o que quiser)

6.2: Como foi colocado dentro? (parte 1)

Essa atividade deverá ser realizada com base no vídeo *Como foi colocado dentro?* – parte 1, que pode ser acessado pelo *link*:

Vídeo:

<https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110307_00000#in=223&out=300>

1. O que os personagens queriam saber?
2. Com qual hipótese elaborada pelos personagens você mais concorda? Por que?
3. Elabore outra explicação para o fenômeno da maçã dentro da garrafa.

Como foi colocado dentro? (parte 2)

Essa atividade deverá ser realizada com base no vídeo *Como foi colocado dentro?* – parte 2, que pode ser acessado pelo *link*:

Vídeo:

<https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110307_00000#in=300&out=334>

4. As hipóteses dos personagens ou a sua estavam corretas?
5. Nos vídeos, os personagens praticam algumas ações como observar, fazer previsões e elaborar hipóteses e justificativas. Na sua opinião, existe relação entre essas ações e o trabalho dos cientistas? Justifique.
6. Os personagens do vídeo investigam fenômenos do cotidiano. E os cientistas? Que tipo de assuntos eles pesquisam? Por que?
7. Como os cientistas “escolhem” o que irão pesquisar?

ATIVIDADE 7: retomada de atividades e *A chave de ferro*

Olá, querido(a) estudante!

Nessa atividade, você verá vídeos relacionados ao Experimento 2, retomará algumas discussões das aulas passadas e assistirá a vídeos curtos animados. Lembrando que as respostas precisam ser completas, ok? Faça a atividade toda e aperte em "Enviar", no final do formulário.

Para acessar os vídeos clique nos *links* que estão no começo das próximas seções. Depois, feche as janelas deles e volte para essa atividade. Qualquer dúvida, estou à disposição. (^o^)/

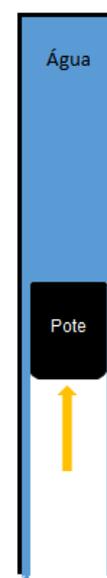
7.1: Retomada do Experimento 2 – A água e o tubo

Na Atividade 6, você e seus colegas sugeriram algumas mudanças para investigar melhor o fenômeno. Assista ao vídeo no *link* abaixo:

Vídeo: <<https://youtu.be/lymeLgQ875Q>>

O esquema ao lado é uma representação de um dos momentos em que o pote está subindo pelo tubo enquanto a água está caindo. No experimento, se observarmos de perto, podemos perceber que a água cai escorrendo pelas paredes do tubo.

Levando em consideração o vídeo com os experimentos alternativos e o esquema acima, elabore uma nova explicação (ou defenda a sua anterior, complementando-a) para o pote subir pelo tubo no Experimento 2.



7.2: Retomada do vídeo *Como foi colocado dentro?*

No vídeo da maçã dentro da garrafa, vocês refletiram sobre os temas que os cientistas pesquisam. Sabemos que eles(as) pesquisam temas bem variados, como o desenvolvimento de vacinas para combater a COVID-19, medicamentos, fenômenos da natureza, novas tecnologias, corantes provenientes de plantas, formas de produção de energia, desenvolvimento de agrotóxicos e pesticidas, formas de tratamento de água, fazem pesquisas sobre outros planetas ou satélites...

Sobre a “escolha” do tema de pesquisa pelos(as) cientistas, você e seus colegas escreveram diferentes tipos de opiniões mostrando como vocês pensam que essa “escolha” acontece:

- Alguns consideram que os(as) cientistas pesquisam o que é necessário no momento para a sociedade, ou seja, os temas de pesquisa têm relação com o que está sendo vivenciado no momento;

- Alguns pensam que os(as) cientistas pesquisam assuntos com o objetivo de ajudar/salvar o mundo, ou seja, eles analisam o que poderia beneficiar o modo de vida dos seres vivos e pesquisam sobre isso;
- Alguns consideram que alguns cientistas escolhem os temas de acordo com alguma experiência pessoal, ou seja, pesquisam sobre algo que eles(as) ou seus familiares vivenciaram ou pesquisam temas do seu interesse;
- Alguns pensam que os(as) cientistas pesquisam temas do grupo de pesquisa do qual fazem parte;
- Alguns consideram que os(as) cientistas não escolhem o que pesquisam; eles(as) obedecem ordens de um superior para realizar uma pesquisa;

Diante dessas opiniões variadas, reconstrua a sua, levando em consideração todas as “formas de escolha” que você pensa que acontecem na vida real. Como os(as) cientistas escolhem o que pesquisam? (Leve em consideração um ou mais tipos de opiniões que estão descritas acima, e caso pense que há outras formas de “escolha” do tema de pesquisa pelos(as) cientistas, escreva na sua resposta também.)

7.3: A chave de ferro e Dedenion gripados

Essa atividade deverá ser realizada com base no combo de 2 vídeos, *A chave de ferro* e *Dedenion gripados*, que podem ser acessados pelos *links* a seguir. Sinta-se à vontade para assistir quantas vezes quiser!

Vídeo:

<https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110306_00000#in=328&out=428>

e

<https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110316_00000#in=335&out=345>

44

1. O que aconteceu no primeiro vídeo? Por que os personagens começaram a pensar sobre isso?
2. No primeiro vídeo, a solução dada pelo personagem para resolver o problema é coerente com nossos conhecimentos? Por que?
3. O segundo vídeo é um dos episódios dessa animação. O fato dos personagens não irem trabalhar tem alguma relação com o trabalho dos(as) cientistas?
4. Os cientistas resolvem problemas e fazem investigações durante seu trabalho. O que fundamenta a proposição de soluções, hipóteses e explicações?
5. Qual é o processo para que um determinado conhecimento seja aceito na comunidade científica?

⁴⁴ Tradução nossa da narração do episódio: “Por causa da gripe, os Dedenion não irão trabalhar dessa vez. Tomem cuidado vocês também!”

ATIVIDADE 8: Peguem o ladrão de queijo!

Olá, querido estudante!

Essa atividade é a última da sequência de vídeos curtos animados. O vídeo é chamado *Peguem o ladrão de queijo!* e pode ser acessado pelo *link*:

Vídeo:

https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110312_00000#in=160&out=268

>

1. O que aconteceu no vídeo?
2. Por que os personagens começaram a pensar sobre os buracos no chão?
3. O problema foi resolvido? Justifique.
4. Existem problemas que a Ciência não consegue resolver? Justifique.
5. Se a sua resposta foi “sim” na pergunta anterior, cite exemplos.

ATIVIDADE 9: *What is a flame?*

Olá, querido(a) estudante!

Essa é a última atividade das aulas “A Ciência e o cientista”. Muito obrigada pela participação e atenção nas aulas e atividades. (^_^)

Qualquer dúvida, estou à disposição.

Abraços,

Luciana

O que é o fogo?

Na aula de Ciências, vimos e conversamos um pouco sobre esse vídeo:
<https://drive.google.com/file/d/11BbjEXH94lgyL2y2FGGgHu5_e4nggys6/view?usp=sharing>

[versão legendada pelas pesquisadoras, apenas para fins educacionais].

Levando em consideração o vídeo e as discussões em aula, responda:

1. Vocês já observaram a chama do fogão a gás? Compare-a com a chama da vela. Qual a diferença?
2. Qual das chamas, a amarela ou a azul, libera mais fumaça? Elabore uma explicação para isso.

APÊNDICE B – Quadros com as características das hipóteses elaboradas pelos estudantes

Quadro 17 – Características das hipóteses dos estudantes que fizeram a previsão de que a vela mais alta iria se apagar primeiro

Hipótese	Apoio teórico	Clareza	Relevância	Inter-relações	Apropriação conceitual	Consistência lógica
Júlia: A mais alta apaga primeiro porque o resultado da combustão das duas velas, o gás carbônico aquecido, sobe para o topo e a vela mais alta fica sem oxigênio. Sem o oxigênio (comburente), a combustão não ocorre.	X	X	X	X	X	
Rafael: A vela mais alta apagará primeiro pois o gás carbônico e outros gases vão se concentrar na parte de cima e o oxigênio na parte de baixo, fazendo a vela mais alta apagar primeiro.	X		X	X		X
Pedro: A vela maior apagará primeiro porque o gás carbônico liberado estará quente e, portanto, subirá apagando a vela maior.	X	X	X	X		
Clarissa: Porque o gás carbônico vai automaticamente para cima fazendo com que a vela mais alta fique sem oxigênio.	X		X	X		
Paulo: A vela mais alta vai apagar primeiro porque o oxigênio é mais forte em locais mais baixos, por isso ele acaba primeiro em cima e depois embaixo.	X	X		X		
Maurício: Acredito que quanto mais alto menos oxigênio.	X	X		X		
Henrique: Porque a vela apaga por acabar o oxigênio dentro do copo, então a vela mais alta vai ter menos espaço para o oxigênio, então vai apagar primeiro, enquanto a vela pequena vai ter mais espaço para mais oxigênio e vai demorar mais.	X	X		X		

Quadro 17 – Características das hipóteses dos estudantes que fizeram a previsão de que a vela mais alta iria se apagar primeiro (continuação)

Hipótese	Apoio teórico	Clareza	Relevância	Inter-relações	Apropriação conceitual	Consistência lógica
Felipe: Porque a chama da vela mais alta está maior.				X		
Marcos: Porque a vela mais alta ocupa mais espaço, e também o oxigênio vai se esgotando aí como tem uma vela que é mais alta vai afetar ela primeiro.	X			X		
Bruno: Porque o calor da vela vai pegar primeiro a de cima, porque o calor vem de cima pra baixo.	X			X		
Lúcia: Acho que a vela maior vai apagar primeiro porque ela tem um contato maior com o copo.						
Carolina: A vela mais alta está ocupando mais espaço.						
Jane: Porque vela alta está mais alta então ela vai apagar primeiro pela falta de oxigênio que vai ser fornecido.	X			X		X
Vivian: Eu acho que a vela mais alta vai apagar primeiro porque quando o gás oxigênio for acabando a vela mais alta vai ficar sem oxigênio fazendo assim com que ela apague.	X			X		

Fonte: elaborado pela autora

Quadro 18 – Características das hipóteses dos estudantes que fizeram a previsão de que as duas velas iriam se apagar ao mesmo tempo

Hipótese	Apoio teórico	Clareza	Relevância	Inter-relações	Apropriação conceitual	Consistência lógica
Luiz: Porque as chamas estão do mesmo tamanho, puxando a mesma quantidade de oxigênio, por isso as duas irão apagar juntas.	X	X		X		X
Karen: As duas velas vão apagar juntas porque no copo vai ter a mesma quantidade de oxigênio para alimentar o fogo das duas velas.	X	X		X		
Luigi: As duas estão no mesmo recipiente, então possui o mesmo tanto de oxigênio.	X	X		X		
Melissa: Elas estão no mesmo copo, então o oxigênio vai acabar bem mais rápido e as duas velas vão acabar apagando juntas.	X	X		X		
Carla: As velas estão no mesmo lugar e com o mesmo oxigênio.	X	X		X		
Ana Maria: Eu acho que as duas vão apagar juntas porque as duas estão dentro do mesmo recipiente.	X			X		
Vitória: Eu acho que as duas vão apagar juntas porque, quando o oxigênio dentro do recipiente acabar, as duas vão se apagar no mesmo tempo.	X	X		X		
Sérgio: Independente da altura, o oxigênio vai acabar ao mesmo tempo.	X	X		X		
Vicente: O oxigênio vai acabar ao mesmo tempo.	X			X		

Fonte: elaborado pela autora

Quadro 19 – Características das hipóteses dos estudantes que fizeram a previsão de que a vela mais baixa iria se apagar primeiro

Hipótese	Apoio teórico	Clareza	Relevância	Inter-relações	Apropriação conceitual	Consistência lógica
Giovana: Eu acho que a vela menor irá se apagar primeiro, por conta que o gás carbônico é um pouco mais denso que o oxigênio.	X	X		X		
Loren: Porque o gás carbônico tende a descer e o oxigênio a subir, sendo assim o lugar onde a vela menor está ficaria sem oxigênio e acabaria apagando e a vela maior continuaria acesa.	X			X		
Leonardo: Por que o material combustível dentro do copo fica na parte de cima do copo, pois é mais quente.	X		X	X		

Fonte: elaborado pela autora

Quadro 20 – Características das hipóteses dos estudantes que não acertaram a sua previsão, após terem visto o resultado do experimento

Hipótese	Apoio teórico	Clareza	Relevância	Inter-relações	Apropriação conceitual	Consistência lógica
Luiz: Porque o gás carbônico por estar quente sobe, e como o gás carbônico já ocupou a parte de cima do recipiente, o oxigênio desce, mantendo a vela mais baixa acesa por mais tempo.	X	X	X	X	X	X
Armando: Porque o CO ₂ formado pela queima vai para o alto do copo, apagando assim a vela mais alta por falta de combustível para queima.	X	X	X	X		
Loren: Porque o oxigênio tende a descer e o gás carbônico tende a subir, então como a vela que apagou primeiro era mais alta, teve uma falta de oxigênio para a chama se manter acesa, por isso ela apagou primeiro.*	X		X	X		X
Ana Maria: Eu acho que a vela mais alta apagou primeiro porque ela está mais próxima do topo do copo. Eu acho que no topo do copo o oxigênio acaba mais rápido.	X			X		
Vitória: Eu acho que a vela mais alta apagou primeiro porque como a chama dela estava no alto, ou seja, mais alta do que a vela menor, o oxigênio que havia ali acabou primeiro do que o que estava embaixo.	X			X		
Carla: eu acho que ela apagou primeiro porque o oxigênio acabou primeiro na parte de cima e como a vela maior está em cima ela apagou primeiro.	X			X		

Fonte: elaborado pela autora

* Loren considerou que a sua previsão estava correta.

Quadro 21 – Características das hipóteses dos estudantes após a realização da atividade sobre o balonismo e a fumaça do incêndio

Hipótese	Apoio teórico	Clareza	Relevância	Inter-relações	Apropriação conceitual	Consistência lógica
Vitória: Porque as partículas do ar quente são menos densas do que do ar frio, fazendo com que o ar quente fique “mais leve” do que o frio. Então com o ar quente sendo “mais leve” facilita a subida dele para a superfície. Então como o oxigênio se transformou em outro gás que ficou quente, ele sobe e a chama da vela mais alta fica com pouco oxigênio para continuar acesa. Enquanto a chama da vela menor fica com um pouco mais de oxigênio por alguns segundos do que a chama da vela maior.	X	X	X	X	X	X
Armando (durante a discussão síncrona): Eu eu eu eu. Porque quando tem essa queima, o ar que é mais quente sobe e esse oxigênio ele fica mais na parte de baixo do béquer. Aí a vela que está mais baixa vai queimar mais oxigênio e vai durar mais tempo.	X	X	X	X	X	X
Vivian: A vela mais alta apagou primeiro porque está mais perto da superfície, ou seja, o oxigênio acaba primeiro na parte mais alta do copo.	X			X		
Ana Maria: A vela mais alta apagou primeiro do que a vela mais baixa porque a chama da vela mais alta consumiu oxigênio, não tinha gás oxigênio suficiente no topo da superfície. Mas logo depois a vela mais baixa apagou também.	X			X		X

Quadro 21: Características das hipóteses dos estudantes após a realização da atividade sobre o balonismo e a fumaça do incêndio (continuação)

Hipótese	Apoio teórico	Clareza	Relevância	Inter-relações	Apropriação conceitual	Consistência lógica
Jane: Porque a vela mais alta está mais perto da superfície então não havia oxigênio suficiente para mantê-la acesa. Já a menor demora um pouco mais para que o oxigênio acabe antes de chegar nela. Então onde tem mais ar, tem mais oxigênio para um tempo maior de queima. Onde tem menos ar, tem menos oxigênio que a vela menor, um tempo menor de queima. A vela maior ocupa um espaço maior. Então ocorre uma reação onde ela precisava ter uma energia (ativação) calor e oxigênio. Por isso a vela maior apagou primeiro que a menor.	X			X	X	
Mariana: A vela mais alta apagou primeiro, pois onde ela está tem menos oxigênio para alimentar o fogo.	X			X		X
Lúcia: A vela mais alta apagou mais rápido que a vela mais baixa porque não tinha oxigênio o bastante para a vela maior continuar acesa, e posteriormente também não tinha para a menor também.	X			X		X
Loren: Porque não houve oxigênio o suficiente para manter a chama da vela maior acesa.	X			X		X
Fernanda: a vela maior entrou em contato com o oxigênio mais rápido	X					

Fonte: elaborado pela autora

APÊNDICE C – Fontes dos experimentos do quadro *O exercício de pensar, com Aoi Yū* utilizados na sequência de ensino

Quadro 22 – Fontes dos experimentos

Episódio do programa	Episódio do quadro 蒼井優の考える練習 (nome e descrição originais)	Episódio do quadro <i>O exercício do pensar, com Aoi Yū</i> (tradução nossa)	Endereço da web	Tempo de início*
1	2本のロウソク 「長短2本のロウソクに火を付けて、ビンをかぶせる。先に消えるのは？」	Duas velas Ao acender duas velas de alturas diferentes e cobri-las com um copo, qual chama apagará primeiro?	https://www.nhk.or.jp/rika/karasu/?das_id=D0005110301_00000	05:39 08:48
11	筒と水 「長い筒に水を入れ、中からっぽのビンを浮かべる。この筒をひっくり返すと、中のビンはどうなる？」	O tubo e a água Coloca-se água em um tubo longo e posiciona-se, em sua extremidade, um pote vazio flutuando. Ao virar o tubo de “ponta-cabeça”, o que acontece com o pote?	https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110311_00000	06:14 08:48

Fonte: elaborado pela autora

*No programa de televisão, o experimento final é dividido em duas partes: a primeira consiste na explicação do experimento e na solicitação para elaboração de previsões para o seu resultado; a segunda contém o resultado e o início da explicação. Essas duas partes são exibidas separadamente no mesmo episódio, portanto, informamos os pontos de início de cada uma das partes.

APÊNDICE D – Fontes dos episódios do quadro *Dedenion* utilizados na sequência de ensino

Quadro 23 – Fontes dos episódios do quadro *Dedenion, os que adoram hipóteses*

Episódio do programa	Episódio do quadro 仮説大好き - デデニオン (Nome original)	Episódio do quadro <i>Dedenion, os que adoram hipóteses</i> (tradução nossa)	Endereço da web	Tempo de início
1	デデニオン 「ふしぎな土管」	O cano misterioso	https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110301_00000	03:53
2	デデニオン 「座れないイス」	A cadeira que não dá para sentar	https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110302_00000	04:38
3	デデニオン 「なぞの足あと」	Pegadas misteriosas	https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110303_00000	05:03
5	デデニオン 「ふしぎな土管～さらなる仮説」	O cano misterioso – hipóteses adicionais	https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110305_00000	04:11
6	デデニオン 「鉄のカギ」	A chave de ferro	https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110306_00000	05:28
7	デデニオン 「どうやって中に入れた？」	Como foi colocado dentro?	https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110307_00000	03:43
12	デデニオン 「チーズどろぼうをつかまえろ」	Peguem o ladrão de queijo	https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110312_00000	02:40
16	デデニオン 「風邪でお休み」	Dispensa/descanso por causa da gripe	https://www2.nhk.or.jp/school/movie/bangumi.cgi?das_id=D0005110316_00000	05:35

Fonte: elaborado pela autora