

MEDIAÇÃO PEDAGÓGICA E O DESENVOLVIMENTO DE NORMAS E PRÁTICAS CIENTÍFICAS: ANÁLISE DE UMA ATIVIDADE INVESTIGATIVA ASSÍNCRONA NO ENSINO MÉDIO

PEDAGOGICAL MEDIATION AND THE DEVELOPMENT OF SCIENTIFIC NORMS AND PRACTICES: ANALYSIS OF AN ASYNCHRONOUS INVESTIGATIVE ACTIVITY IN HIGH SCHOOL

Wanessa Santos Santana¹, Leandro da Silva Barcellos², Mirian do Amaral Jonis-Silva³

Recebido: maio/2023 Aprovado: setembro/2023

Resumo: O objetivo deste estudo é analisar a mediação pedagógica de uma professora no desenvolvimento de normas e práticas científicas com estudantes durante uma atividade investigativa assíncrona. Trata-se de uma pesquisa qualitativa do tipo intervenção pedagógica ocorrida no segundo semestre de 2020, com 23 estudantes do Ensino Médio regular e da Educação de Jovens e Adultos. A investigação centrou-se em um jogo para smartphone que envolve conhecimentos de Teoria da Relatividade Restrita. Ancorados em autores que compreendem a atividade científica em uma perspectiva sociologizada, analisamos o diário de campo da professora e as interações verbais dos sujeitos via grupo de *WhatsApp*. Os resultados obtidos mostram que o caráter assíncrono trouxe desafios relativos ao não acompanhamento da investigação e as interações realizadas em tempos distintos por cada estudante. Por meio de uma mediação pedagógica sensível ao contexto, o grupo foi capaz de solucionar o problema e desenvolver normas e práticas científicas importantes, como analisar, interpretar dados e construir explicações, engajar-se em explicações baseadas em evidências, fazer perguntas, utilizar pensamento matemático e ferramentas de informática. Entendemos que nossos resultados podem auxiliar docentes na ressignificação do ensino, o que se dá por Investigação do desenvolvimento de normas e práticas e da mediação pedagógica compatível com atividades assíncronas.

Palavras-chave: mediação pedagógica, normas e práticas científicas, ensino por investigação, atividade assíncrona.

Abstract: This research aims to analyze the pedagogical mediation performed by a teacher for the development of norms and scientific practices with students in an asynchronous investigative class. It is a qualitative intervention research with 23 students of high school and Youth and Adult Education, in the second semester of 2020. The class focused in a smartphone game about aspects of the theory of restrict relativity. We analyze the teacher's diary and the verbal interactions, by *WhatsApp* group, under the light of authors that understand the scientific activity in a sociology approach. The results show that asynchronous aspect brought challenges related to not tracking of investigation by students and the out-of-sync interactions. The sensitive-context pedagogical mediation assisted the students to solve the problem and development of norms and scientific practices: analyze, interpreting data and construction explanations; engage in explanations based on evidences; make questions, using mathematical thinking and digital instruments. We consider

¹  <https://orcid.org/0000-0002-7760-8562> - Mestre em Ensino de Física pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Professora na rede básica de ensino pela rede pública e privada. Tutora presencial do curso de Licenciatura em Física na modalidade EAD pela UFES-SEAD, Brasil. Campus Goiabeiras, Av. Fernando Ferrari, 514 – Goiabeiras, Vitória –ES, 29075-910, Brasil. E-mail: wanessasantana@gmail.com

²  <http://orcid.org/0000-0002-8912-3052> - Mestre em Ensino de Física pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Educação da UFES, Vitória, Espírito Santo, Brasil. Campus Goiabeiras, Av. Fernando Ferrari, 514 - Goiabeiras, Vitória - ES, 29075-910, Brasil. E-mail: leandrobarcellos5@gmail.com

³  <http://orcid.org/0000-0002-8359-7433> - Mestre e Doutora em Educação pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Professora titular do Centro de Educação da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Vitória, Espírito Santo, Brasil. Campus Goiabeiras, Av. Fernando Ferrari, 514 - Goiabeiras, Vitória - ES, 29075-910, Brasil. E-mail: mirianjonis@yahoo.com.br

that the results can assist teachers to resignify the pedagogical mediation in asynchronous investigative class for the development of norms and scientific practices.

Keywords: pedagogical mediation; norms and scientific practices; teaching by inquiry; asynchronous class.

1. Introdução

Diferentes pesquisadoras e pesquisadores têm defendido o ensino de Ciências da Natureza em uma perspectiva sociologizada, regida por normas e práticas que caracterizam a atividade científica como empreendimento humano e social (RIBEIRO *et al.*, 2021; NASCIMENTO; SASSERON, 2019; KELLY, 2008). Sasseron (2018) afirma que as práticas científicas e as práticas epistêmicas são as práticas mais pesquisadas no campo da Educação em Ciências. As práticas científicas podem ser entendidas como as ações atreladas à solução de problemas, como o levantamento e teste de hipóteses, elaboração de modelos explicativos e justificativas e o trabalho com novas informações (SASSERON; CARVALHO, 2008). Sasseron e Duschl (2016), com base em Kelly (2008), propõem que as práticas epistêmicas têm a ver com a proposição, a comunicação, a avaliação e a legitimação de ideias. Bodevan e Coelho (2023) relacionam as práticas epistêmicas ao pensar científico e as práticas científicas ao fazer científico. Esses pesquisadores consideram que, apesar das diferentes características, ambas ocorrem em conjunto, pois são dependentes no processo de construção de conhecimento.

Quinto e Jonis-Silva (2019) enfatizam que o entendimento do conhecimento científico sob a perspectiva de construção social traz implicações diretas para a Educação em Ciência, como a necessidade de iniciação dos estudantes nas formas científicas de pensar, fazer e agir. Assim, destaca-se o papel fundamental do(a) professor(a) na introdução dos estudantes às particularidades da comunidade científica, auxiliando os discentes durante o processo de construção dos significados. A professora e professor que assumem a educação científica nessa perspectiva, precisam adotar métodos e abordagens que permitam que as alunas e alunos mobilizem normas e práticas sociais da Ciência, desenvolvendo-as conforme as adquirem. Diferentes autores e autoras (BODEVAN; COELHO, 2023; SASSERON; DUSCHL, 2016) defendem o ensino por investigação (ENCI) como via para o desenvolvimento de práticas científicas e epistêmicas em aulas de Ciências da Natureza.

A abordagem investigativa, utilizada como estratégia didática, busca promover a aprendizagem em Ciências e sobre Ciências, levando em consideração a vivência das alunas e dos alunos no trabalho científico (RIBEIRO *et al.*, 2021; SASSERON, 2019; MUNFORD; LIMA, 2007). Quinto e Jonis-Silva (2019) e Ramos e Guimarães (2022) entendem o ENCI como uma abordagem capaz de potencializar o pensamento crítico e científico dos discentes, aproximando-os de experiências genuínas na produção de conhecimento científico dentro de um contexto escolar. O ENCI, enquanto abordagem, apresenta caráter diverso, podendo ser associado a diferentes formatos de aula e meios mediacionais. Nesse âmbito, concordamos com os referenciais teóricos que assumem que não há uma estrutura definida e fechada em uma aula investigativa (BODEVAN; COELHO, 2023; SASSERON; DUSCHL, 2016; RIBEIRO *et al.*, 2021).

Em um ambiente investigativo, estudantes e professores(as) compartilham da responsabilidade de colaborar com a construção do conhecimento. Desse modo, pode-se afirmar que o ensino por investigação:

[...] é considerado como uma abordagem didática que modela o ensino das ciências por meio de atividades práticas subjacentes à atividade do cientista, usando-se, por sua vez, problemas (em movimento) contextualizados com soluções bem conhecidas pelo professor. (CAMPOS; SENA, 2020, p. 1478).

Salientamos que existem diferentes formas de trabalhar com o ENCI: atividades experimentais, leitura de textos e interpretação de imagens (CARVALHO, 2018; BARCELLOS; COELHO, 2019). Todas as atividades centram-se nos estudantes, os quais devem protagonizar intelectualmente as ações questionando, argumentando e organizando as ideias (QUINTO; JONIS-SILVA, 2019). Cabe destacar, ainda, o papel da mediação docente na condução de uma atividade investigativa. O(a) professor(a) deve estimular o pensamento crítico-reflexivo e permitir que alunas e alunos elaborem as mais diferenciadas estratégias para a solução de um mesmo problema. Tais soluções devem ser socializadas com os colegas a fim de potencializar os aspectos dialógicos e democráticos em um viés sociologizado.

Assumindo como pressupostos o trabalho docente pautado nas normas e práticas da Ciência e o ENCI como via para desenvolvê-lo, esta pesquisa tem como objetivo analisar a mediação pedagógica de uma professora no desenvolvimento de normas e práticas científicas com estudantes durante uma atividade investigativa assíncrona de um projeto extraclasse – Clube de Astronomia. Partindo do princípio de que as interações sociais, balizadas pela mediação pedagógica estabelecida pela professora, caracterizarão a investigação, entendemos que é pertinente investigar esse processo assíncrono, especialmente porque essa mudança açodada foi impulsionada pela pandemia, em 2020, e trouxe novos desafios para o trabalho docente.

As atividades investigativas são discutidas nas formas de problema teórico, experimental e demonstração investigativa (CARVALHO, 2018), mas na modalidade presencial e síncrona, como em Roldi et al. (2018), os quais discutem a mediação no contexto de um museu de Ciências; Barcellos et al. (2019), os quais investigam a mediação de uma professora em formação inicial em uma aula com experimento e Barcellos et al. (2021), os quais analisam as ações de estudantes mediadas por um jogo de tabuleiro. O avanço das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação no campo da Educação, como o laboratório virtual (ARRUDA et al., 2021) e os applets (SILVA JUNIOR; COELHO, 2020), bem como as medidas de distanciamento social, deram novos contornos aos modos de se trabalhar o ENCI, como a validação a priori de sequência de ensino investigativa por pares (SCHERRER NETO; ALVARENGA; COELHO, 2022).

Na gama de possibilidades oferecida pelo ENCI, a mediação pedagógica se mantém como pilar do processo de investigação e do desenvolvimento das normas e práticas da Ciência. Nesse sentido, entendemos que é pertinente explorar outras formas de realizá-lo, pois pode ampliar as possibilidades de implementação da abordagem, na medida em que as TDIC, a Educação a Distância e o ensino híbrido se consolidam no cenário educacional. Trata-se de um

aprofundamento da compreensão sobre como ocorre a mediação pedagógica considerando as particularidades e meios mediacionais disponíveis nos diferentes contextos.

2. Contexto educacional durante a pandemia no Estado do Espírito Santo

Em março de 2020, com o avanço da pandemia de COVID-19 no Estado do Espírito Santo, o Governador autorizou a instituição de regime emergencial de aulas não presenciais, através do decreto nº 4606-R, como medida preventiva à disseminação do vírus. Em abril, a Secretaria do Estado instituiu, por meio de uma portaria, um programa de atividades pedagógicas não presenciais fundamentadas em metodologias inovadoras e no uso de tecnologias em favor dos estudantes.

Durante esse período, professoras e professores foram orientados a buscar informações em plataformas digitais, o que evidenciou a desigualdade no acesso aos recursos tecnológicos e a falta de formação para lidar com ensino remoto, além das condições emocionais e de saúde mental em meio as constantes notícias de mortes devido ao novo coronavírus. O ambiente de casa, que tornou-se ambiente de trabalho, mostrou-se como um elemento desafiador na atuação docente, dadas as condições estruturais e a conciliação com outros afazeres e pessoas que compartilham o espaço.

A partir do mês de abril, iniciamos a utilização do programa que contemplou um conjunto de recursos de apoio a alunos e professores, lançado pelo Governo do Estado do Espírito Santo, através da portaria 48-R. Docentes e discentes receberam logins e senhas para acessar o programa por meio de um aplicativo gratuito, o qual permite acesso a ferramenta Google sala de aula. Nessa plataforma é possível incluir textos, vídeos, fotos, elaborar questionários de correção automática e anexar arquivos. As formações oferecidas aos docentes ocorreram por meio de transmissões ao vivo (lives) em canais do YouTube.

Os docentes foram orientados a postar atividades semanalmente e acompanhar a efetividade, por parte dos alunos, no cumprimento delas. Esse processo se deu durante os meses de abril, maio e junho. Diante da baixa adesão por parte dos estudantes, entramos em contato com as famílias que esclareceram que uma parcela significativa dos discentes não tinha acesso à internet e, por isso, não realizavam as atividades. Isso nos levou a elaborar novas estratégias para atingir esse público.

Na escola em que a presente pesquisa ocorreu, percebemos que grande parte dos alunos possuía smartphone, ainda que muitos aparelhos fossem obsoletos e com pouca capacidade de memória para armazenar aplicativos, textos, vídeos, entre outras mídias. Quase todos interagiam via WhatsApp, o que nos levou a criar grupos para enviar atividades. Nesta pesquisa, o WhatsApp constitui-se como principal meio mediacional de interação entre docente-discentes e entre os próprios discentes. Foi por meio dessa ferramenta que nos desafiamos a mobilizar alunas e alunos para que o direito a educação fosse efetivado.

3. Percurso metodológico

O presente estudo apresenta parte dos resultados da pesquisa de Mestrado Profissional em Ensino de Física da primeira autora, que foi a professora que conduziu as ações analisadas. Trata-se de uma pesquisa qualitativa e do tipo intervenção pedagógica (DAMIANI et al., 2013), realizada em uma escola estadual, localizada na parte urbana, em um município do norte do estado do Espírito Santo, no ano de 2020. O estudo foi devidamente autorizado pelos participantes, os quais tiveram suas identidades preservadas por meio da utilização de nomes fictícios.

As atividades integraram as ações de um Clube de Astronomia. A revisão feita por Azevedo (2020) revela que existem muitas possibilidades para um clube de ciências, no que diz respeito aos conteúdos e objetivos. Destaca-se a busca por incluir temas que não estão no currículo prescrito, a promoção do ensino de Ciências e a superação de desafios do cotidiano escolar, como falta de engajamento e motivação. Segundo Tomio e Hermann (2019), um clube de ciências pode contemplar diferentes assuntos, como a Astronomia, sendo constituído por pessoas que se reúnem para compartilhar seu interesse por um ou mais temas científicos comuns. O grupo caracteriza-se pela colaboração em atividades investigativas, culturais e na busca pela superação das diferenças sociais e cognitivas, promovendo interações significativas com o mundo. Portanto, o grupo se configura como um elemento adicional na escola, promovendo a cooperação e a convivência com a diversidade.

Coadunando com essas compreensões, o Clube de Astronomia surgiu em 2019, motivado pela oportunidade de submeter trabalhos em uma Mostra estadual de Astronomia voltada para alunos da Educação Básica. O evento mencionava que os estudantes receberiam certificados de participação e poderiam ganhar medalhas e bolsas de Iniciação Científica Junior. A professora notara o interesse dos alunos por Astronomia e identificou nesse evento uma oportunidade de motivá-los e engajá-los no ensino de Ciências, especialmente por se tratar de estudantes do turno noturno, sendo a maioria trabalhadores e trabalhadoras que pouco se envolviam nas aulas expositivas.

Então, um grupo de estudantes passou a se reunir semanalmente no laboratório da escola, após as aulas regulares, para falar sobre Astronomia e realizar pesquisas a partir de estudos acadêmicos, orientados pela professora. As pesquisas desenvolvidas pelos discentes culminaram na submissão de dois trabalhos na Mostra estadual de Astronomia no ano de 2019, sendo um deles classificado em terceiro lugar entre as escolas do estado (SANTANA; JONIS-SILVA, 2020). Além disso, essa ação engajou pesquisadores e organizadores do evento a visitar a escola, levar telescópios e realizar palestras para estudantes e a comunidade do entorno.

O ótimo resultado obtido em 2019 contribuiu significativamente para que um grupo maior de estudantes manifestasse interesse em participar do Clube no ano seguinte, mesmo no contexto pandêmico. Professores e professoras de diferentes áreas envolveram-se no projeto e engajaram-se em organizar e manter a comunicação via grupo de WhatsApp. No início do ano letivo de 2020, encaminhamos para cada turma da escola um convite para participar do Clube

de Astronomia. 23 estudantes⁴ das modalidades Ensino Médio e Educação de Jovens e Adultos (EJA) se interessaram, sendo esses os participantes da pesquisa. Não houve distinção entre as modalidades no que diz respeito as ações propostas no Clube, ou seja, o estudo foi desenvolvido simultaneamente com discentes do Ensino Médio e da EJA. Agendamos um encontro síncrono, via plataforma Google Meet, fora do horário de aula, por ser um projeto adicional a escola.

Devido ao distanciamento social, parte dos encontros ocorreu via plataforma Google Meet, mas as principais interações aconteceram via grupo de WhatsApp. Em 2020, os alunos e alunas também puderam contar com palestras ministradas por estudantes de Mestrado Profissional em Ensino em Física sobre: Evolução Estelar, Desenvolvimento de Modelos na Astronomia e Neutrinos cósmicos. Diante desse cenário, o Clube manteve-se ativo durante a pandemia no ano de 2020, sendo esse o contexto no qual a pesquisa e as ações discutidas neste manuscrito ocorreram. A pesquisa e o Clube envolveram uma série de encontros síncronos, assíncronos e atividades realizadas remotamente, as quais foram sintetizadas na tabela 1.

Tabela 1 - Descrição das atividades do Clube de Astronomia.

Encontros	Conteúdo programado
Encontro 1	Apresentação dos integrantes e das diretrizes do clube de astronomia (assíncrono).
Encontro 2	Investigando aplicativos de forma assíncrona
Encontro 3	Apresentando sugestões de temas de pesquisa ligados a astronomia e formação dos grupos de pesquisa (assíncrono).
Encontro 4	Definindo materiais de pesquisa (artigos e reportagens) e modelos de apresentação (banner, slides, animações e vídeos) (assíncrono).
Encontro 5	Aprendendo a escrever textos acadêmicos no formato de resumos para submissão dos trabalhos (assíncrono).
Encontro 6	Submissão dos resumos (assíncrono).
Encontro 7	Divulgação dos resultados das submissões e estratégias para desenvolvimento dos trabalhos (assíncrono).
Encontro 8	Conhecendo ferramentas digitais para elaboração dos banners (assíncrono).
Encontro 9	Confecção do banner (assíncrono).
Encontros 10 e 11	Ensaio para apresentação (assíncronos).
Encontro 12	Participação na primeira etapa do congresso estadual (assíncrono).
Encontro 13	Correção dos trabalhos para nova submissão (síncrono).
Encontros 14, 15 e 16	Ensaio para apresentação (síncronos).
Encontro 17	Participação da segunda etapa do congresso estadual (síncrono).

Fonte: Autoria própria.

⁴ Durante o ano de 2020, motivos de natureza socioeconômica forçaram alguns estudantes a deixar o Clube de Astronomia, resultando na permanência de apenas 15 alunos até o término das atividades.

Já demarcamos nossa compreensão do papel central que a mediação pedagógica possui para o desenvolvimento da investigação científica e das normas e práticas típicas da Ciência escolar. Portanto, para analisar a mediação pedagógica da professora, recorreremos a ferramenta analítica proposta por Coelho e Ambrózio (2019), apresentada na Tabela 2. O autor e a autora destacam que essa ferramenta não é estanque, devendo ser ressignificada de acordo com o contexto, por assumirem o ENCI como uma abordagem e não como método. Nesse sentido, buscamos caracterizar a mediação docente no processo investigativo e as particularidades que o formato assíncrono trouxe ao desenvolvimento da investigação, das normas e das práticas.

Na Tabela 2, “A” representa os alunos e “P” representa o professor. “P, A” sinaliza para aula centrada no discurso do professor com momentos de interação com os estudantes. “A-P” Sinaliza para dimensão dialógica na sala de aula, com maior investimento intelectual do estudante nas atividades didáticas propostas. “P(A)” O professor realiza a sistematização da aula levando em consideração as ideias que circulam no plano social da sala de aula. “Grau” está relacionado ao envolvimento intelectual de alunos no processo de ensino e aprendizagem (CARVALHO, 2018).

Tabela 2 – Ferramenta para análise de aulas investigativas.

	Natureza da aula	Contextualização	Situação-problema	Levantamento de hipóteses	Estratégia para resolução da situação-problema	Análise dos Resultados	Sistematização	Grau
1	Aula diretiva não contextualizada	Não	Não	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	0
2	Aula diretiva não Contextualizada (inicia processo interativo)	Não	Sim. P	Sim. P	Sim. P, A	Sim. P	Sim. P	1
3	Aula interativa	Não	Sim. P	Sim. P, A	Sim. P, A	Sim. P, A	Sim. P	2
4	Aula interativa dialógica	Não	Sim. P	Sim. A-P	Sim. A-P	Sim. A-P	Sim. P	3
5	Aula investigativa						Sim. P(A)	
6	Aula diretiva Contextualizada	Sim. P	Não	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	0
7	Aula diretiva contextualizada (inicia processo interativo)	Sim. P	Sim. P	Sim. P	Sim. P, A	Sim. P	Sim. P	1
8	Aula contextualizada interativa	Sim. P	Sim. P	Sim. P, A	Sim. P, A	Sim. P, A	Sim. P	2
9	Aula interativa dialógica (abordagem problematizadora)	Sim. P	Sim. P	Sim. A-P	Sim. A-P	Sim. A-P	Sim. P	3
0	Investigativa (articulada a abordagem CTS/temática)						Sim. P(A)	

Fonte: Coelho e Ambrózio (2019, p. 500).

Para analisar a mediação, utilizamos como fontes de dados as interações verbais e relatos discentes, registrados no grupo de WhatsApp e o diário de campo da professora. Nesses dados também identificamos o desenvolvimento de normas e práticas típicas da Ciências, fundamentados em Nascimento e Sasseron (2019) (Tabelas 3 e 4).

Tabela 3 - Práticas das comunidades científicas no contexto escolar.

Práticas da comunidade	Síntese
Fazer perguntas	Fazer perguntas para identificar o que já é conhecido, para guiar a construção de novas respostas explicativas ou para testar hipótese; fazer perguntas sobre os textos lidos, as características de um fenômeno observado ou as conclusões construídas após um processo investigativo.
Desenvolver e utilizar modelos	Registrar o observado ou os procedimentos de investigação, utilizando diagramas, mapas e outros modelos abstratos como ferramentas que permitam tanto elaborar hipóteses e conclusões, quanto apresentá-las a seus colegas de sala; avaliar e rever modelos utilizados.
Planejar e executar investigações	Identificar conhecimentos estabelecidos na área; mapear variáveis relevantes, considerando como elas podem ser observadas, medidas e controladas; realizar observações; levantar hipóteses; coletar materiais ou informações e identificar o que deve ser registrado e considerado como dado, entre outros procedimentos que permitem testar teorias e explicações existentes ou revisar e desenvolver novas ideias.
Analisar e interpretar dados	Utilizar ferramentas, como planilhas, tabelas, gráficos e análise estatística, para organizar dados coletados; identificar os recursos e padrões significativos nos dados a fim de que esses possam ser utilizados como evidência; comparar procedimento de coleta e organização de dados.
Utilizar pensamento matemático e ferramentas de informática	Utilizar recursos da matemática e informática para representar variáveis, para descrever e prever fenômenos, para formalizar suas interpretações e representar seus dados e para coletar e analisar grandes conjuntos de dados.
Construir explicações	Desenvolver explicações sobre o observado durante as investigações; avaliar suas explicações e compará-las com outras indicando consistências e inconsistências com as evidências disponíveis; identificar e isolar variáveis; incorporar as observações realizadas em suas explicações de fenômenos; utilizar modelos conceituais ou

	simulações matemáticas em suas explicações.
Engajar-se em argumentações baseadas em evidências	Formular proposições justificadas; apreciar proposições e linhas de raciocínio apresentadas a fim de encontrar a melhor explicação para um fenômeno; defender uma ideia ou explicação; avaliar criticamente os argumentos científicos de outros e apresentar contra-argumentos.
Obter, avaliar e comunicar informações	interpretar textos científicos, relatórios e outras formas de comunicação científica; registrar investigações em curso utilizando diários para anotar observações, pensamentos, ideias e modelos; representar dados e observações com gráficos, tabelas ou textos escritos.

Fonte: Nascimento e Sasseron (2019, p. 5).

Tabela 4 - Proposta de normas para orientação da construção científica.

Normas sociais	Para construção do conhecimento científico (LONGINO, 2002)	Para construção de explicações científicas para os problemas propostos
Fórum	Refere-se à necessidade de existência de espaços publicamente reconhecidos para apresentação de pesquisas originais e para crítica e revisão daquilo que se apresenta (como evidências, métodos, suposições e argumentos).	Diz respeito ao aceite de críticas, à reflexão e à revisão de ideias a partir dessas.
Padrões públicos de análise	Conjunto de critérios e conhecimentos estabelecidos que organizam e dão suporte à análise de novas ideias.	Conjunto de critérios e conhecimentos apresentados e/ou estabelecidos com o grupo que organiza e dá suporte à análise de novas ideias.
Constituição de igualdade moderada	Entre os membros de uma comunidade, relativizada por níveis de expertise ou conhecimento, mas não por uma posição social ou política, de modo que todos sejam considerados igualmente capazes de contribuir.	Entre os membros de uma sala de aula, relativizada por níveis de expertise ou conhecimento, mas não por uma relação vertical de poder entre o professor e estudantes, de modo que todos sejam considerados igualmente capazes de contribuir.

Fonte: Nascimento e Sasseron (2019, p. 7).

Vale destacar que as interações via *WhatsApp* ocorreram por texto e áudio, os quais foram transpostos e transcritos de modo fidedigno, ou seja, ocorrências de linguagem coloquial foram mantidas. Selecionamos o que Carvalho *et al.* (1993) designam de “episódios de ensino”, que consistem em momentos específicos de uma aula que revelam situações nas quais ocorrem as investigações. A seleção dos episódios teve como base os momentos de uma atividade investigativa presentes na ferramenta analítica de Coelho e Ambrózio (2019). Para este estudo, selecionamos as interações mais pertinentes dos dois primeiros encontros do Clube de Astronomia, considerando a extensão e o objetivo do texto. Foram momentos nos quais a situação-problema foi apresentada e investigada de maneira assíncrona. Devido a essa configuração, a fronteira entre os encontros e os momentos da investigação se perpassaram, pois cada participante do Clube visualizava as postagens e interagiu conforme sua disponibilidade (sinalizamos o horário de cada postagem nos episódios), ou seja, o processo investigativo foi permeado por idas e vindas em momentos espaçados.

Para os dois primeiros encontros utilizamos o jogo para smartphone *Relativistic space-time5* (figura 1). O jogo envolve alguns aspectos da Teoria da Relatividade Restrita (TRR), como dilatação do tempo, contração do comprimento e princípio da simultaneidade. O objetivo dessa atividade foi introduzir tópicos da TRR de forma lúdica, de modo que os estudantes pudessem notar esses aspectos contra intuitivos. A interação com essa ferramenta permite que o jogador simule uma viagem espacial alcançando velocidades próximas a da luz que, por sua vez, possibilita a observação dos conceitos de TRR mencionados.

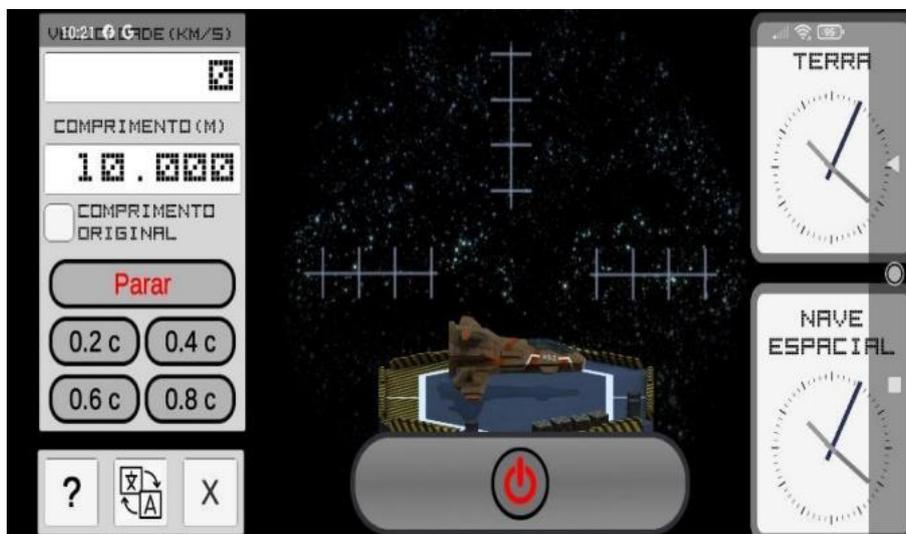


Figura 1 – Captura de tela do Jogo *Relativistic space-time*. (Fonte: acervo das autoras)

4. Resultados e discussões

Começamos o primeiro encontro com uma dinâmica de apresentação dos estudantes. Posteriormente, expusemos slides contendo as ações e os resultados dos membros do Clube no ano anterior. Além disso, divulgamos informações sobre o Congresso Estadual de Astronomia e

⁵ Desenvolvido no formato de aplicativo gratuito pelo Professor Doutor Thieberson Gomes. O objetivo é ilustrar fenômenos ligados à teoria da relatividade restrita. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.UTMMApps.lorentzmodel>. Acesso em 10 set. 2023.

as diretrizes necessárias para que as alunas e os alunos pudessem submeter suas pesquisas. Por fim, em uma perspectiva dialógica, definimos que o próximo encontro ocorreria de forma assíncrona, via grupo do Clube no *WhatsApp*, considerando que a maioria dos estudantes trabalhava, o que inviabilizava a realização de sucessivos encontros síncronos. Definido isto, encerramos com a apresentação e orientações sobre a tarefa seguinte do Clube, uma atividade investigativa, sendo este o momento de problematização inicial.

Pedimos as alunas e alunos que baixassem o jogo *Relativistic space-time* e, por meio dele, investigassem a seguinte questão: o que é possível aprender sobre Astronomia a partir da utilização desse aplicativo? Reforçamos a problematização no grupo do Clube e, no dia seguinte, iniciaram-se as discussões com os estudantes socializando os resultados de suas investigações. Seleccionamos algumas delas para contar a história do episódio 1, conforme apresentado no Quadro 1. Vale destacar que as tabelas trazem também o horário de cada postagem entre parênteses, após a fala.

Quadro 1 – Interações verbais do episódio 1.

1.	Professora: Bom dia, pessoal!! E aí, baixaram o aplicativo na <i>play store</i> ? O que é possível aprender sobre Astronomia a partir da utilização desse aplicativo? (10:30)
2.	Eliseu: Seguem as minhas observações (figura 2): Quanto mais velocidade menos comprimento a nave terá; O tempo dentro da nave passa mais devagar quando está em uma grande velocidade; c = velocidade da luz por segundo, então $0.2c = 20\%$ da velocidade da luz, $0.4c = 40\%$ da velocidade da luz; $0.6c = 60\%$ da velocidade da luz, $0.8c = 80\%$ da velocidade da luz; a aceleração e a desaceleração ocorrem em propulsores diferentes. (10:55)
3.	Miguel: No APP Espaço-tempo relativístico eu pude ver o quanto mais rápida a velocidade da nave aumentar, menor e mais pesada ela vai ficar por exemplo. Quando uma pessoa começa a correr ela só corre até uma certa velocidade, porque o corpo dela começa a ficar mais pesado e ela não tem mais energia para continuar naquele pique do mesmo jeito a nave, quando ela chegou em 299.000 km/s ela não tinha mais energia para continuar e mesmo se ela tivesse energia pra continuar a nave explodiria devido não existir um metal tão forte para aguentar essa velocidade. (11:51)
4.	Ana: No APP espaço-tempo relativístico notei que quando a nave está em repouso (0 km/h), o tempo na nave corre proporcionalmente ao da terra, de acordo que a velocidade da nave vai se aproximando da velocidade da luz (aumentando), o tempo na nave corre mais lento em relação ao tempo na Terra. Notável também que, de acordo com a alteração da velocidade da nave, o seu comprimento sofre alterações, aumentando a velocidade ela se comprime, desacelerando ela se dilata ao tamanho original, chegando a velocidade de 0km/h. (12:25)
5.	Thor: Observando o aplicativo espaço e tempo relativísticos dá para se observar uma parte da teoria da relatividade de Albert Einstein em que mostra que quando um objeto está em movimento no espaço, não só o tempo passa mais lentamente para quem está em movimento, mas também se reduz seu tamanho. A medida que aceleramos o tempo passa mais devagar e o comprimento diminui. De acordo que chegamos próximos a velocidade da luz, será menor o comprimento e o relógio se moveriam mais lentamente que os ponteiros não sairiam do lugar. E o que passaria em minutos na nave na Terra pode ser anos. (14:09)

Fonte: dados da pesquisa.

Entre os turnos 2 e 5, Eliseu, Miguel, Ana e Thor desenvolvem um modelo explicativo sobre o que observaram no jogo, sendo assim, é possível notar um alto grau de envolvimento

dos sujeitos no levantamento de hipóteses, evidenciando práticas culturais acerca do item 'desenvolver e utilizar modelos' (NASCIMENTO; SASSERON, 2019). Esses alunos e essa aluna registraram suas observações com linguagem escrita e Eliseu trouxe registros imagéticos (*prints*) como dados de sua investigação.



Figura 2 – Prints enviados por Eliseu via WhatsApp. (Fonte: dados da pesquisa)

No turno de fala 3, Miguel levantou hipóteses tentando mostrar uma relação entre massa e velocidade, mesmo sem ter sido formalmente instruído sobre os aspectos teóricos da TRR. Ana comunicou suas observações utilizando uma linguagem técnica (turno de fala 4). É possível observar, no levantamento de hipóteses da aluna, aspectos da TRR como dilatação do tempo, contração do comprimento e princípio da simultaneidade, ainda que a aluna não os tenha correlacionado precisamente, do ponto de vista da Ciência. Thor, por sua vez, esclareceu em seu levantamento de hipótese, que o fenômeno observado está de acordo com uma das teorias de Einstein, no turno de fala 5.

Ao levantar suas hipóteses, Thor concordou com o que foi dito por seus colegas e trouxe novos elementos quando relacionou o fenômeno com as teorias de Einstein. Esse movimento evidencia a formulação de proposições justificadas, apreciação de proposições e linhas de raciocínio apresentadas, a fim de encontrar uma melhor explicação para o fenômeno e avaliação crítica de argumentos científicos de outros. Esses elementos estão de acordo com as práticas da comunidade científica, especificamente no item 'analisar, interpretar dados e construir explicações'. O debate realizado pelos alunos sinaliza para um ambiente propício para o fórum, tendo em vista o estabelecimento da igualdade moderada (NASCIMENTO; SASSERON, 2019).

Com base na ferramenta de Coelho e Ambrózio (2019), o episódio 1 revela que a professora trouxe uma situação-problema descontextualizada e que os momentos de levantamento e teste de hipóteses, análise de dados e construção de modelos explicativos, foram protagonizados pelos discentes, que os fizeram de modo assíncrono e socializaram no grupo do Clube. Aqui se revelou uma particularidade da atividade investigativa assíncrona: não foi possível acompanhar o processo de investigação dos estudantes com o jogo (enquanto meio mediacional), pois isto ocorreu de modo remoto. Ademais, cada aluno passou pelos momentos da investigação no seu próprio tempo e socializou os resultados no grupo do Clube, diferentemente do que acontece normalmente numa investigação presencial (por exemplo, houve um intervalo de mais de três horas entre as interações de Eliseu e Thor).

Quatro horas após a socialização dos resultados da investigação, a professora enviou uma mensagem direcionando o debate para o que acontecia com os relógios durante o jogo, com o

intuito de iniciar a sistematização sobre os conceitos de TRR presentes no aplicativo, gerando uma nova discussão, apresentada no episódio 2 (Quadro 2).

Quadro 2 – Interações verbais do segundo episódio de ensino.

1.	Professora: E o que vocês observaram em relação aos relógios no aplicativo? (18:09)
2.	Thor: O relógio da Terra continua girando constantemente no tempo normal, já o da nave vai reduzindo e passando mais lentamente quando vai se aumentando a velocidade. (18:21)
3.	Professora: A maioria de vocês associou o fenômeno observado a Teoria da Relatividade de Einstein. Vocês conheciam essa informação ou buscaram na internet? (18:23)
4.	Thor: Eu fiz algumas pesquisas sobre a teoria de Einstein e assisti alguns vídeos para chegar até aí. (19:12)
5.	Eliseu: só lembrar do Flash. (19:13)
6.	Lucas: O tempo vai mais devagar para quem está correndo! E quem está em volta você está muito rápido. É como que para quem está correndo desacelera... E para quem está observando estivesse acelerado. <i>The Flash teori</i> . (19:22)
7.	Professora: Nosso colega Eliseu me questionou no privado sobre o que acontece com a pessoa dentro da nave quando ela se contrai. O que vocês acham que acontece? (19:23)
8.	Ana: É porque quanto mais se aproxima da velocidade da luz, a massa, no caso da nave começa a sofrer alterações, ou seja, por isso que nenhum ser humano e nada suportaria correr ou atingir a velocidade da luz! (20:03)
9.	Professora: Excelente colocação, Lucas e Ana! Tudo depende do referencial não é mesmo?! (20:04)
10.	Professora: Mas o que seria o ano luz? (20:04)
11.	Thor: Seria a distância durante um ano na velocidade da luz? (20:11)
12.	Professora: Isso Thor! E vocês sabem quanto mede um ano luz? (20:11)
13.	Thor: Um ano terrestre? Espera... Velocidade da luz é qual valor? (21:18)
14.	Professora: 299 792 458 metros por segundo no vácuo. Se quiser realizar o cálculo pode considerar o valor aproximado de 300 000 km/s. (21:25)
15.	Thor: Um ano tem 31 536 000 segundos certo?! (21:27)
16.	Caio: Gostei disso! Posso usar como tema no Evento de Astronomia, né professora?! (21:27)
17.	Professora: Thor, como você encontrou esse valor? (21:29)
18.	Thor: Um dia tem 86 400 segundos e 365 tem x. Regra de três. (21:30)
19.	Professora: Entendi.... Certíssimo! O que o Thor encontrou foi quanto vale um ano em segundo. Agora como fazemos para encontrar a medida do ano da luz? (21:31)
20.	Caio: Acho que tem que multiplicar esse valor pela velocidade da luz... Peraí... (21:32)
21.	Thor: Estou com dificuldade para terminar... Meu negócio é analisar teoria. (21:32)
22.	Caio: 9.460.800.000.000? Só não sei se coloquei a quantidade certa de 0... (21:34)
23.	Professora: Certíssimo, Caio! (21:34)
24.	Lucas: Um é bom, mas uma equipe inteira faz a festa! (21:34)

25. Professora: Hoje aprendemos tópicos sobre a Teoria da Relatividade Restrita. Os fenômenos de dilatação e contração temporal observado por vocês faz parte da teoria elaborada por Einstein em 1905. O Fenômeno dos relógios tem a ver com o princípio da simultaneidade presente nessa mesma teoria. Estou muito feliz em ver que vocês superaram as minhas expectativas deduzindo o cálculo da medida do ano luz! (21:39)

Fonte: dados da pesquisa.

O episódio começou com a professora indagando o grupo sobre o comportamento dos relógios no jogo (turno 1). Este movimento, de caráter mais diretivo, foi feito com o intuito de direcionar a discussão para os conceitos não explicitamente citados de TRR. Isso tem a ver com o fato de que as alunas e alunos exploraram o jogo livremente, pois a investigação foi realizada de forma individualmente assíncrona e as interações iniciais não trouxeram os pontos pretendidos pela docente. O modelo construído por Thor sobre o comportamento do relógio no jogo, aponta para o aceite pela comunidade científica sobre o Princípio da Simultaneidade⁶.

A professora destacou que o grupo associara corretamente os eventos do jogo a TRR de Einstein e indagou sobre as fontes utilizadas. Thor confirmou ter recorrido a outras ferramentas digitais para fundamentar suas hipóteses. No turno de fala 9, Thor disse que utilizou sites de buscas e assistiu alguns vídeos a fim de realizar comparações do fenômeno observado no jogo com aspectos da TRR. Esse movimento de observar a simulação contida no jogo, desenvolver, avaliar e comparar com outras fontes indicando consistências e inconsistências com as evidências disponíveis, identificar e isolar variáveis e utilizar modelos conceituais em suas explicações, está de acordo com a prática da comunidade científica de construir explicações (NASCIMENTO; SASSERON, 2019).

Eliseu e Lucas, nos turnos de falas 10 e 11, respectivamente, buscaram caracterizar as proposições a partir da cultura *pop*, ao indicar que existem características do fenômeno que são abordadas na série televisiva *Flash*. Novamente, encontramos sinais da prática da comunidade científica 'engajar-se em argumentações baseadas em evidências', pois nesses trechos os alunos propuseram e apreciaram as linhas de raciocínio apresentadas buscando fundamentar uma melhor explicação para o fenômeno.

No turno 7, a docente revelou que Eliseu a contactara via *WhatsApp*, fora do grupo do Clube, para indagar sobre o que acontece com a pessoa dentro da nave quando ela se contrai. Esse contato fora do grupo é uma particularidade da interação mediada pelo aplicativo de mensagens. Em um contexto presencial, talvez o aluno esperasse pelo fim da aula para fazer seu questionamento. A professora revelou o ocorrido e redirecionou a pergunta para a turma, o que gerou uma nova discussão. Essa é uma estratégia compatível com a abordagem investigativa, na qual os próprios estudantes podem propor problemas a serem discutidos e investigados, contribuindo para o estabelecimento de um ambiente propício à investigação, além de valorizar as atitudes dos discentes (QUINTO; JONIS-SILVA, 2019).

⁶ Princípio da Simultaneidade é uma das implicações dos postulados da relatividade restrita. Significa que dois eventos que são simultâneos em um referencial, não são simultâneos em nenhum outro referencial inercial que esteja em movimento em relação ao primeiro.

Ana, no turno 8, construiu um modelo relacionando velocidade e massa, além de enfatizar a impossibilidade de um corpo com massa atingir a velocidade da luz no vácuo. No turno 9, a professora, mais uma vez, destacou as construções dos estudantes, confirmando a legitimidade delas e as valorizando, contribuindo para o estabelecimento da igualdade moderada.

Em seguida, a professora questionou os alunos sobre o entendimento do 'ano-luz', buscando a compreensão dele como uma unidade de medida astronômica utilizada para medir distâncias entre corpos celestes. A discussão ultrapassou o objetivo, de modo que as interações discursivas (turnos 15 a 27) ratificam o quão potente foi o debate dos membros do Clube. No turno 16, Thor reconheceu o ano-luz como uma unidade de medida de distância. A professora utilizou essa fala como fio condutor para introduzir uma nova questão, visando aprofundar o conceito, indagando o grupo sobre o valor dessa unidade de medida. Nota-se a mediação pedagógica contemplando a realização de perguntas com intuito de guiar o desenvolvimento de novos argumentos pelos discentes. De acordo com Santana e Jonis-Silva (2020), esse suporte da professora é uma importante característica da mediação em um contexto investigativo, em que ela atua como autoridade epistêmica ao buscar estabelecer a igualdade moderada em sala de aula.

Em seus enunciados, Thor e Caio utilizaram recursos matemáticos para formalizar suas explicações, o que sinaliza para a prática da comunidade científica 'utilizar pensamento matemático e ferramentas de informática', ao deduzir o cálculo do ano luz com auxílio da professora. Desse modo, o modelo construído por Thor foi utilizado por Caio para concluir que um ano-luz corresponde a aproximadamente 9,46 trilhões de quilômetros. O intervalo de tempo menor entre as postagens do episódio 2 contribuiu com a fluidez do debate e sinalizou para uma maior atividade discente no turno noturno (possivelmente em virtude dos alunos e das alunas trabalharem durante o dia). Os estudantes consideraram os argumentos dos colegas de modo a incorporar e/ou reelaborar suas construções. Essa postura está de acordo com a receptividade à crítica (NASCIMENTO; SASSERON, 2019). Com o fim do debate, a professora realizou a sistematização (turno de fala 30), formalizando a relação entre as hipóteses levantadas com o fenômeno científico, ou seja, com aspectos da TRR.

A análise dos episódios, sob a luz da ferramenta analítica de Coelho e Ambrózio (2019), nos permite entender que a mediação pedagógica da professora oscilou entre poucos momentos diretivos, em que guiou o debate com vistas a focar nos conceitos da TRR e muitos momentos de compartilhamento de autoridade epistêmica, caracterizando um ambiente investigativo de igualdade moderada. Tal oscilação é esperada, como sinalizam Coelho e Ambrózio (2019), que se ancoram em Mortimer e Scott (2002) para ratificar o caráter não estático da ferramenta analítica, entendendo que:

[...] em qualquer sequência de ensino é aconselhável que haja variações nas classes de abordagem comunicativa, cobrindo tanto a dimensão dialógica/de autoridade como a interativa/não interativa. (MORTIMER; SCOTT, 2002, p. 303).

Isso tem a ver com o fato de que o processo de ensino-aprendizagem é dinâmico e situado espaço-temporalmente, exigindo diferentes ações para que se constitua, sendo que muitas delas são tomadas no decorrer do próprio processo. O planejamento pedagógico e a mediação

estabelecida pela docente permitiram que as alunas e os alunos protagonizassem as fases do processo investigativo, caracterizando interações do tipo “A-P”, ainda que cada um tenha passado por elas em seu respectivo tempo, dado o formato assíncrono da tarefa. Assim sendo, entendemos que a atividade assíncrona se caracterizou como sendo uma Aula Investigativa.

Ademais, cabe comentar que nos dois primeiros encontros do Clube, notamos um envolvimento maior de 12 estudantes nas discussões. Isso não significa necessariamente que a experiência foi menos relevante para os outros alunos. A participação nas tarefas oscilou ao longo do ano e nos demais encontros observamos outros alunos e alunas protagonizando ações como: escrita e submissão de resumo, edição de pôster, apresentação oral do trabalho e publicação de artigo científico. Assim, não notamos diferenças significativas entre as participações de discentes da EJA e do Ensino Médio. Discussões sobre os outros encontros podem ser vistas em Santana (2021).

5. Considerações finais

Propusemo-nos a analisar a mediação pedagógica de uma professora no desenvolvimento de normas e práticas científicas com estudantes durante uma atividade investigativa assíncrona. As interações verbais apresentadas nos episódios, somadas aos dados do diário de campo da professora, revelaram alguns contornos que a pandemia deu ao Clube de Astronomia que, em 2020, funcionou com atividades síncronas remotas e assíncronas. Primeiramente, o planejamento precisou ser revisto e adaptado em virtude da suspensão das atividades de ensino presenciais, obrigando-nos a pensar em atividades envolvendo recursos de ensino compatíveis com smartphones de entrada e interações via *WhatsApp*.

O jogo *Relativistic Space-time* e o supracitado aplicativo de mensagens, se constituíram como meios mediacionais que possibilitaram a realização da atividade assíncrona, na qual os alunos e alunas passaram pelos diferentes momentos do processo investigativo e socializaram os resultados em tempos distintos, com intervalos consideráveis entre as interações. Nesse sentido, a mediação pedagógica estabelecida buscou manter o grupo ativo e, após o recebimento de certo número de retornos, direcionar o debate para os conceitos de TRR presentes no jogo, com vistas à sistematização e solução do problema inicial trazido pela docente. A professora utilizou estratégias como: redirecionar perguntas, valorizar as construções das alunas e alunos e fomentar o debate sobre as fontes de pesquisa.

Isso sinaliza para a redistribuição da autoridade epistêmica e para o compartilhamento da responsabilidade na proposição, avaliação e legitimação de ideias, o que torna o momento próximo de uma aprendizagem em Ciências pública, coletiva e democrática. Dessa forma, foi possível o desenvolvimento de normas e práticas científicas, como: analisar, interpretar dados e construir explicações, engajar-se em argumentações baseadas em evidências, fazer perguntas, utilizar pensamento matemático e ferramentas de informática. Esses elementos em conjunto permitem caracterizar um ambiente propício para o fórum e o estabelecimento da igualdade moderada. Também encontramos indícios da receptividade à crítica nas falas dos alunos, os quais utilizaram argumentações dos colegas para reorganizar conceitos e ideias a partir do desenvolvimento de hipóteses.

Identificamos como contribuição deste estudo a verificação de que é possível assumir o ensino de Ciências por investigação e desenvolver normas e práticas científicas em atividades assíncronas, ainda que existam desafios relacionados ao não acompanhamento do processo investigativo e ao descompasso das interações verbais. Acreditamos que as atividades investigativas assíncronas podem ser exploradas em outros contextos, como na Educação a Distância, indo além do ensino remoto emergencial impulsionado pela pandemia. Isso exige planejamento adequado, mediação pedagógica sensível ao contexto dos(as) alunos(as) e disposição para trabalhar a Ciência como empreendimento humano regido por normas e práticas.

Como implicações, apontamos a necessidade de estudos que analisem outros métodos e abordagens em atividades remotas e assíncronas, pois cada uma exige uma mediação pedagógica específica, além dos diferentes contextos nas quais ocorrem. Tais estudos podem fornecer subsídios importantes para compreender e orientar o trabalho docente nessa modalidade.

6. Referências

ARRUDA, S. G. B.; OLIVEIRA, F. A. J.; LIMA, K. E. C. O uso do laboratório virtual como estratégia para a abordagem investigativa no ensino de biologia. **#Tear: Revista de Educação, Ciência e Tecnologia**, v. 10, n. 2, 2021. DOI: 10.35819/tear.v10.n2.a5297.

AZEVEDO, E. C. A. **A Identificação de Práticas Científicas e Epistêmicas em Aulas de Ciências do Ensino Fundamental**. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação) – Universidade Federal do Espírito Santo, 2020.

BARCELLOS, L. S.; BODEVAN, J. A. S.; COELHO, G. R. A ação mediada e jogos educativos: um estudo junto a alunos do ensino médio em uma aula de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, p. 853-882, 2021.

BARCELLOS, L. S.; COELHO, G. R. Uma análise das interações discursivas em uma aula investigativa de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental sobre medidas protetivas contra a exposição ao sol. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 1, 2019.

BARCELLOS, L. S.; GERVÁSIO, S. V.; JONIS SILVA, M. do A.; COELHO, G. R. A Mediação Pedagógica de uma Licencianda em Ciências Biológicas em uma Aula Investigativa de Ciências Envolvendo Conceitos Físicos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 19, p. 37–65, 2019.

BODEVAN, J. A. S.; COELHO, G. R. Ensino por investigação, centro de ciências, práticas científicas e epistêmicas: análise de uma intervenção pedagógica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 40, n. 1, p. 8-32, 2023.

CAMPOS, J. G; SENA, D. R. de C. Aspectos teóricos sobre o ensino de ciências por investigação. **Ensino em Re-Vista**, Uberlândia, [S. l.], v. 27, n. Especial, p. 1467–1491, 2020.

CARVALHO, A. M. P. et al. A história da ciência, a psicogênese e a resolução de problemas na construção do conhecimento em sala de aula. **Revista da Faculdade de Educação**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 245-256, 1993.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

COELHO, G. R.; AMBRÓZIO, R. M. O ensino por investigação na formação inicial de professores de Física: uma experiência da Residência Pedagógica de uma Universidade Pública Federal. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 36, n. 2, p. 490-513, 2019.

DAMIANI, M. F.; ROCHEFORT, R. S.; DE CASTRO, R. F.; DARIZ, M. R.; PINHEIRO, S. S. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Cadernos de educação**, Pelotas, n. 45, p. 57-67, 2013.

KELLY, G. J. Inquiry, activity and epistemic practice. In R.A. DUSCHL & R.E. GRANDY (Ed.), *Teaching Scientific Inquiry: recommendations for research and implementation* (p. 288-291). **Rotterdam, Holand: Taipei Sense Publishers**. 2008.

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.

MUNFORD, D.; LIMA, M.E.C.C. Ensinar ciências por investigação: em que estamos de acordo? **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007.

NASCIMENTO, L. A.; SASSERON, L. H. A constituição de normas e práticas culturais nas aulas de ciências: proposição e aplicação de uma ferramenta de análise. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 21, p. 1-22, 2019.

QUINTO, T.; JONIS-SILVA, M. A. **Desenvolvendo atividades investigativas em projetos colaborativos**. Edifes acadêmico, Vitória, ES, 2019.

RAMOS, R. A.; GUIMARÃES, C. R. P. O ensino por investigação e a argumentação na promoção da alfabetização científica no ensino de ciências. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista – ENCITEC**, v. 12, n. 3, p. 05-20, 8 dez. 2022.

RIBEIRO, V. A.; BARCELLOS, L. S.; COELHO, G. R. A constituição de normas e práticas científicas em uma aula de Física com enfoque histórico e investigativo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 2, p. 945-964, 2021.

ROLDI, M. M. C.; JONIS SILVA, M. do A.; TRAZZI, P. S. da S. Ação Mediada e Ensino por Investigação: Um Estudo Junto a Alunos do Ensino Médio em um Museu de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 18, n. 3, p. 967–991, 2018.

SANTANA, W. S. **O processo de construção de práticas epistêmicas e científicas no ensino de física moderna e contemporânea**. 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Espírito Santo, 2021.

SANTANA, W.S.; JONIS-SILVA, M. A. O uso de aplicativos como ferramentas mediacionais em um projeto investigativo de Astronomia. **2º EnECI**, Belo Horizonte MG, 2020.

SASSERON, L. 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**, Belo Horizonte, p. 1061-1085, 2018.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. de. 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, L. H.; DUSCHL, R. A. Ensino de ciências e as práticas epistêmicas: O papel do professor e o engajamento dos estudantes. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre v. 21, n. 2, p. 52-67, 2016.

SCERRER NETO, J. I. M.; ALVARENGA, F. G.; COELHO, G. R. Processo de validação de uma sequência de ensino investigativa para o ensino de física moderna e contemporânea: da gravitação aos buracos negros. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 17, p. 66-90, 2022.

SILVA JUNIOR, J. M.; COELHO, G. R. O ensino por investigação como abordagem para o estudo do efeito fotoelétrico com estudantes do ensino médio de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, p. 51-78, 2020.

TOMIO. D.; HERMANN. A. P. Mapeamento dos Clubes de Ciências da América Latina e Construção do Site da Rede Internacional de Clubes de Ciências. Universidade Regional de Blumenau, Programas de Pós-graduação Ensino de Ciências Naturais e Matemática, Blumenau, SC – Brasil, 2019.