



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**

WANESSA SANTOS SANTANA

**O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE PRÁTICAS EPISTÊMICAS E
CIENTÍFICAS NO ENSINO DE FÍSICA MODERNA E
CONTEMPORÂNEA**

**VITÓRIA - ES
2021**

WANESSA SANTOS SANTANA

**O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE PRÁTICAS EPISTÊMICAS E
CIENTÍFICAS NO ENSINO DE FÍSICA MODERNA E
CONTEMPORÂNEA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física (PPGEnFis) do Centro de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Espírito Santo – Campus Goiabeiras, como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Ensino de Física.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Mirian do Amaral Jonis Silva

**VITÓRIA - ES
2021**



**" O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE PRÁTICAS EPISTÊMICAS E CIENTÍFICAS
NO ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA "**

Wanessa Santos Santana

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física - Mestrado Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 06 de agosto de 2021.

Banca Examinadora

Prof. Dra. Mirian do Amaral Jonis Silva
(Orientadora: PPGEnFis/UFES)

Prof. Dr. Alan Alves Brito
(Membro Externo: Instituto de Física/UFRGS)

Prof. Dra. Márcia Regina Santana Pereira
(Membro Interno: PPGEnFis/UFES)

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

S237p Santos Santana, Wanessa, 1986-
O PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE PRÁTICAS
EPISTÊMICAS E CIENTÍFICAS NO ENSINO DE FÍSICA
MODERNA E CONTEMPORÂNEA / Wanessa Santos Santana.
2021.
157 f.

Orientadora: Miriam do Amaral Jonis e Silva.
Dissertação (Mestrado em Física) - Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Exatas.

I. Jonis e Silva, Miriam do Amaral. II. Universidade Federal do Espírito Santo. Centro de Ciências Exatas. III. Título.

CDU: 53

RESUMO

O presente trabalho de pesquisa descreve o processo de inserção de estudantes do ensino médio da rede pública estadual na cultura científica, motivados pelo desafio de investigar conceitos, elaborar e submeter trabalhos para a Mostra de Astronomia do Espírito Santo, nas edições de 2019 e 2020. O olhar para esse rico processo de construção de conhecimentos, desenvolvido de forma colaborativa, foi direcionado pela perspectiva teórica do Ensino por investigação. Entre os sujeitos que participaram dessa pesquisa estavam 23 alunos do 1º, 2º e 3º série da modalidade ensino regular, 1 aluno da modalidade EJA e 7 professoras. As reflexões produzidas no âmbito deste trabalho estão referenciadas nas produções teóricas de diversos autores do campo da Educação em Ciências, destacando-se as contribuições de Anna Maria Pessoa de Carvalho, Geide Rosa Coelho, Lúcia Helena Sasseron e Magda Floriano Damiani. Essa pesquisa tem caráter qualitativo do tipo pesquisa-intervenção e a coleta de dados foi realizada a partir do diário de campo da professora, gravações de áudios, recortes de discussões com os alunos no aplicativo de mensagens WhatsApp, produções textuais e digitais dos alunos. Os resultados mostraram fortes indícios do desenvolvimento de práticas epistêmicas e científicas no decorrer das atividades investigativas. Os estudantes propuseram e comunicaram novas ideias acerca de conceitos astronômicos, a partir do levantamento de hipóteses e da construção de explicações fundamentadas. Desse modo, foi possível identificar práticas epistêmicas e científicas a partir do envolvimento dos alunos em atividades investigativas, as quais se apoiam no trabalho colaborativo desenvolvido na interação dos estudantes entre si e com os professores.

Palavras-chave: Ensino por investigação, Trabalho Colaborativo, Práticas epistêmicas e científicas, Astronomia.

ABSTRACT

This research work describes the process of insertion of high school students from the state public network into scientific culture, motivated by the challenge of investigating concepts, preparing and submitting works for the Espírito Santo Astronomy Show, in the 2019 and 2020 editions. The look at this rich process of knowledge construction, developed in a collaborative way, was guided by the theoretical perspective of Teaching by investigation. Among the subjects who participated in this research were 23 students from the 1st, 2nd and 3rd year of the regular education modality, 1 student from the EJA modality and 7 teachers. The reflections produced in this work are referenced in the theoretical productions of several authors in the field of Science Education, highlighting the contributions of Anna Maria Pessoa de Carvalho, Geide Rosa Coelho, Lúcia Helena Sasseron and Magda Floriano Damiani. This research has a qualitative research-intervention type and data collection was performed from the teacher's field diary, audio recordings, clippings from discussions with students in the WhatsApp messaging application, textual and digital productions of students. The results showed strong evidence of the development of epistemic and scientific practices during the investigative activities. Students proposed and communicated new ideas about astronomical concepts, based on the raising of hypotheses and the construction of reasoned explanations. Thus, it was possible to identify epistemic and scientific practices from the involvement of students in investigative activities, which are supported by the collaborative work developed in the interaction of students with each other and with teachers.

Keywords: Teaching by investigation, Collaborative work, Epistemic and scientific practices, Astronomy.

Agradecimentos

Primeiramente a minha falecida mãe que lutou bravamente para manter um padrão educacional muito além do que ela podia dar.

A meu filho e minha querida sogra que sempre me apoiaram e acreditaram em mim mais até que eu mesma.

A meu irmão e meu companheiro por suportar minha ausência durante a construção desse trabalho.

A minha amiga Sarah que me acolheu em sua casa durante o período presencial desse curso de pós-graduação, o que possibilitou minha participação nas aulas das quintas e sextas feiras. E ao Natã que junto com a Sarah me deu forças para seguir até o fim.

A minha orientadora que soube respeitar todos os meus processos durante a produção deste trabalho.

A todos os alunos que passaram por mim desde 2016 que auxiliaram na construção da docente que sou hoje.

As minhas queridas amigas Keyla Vieira, Nínive Ravani, Cilésia Lemos e Juliana Novaes pelo apoio psicológico.

A CAPES e FAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida. Que os jovens estudantes de hoje e de amanhã possam usufruir desse amparo.

Por fim, a toda equipe da Escola Armando Barbosa Quitiba pelo apoio e confiança no meu trabalho.

“Uma pessoa é uma pessoa através de outras pessoas. Eu sou porque nós somos! ”

Ubuntu

“A ciência e a vida cotidiana não podem e não devem estar separadas. ”

Rosalind Franklin

“A melhor maneira de transformar sonhos em realidade é acordar e realizá-los com audácia e valentia”.

Mae Carol Jemison

“A ciência progride quando as observações nos forçam a mudar as nossas ideias preconcebidas”

Vera Rubin

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Categorias de análise	26
Figura 2 - Visão hindu sobre criação do universo.	34
Figura 3 - Referenciais S e S' movendo-se com velocidade relativa.....	43
Figura 4 - Sistemas referenciais inerciais S e S'	49
Figura 5 -Contração de uma régua em movimento relativo ao observador em movimento.....	50
Figura 6 - Trem se deslocando com velocidade próxima de c	51
Figura 7 - Reunião do clube de astronomia no laboratório de ciências da escola em 2019	62
Figura 8 - Reunião seguida de palestra em uma aula síncrona durante o ensino remoto em 2020 pela plataforma do google meet	63
Figura 9 - <i>Relativistic space-time</i>	66
Figura 10 - Carta celeste	67
Figura 11 -Slide usado na apresentação do projeto: Clube de astronomia “Estrelas do Amanhã” pelo Google Meet em 2020.....	69
Figura 12 - Processo de construção do banner no laboratório de informática da escola em 2019	71
Figura 13 - Template do banner em 2020	76
Figura 14 - <i>Banners</i> dos grupos 1 e 2	77
Figura 15 - Banner produzido integralmente por um grupo de alunos x banner com textos produzidos pelos alunos e editado pelas professoras orientadoras:	78
Figura 16 - Apresentação do grupo com tema “Eclipse de Sobral” na primeira fase da MAES em 2019.	80
Figura 17 - Apresentação do grupo com tema “Energia escura” na primeira fase da MAES	81
Figura 18 - Certificado da segunda fase da MAES em 2019	83
Figura 19 - Disposição dos lugares respeitando o distanciamento social	84
Figura 20 - Clube de astronomia “Estrelas do amanhã” na III MAES 2020	85
Figura 21 - Pesquisadores e alunos.....	85
Figura 22 - Troféu do primeiro lugar geral e medalha do primeiro lugar entre as escolas públicas estaduais.....	88

Figura 23 - Texto produzido por um aluno enviado pelo WhatsApp, durante o período de ensino remoto.....	109
Figura 24 - Página da MAES 2020.....	111
Figura 25 - Slide com artigo encontrado no site da NASA em novembro de 2020..	112
Figura 26 - Pesquisador durante a palestra e disponibilizando os telescópios para que os alunos pudessem observar o céu noturno:.....	116

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Descrição das atividades propostas aos alunos em ambos os anos	65
Tabela 2 - Ferramenta de análise de aulas investigativas	92
Tabela 3 - Legenda resumida dos símbolos e seus significados da ferramenta analítica.....	92
Tabela 4 - Transcrição da fala dos alunos em 2019.....	95
Tabela 5 - Ideias de Sasseron (2018) de forma sintetizada sobre as práticas epistêmicas e científicas	98
Tabela 6 - Fala dos alunos em 2020	100
Tabela 7 - Diálogo com aluno Caio	107

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1 Percurso formativo e profissional	14
1.2 Justificativa.....	16
1.3 Ensino de astronomia: argumentos a seu favor	17
1.4 O aligeiramento das noções de astronomia na Base Nacional Comum Curricular e no novo currículo do Ensino Médio	18
1.5 Objetivo Geral.....	20
1.6 Objetivo Específico.....	20
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1 Ensino por Investigação	22
2.2 Práticas colaborativas	25
2.3 Práticas Epistêmicas e Científicas	29
3. CONCEITOS FÍSICOS ABORDADOS NA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA	33
3.1 História e Filosofia da Astronomia.....	33
3.2 Teoria da Relatividade Restrita	40
3.2.1 Consequências do Postulado de Einstein	43
3.2.2 As Transformações de Lorentz	45
3.2.3 Dilatação do tempo	47
3.2.4 Contração do comprimento	48
3.2.5 Não Simultaneidade	50
4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	53
4.1 Tipo de pesquisa	53
4.2 Procedimentos da intervenção	53
5. DESCRIÇÃO DOS RESULTADOS DA INTERVENÇÃO	55

5.1 Características da escola e dos estudantes	55
5.2 Contexto de pandemia da covid-19 em 2020	57
6. CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO DE INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA.....	60
6.1 A Mostra de Astronomia do Espírito Santo (MAES) como elemento motivador .	60
6.2 A criação do Clube de Astronomia “Estrelas do amanhã”	62
6.3 Quem pode participar do clube de astronomia?	63
6.4 Descrição dos encontros	64
7. ANÁLISE DOS DADOS	89
7.1 O uso da ferramenta de análise de aulas investigativas	91
7.2 Análise do Encontro 2	95
7.3 Da dificuldade da escrita à produção científica: Resultados que falam por si...	105
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	114
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118
APÊNDICE A – TERMO DE ASSENTIMENTO E CONSENTIMENTO UTILIZADO DIANTE DO CONTEXTO PANDÊMICO	122
APÊNDICE B – MATERIAL EDUCATIVO	123
Produto Educacional: Implementação de um Clube de Astronomia na escola	125
1. Objetivo geral do projeto	127
2. Objetivos específicos do projeto.....	127
3. Quem pode participar do clube de astronomia?	128
4. Descrição dos encontros	128
1. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	152
APÊNDICE C – FOTOS TIRADAS PELOS ALUNOS DO CLUBE DE ASTRONOMIA COM O CELULAR.....	156

1. INTRODUÇÃO

“Você fará melhor se fizer com que outras pessoas queiram aprender” Katherine Johnson

A tradição acadêmica pressupõe uma suposta neutralidade na produção do texto científico, tornando-o o quanto possível impessoal. Contudo, na introdução deste relato, optei pela pessoalidade e pelo envolvimento porque não me pareceu possível contextualizar o lugar onde estou falando, situando na minha trajetória de vida, sem que pudesse assumir no texto a minha própria voz. Ao relembrar de eventos de meu percurso formativo e profissional que motivaram meu compromisso com a docência, meu engajamento na pesquisa em ensino e a aproximação com o tema do estudo em particular, espero que o leitor, tanto quanto eu, atribua seus próprios sentidos ao texto e complemente com suas próprias memórias e experiências.

1.1 Percurso formativo e profissional

Minha paixão pela física teve início ainda no ensino médio quando um professor, ao verificar minhas habilidades em interpretar gráficos, sugeriu que eu tinha potencial para um curso de engenharia. Naquele tempo o meu capital cultural impediu de compreender tal observação, então, quando cheguei em casa, questionei a minha mãe sobre essa profissão, que até então eu desconhecia por não existir no meio de onde eu venho.

A partir daí, decidi que buscaria formação profissional em um curso na área de exatas. Após o término do ensino médio eu tentei ingressar na Universidade Federal do Espírito Santo – UFES, em um tempo onde o processo seletivo ocorria apenas por meio de vestibular, ou seja, era um processo ainda mais excludente. Não passei e descobri que teria que me dedicar muito para ingressar em uma universidade, tendo em vista o fato de que os anos em que passei pelo ensino fundamental e médio (1996 a 2003) foram marcados por greves e paralizações e isso gerou um enorme prejuízo no meu aprendizado.

Ter consciência de classe foi fundamental para compreender o tamanho da força que eu teria que fazer para ingressar em uma universidade. Sendo assim,

me dediquei por anos em um cursinho de pré-vestibular e, posteriormente, ingressei diversas vezes na universidade, no entanto, não conseguia me manter. Por diversas vezes tive que desistir ou trancar o curso por não conseguir conciliar vida acadêmica com trabalho e maternidade. Foram dias difíceis! Pensei por diversas vezes que não iria conseguir.

Em 2014 tive a oportunidade de ingressar no curso de Licenciatura em Física, graças à política pública do Ensino a Distância (EAD), na UFES. Terminei a graduação em agosto de 2018 e, em fevereiro de 2019, ingressei no Mestrado Profissional em Ensino de Física.

Iniciei o trabalho na escola onde essa pesquisa foi realizada no ano de 2019, sendo essa a minha primeira experiência em uma escola de ensino regular. O mestrado propiciou a minha inserção no grupo de pesquisa GPFEC (Grupo de Pesquisa em Formação Docente, Linguagem e Cultura na Educação em Ciências). Esse processo foi essencial para que eu pudesse compreender meu processo de construção enquanto professora-pesquisadora.

Durante os encontros semanais em 2019, colegas do grupo de pesquisa disponibilizavam textos que permitiam questionar e analisar nossa postura em sala de aula. Com isso, pude compreender que é possível analisar não somente o processo de aprendizagem dos alunos, mas também minha postura pedagógica.

Ser parte desse grupo de pesquisa possibilitou o entendimento que a carreira de pesquisador pode ter início antes da graduação, ainda no ensino fundamental ou ensino médio. A partir daí, foi possível desenvolver métodos capazes de incitar esses discentes a produzir ciência e participar de eventos científicos.

Foi dentro desse contexto que comecei a pensar em estratégias capazes de estimular o desejo de trabalhar com pesquisa, por parte de estudantes de ensino médio na escola pública estadual na qual eu lecionei. A oportunidade surgiu quando um grupo de cerca de 20 alunos demonstraram interesse em

participar de um projeto extraclasse: O clube de astronomia “Estrelas do amanhã”.

Esse processo foi de extrema importância, não só para mim que percebi o quanto meus alunos ficaram motivados na sala de aula, adquirindo autonomia na construção de seu processo de aprendizagem na disciplina de física, mas também para a escola que, graças à atuação desses alunos, teve a oportunidade de participar de um evento acadêmico estadual por dois anos consecutivos, a II e III MAES (Mostra de Astronomia do ES).

Diante disso, esse trabalho, inicialmente, propõe evidenciar elementos do ensino por investigação a partir de um projeto colaborativo, analisando como práticas científicas e epistêmicas emergem nesse contexto.

1.2 Justificativa

No momento atual é de extrema importância trabalhar temas relacionados à física moderna e contemporânea. Existem uma série de movimentos ligados a teorias conspiratórias que disseminam pseudociências (DE AZEVEDO, 2021).

É possível notar o reflexo desses movimentos em sala de aula. A cada ano aumenta o número de estudantes que questionam algumas teorias físicas. Ideias científicas e pseudocientíficas convivem, às vezes indistintamente, na sala de aula, como por exemplo: Big Bang, Terra plana, “física quântica” como solução para uma diversidade de enfermidades, entre outras.

Atualmente, as informações tornaram-se cada vez mais acessíveis por meio de novas tecnologias, no entanto, há muitas inverdades circulando nos meios de comunicações. Essas falsas notícias estão presentes principalmente nas redes sociais, YouTube e são acessadas por nossos discentes diariamente (PREMOLI et al., 2021). Persuadidos por uma série de influenciadores digitais, esse público tem chegado em sala de aula reproduzindo tudo isso como se fosse verdade, e contestando cada vez mais o discurso de autoridade de pesquisadores e cientistas.

A escola, por sua vez, dificulta o processo de desconstrução por parte dos alunos quando assume a postura de trabalhar com métodos tradicionais, nos quais os alunos, na maioria das vezes, reproduzem o que aprendem sem questionar.

Nesse contexto, faz-se necessário que profissionais da educação estejam abertos a novas práticas no ensino de ciências. Dentro dessa perspectiva, pretende-se analisar o processo de enculturação científica que emergem em abordagens investigativas, com intuito de formar cidadãos com postura crítica, capazes de problematizar o que acessam em suas mídias e fomentar debates a partir de evidências científicas reais (SASSERON, 2019).

Por fim, espera-se que ao final do processo o aluno compreenda a importância da produção científica e seja capaz de contestar e questionar as informações científicas que recebe de diversos meios de comunicação.

1.3 Ensino de astronomia: argumentos a seu favor

O interesse por fenômenos espaciais desenvolvidos a partir da observação do céu noturno tem intrigado a humanidade há séculos. Indagações acerca do que compõe o universo são feitas desde o período pré-histórico e, por isso, podemos considerar a astronomia como a mais antiga das ciências (FILHO e SARAIVA, 2004).

Nascimento e Carvalho (2004) enfatizam a importância de que estudantes compreendam que a ciência é construída historicamente e de maneira coletiva. Isso amplia a compreensão acerca das concepções atuais da natureza da ciência e do trabalho científico. Consideramos questionáveis as visões mais elitizadas da ciência que concebem os cientistas como figuras inacessíveis.

É importante que os estudantes compreendam que a produção do conhecimento científico é coletiva, requer trabalho árduo e mesmo os cientistas hoje reconhecidos pela academia já tiveram incertezas. Portanto, é natural que eles também experimentem dúvidas na aprendizagem dos conceitos científicos.

O objeto de investigação disponibilizado aos alunos no início do projeto aborda aspectos relacionados a Teoria da Relatividade Restrita (TRR) e pode ser usado como agente motivador no ensino de física moderna e contemporânea. É importante que os discentes compreendam que esses conceitos surgiram de forma gradativa e contaram com contribuições de diversos povos.

1.4 O aligeiramento das noções de astronomia na Base Nacional Comum Curricular e no novo currículo do Ensino Médio

O ensino de física moderna e contemporânea é pouco explorado nas diretrizes do ensino médio. Há prevalência de tópicos relacionados à física clássica. Para Moreira (2017) atualmente o que prevalece é o ensino da aprendizagem mecânica, onde continua-se ensinando conceitos tais como alavancas, plano inclinado ou Movimento Retilíneo Uniforme (MRU) sem a devida problematização e a necessária relação com os usos sociais desse conhecimento.

Temas relacionados à física moderna e contemporânea como a teoria quântica, a física de partículas, o plasma e a supercondutividade permanecem silenciados no currículo. Entendemos que seria desejável a abordagem desses temas atuais no ensino de física, embora reconheçamos que as limitações do sistema educacional brasileiro poderiam dificultar o acesso de um grande número de estudantes à plena compreensão desses conceitos. Muitos desses conceitos, atualmente omitidos nos currículos da Educação Básica, poderiam fornecer o embasamento requerido para a abordagem das noções de astronomia.

Além disso, no que diz respeito à astronomia, seria necessária uma maior integração entre as disciplinas das áreas de Ciências Humanas, Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, já que os conceitos de astronomia perpassam todas essas áreas.

Nogueira (2009) critica a forma pela qual as disciplinas são lecionadas separadamente em todas as escolas, causando assim a diluição das noções astronômicas por parte dos discentes.

Não é difícil perceber os efeitos desse processo. Basta notar que as noções básicas sobre o Sistema Solar são dadas nas aulas de geografia, as leis e os movimentos dos planetas estão no curso de física, o andamento da corrida espacial no século 20 está na disciplina de história, e as descobertas mais sofisticadas sobre a origem do universo, pasme, não estão em lugar algum. Com essa diluição, não só perde o ensino da astronomia, mas também o próprio professor, que se vê sem uma poderosa ferramenta de ensino. Uma das coisas que desmotivam os alunos é o fato de que a eles são transferidas indiscriminadamente imensas doses de conhecimento, mas pouco se fala sobre o porquê de tudo aquilo. O que levou uma considerável parcela das pessoas mais inteligentes do mundo em todos os tempos a desenvolver todas aquelas ideias, hoje transmitidas de forma tão pouco atraente em sala de aula (NOGUEIRA, 2009, p.20).

Ensinar de forma separada tópicos de astronomia desorienta os discentes, além de contribuir com a ideia de que a ciência só pode ser construída de forma individual e por gênios ou pessoas superinteligentes (NOGUEIRA, 2009). Ainda que os estudantes tenham contato com a astronomia em diferentes fases da sua formação, há de se considerar as enormes dificuldades pelas quais irão passar considerando o exposto acima.

Entendemos que se trata de um processo, e ainda estamos transitando pelo início, tendo em vista que na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) a astronomia é verificada em quase todos os anos do ensino fundamental e no ensino médio.

A BNCC considera a diversidade de contextos nacionais, sendo assim, torna flexível a organização curricular conforme relevância para o contexto local, a partir de itinerários formativos. Desse modo, é possível reorientar currículos e propostas pedagógicas, em consonância com a Lei 13.415/2017 e a resolução CNE/CEB nº3/2018, art. 10 que prevê:

Orientar-se pelas competências gerais da Educação Básica para organizar e propor itinerários formativos (Resolução CNE/CEB nº 3/2018, Art. 12), considerando também as competências específicas de área e habilidades no caso dos itinerários formativos relativos às áreas do conhecimento (BRASIL, 2018, p.476).

Nessa perspectiva, é possível constatar que é possível contemplar de forma integrada diferentes áreas do conhecimento, considerando a flexibilização dos itinerários formativos, que podem ser estruturados com foco em uma área do

conhecimento, considerando a mobilização de competências e habilidades de diferentes áreas, compondo assim os itinerários integrados.

Concordamos com Langui (2009), no sentido de que existem outras barreiras de grande relevância que devem ser consideradas: a formação deficitária dos docentes, falta de conteúdos sobre astronomia nos cursos de formação inicial, professores que lecionam disciplinas diferentes da sua formação, difusão de concepções não científicas e falhas conceituais, hora por parte dos estudantes, hora por parte dos professores, além de erros trazidos por livros didáticos.

Destacamos que há necessidade de mudanças significativas relacionadas aos currículos, a fim de considerar novas concepções. Salientamos que a história e filosofia, assim como a física moderna e contemporânea, dialoga de forma espontânea com outros saberes de modo a potencializar um currículo interdisciplinar. Sendo assim, defendemos um ensino de astronomia contextualizado que seja capaz de mostrar a ciência como construção humana.

A Competência específica 2 da BNCC¹ propõe analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos no universo, para tornar possível fundamentar e defender decisões éticas responsáveis.

Se por um lado é fundamental avaliar os limites da ciência, por outro é igualmente importante conhecer seu imenso potencial. Ao realizar previsões (relativas ao movimento da Terra no espaço, à herança genética ao longo das gerações, ao lançamento ou movimento de um satélite, à queda de um corpo no nosso planeta ou mesmo à avaliação das mudanças climáticas a médio e longo prazos, entre outras), a ideia de se conhecer um pouco do futuro próximo ou distante pode fornecer alguns elementos para pensar e repensar sobre o alcance dos conhecimentos científicos. Sempre que possível, os estudantes podem construir representações ou protótipos, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros), que possibilitem fazer projeções e avaliar impactos futuros considerando contextos atuais (BRASIL, 2018 p.556).

¹ Na BNCC a competência 2 é definida como mobilização de conhecimentos ligados à dinâmica da Vida, Terra e Cosmos com intuito de desenvolver habilidades, atitudes e valores para resolver demandas complexas da vida.

Concordamos com Silva (2019) quando ele diz que, a fim de abranger a grande diversidade de fenômenos astronômicos o novo currículo propõe, por meio de suas competências e habilidades, uma maior aproximação dos estudantes dos conteúdos astronômicos a partir de uma perspectiva de construção, histórico e cultural, valorizando assim, a diversidade de olhares de diferentes civilizações.

1.5 Objetivo geral

Descrever o processo de desenvolvimento de práticas científicas e epistêmicas envolvidas nas atividades investigativas realizadas no contexto do Projeto Clube de Astronomia Estrelas do Amanhã, com ênfase em conceitos relacionados à Física Moderna e Contemporânea.

1.6 Objetivo específico

- Analisar a natureza investigativa dos encontros com os estudantes.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Ensino por Investigação

A escola do século XXI é formada por uma série de profissionais do século passado, e isso tem influência direta na aprendizagem dos discentes. Carvalho (2012) sinaliza sobre a necessidade de que os alunos desse século compreendam o ensino de maneira construtiva, ou seja, que eles compreendam historicamente o que foi construído pelas gerações anteriores e o impacto que novas descobertas causam na sociedade no decorrer dos séculos.

Segundo a autora, não há mais espaço para um ensino pautado em decoração de equações físicas e matemáticas, no intuito de reproduzir o que foi ensinado sem pensamento crítico. Desse modo, ela sinaliza sobre a impossibilidade de que alguém tenha a capacidade de saber tudo, e propõe um aprendizado que opte pelos conhecimentos fundamentais.

Sá et al. (2007) conduzem um debate acerca do crescimento no nível de reflexões e pesquisas que vêm sendo realizadas há algumas décadas, a fim de buscar estratégias para lidar com as dificuldades na aprendizagem de conteúdos científicos pelos estudantes. Os autores sugerem, que uma alternativa seria a problematização dos fenômenos e um entendimento em conjunto dos conceitos, modelos e teorias, que facilitem a interpretação por parte dos alunos.

Desse modo, consideram falas recorrentes de alguns pesquisadores da educação no ensino de ciências que recomendam colocar os estudantes à frente do processo de aprendizagem, para assim possibilitar a esses sujeitos, trazer experiências pessoais para o contexto escolar. Assim sendo, surgem oportunidades para que os mesmos realizem investigações sobre o fenômeno estudado.

Contudo, esses autores recomendam dentro dessa perspectiva, o ensino de ciências por meio do ensino por investigação, pois quando os alunos são

colocados em processo de investigação constroem questões, levantam hipóteses, analisam evidências e comunicam os resultados.

Nesses ambientes de aprendizagem, estudantes e professores compartilham a responsabilidade de colaborar com a construção do conhecimento. Mudando a postura dos professores que antes reproduziam um discurso de autoridade (MORTIMER e SCOTT, 2002), para assumir uma postura de mediação pedagógica, no decorrer do processo de construção do conhecimento. E os estudantes, por sua vez, distanciam-se do papel de meros receptores de informação para assumir uma postura emponderada e crítica.

Sá et al. (2007) concordam com Borges (2002) quando ele sugere ações a serem adotadas por estudantes durante o processo de investigação:

Podemos dizer que em uma atividade de investigação, o estudante é colocado frente a uma situação para a qual ele deve fazer mais do que se lembrar de uma fórmula ou de uma solução já utilizada em uma situação semelhante. Por isso, o estudante é levado a delinear o problema, transformando-o em um problema suscetível à investigação. Feito isso, ele precisa: 1 – planejar o curso de suas ações; 2 – escolher os procedimentos e selecionar os equipamentos necessários à realização de um experimento ou de uma observação controlada; 3 – registrar dados usando uma estratégia adequada (tal como confecção de tabelas e gráficos); 4 – interpretar os resultados; 5 – tirar conclusões e avaliar em que medida a investigação realizada promoveu “respostas” ao problema ou uma nova maneira de compreendê-lo. Durante o desenvolvimento dessas etapas, há ciclos de preparação para etapas posteriores, dependendo da necessidade de mudanças no planejamento, da reformulação do problema ou redefinição das técnicas usadas (SÁ et al., 2007, p.4).

Quinto e Jonis-Silva (2019) concordam com Sá et al. (2007) quando dizem que a investigação tem papel importante no processo de aprendizagem, pois leva em consideração os conhecimentos prévios dos alunos. As autoras baseiam-se em Carvalho (2012), quando falam a respeito da importância do professor em assumir uma postura de mediação, dentro de uma abordagem centrada na interação social, a qual possibilita o acesso desse profissional a uma diversidade de linguagens da ciência, facilitando a inserção dos estudantes a cultura científica.

Ainda em concordância com a Carvalho (2012), Quinto e Jonis-Silva (2019) sugerem algumas ações que podem ser reconhecidas dentro de uma

abordagem investigativa em sala de aula: 1 – Iniciar com um problema, experimental ou teórico, contextualizado com o fenômeno; 2 – Engajar os estudantes no processo de resolução de problemas e após a resolução, aplica-se uma atividade de sistematização do conhecimento construído; 3 – Desenvolver, então, uma atividade de contextualização do conhecimento.

As autoras propõem que ao assumir uma postura problematizadora, o professor tende a motivar o estudante despertando curiosidade pela investigação, o que potencializa um pensamento crítico por parte do aluno. Desse modo, elas sugerem algumas etapas a serem trilhadas por alunos e professores durante as atividades investigativas:

I – Etapa de distribuição do material experimental e distribuição do problema pelo professor: Nessa etapa o professor divide a sala de aula em grupos, distribui o material, propõe o problema escolhido no contexto da pesquisa, confere se todos os grupos compreenderam o problema, tendo cuidado para não fazer menção à solução;

II – Etapa de resolução do problema pelos alunos: As ações manipulativas neste período são cruciais, pois oferecem condições aos alunos de levantar hipóteses e testá-las. E, partindo das hipóteses, os discentes podem testar experimentalmente, favorecendo a construção de conhecimento.

III – Etapa de sistematização dos conhecimentos elaborados nos grupos: O professor realiza a verificação se os grupos já terminaram de resolver os problemas, recolhendo o material experimental, para iniciar a discussão com todos os alunos em roda, se a escola permitir, para assim, no ato de ouvir o outro, ocorrer a sistematização do conhecimento. Nesta etapa ocorre a passagem da ação manipulativa para ação intelectual.

IV – Etapa de escrever e desenhar: Essa etapa é a de sistematização individual do conhecimento, na qual ocorre a escrita e o desenho. Trata-se de uma atividade complementar, mas fundamental nas aulas de ciências (QUINTO e JONIS-SILVA, 2019, p.10-11).

As autoras evidenciam a importância de pensar em problemas iniciais inseridos no cotidiano dos alunos, de modo que as problematizações devem estar de acordo com problemas enfrentados pela comunidade que se faz presente. Assim, a partir das reflexões, os estudantes poderão potencializar e desenvolver suas habilidades.

Dentro desse contexto, é importante caracterizar o grau de abertura do problema. De acordo com Borges (2002) a situação problema ou a problematização inicial deve ser capaz de estimular o estudante a lembrar de situações similares para desenvolver estratégias para solucionar o caso. O

autor caracteriza essas situações problemas em diferentes níveis: problema “fechado” ou “problema aberto”.

Nesse trabalho optamos por caracterizar o problema em aberto. Nesse tipo de investigação, o estudante é responsável por diversas etapas na solução do problema, ou seja, cabe ao estudante planejar o curso de suas ações, escolher procedimentos, selecionar equipamentos e materiais, manipular o experimento, realizar medidas, registrar e interpretar dados em tabelas ou gráficos, interpretar resultados e descrever as conclusões (BORGES, 2002).

Diante do exposto, é importante destacar que existem diversas possibilidades para fundamentar as atividades investigativas. Desafios advindos de atividades experimentais (QUINTO E JONIS-SILVA, 2019), leitura de textos (COELHO, 2019) ou interpretação de imagens (VIDAL, 2017), utilizadas em um contexto escolar, por exemplo, conduzem os estudantes a se questionarem a respeito do que está sendo observado, o que pode direcionar um trabalho investigativo.

É possível concordar com Silva (2019) e Barcellos (2017), que apresentam uma série de referenciais teóricos relacionados ao ensino por investigação e que trazem consigo o entendimento de que a abordagem investigativa não é uma metodologia de ensino fechada que venha a ter um passo a passo a ser seguido para que, assim, possa ser estruturada em seu planejamento e aplicação.

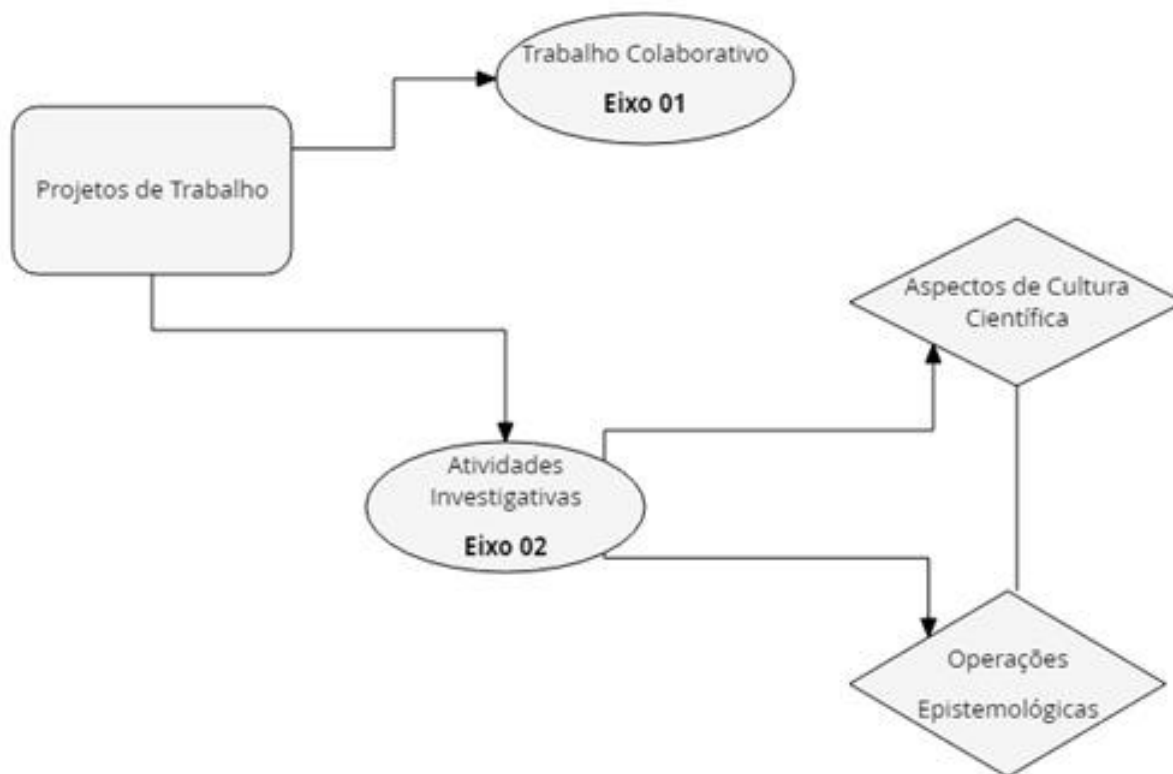
Por fim, cabe ao docente propor atividades que sejam capazes de estimular o pensamento crítico-reflexivo e que permitam que os estudantes elaborem as mais diferenciadas estratégias para a solução de um mesmo problema. Soluções essas que devem ser socializadas com os colegas a fim de proporcionar um aprendizado mais democrático (BARCELLOS, 2017).

2.2 Práticas colaborativas

Segundo Quinto (2019) práticas colaborativas podem estar correlacionadas com o ensino por investigação e aliadas a práticas epistêmicas e científicas. Práticas essas que são capazes de potencializar o processo de ensino e

aprendizagem. A autora desenvolveu um mapa mental no qual ela divide em eixos as categorias de análise conforme o esquema apresentado na figura 1.

Figura 1 - Categorias de análise.



Fonte: QUINTO (2019).

O eixo 1 busca características do desenvolvimento da cultura de colaboração entre discentes, professores e equipe pedagógica de modo integrado com projetos de trabalho. Já o eixo 2 busca caracterizar elementos do ENCI em atividades investigativas realizadas em um contexto escola e como essa abordagem contribui para que aspectos da cultura científica e operações epistemológicas emergam diante desse contexto.

Diariamente observamos uma parcela significativa de professores desmotivados atuando na educação básica. A falta de estrutura física, baixos salários e o excesso de carga horária são alguns dos fatores que podem ocasionar exaustão, seguida de falta de iniciativa para encontrar soluções de problemas. Como consequência, temos grande parte dos professores atuando

com adoção de práticas corriqueiras e sem a esperança de que elas funcionem (PARRILLA E DANIELS, 2004, p.10-11 *apud* DAMIANI, 2008, p. 218).

Martins (2002) ressalta que no Brasil é comum observar professores dispersos na maior parte do tempo. Ele reconhece que há momentos de organização como nos conselhos de classe ou reuniões por área de conhecimento. Entretanto, esses momentos acabam sendo utilizados para realizar atividades burocráticas e/ou resolver problemas emergenciais e não para conhecer práticas educacionais humanizadas para si e para os discentes.

O autor destaca que antes de ressignificar a prática docente, o professor precisa teorizar. Não se teoriza a prática apenas participando de treinamentos, palestras e seminários. É necessário que haja uma relação dinâmica com a prática a partir de reflexão coletiva, autorreflexão, pensamento crítico e criativo e via formação continuada. É necessário dialogar com outros professores de modo a compartilhar erros e acertos, negociar significados e confrontar pontos de vista a fim de conseguir uma prática pedagógica comprometida.

Na visão de Damiani (2008) práticas colaborativas contribuem para troca de experiência e aprendizagem. Sendo assim, as pessoas envolvidas nesse processo passam a reconhecer o que sabem, o que não sabem e o que precisam aprender coletivamente. Esse tipo de experiência incrementa a superação de limites do grupo favorecendo diretamente na agilidade na análise crítica, na resolução de problemas e nas tomadas de decisões.

Mas afinal o que são práticas colaborativas? Pesquisas voltadas para trabalho em grupo adotam alternadamente os termos **colaboração** e **cooperação** para designá-las. Damiani (2008) aponta que prefixo (*co*) significa ação conjunta, o termo *operare*, em latim, deriva-se de o verbo cooperar e quer dizer operar, executar, fazer funcionar de acordo com o sistema. Já o verbo colaborar que deriva do latim de *laborare* que quer dizer trabalhar, produzir, desenvolver atividades tendo em vista um determinado fim.

Na cooperação, há ajuda mútua na execução de tarefas, embora suas finalidades geralmente não sejam fruto de negociação conjunta

do grupo, podendo existir relações desiguais e hierárquicas entre os seus membros.

Na colaboração, por outro lado, ao trabalharem juntos, os membros de um grupo se apoiam, visando atingir objetivos comuns negociados pelo coletivo, estabelecendo relações que tendem à não-hierarquização, liderança compartilhada, confiança mútua e coresponsabilidade pela condução das ações (DAMIANI, 2008, p. 2015).

No entanto, Damiani (2008) salienta que há diversas formas alternativas de colaboração que, apesar de envolver trabalho em conjunto, não constituem culturas colaborativas por apresentarem subgrupos em disputa, ações coordenadas pela direção das instituições ou ações conjuntas apenas ocasionais.

Assim, Damiani (2008) descreve que grupos colaborativos são aqueles em que todos os componentes compartilham as decisões tomadas e são responsáveis pela qualidade do que é produzido de maneira coletiva.

É importante destacar que esse tipo de prática rejeita o autoritarismo e promove a socialização da aprendizagem. Nesse contexto, o professor assume uma postura de mediação promovendo a criação de ambientes propícios a debates nos quais nenhuma decisão é tomada de maneira individual e no qual há compartilhamento de ideias.

Consideramos que aprender a ouvir e aceitar ideias de outros colegas faz parte de um exercício de descentralização e pode auxiliar em uma construção de conhecimento democrática. Sendo assim, é possível notar benefícios em práticas colaborativas por parte de estudantes e professores.

Damiani (2008) evidencia esses benefícios, em relação aos professores, a partir da análise dos trabalhos de Passos (1999), Magalhães e Celani (2000), Dickel, Colussi, Bragagnolo e Andreolla (2002), Detsch e Gonçalves (2002) e Silva (2002). Nesses trabalhos a autora sugere que os benefícios dos grupos de discussão e trabalhos colaborativos caracterizam através da autoconfiança e maior efetividade no trabalho por parte dos docentes.

Em relação aos discentes, Damiani (2008) escolheu interpretar os trabalhos de Coll Salvador e Collaço (2004) que apontam ganhos em termos de

socialização, controle dos impulsos agressivos, adaptação a normas estabelecidas, superação do egocentrismo, aquisição de aptidões e habilidades e aumento do nível de aspiração escolar.

Desse modo, entendemos o trabalho colaborativo a partir de uma perspectiva dialógica, democrática e antiautoritária. Por fim, concordamos mais uma vez com Damiani (2008) que sugere que práticas colaborativas são capazes de resgatar valores como o compartilhamento e a solidariedade, valores esses que foram se perdendo ao longo dos anos em nossa sociedade extremamente competitiva e individualista.

2.3 Práticas Epistêmicas e Científicas

Nunes (2013) considera que práticas epistêmicas reforçam um ensino de ciências sob a perspectiva de alfabetização científica, favorecendo a aprendizagem de conteúdos e estimulando o raciocínio crítico acerca dos processos de produção de conhecimento. Consideramos que alfabetizar cientificamente os discentes é de extrema relevância, pois aproxima esses sujeitos da cultura científica.

Nesse processo, o estudante participa de práticas científicas que corroboram para que esses sujeitos compreendam diferentes formas de pensar sobre o mundo natural e de explicá-lo. Além disso, esse processo facilita o acesso a uma nova linguagem, com características da cultura científica, um vocabulário das ciências, com termos próprios e específicos usados por cientistas e técnicos.

É importante que esses sujeitos tenham acesso a essa linguagem para que sejam capazes de reconhecer e opinar sobre o desenvolvimento tecnológico da sociedade atual. Além disso, é importante compreender que a atual estrutura da sociedade, que conta com qualidade de vida e diversas formas de comunicação, a qual desfrutamos hoje, só foi possível devido ao avanço tecnológico.

Nesse contexto, consideramos como atividade social as práticas epistêmicas das ciências, reconhecendo que essas práticas são capazes de traçar relações voltadas à construção de explicações, modelos e argumentações, promovendo interações entre alunos, professores e conhecimento. Mas afinal, o que vem a ser prática epistêmica? É possível separar o fazer do pensar?

As práticas epistêmicas estão diretamente ligadas com a forma em que se aprende sobre ciências. Essas práticas, quando incluídas em sala de aula, proporcionam aos sujeitos novas possibilidades de interpretar o mundo.

Nunes e Motokane (2013) consideram que esse tipo de prática pode ser reconhecido a partir da linguagem científica na construção do discurso científico pelos alunos. Desse modo, saber e pensar encontram-se integrados e essas práticas podem ser identificadas através de interações discursivas entre professores e alunos.

Sendo assim, compreendemos que articular esse tipo de prática ao ensino por investigação pode auxiliar na construção do conhecimento científico, tendo em vista que aprender ciência nesse contexto envolve a participação direta de estudantes (junto aos professores), a partir de práticas sociais típicas da cultura científica escolar.

Contudo, entendemos que aprender conceitos científicos não é o único objetivo. Os alunos devem estar aptos a construir habilidades cognitivas a partir dos processos que envolvem atividade científica, tais como: resolução de um problema, levantamento de hipóteses e análise e discussão de dados (SOLINO et al., 2015).

Sasseron e Duschl (2016), com base em Kelly (2008), propõem que práticas epistêmicas seriam a proposição, a comunicação, a avaliação e a legitimação de ideias. A função do professor nesse processo é articular tais movimentos. Quando falamos de práticas, tomamos como referências as ações e discursos que possibilitam que os pensamentos se organizem. Esse processo está sempre em movimento, em construção e em transformação a partir da colaboração dos outros envolvidos nesse mesmo processo.

É importante ressaltar que para caracterizar essas práticas em aulas investigativas é necessário conhecer muito bem o contexto de aplicação da pesquisa, estar atento ao uso da linguagem e do discurso dos discentes e do modo pelo qual ocorrem as interações desses sujeitos antes, durante e depois da aplicação da pesquisa (SASSERON, 2018).

Os estudos de práticas epistêmicas permitem compreender as interações dos estudantes em práticas investigativas desenvolvidas de forma colaborativa a partir da apropriação de conhecimentos científicos. Silva (2009) ressalta a importância de que essas práticas sejam realizadas em ambientes propícios ao ensino de ciências, a fim de que favoreçam atividades investigativas escolares.

As práticas científicas interpretadas a partir de Silva (2009) contam com contribuições da filosofia e sociologia das ciências. Autores como Kelly (2005), Magnusson et al. (2006), Silva (2008) e Sasseron (2019) trazem elementos que qualificam a atividade científica como prática situada socialmente. Sobre isso, concordamos que:

As perspectivas sobre a atividades científicas já mencionadas, torna-se imprescindível que a autoridade cognitiva seja distribuída em sala de aula; o que não sugere que o professor deixa de ser responsável pelas ações didático-pedagógicas, mas sim que as ações para a aprendizagem deixam de ser trabalhadas como empreendimentos privado e, por isso, unitários e individuais, e passam a ser concebidas como empreendimento público, e, portanto social. Abre-se, pois, a possibilidade para o diálogo, para exposição de ideias e, com isso, para o desenvolvimento de respeito pelo pensamento divergente (SASSERON, 2019, p.565-566).

Solino et al. (2015) nos dizem que as hipóteses, o plano de trabalho e a obtenção de dados são ações típicas do trabalho de investigação científica. Em sala de aula, essas ações direcionam os alunos a conclusões sobre os problemas propostos, a partir das explicações elaboradas por esses sujeitos com base no fenômeno investigado.

Desse modo, entendemos a comunidade científica como espaço de criação e elaboração de saberes e, sendo assim, admitimos que o conhecimento científico produz enunciados, conclusões e teorias que não constituem opiniões pois precisam ser sustentadas através de provas (SASSERON, 2016).

Ainda em concordância com Silva (2009) consideramos que o processo de apropriação de práticas sociais da ciência em um ambiente escolar favorece novos discursos e novas culturas que são capazes de promover e valorizar práticas discursivas similares às da comunidade científica

Diante de todo o exposto, estamos de acordo com Bodevan (2020), que relaciona as práticas epistêmicas ao pensar científico. Já as práticas científicas estão mais relacionadas ao fazer científico. A autora considera que, apesar das diferentes características, ambas ocorrem em conjunto, pois são dependentes no processo de construção de conhecimento.

Sasseron (2016), considera o professor como autoridade epistêmica em sala de aula. Valorizamos seu papel na promoção das interações, permitindo assim um engajamento mais efetivo entre os estudantes.

Por fim, essas interações contribuem para que o conhecimento sobre as ciências seja debatido entre alunos com intuito de que esses sujeitos se sintam estimulados a expor suas ideias, avaliá-las e considerar novos elementos em sua proposição.

3. CONCEITOS FÍSICOS ABORDADOS NA INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

3.1 História e Filosofia da Astronomia

Nossos antepassados, ainda na pré-história, foram capazes de perceber que existiam mecanismos e ciclos que refletiam diretamente em suas respectivas atividades aqui no planeta e associaram essas observações à posição dos astros.

Vários séculos antes de Cristo, os chineses sabiam a duração do ano e usavam um calendário de 365 dias. Deixavam registros de anotações precisas de cometas, meteoros e meteoritos desde 700 a.C. [...] Os Babilônios, Assírios e Egípcios também sabiam a duração do ano desde épocas pré-cristãs. Em outras partes do mundo, evidências de conhecimentos astronômicos muito antigos foram deixadas na forma de monumentos, como o de Stonehenge, na Inglaterra que data 3000 a 1500 a.C. Nessa estrutura, algumas pedras estão alinhadas com o nascer e o pôr do Sol no início do verão e do inverno. Os Maias, na América Central, também tinham conhecimentos de calendário e de fenômenos celestes, e os polinésios aprenderam a navegar por meios de observações celestes (FILHO e SARAIVA, 2004 p.1).

São muitos os registros astronômicos de Egípcios, Chineses, Babilônios e Assírios que datam aproximadamente 3000 a.C. Os povos originários do Brasil eram capazes de delimitar o tempo, prever datas de plantios e colheitas, além de definir estações de secas e cheias (AFONSO, 2013).

Veiga et al. (2015) menciona registros ligados à astronomia na Índia desde 1.900 a.C. Segundo os autores, as fontes mais antigas destas narrativas encontram-se no Rig Veda, livro sagrado dos Hindus. Esse livro possui registros de eventos astronômicos ocorridos desde o terceiro milênio a.C. Na visão desses povos (figura 2), o universo é grande, cíclico e extremamente velho.

Os Vedas falam de um universo infinito e os Brahmanas mencionam “yugas” (eras) muito grandes. A visão Védica recorrente do universo exige que o próprio universo passe por ciclos de criação e destruição. Esta visão cíclica se tornou parte da estrutura astronômica desenvolvida por eles e isso fez com que ciclos muito longos, de bilhões de anos, fossem considerados. Os Puranas falam do universo passando por ciclos de criação e destruição de 8,4 bilhões de anos embora também existam ciclos mais longos. Assim, na cosmologia

hindu o universo tem uma natureza cíclica. A unidade de medida usada é a “kalpa”, que equivale a um dia na vida de Brahma, o Deus da criação. Uma kalpa tem aproximadamente 4,32 bilhões de anos. O final de cada “kalpa”, realizado pela dança de Shiva, e também o começo da próxima kalpa. O renascimento segue a destruição. Shiva é representado tendo na mão direita um tambor que anuncia a criação do universo e na mão esquerda uma chama que destruiria o universo. Muitas vezes Shiva é mostrada dançando num anel de fogo que se refere ao processo de vida e morte do universo (VEIGA ET AL., 2015 p.23).

Figura 2 - Visão hindu sobre criação do universo.



Fonte: VEIGA (2015).

A observação ao céu permitiu questionar sobre a natureza do universo ainda que parte das especulações eram ligadas a fenômenos religiosos e místicos, e isso possibilitou o desenvolvimento da astrologia. Por outro lado, a filosofia propôs modelos que possibilitaram a compreensão dos fenômenos astronômicos com base na razão.

De acordo com Afonso e Saraiva (2004), Tales de Mileto (624 - 546 a.C.) foi um dos primeiros a propor modelos celestes baseados no movimento dos corpos celestes e não em manifestações dos Deuses. Os Pitagóricos (Seguidores de Pitágoras) foram os primeiros a chamar o universo de

“Cosmos”. Filolaus de Cretona (470 - 390 a.C.) introduziu a ideia do movimento da Terra. Eudócio de Cnidos (408 - 344 a.C.) foi o primeiro a propor que a duração do ano era de 365 dias e 6 horas.

Aristóteles de Estatira (384 - 322 a.C.) desenvolveu hipóteses acerca das fases da lua a partir dos dados levantados por Anaxágoras de Clazomenae (499 - 428 a.C.). Ele também explicou os eclipses e argumentou sobre a esfericidade da Terra, considerando que as sombras provocadas por eclipses eram sempre arredondadas. Afirmou ainda que o universo era esférico e finito.

Aristarco de Samos (310 - 230 a.C.) foi o primeiro a propor um modelo heliocêntrico consistente para o sistema solar e desenvolveu um método para determinar as distâncias relativas do Sol, Lua à Terra, que é bem próximo aos métodos utilizados por astrônomos atualmente. Ele também mediu tamanhos relativos a esses corpos celestes e, mesmo encontrando valores muito abaixo dos atuais, concluiu que o Sol não poderia estar orbitando a Terra, porque um corpo tão grande como o Sol não poderia girar em torno de um corpo tão pequeno como a Terra.

Ainda de acordo com Afonso e Saraiva (2004), Erastótenes de Cirênia (276 - 194 a.C.) foi o primeiro a medir o diâmetro da Terra. Hiparco de Nicéia (160 - 125 a.C.) era membro da escola de Alexandria do século III a.C. e um dos primeiros a trabalhar na biblioteca de Alexandria. Construiu um observatório na ilha de Rodes onde realizou observações entre os anos de 160 a 127 a.C. Os resultados foram compilados em um catálogo com a magnitude de 850 estrelas.

Ptolomeu (85 d.C. - 165 d.C.) compilou uma série de treze volumes sobre astronomia conhecida como o *Almagesto*, que atualmente é a maior fonte de conhecimento sobre astronomia na Grécia (AFONSO e SARAIVA, 2004).

Hipátia de Alexandria (351 d.C. - 370 d.C.) filha de Téon de Alexandria foi filósofa, matemática e astrônoma. Trabalhou na biblioteca de Alexandria e, de acordo com Garcia et al. (2018, p.6, *apud* Thomas, 1988; Toohey, 2003; Dzielska, 1995) idealizou o astrolábio, contribuiu com o mapeamento dos

corpos celestes, além de ter autoria nos comentários do volume 13 de *Arithmetica de Diophantus* e *Cônicos* de Apolônio de Pérgamo, edições da obra *Almagesto* de Ptolomeu e *Os Elementos de Euclides*, além do texto *O cânone astronômico*.

Para Veiga et al. (2015) a religião cristã herdou as civilizações gregas e romanas, ficando assim responsável pela preservação do conhecimento antigo. A partir do exposto, a ciência foi reduzida à teologia a partir do século IV. Albertus Magnus, um dominicano nascido na Bavária, Alemanha, interpretou e sistematizou, de acordo com a doutrina da igreja católica, todos os trabalhos de Aristóteles. Suas ideias foram defendidas e propagadas por Tomás de Aquino durante o século XIII.

Ainda de acordo com Veiga et al. (2015) houve uma diversidade de interpretações relacionadas a astronomia em diferentes partes da Terra. Os árabes no século VII estenderam suas conquistas do oceano atlântico até a Índia. Em seus impérios eram fundadas bibliotecas de manuscritos antigos, onde reuniam toda literatura grega, egípcia, persa, chinesa e indiana.

No século XI destaca-se na ciência islâmica Abu Rayhan Muhammad ibn Ahmad al-Biruni (973 d.C. – 1048 d.C.). Ele escreveu 146 obras científicas das quais 35 eram sobre astronomia. Sua principal proposta era de que a “Terra era uma esfera e que todas as coisas são atraídas para o seu centro.” Outro grande nome da ciência islâmica foi Abu Ali al-Hasan ibn al-Haytham (965 d.C. - 1039 d. C), seu trabalho mais importante foi o livro “Kitab al-Manazir” sobre óptica. Em seu livro ele prova que as propostas de Euclides, Ptolomeu e Aristóteles estavam erradas. A partir daí ele desenvolveu a teoria que explica o processo da visão por meio de raios de luz que atingem o olho, proveniente de cada ponto do objeto observado.

Durante o período da renascença Veiga et al. (2015) destaca os trabalhos de Nicolaus Copernicus (1473 d.C. - 1543 d.C.), que observou as órbitas dos planetas durante anos e desenvolveu um modelo heliocêntrico do sistema solar e Giordano Bruno (1548 d.C - 1600 d.C.), que por sua vez acreditava em um universo descentralizado, infinito e infinitamente povoado. Posteriormente, os

autores falam sobre as meticulosas observações de Tycho Brahe. As observações desse astrônomo dinamarquês permitiram registrar uma supernova em 1572. É importante destacar que essas observações foram feitas antes da descoberta do telescópio em 1609. Essas observações tiveram tamanha importância que possibilitaram os cálculos precisos de Kepler, para deduzir as leis de órbitas planetárias.

Contudo, de acordo com Pires (2011), um grande salto foi dado na astronomia após a invenção do telescópio, feita pelo holandês Hans Lippershey (1570 - 1619), em 1608 na Holanda. Galileo Galilei (1564 - 1642) ficou sabendo dessa descoberta em 1609 e construiu o seu próprio, mesmo sem ter visto o aparelho original. O aparelho desenvolvido por Galileo ficou conhecido como *perspicillum* e tinha lentes capazes de ampliar aproximadamente três vezes as imagens.

Depois de Galileo, três grandes descobertas que ocorreram no século XVII abriram caminho para melhor compreensão do universo: a comprovação de que o vácuo é possível (comprovada em 1656 por Otto von Guericke), medição da distância Terra-Sol (realizada por Giovanni Domenico Cassini em 1672) e a medição da velocidade da luz (primeira hipótese levantada por Ole Rømer em 1676 que encontrou um valor 25% menor do valor que é estabelecido hoje).

Em seguida, René Descartes, que era defensor do mecanicismo. Segundo Veiga et al. (2015) esse filósofo propôs um modelo não matemático para o universo sugerindo que ele consistia de enormes "redemoinhos" de matéria cósmica.

Posteriormente, Isaac Newton reuniu os estudos e desenvolveu as leis dos movimentos dos corpos e inventou a ferramenta "fluxion", atualmente conhecida como cálculo. Assim, Isaac Newton é considerado o maior de todos os físicos clássicos, por explicar em uma lei matemática o movimento dos planetas, o movimento das marés e a queda da maçã.

Em sua obra "*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*" Newton questionou o movimento da lua, concluindo que o movimento de queda desse

astro pode ser relacionado a uma possível força de atração entre ela e o nosso planeta. Desse modo, ele pode calcular a velocidade e a aceleração gerada pela Terra, concluindo que o conjunto desses fatores produz a órbita da Lua.

A partir do século XVIII os cientistas passaram a ter uma nova compreensão sobre a natureza do universo devido à evolução dos equipamentos usados para observações astronômicas e ao desenvolvimento de novas teorias científicas. Segundo Veiga et al. (2015), Thomas Wright procurou descrever um dos primeiros modelos modernos de universo a partir de suas observações e os descreveu em seu livro "*An original theory or new hypothesis of the universe*" que foi publicado em 1750. As observações feitas por esse filósofo da Via Láctea o fez concluir que a aparência desse astro era causada devido a um efeito óptico produzido por estarmos imersos em uma camada plana de estrelas. Desse modo, Wright concluiu que a Via Láctea resultava de uma distribuição esférica de estrelas.

O astrônomo Wilhelm Friedrich Herschel, em 1773, construiu os maiores telescópios existentes em sua época, que permitiram registros de objetos celestes situados a distâncias muito além do alcance dos telescópios refratores que existiam naquele período.

Em 1775, o filósofo Kant pensou em um universo formado por uma multidão de estrelas que giravam em torno de um centro comum, situando-se todas, aproximadamente, em um mesmo plano. Veiga et al. (2015) sugerem que esse filósofo chegou a essa conclusão a partir do modelo de sistema solar newtoniano para maiores escalas.

Seguimos em consonância com Veiga et al. (2015) que destaca o trabalho de uma pesquisadora, Annie Jump Cannon. Em 1890 ela verificou a possibilidade de classificar as estrelas pelas linhas que apareciam em seu espectro, desse modo surgiu a "classificação espectral de Havard" que usamos até os dias atuais.

O final do século XIX foi marcado por uma série de pesquisadores que defendiam a existência do éter, que seria um meio no qual a luz, o calor, a

eletricidade e o magnetismo deveriam se propagar. Cientistas como Cauchy, Stokes, Thomson e Planck chegaram a postular propriedades para diferentes tipos de éters. Nesse mesmo período James Clerk Maxwell mostrou matematicamente que fenômenos eletromagnéticos se propagam no vácuo com velocidade constante de cerca de 300000 quilômetros por segundo.

Ao verificar que o campo eletromagnético se propagava com uma velocidade essencialmente igual à velocidade da luz (essa velocidade já havia sido medida em 1676 pelo astrônomo dinamarquês Ole Roemer), Maxwell postulou que a própria luz era um fenômeno eletromagnético (VIEGA ET AL, 2015, p.112).

A partir daí a luz passou a ser considerada onda eletromagnética. Em 1878 Maxwell publicou um artigo para a edição *Encyclopaedia Britannica* propondo a existência de um único éter. Um físico, Albert Abraham Michelson contestou a hipótese da existência do éter, no entanto a hipótese do éter só foi abandonada quando as transformações Galileanas e a dinâmica Newtoniana foram modificadas pelas transformações de Lorentz-FitzGerald e pela teoria da Relatividade Restrita de Albert Einstein.

Em 27 de setembro de 1905 Einstein publica um artigo sobre relatividade restrita sugerindo que todas as forças deveriam se transformar de acordo com as transformações de Lorentz-Fitzgerald. Nesse contexto, ele sugeriu que segundo essa regra a lei da gravitação de Newton não seria mais válida, e junto a Henri Poincaré propôs a existência das ondas gravitacionais, que segundo eles devem se propagar com a velocidade da luz.

Viega et al. (2015) sugere que após dez anos de muito trabalho, Einstein conseguiu traduzir sua intuição física sobre o comportamento da natureza em uma teoria matemática que nos descrevia o movimento livre em espaços-tempo curvos. Assim, por descrever uma nova teoria da gravitação, é reconhecida atualmente como Teoria da Relatividade Geral.

Essa teoria foi testada no Brasil por meio de um eclipse solar que foi observado na cidade de Sobral no Ceará em 29 de maio de 1919, onde uma equipe da Royal Astronomical Society obteve medidas da deflexão da luz durante a ocorrência desse fenômeno (VIDEIRA, 2005).

A partir do exposto é possível perceber que a astronomia, assim como qualquer outra ciência, foi/é desenvolvida de forma coletiva. Esse é um tema que transita entre várias áreas do conhecimento que perpassam pela filosofia, história, matemática, geografia, química, biologia e física, o que torna possível desenvolver abordagens de cunho interdisciplinar.

3.2 Teoria da Relatividade Restrita

O tópico de desenvolvimento e implementação do produto educacional aplicado que é abordado neste trabalho, está relacionado com a Teoria da Relatividade Restrita (TRR). Este capítulo tem o intuito de apresentar algumas proposições sobre esse tema, de modo a fundamentar teoricamente alguns desdobramentos metodológicos e didáticos presentes no projeto de astronomia. Iniciaremos esse tópico a partir das observações de Galileu Galilei no estudo de cinemática.

Rosa (2020) atribui o início da ideia de Inércia a Galileu a partir da seguinte interpretação: “Nenhum corpo seria mais móvel ou imóvel, mas estaria em movimento ou repouso em relação a outros corpos”. Sendo assim, para analisar o movimento de uma partícula é necessário estabelecer um sistema de referências considerando particularidades em diferentes referenciais.

Com base nas ideias de Galileu, Newton formulou as leis da mecânica clássica, as famosas leis de Newton. Essas leis são capazes de descrever os fenômenos físicos como sequência de eventos em três dimensões, que consideram o tempo e o espaço como conceitos independentes (YOUNG, FREEDMAN, 2009).

Essas teorias predominaram por aproximadamente 200 anos e a física do século XVII e XVIII ficou conhecida como Física Newtoniana. A física clássica se apoiou durante muito tempo nessas concepções, em diferentes áreas como: Astronomia, Eletromagnetismo e as Teorias de Calor, considerando como principal característica a ideia de associar referenciais inerciais com espaço e tempo absolutos. É importante destacar que tanto para Galileu quanto para

Newton o tempo e o espaço em três dimensões eram considerados conceitos independentes (SANTOS, 2019).

A TRR foi proposta em 1905 e refere-se a medidas aferidas em referenciais inerciais diferentes, em velocidades constantes, um em relação ao outro. Nesse caso é possível considerar ausência de campo gravitacional em consequência do movimento relativo. Já a TR, foi desenvolvida em 1915 descreve referenciais acelerados e a gravidade. Diante disso, Einstein ressignificou as ideias Newtonianas acerca de espaço e tempo (TIPLER e MOSCA, 2006).

Halliday et al. (2009), sugere iniciar esse debate a partir dos dois postulados que Einstein propôs na sua publicação em 1905. O primeiro postulado é conhecido como “Postulado da Relatividade ou Princípio da Relatividade” que trata de desconsiderar o referencial absoluto e sugere que as leis físicas são as mesmas em todos os referenciais inerciais.

Esse postulado exprime a ausência de um sistema universal de referência, pois estabelece que as leis físicas podem ser expressas através de equações que contém a mesma forma em todos os sistemas de referência inerciais nos movimentos relacionados um com outro com velocidade constante (ROSA, 2020, p.39).

O segundo postulado é o da velocidade da luz. Nesse postulado Einstein sugere que a luz no espaço vazio, pode se propagar com velocidade determinada independente da fonte luminosa, ou seja, a velocidade da luz no vácuo é a mesma independente do referencial inercial. É importante destacar que essa é uma propriedade comum a todas as ondas. A partir desse segundo postulado, Einstein foi capaz de determinar uma velocidade limite no universo (YOUNG e FREEDMAN, 2009).

Enfatizamos que esses postulados foram e são testados até os dias atuais, o que os validam diante da comunidade científica. Santos (2019) destaca uma série de premissas que são decorrentes desses postulados:

Um evento que ocorre simultaneamente em relação a um observador pode não ocorrer simultaneamente em relação a outro observador.

Quando há movimento relativo entre dois observadores e eles realizam medidas de intervalos de tempo e de distância, os resultados obtidos podem ser diferentes.

As leis da conservação da energia e da conservação do momento linear, em qualquer sistema de referencial inercial, podem ser reestruturadas a segunda lei de Newton e as equações para energia cinética e momento linear (SANTOS, 2019, p.22).

De acordo com Silva Filho (2007) consequências mais relevantes desses dois postulados são:

- i – Dilatação do tempo;
- ii – Contração do comprimento;
- iii – Simultaneidade;
- iv – Variação da massa com a velocidade.

Em altas velocidades, os efeitos relativísticos surgem como consequência natural de uma nova maneira de relacionar as coordenadas entre dois referenciais, movendo-se a velocidade relativa constante. Assim sendo, só é possível observar esses efeitos provenientes das transformações de coordenadas relativísticas.

É importante destacar que mesmo considerando a TRR contrária à intuição, ela corresponde quando testada experimentalmente. Sendo assim, consideramos que esses postulados foram de extrema importância para que Einstein fosse capaz de desenvolver concepções sobre tempo, espaço, massa e energia utilizando argumentos físicos e matemáticos.

A partir da generalização das conhecidas transformações de Galileu e com base nos postulados acima citado, dentro de um contexto onde podemos considerar a velocidade da luz constante, surgem as Transformações de Lorentz. Essas transformações revolucionaram a física modificando as concepções de tempo e espaço, preservando o caráter universal e absoluto da luz.

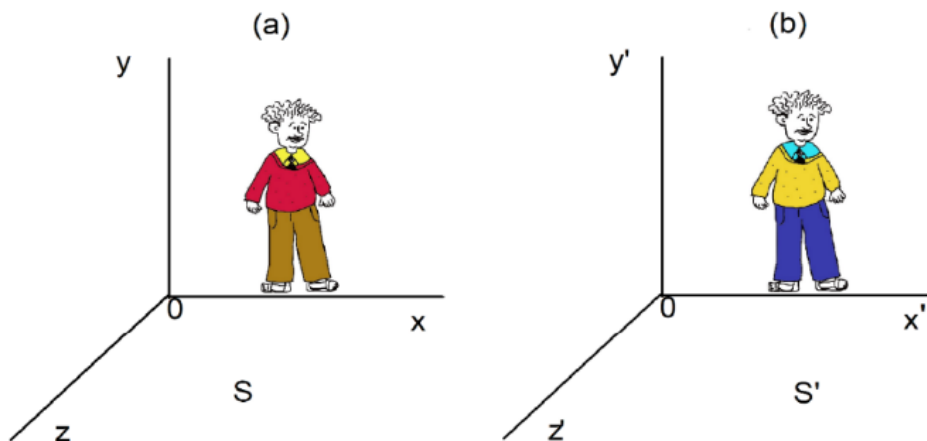
Nesse novo modelo, a interpretação do tempo passa a depender do movimento relativo do referencial, perdendo seu caráter universal e adquirindo o status de coordenada, que é modificado ao passar de um sistema de coordenadas para outro. A partir daí, surge uma consequência singular: a modificação do conceito de simultaneidade, que vamos discutir mais adiante.

Nas próximas seções será descrita as consequências dos postulados de Einstein, as transformações de Lorentz, Dilatação do tempo, Contração do comprimento e a sincronização dos relógios ou simultaneidade.

3.2.1 Consequências do Postulado de Einstein

Esse tópico foi desenvolvido com base no trabalho de Rosa (2020). Nesse trabalho a autora adota um sistema cartesiano ortogonal de coordenadas x, y, z conforme a figura 3:

Figura 3 - Referenciais S e S' movendo-se com velocidade relativa.



Fonte: ROSA (2020, p.42).

Nesse primeiro momento, vamos descrever o referencial S (a) a partir de um sistema x, y, z , com origem em 0. Sendo assim, podemos considerar ainda que o sistema S está se movendo com velocidade constante \vec{v} em relação ao sistema S'.

Agora vamos considerar o sistema S' (b), que também pode ser descrito a partir dos referenciais x', y', z' , com origem em O' , que se move com velocidade v em relação a S .

Para encontrar uma relação entre as coordenadas e o tempo, vamos usar os postulados, considerando que as origens dos dois referenciais coincidem num tempo $t = t' = 0$.

Pelas transformadas de Galileu temos:

$$x' = x + vt, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = t \quad (8)$$

A transformação inversa é dada por:

$$x = x' + vt', \quad y = y', \quad z = z', \quad t = t' \quad (9)$$

Vamos considerar que a velocidade v é muito menor que a velocidade da luz c . Nesse caso, podemos descrever as velocidades através das seguintes equações:

$$u_x = \frac{dx}{dt} \text{ em } S; \quad (3)$$

$$\text{Em } S' \text{ é: } u'_x = \frac{dx'}{dt'} = \frac{dx'}{dt} = \frac{d}{dt}(x - vt) = u_x - v \quad (10)$$

Derivando novamente é possível notar que a aceleração é a mesma em ambos referenciais:

$$a = \frac{du_x}{dt} = \frac{du'_x}{dt'} = a'_x. \quad (11)$$

Em velocidades próximas à da luz c , as transformações de Galileu não expressam validade. Nesse caso, é necessário obter a transformada relativística, válida para o postulado de Einstein. Nesse caso, vamos adotar a mesma equação clássica incluindo uma constante multiplicadora:

$$x = \gamma (x' + vt') \quad \text{e} \quad x' = \gamma (x - vt), \quad (12)$$

Nesse contexto, a constante γ , que se refere ao fator de Lorentz, depende de v e c e independe das coordenadas. Agora vamos imaginar um pulso de luz que parte da origem S em $t=0$, Com $t=t'=0$, na origem de S' em $t' = 0$.

Considerando que os postulados que exigem que $x = ct$ em S e $x' = ct'$ em S'. Substituindo x por ct e x' por ct' , temos:

$$ct = \gamma (c + v)t' \quad \text{e} \quad ct' = \gamma (c - v)t. \quad (13)$$

Por fim, dividindo os lados por t , e eliminando t/t' teremos então que γ :

$$\gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v^2}{c^2}\right)}} \quad (14)$$

3.2.2 As Transformações de Lorentz

Em 1890, Hendrik A. Lorentz desenvolveu e aplicou suas transformadas no intuito de harmonizar as leis de Newton com eletrodinâmica, sob um contexto no qual obedecessem aos postulados de Einstein (SANTOS, 2020).

Lorentz realizou substituições nas transformadas de Galileu com o objetivo de satisfazer a teoria relativística. É importante ressaltar que as transformações de Lorentz consideram que a velocidade da luz no vácuo possui o mesmo módulo c em todos os referenciais inerciais.

Essas transformações estão de acordo com os postulados de Einstein, que determinam como as posições e tempos mudam de um referencial inercial para outro atendendo a condições relevantes:

As equações matemáticas que expressam as leis físicas precisam apresentar a mesma forma em todos referenciais inerciais;

Subscrever com as transformações de Galileu no limite para baixas velocidades, visto que as equações matemáticas que expressam as leis da mecânica newtoniana são covariantes face as transformações de Galileu;

Para todos os referenciais inerciais, o módulo de velocidade da luz no vácuo deve ser o mesmo;

Transformar a coordenada do tempo, além das coordenadas do espaço, em consequência de que as noções de tempo e espaço absolutos, na teoria da relatividade restrita de Einstein foram abandonados (SANTOS, 2019, p.24).

Os eventos são descritos a partir de três coordenadas que descrevem a posição do evento no espaço e uma para descrever o tempo em que o evento acontece. Nesse contexto, a TRR traz a relação entre os sistemas de coordenadas, em movimento relativo e com velocidade uniforme, um em relação ao outro.

A figura 2 descreve um sistema de coordenadas S , movendo-se a uma velocidade v em relação ao sistema de coordenadas S' . Chamaremos de eixo x uma direção qualquer ligada a esse sistema.

Agora vamos considerar que os eixos y e z encontram-se em direções perpendiculares entre si e entre o eixo x . Nesse caso, é possível descrever os eventos no sistema S utilizando as coordenadas (x, y, z, t) e (x', y', z', t') no sistema de coordenadas S' . Sendo assim, temos que:

$$x = \gamma (x' - vt')$$
 (15)

$$y = y'$$

$$z = z'$$

$$t = \gamma \left(t' - \frac{vx'}{c^2} \right)$$

Essas expressões associam o espaço-tempo em um mesmo evento físico em referenciais quaisquer. Quando analisamos o movimento de S' em relação a S , as transformações inversas são dadas por:

$$x' = \gamma (x - vt)$$
 (16)

$$y' = y$$

$$z' = z$$

$$t' = \gamma \left(t - \frac{vx}{c^2} \right)$$

Segundo Santos (2019), as transformações de Galileu são válidas como aproximação, no limite em que $v \ll c$, $\gamma \rightarrow 1$ e $t = t'$. No entanto, se $v > c$, o

fator de Lorentz (γ) torna-se um número complexo e conseqüentemente x' e t' também se tornam complexos. Em decorrência disso, é possível evidenciar a impossibilidade da existência de dois corpos com movimentos em módulos de velocidade superior à velocidade da luz.

3.2.3 Dilatação do tempo

De acordo com Santos (2019), o intervalo de tempo é diferente para diferentes referenciais inerciais se tomarmos como base a transformação temporal, proposta por Lorentz.

O autor sugere uma nova reflexão acerca dos referenciais presentes na figura 2. Dentro desse contexto, vamos imaginar que S' se movimenta com velocidade v na direção e sentido de X e X' . Considerando a análise de dois eventos físicos hipotéticos, como por exemplo, o acender e apagar de uma lanterna no mesmo lugar no espaço $(x',0,0)$, partindo do referencial S' e instantes de tempo t'_1 (para lanterna acesa) e t'_2 (para lanterna apagada) Halliday et al. (2009).

Nesse contexto, é possível determinar o intervalo de tempo que transcorreu no referencial S , expressa na equação (9), com base na transformada de Lorentz para o tempo, conforme $\Delta t = t_2 - t_1$:

$$t_1 = \gamma \left(t'_1 + \frac{vx'_1}{c^2} \right) \quad (17)$$

$$t_2 = \gamma \left(t'_2 + \frac{vx'_2}{c^2} \right) \quad (18)$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 \quad (19)$$

$$= \gamma \left(t'_2 + \frac{vx'_2}{c^2} \right) - \left(t'_1 + \frac{vx'_1}{c^2} \right) \quad (20)$$

$$= \gamma (t'_2 - t'_1) \quad (21)$$

Relacionando a $\Delta t' = t'_2 - t'_1$, temos:

$$\Delta t = \gamma \Delta t' \quad (22)$$

O fator de Lorentz (γ) tem valor superior ou igual a unidade, o que justifica $\Delta t > \Delta t'$. Desse modo, o intervalo de tempo observado por relógios iguais é diferente em dois sistemas referenciais inerciais. Sendo assim, é possível verificar que o intervalo de tempo menor é medido por um relógio em repouso no referencial onde o evento ocorreu.

A notação Δt_0 indica o intervalo referente a um fenômeno que ocorreu na mesma posição espacial, ou seja, é o intervalo de tempo próprio, medido no referencial em que os eventos ocorrem no mesmo lugar do espaço. Sendo assim, podemos reescrever a expressão (16) da seguinte forma:

$$\Delta t = \gamma \Delta t_0 \quad (23)$$

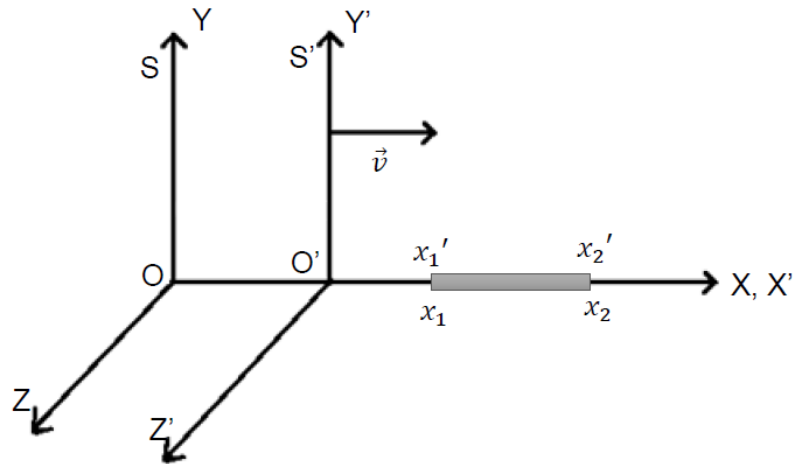
Portanto, ao analisar a expressão (23) é possível notar que o intervalo de tempo entre os dois eventos físicos é menor que o intervalo de tempo observado entre os mesmos eventos aferido em qualquer outro referencial inercial. Sendo assim, em concordância com Santos (2020), podemos concluir que o intervalo de tempo Δt medido em qualquer outro referencial será sempre maior que o tempo próprio. Esse fenômeno de expansão do tempo é denominado dilatação temporal.

3.2.4 Contração do comprimento

De acordo com Silva Filho (2007), a contração do comprimento está diretamente relacionada com a dilatação do tempo. Nesse sentido, um objeto medido num referencial S' em repouso é percebido em um comprimento próprio $L_0 = x'_2 - x'_1$.

Figura 3: Dois sistemas de referenciais inerciais S e S' , com S' movendo-se com velocidade \vec{v} em relação a S . As extremidades de uma régua situada paralelamente aos eixos X e X' possuem coordenadas x_1 e x_2 em S e x'_1 e x'_2 em S' .

Figura 4 - Sistemas referenciais inerciais S e S'.



Fonte: SANTOS (2019, p.28).

Tomando como referência a figura 4, vamos considerar a seguinte situação hipotética onde a régua está disposta paralelamente entre os eixos X e X', e está em repouso em relação a S'. Ainda considerando esse referencial, as coordenadas espaciais da régua estão nas extremidades x'_1 e x'_2 . Sob o referencial S a régua tem velocidade \vec{v} e coordenadas x_1 e x_2 .

O comprimento no referencial S é $L_0 = x_2 - x_1$. Considerando ainda que x_1 e x_2 encontram-se nas extremidades do objeto observado temos que:

$$x'_2 = \gamma (x_2 - vt_2) \quad (24)$$

$$x'_1 = \gamma (x_1 - vt_1) \quad (25)$$

Com $t_2 = t_1$, subtraindo a segunda equação na primeira:

$$x'_2 - x'_1 = \gamma (x_2 - x_1) \quad (26)$$

Resolvendo $x_2 - x_1$:

$$x_2 - x_1 = \frac{1}{\gamma} (x'_2 - x'_1) \quad (27)$$

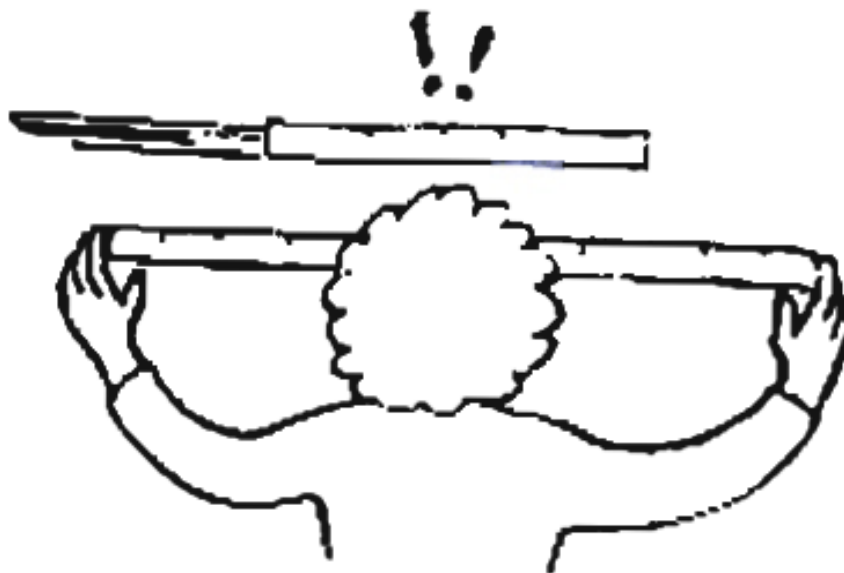
$$(x'_2 - x'_1) \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \quad (28)$$

Reescrevendo a equação para encontrar o comprimento próprio L_0 temos:

$$L = \frac{1}{\gamma} L_0 \quad (29)$$

Essa expressão permite calcular a contração do comprimento, mostrando que o comprimento em L diminui à medida que a velocidade se aproxima da velocidade da luz c . De acordo com Silva Filho (2007) é importante ressaltar que Lorentz obteve esse resultado antes de Einstein utilizando apenas a teoria eletromagnética. A figura 5 ilustra a contração do comprimento:

Figura 5 - Contração de uma régua em movimento relativo ao observador em movimento.



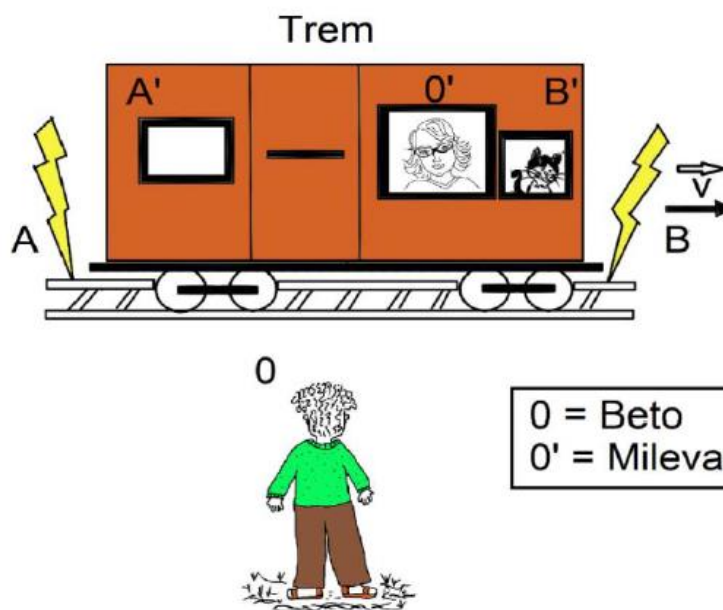
Fonte: SILVA e FILHO (2007, p.26).

3.2.5 Não Simultaneidade

Rosa (2020) se apoia nas ideias de Tipler e Mosca (2017) para afirmar que a simultaneidade não é um conceito absoluto. De acordo com a autora, Einstein fazia experimentos mentais nos quais ele idealizava sistemas e eventos para desenvolver suas teorias. Ela enuncia o famoso experimento mental, onde Einstein imaginava um trem se movendo com velocidade v , que passa pela

plataforma de uma estação e é atingido por raios em suas extremidades a fim de ilustrar o conceito, conforme na figura 5:

Figura 6 - Trem se deslocando com velocidade próxima de c .



Fonte: ROSA (2020, p.49).

Ao analisarmos a figura 6, notamos que dois raios atingem as duas extremidades do trem A' e B' e o solo nos pontos A e B. Adotamos os personagens Beto (0) observador em repouso e Mileva (0'), movendo-se junto com o trem, com velocidade uniforme de aproximadamente c .

Agora vamos considerar que os raios atinjam o solo e Beto simultaneamente. Para Mileva, observadora dentro do trem, os raios atingiram o solo e Beto no mesmo instante. Já para Beto, o raio do atingiu o solo antes de atingi-lo. Portanto, podemos concluir que dois eventos podem ou não ser simultâneos, dependendo do estado de movimento do observador (ROSA, 2020).

A autora ressalta a necessidade de aferir o tempo em cada evento com relógios diferentes. Para ter o intervalo de tempo medido, basta subtrair os tempos dos diferentes relógios. Nesse contexto, segundo a autora temos:

Relógios sincronizados: Dois eventos que são simultâneos em um referencial não simultâneos em outro referencial que estejam em movimento em relação ao primeiro.

Eventos simultâneos: Dois eventos num referencial são simultâneos se os sinais luminosos dos eventos alcançam ao mesmo tempo um observador situado na metade do caminho entre estes eventos.

Definição de simultaneidade: Dois eventos num referencial são simultâneos se os sinais luminosos dos eventos alcançarem ao mesmo tempo, um observador situado na metade do caminho entre estes eventos.

Relógio mostra tempo adiantado: Se dois relógios estiverem sincronizados no referencial no qual ambos estão em repouso, estarão fora de sincronização num referencial que se desloca ao longo da linha que liga os dois relógios, e um dos relógios estará adiantado (marca um tempo posterior) em relação ao outro por:

$\Delta t_s = L_0 \frac{v^2}{c^2}$, onde L_0 é a distância própria entre os relógios (ROSA, 2020,p.48-49).

Diante do exposto, ressaltamos que dois eventos simultâneos em um certo sistema de referência inercial, não podem ocorrer de maneira simultânea em qualquer outro referencial inercial (YOUNG e FREEDMAN, 2009; SANTOS, 2019 e ROSA, 2020).

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 Tipo de pesquisa

Essa pesquisa tem natureza qualitativa do tipo pesquisa-intervenção. Esse tipo de pesquisa viabiliza que a construção de conhecimento seja produzida de maneira coletiva de modo a possibilitar problematizações, o que por sua vez contribui com novas possibilidades de fazer e pensar em metodologias educacionais (ROCHA e AGUIAR, 2003).

Rocha e Aguiar (2003), com base em Lewin (1969), nos diz que esse tipo de pesquisa se aproxima da pesquisa-ação. Nesse sentido, a pesquisa ganha dimensão utilitária e, o pesquisador, o papel de agente facilitador do amadurecimento das relações humanas.

Tais experiências caminham no sentido da articulação entre teoria/prática e sujeito/objeto, na medida em que o conhecimento e a ação sobre realidade se fará na investigação das necessidades e interesses locais, na produção de formas organizativas e de uma atuação efetiva sobre essa realidade, podendo levar a transformações sociais e políticas, dando as populações excluídas uma presença ativa na história (ROCHA E AGUIAR, 2003, p.65).

A natureza pesquisa-intervenção propõe metodologias coletivas que favorecem debates e cooperação nas produções durante o processo de investigação. De acordo com as autoras, esse tipo de pesquisa por sua ação crítica e implicativa, amplia as condições de um trabalho compartilhado. Nesse âmbito, a intervenção evidencia que o pesquisador/pesquisado, ou seja, sujeito/objeto fazem parte do mesmo processo.

4.2. Procedimentos da intervenção

A intervenção pedagógica foi desenvolvida em três momentos: (i) Desenvolvimento e execução do projeto de astronomia “Estrelas do amanhã”; (ii) Aplicação do projeto piloto, em 2019, com alunos do ensino regular; (iii) reaplicação do projeto, em 2020, com alunos na modalidade regular, EJA e técnico integrado.

A produção dos dados gerados pela intervenção foi feita pelos seguintes instrumentos: diário de campo da professora, gravações de áudios, recortes de discussões com os alunos no WhatsApp, produções textuais e digitais dos alunos, tais como: *banners* em formato acadêmico, textos em formato de resumo para submissão à MAES, vídeos e animações e elaboração de página de divulgação científica em rede social.

As gravações de áudios foram produzidas durante conversas assíncronas em que os alunos se manifestaram de forma coletiva no grupo do WhatsApp para levantar hipóteses.

Os recortes do levantamento de hipóteses foram produzidos nos momentos em que os alunos debatiam acerca do processo de investigação dos aplicativos. As produções escritas foram produzidas durante o processo de elaboração de textos em formato acadêmico para submissão dos trabalhos na MAES.

Os dados referentes à produção de vídeos, animações e páginas de divulgação científica em rede social foram produzidos no decorrer de dois anos, sempre utilizando recortes das interações em momentos assíncronos no WhatsApp. O diário de campo foi preenchido no decorrer dos encontros.

No processo de análise dos dados buscamos identificar indícios do desenvolvimento de práticas epistêmicas e científicas nas atividades investigativas e colaborativas durante a culminância do projeto de astronomia.

5. DESCRIÇÃO DOS RESULTADOS DA INTERVENÇÃO

5.1 Características da escola e dos estudantes

Essa intervenção foi feita em uma escola estadual, que fica localizada em Sooretama, um município no interior do Espírito Santo, com população estimada em aproximadamente 30.000 habitantes, segundo o IBGE 2019.

A escola fica localizada no centro do município e abriga alunos de regiões urbanas e rurais, oferecendo ensino técnico integrado² do Pronatec com os cursos de administração e informática. A principal fonte econômica do município é a agricultura e isso interfere diretamente no desempenho dos discentes, tendo em vista, que uma parte deles só tem renda fixa em períodos de colheitas.

Desse modo, nesse período³, em alguns meses do ano, há evasão desses sujeitos. Por outro lado, há de se destacar que uma parcela significativa desses alunos se ocupa dos três horários (matutino, vespertino e noturno), pois estudam e trabalham e/ou estudam, trabalham e fazem o curso técnico integrado. Isso pode justificar o baixo desempenho em sala de aula, em que a grande maioria desses alunos demonstram exaustão e problemas relacionados com depressão e ansiedade.

A escola fica bem localizada no centro da cidade. Apesar de passar por recentes reformas, há pouca ventilação nas salas de aula, no entanto, há vídeo monitoramento em todas as salas. Em estações em que a temperatura aumenta, alguns estudantes passam mal por conta do calor. Há apenas uma sala de aula com ar condicionado.

Não há quadras de esportes e, nesse contexto, os alunos praticam jogos de tabuleiro, totó e ping pong durante as aulas de educação física. A escola possui uma sala de aula reservada para educação especial AEE (atendimento

² Modalidade de ensino onde o aluno realiza a formação técnica ao mesmo tempo que cursa o ensino médio

³ Período de colheita do café, principal fonte de renda do município, costuma ocorrer de maio a setembro.

educacional especializado). O local reservado para o planejamento dos professores é bem arejado, possui ar condicionado, televisão, armários e dois computadores para ser compartilhado por todos os docentes.

Há um laboratório pequeno de ciências, com capacidade para cerca de 20 alunos, que divide espaços para experimentos de física, química, biologia e matemática. As bancadas do laboratório são altas e as paredes de cerâmica. O ambiente possui ar condicionado que pode, algumas vezes, não funcionar devido a problemas técnicos. Existem alguns kits de experimentos de física que foram comprados com recursos da escola, que recebe verbas anuais devido ao bom desempenho no PAEBES.

Há uma biblioteca pequena com um acervo de livros sucinto, no entanto, ela se mantém fechada por falta de funcionários. Há um laboratório de informática com cerca de 20 computadores e 44 chromebooks, no entanto, não há equipe técnica para possíveis reparações. O pátio é cercado por grades por causa dos altos índices de violência que ocorrem nos arredores da escola. É possível notar um esforço muito grande por parte da direção e de toda equipe pedagógica da escola para que tudo se mantenha em ordem.

Essa mesma equipe busca oferecer atendimento individualizado aos alunos, durante todo ano, com intuito de diminuir a evasão escolar. Essa medida tem sido eficaz, tendo em vista que os alunos abordados, após diálogo com a equipe pedagógica da escola, decidem permanecer.

Foi sob esse contexto que desenvolvemos essa pesquisa. Participaram dessa pesquisa alunos das modalidades de ensino médio regular, ensino técnico integrado e EJA (Educação de jovens e adultos). Assumimos aqui o compromisso ético da pesquisa relacionado ao protocolo de ética em pesquisas com seres humanos⁴ (CONEP), buscando preservar as identidades dos envolvidos.

⁴ Conep 196/96 – comitê de ética e pesquisa

5.2. Contexto de pandemia da Covid-19⁵ em 2020

O retorno das aulas em fevereiro de 2020 ocorreu como previsto no calendário. Como ocorre em todos os anos, na primeira semana aplicamos uma avaliação diagnóstica, que foi corrigida para que os alunos pudessem ter um feedback em relação ao desempenho individual de cada sujeito. Seguimos de forma rotineira com aulas expositivas dialogadas. Ainda em fevereiro estávamos diante de rumores de que um vírus mortal e desconhecido estava se espalhando.

Em março, a mídia seguiu divulgando o mapa de risco, que mostrava o número de contaminados e mortos em consequência da disseminação do coronavírus. Diante disso, em 16 de março de 2020 o governador publicou o decreto estadual nº 4593-R que discorria sobre o estado de emergência em saúde pública no estado do Espírito Santo. Esse decreto estabeleceu medidas administrativas e sanitárias para prevenção, controle e contenção dos riscos decorrentes da pandemia.

No dia seguinte foi publicado o decreto nº 4597-R sobre as medidas de enfrentamento da emergência de saúde pública decorrente do coronavírus na educação. Esse decreto orientava a suspensão das atividades educacionais a partir do dia 23 de março de 2020 pelo prazo de quinze dias em escolas da rede pública municipal e estadual, universidades e faculdades.

Ainda, no dia 23 de março de 2020, o governo federal publicou a portaria MEC nº 343 que previa a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto a pandemia durar. Com o avanço da pandemia no estado, o governador autorizou a instituição de regime emergencial de aulas não presenciais, por meio do decreto nº 4606-R, como medida preventiva à disseminação da covid-19.

Em 02 de abril de 2020 a secretaria do estado (SEDU) instituiu por meio da portaria nº 48-R o programa escoLAR. O objetivo do programa era o envio das

⁵ A Covid-19 é uma infecção respiratória aguda causada pelo coronavírus SARS-CoV-2, potencialmente grave, de elevada transmissibilidade e de distribuição global.

atividades pedagógicas não presenciais (APNP), junto a metodologias inovadoras, de modo a utilizar tecnologias em favor dos estudantes.

Durante esse período, nós professores fomos orientados a buscar informações em plataformas digitais. No entanto, havia professores com pouco ou nenhum recurso, preparo emocional e/ou habilidade tecnológica para entrar em um curso nessa modalidade. Além disso, o ambiente de casa mostrou-se como um elemento que dificultava a participação dos docentes nessas formações, tendo em vista a dificuldade de conciliar atividades rotineiras de casa com as formações.

A maior parte dos professores, e eu me incluo nessa estatística, não conseguiu concluir os cursos aos quais estavam matriculados. Isso gerou ansiedade e medo de não conseguir permanecer em um sistema educacional totalmente novo.

A partir do mês de abril, iniciamos a utilização do programa escoLAR, que contempla um conjunto de recursos de apoio a alunos e professores. Professores e alunos receberam *logins* e senhas para acessar o programa por meio desse aplicativo gratuito. O aplicativo possibilita o acesso a uma ferramenta do google (google sala de aula). Nessa plataforma é possível incluir textos, vídeos, fotos, elaborar questionários de correção automática e anexar arquivos. Enfim, há várias possibilidades tecnológicas que permitem despertar o interesse dos discentes, além de contribuir e facilitar com o trabalho dos professores.

Por outro lado, as formações oferecidas aos docentes ocorriam por meio de canais do YouTube. Havia docentes com pouco ou nenhum acesso à internet, outros não tinham habilidades com tecnologias e, por isso, não conseguiam acessar as formações. Além disso, nossos recursos digitais quebravam constantemente. Após as formações, recebemos a orientação de que devíamos postar atividades semanalmente e acompanhar a efetividade por parte dos alunos no cumprimento das mesmas.

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 permitiu pensar em novas estratégias para atingir esse público.

Diante disso, elaboramos grupos de WhatsApp para enviar atividades aos alunos com acesso restrito a internet, pois entendemos que alguns alunos tinham pacotes de internet que possibilitam apenas a utilização de redes sociais e whatsapp. Com intuito de atender aos alunos sem nenhum acesso à internet, desenvolvemos um material impresso, disponível mensalmente aos alunos que eram avisados por meio de ligações, a se apresentar na escola em dias e horários específicos, evitando assim aglomerações.

6. CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO DE INTERVENÇÃO PEDAGÓGICA

6.1 A Mostra de Astronomia do Espírito Santo (MAES) como elemento motivador

A MAES é um evento que ocorre em espaços não formais e conta com exposições, palestras, discussões e observações do céu noturno. Dentro desse contexto, podemos considerá-la um evento completo (OLIVEIRA e HORTA, 2020).

Os trabalhos apresentados são desenvolvidos por alunos do ensino fundamental e médio com auxílio de professores orientadores. Nessa perspectiva, de acordo com Oliveira e Horta (2020), os professores abandonam o papel de transmissor do conhecimento para atuar como mediadores, criando um ambiente propício para que os discentes assumam o protagonismo em relação ao ensino e aprendizagem, propondo hipóteses e aprendendo com os próprios erros. Sobre isso:

Essa forma de atuação está alinhada com a metodologia de ensino por investigação que, por sua vez, é uma alternativa para o método tradicional de ensino, permitindo uma aproximação dos conteúdos ministrados em sala de aula às habilidades previstas nas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) da educação básica. Além disso, a pesquisa científica direcionará tanto os processos de confecção dos trabalhos para mostra quanto os conteúdos curriculares previstos na legislação (OLIVEIRA e HORTA, 2020, p.144-145)

A estratégia de colocar o aluno no centro do processo de aprendizagem permite que ele desenvolva um alto grau de autonomia. Desse modo, o estudante assume uma postura parecida com a de pesquisadores e cientistas. A construção dos trabalhos exige leitura e interpretação de textos acadêmicos, produções de resumos para submissão, construção de *banners* em formatos acadêmicos no qual são apresentados materiais, objetivos, metodologia utilizada, resultado e conclusões obtidas (GONÇALVES, 1987).

A apresentação das pesquisas ocorre por meio dos estudantes, que assumem uma postura de protagonistas, levando para os visitantes do evento o

conhecimento produzido por eles ao longo de meses. Nesse contexto, eles deixam a postura de meros aprendizes para assumir uma postura de mediação do conhecimento para a comunidade ali presente. Com isso, o objeto de estudo pode ser transmitido efetivamente a um número maior de pessoas.

O professor pesquisador tem a responsabilidade de orientar o aluno para que seu trabalho tenha uma direção. De acordo com Queiroz et al.:

Educar pela pesquisa tem como condição essencial primeira, que o profissional da educação seja pesquisador, ou seja, maneje a pesquisa como princípio científico e educativo e a tenha como atitude cotidiana (QUEIROZ ET AL., 2002, p.80).

Nesse sentido, a MAES viabiliza a disseminação de pesquisas construídas por discentes com auxílio do professor orientador para diversos públicos. Salientamos a importância de eventos científicos na formação dos estudantes e na mudança de prática docente.

Cada edição da MAES é dividida em três fases: Etapa1 - Submissão de resumos, que ocorre no site do evento; Etapa 2: Apresentação dos trabalhos que ocorre na UFES de São Mateus, Vitória e Alegre e por fim a Etapa 3: Apresentação dos trabalhos aprovados na primeira etapa e premiação.

As etapas 2 e 3 ocorrem em ambientes não formais. Em 2018 e 2019 ocorreram no campus da UFES e do IFES. Nesses espaços os estudantes tiveram acesso a uma bateria de seminários ministrados por professores e pesquisadores convidados, observações do céu noturno com telescópio, oficinas e palestras (OLIVEIRA E HORTA, 2020).

Esses autores problematizam a baixa adesão de alunos de escolas públicas estaduais. Eles levantaram dados referente às edições de 2018 e 2019 que demonstraram um crescimento na submissão de trabalhos advindos de escolas federais e uma queda de 30% no número de participantes oriundos de escolas públicas estaduais entre os anos de 2018 e 2019.

Dentro desse contexto, eles acreditam que isso se dá a falta de incentivo aos estudantes pesquisadores, tendo em vista que em 2018 foram distribuídas 15

bolsas de estudo de iniciação científica Jr e em 2019 não houve distribuição de bolsas.

Destacamos aqui que a organização do evento vem buscando viabilizar um maior número de submissões advindo de escolas públicas, desenvolvendo estratégias através do diálogo com a SEDU, aumentando o número de bolsas de ICJr e criando uma nova modalidade de bolsas para professores orientadores dessa modalidade (OLIVEIRA E HORTA, 2020).

6.2 A criação do Clube de Astronomia “Estrelas do amanhã”

Essa proposta teve o intuito de despertar o interesse dos alunos pelas ciências, em especial em física e astronomia, a partir da motivação produzida pela oportunidade de participação na MAES.

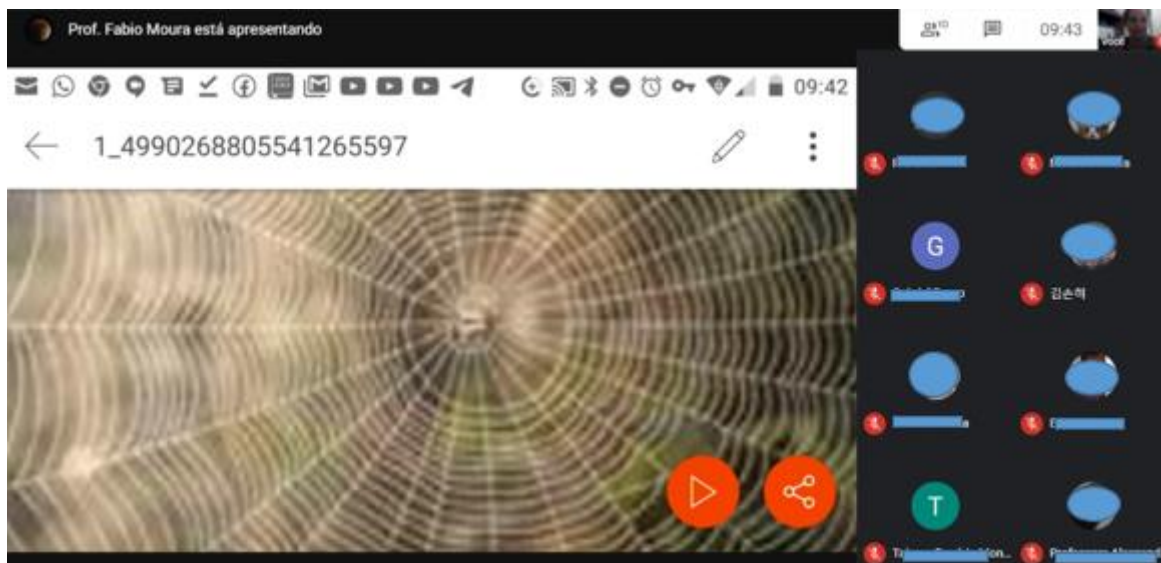
É importante ressaltar que esse projeto foi aplicado em dois anos consecutivos. Em 2019 sob o contexto de ensino regular, onde os encontros ocorriam no laboratório de ciências de forma presencial na escola (Figura 7) e no WhatsApp de forma assíncrona. Já em 2020 sob o contexto de ensino remoto, os momentos síncronos ocorriam pelo *google meet* (Figura 8) e pelo WhatsApp de modo assíncrono.

Figura 7 - Reunião do clube de astronomia no laboratório de ciências da escola em 2019.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Figura 8 - Reunião seguida de palestra em uma aula síncrona durante o ensino remoto em 2020 pela plataforma do google meet.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

O clube de astronomia possui várias atividades que favorecem o envolvimento dos alunos. Dentro do projeto, os alunos aprendem a manipular aplicativos de smartphones, softwares de computadores, participam de palestras, tem a oportunidade de observar o céu noturno através de telescópios, viajam representando a escola em eventos e interagem de forma direta com pesquisadores.

O objetivo do clube, portanto, é inserir alunos do ensino médio da rede pública na ciência, viabilizando que projetos desenvolvidos por esses alunos possam ser submetidos em eventos científicos.

6.3 Quem pode participar do clube de astronomia?

Todo e qualquer estudante da escola. Em 2019, cerca de 15 estudantes ingressaram no clube de astronomia. Havia estudantes do primeiro, segundo e terceiro série do ensino médio, no entanto, a maior parte desses estudantes desistiu por encontrar dificuldades em conciliar as atividades do projeto com outros compromissos.

É importante destacar que durante a segunda etapa (elaboração de trabalhos e submissão), os integrantes do clube de astronomia que estavam na 3º série do ensino médio desistiram do projeto, devido a sobrecargas nos três turnos e dedicação ao ENEM. Seis alunos chegaram à segunda etapa e um aluno foi classificado para terceira etapa.

Em 2021, mesmo diante do contexto de isolamento social e atividades remotas, cerca de 25 alunos ingressaram no clube de astronomia. Além dos alunos de todas as séries do ensino médio regular, ingressaram alunos da modalidade técnico integrado e EJA. Aqui destacamos que o projeto aplicado em 2021 contou com um menor número de evasão apesar do contexto de ensino remoto. Tivemos desistência de nove alunos, 16 alunos chegaram à segunda etapa e todos foram classificados para terceira etapa.

6.4 Descrição dos encontros

Os encontros ocorriam de forma síncrona ou assíncrona, dependendo da demanda em ambos os anos, ou seja, nas duas edições do Clube de Astronomia.

Cabe ressaltar que os chamados “encontros” correspondem a momentos ou etapas do processo de investigação e elaboração dos trabalhos produzidos pelos estudantes para a MAES, nos anos de 2019 e 2020. Na descrição dos encontros vamos nos referir às atividades realizadas em 2019 como **1ª Edição** do Clube de Astronomia. As atividades realizadas em 2020 correspondem à **2ª Edição**.

Em cada uma das edições do Clube de Astronomia foi mantido o mesmo roteiro de orientação e a mesma sequência de atividades durante o processo de construção dos trabalhos. Isso tornou possível que a descrição dos encontros abrangesse as situações relativas a cada um desses momentos de discussão e orientação, ocorridas nas duas edições.

Nessa seção buscaremos descrever o projeto, assim como suas respectivas atividades. A tabela abaixo foi elaborada com intuito de descrever as atividades propostas no clube de astronomia, durante o segundo semestre do ano letivo:

Tabela 1 - Descrição das atividades propostas aos alunos em ambos os anos.

Encontro 1	Apresentação dos integrantes e das diretrizes do clube de astronomia
Encontro 2	Investigando aplicativos de forma assíncrona
Encontro 3	Apresentando sugestões de temas de pesquisa ligados a astronomia e formando os grupos de pesquisa.
Encontro 4	Definindo materiais de pesquisa (artigos e reportagens) e modelos de apresentação (banner, slides, animações e vídeos).
Encontro 5	Aprendendo a escrever textos acadêmicos no formato de resumos para submissão dos trabalhos
Encontro 6	Submissão dos resumos
Encontro 7	Divulgação dos resultados das submissões e estratégias para desenvolvimento dos trabalhos
Encontro 8	Conhecendo ferramentas digitais para elaboração dos <i>banners</i> ;
Encontro 9	Confecção do banner
Encontro 10	1° Ensaio para apresentação
Encontro 11	2° Ensaio para apresentação
Encontro 12	Participação da primeira fase da MAES
Encontro 13	Correção dos trabalhos para nova submissão
Encontro 14	1° Ensaio para apresentação
Encontro 15	2° Ensaio para apresentação
Encontro 16	3° Ensaio para apresentação
Encontro 17	Participação da segunda fase da MAES

Fonte: Arquivos pessoais da autora.

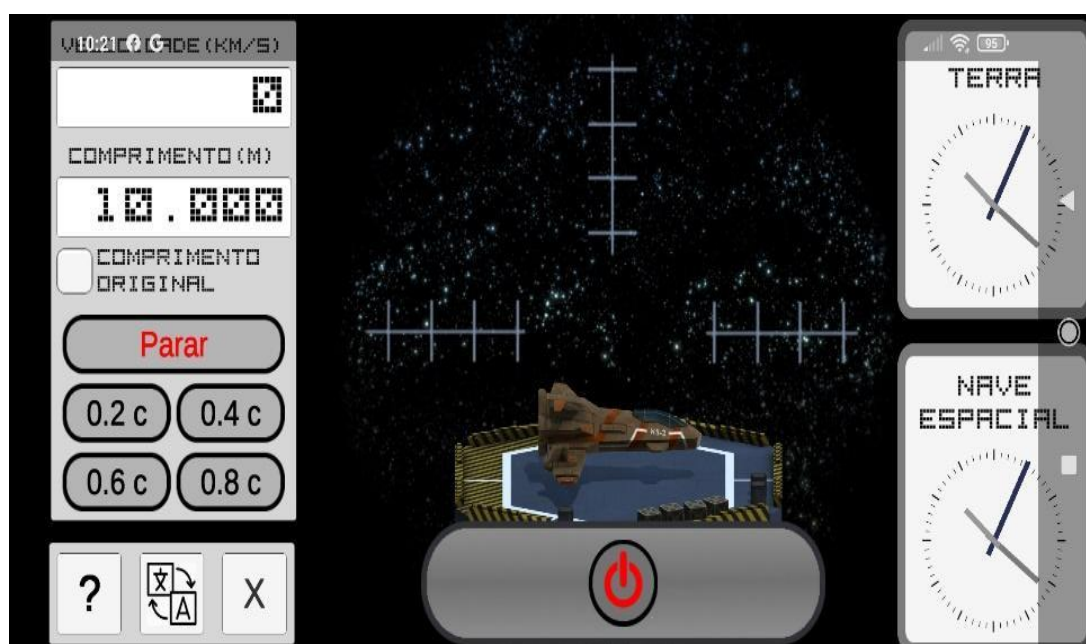
ENCONTRO 1

Iniciamos o encontro apresentando os integrantes e falando sobre astronomia. Na 1ª Edição contamos com a presença de cerca de 20 alunos. Na 2ª Edição o

primeiro encontro ocorreu pelo Google Meet. Nesse período a escola optou pelo ensino remoto por causa da pandemia do novo Coronavírus.

Nesse encontro o ponto de partida era o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes acerca do objeto de estudo da Astronomia. Em 2019 uma parcela significativa dos alunos disse acreditar que essa ciência estudava horóscopos, signos e fenômenos místicos. Ficou claro que os alunos se referiam à astrologia, demonstrando assim pouca ou nenhuma familiaridade com esta área do conhecimento. Foi então que sugeri que os alunos baixassem os aplicativos Carta Celeste (Figura 9), *Relativisc space-time* (Figura 10) e assistissem o primeiro episódio da série Cosmos na versão do Neil deGrasse Tyson⁶ disponível de forma gratuita no YouTube.

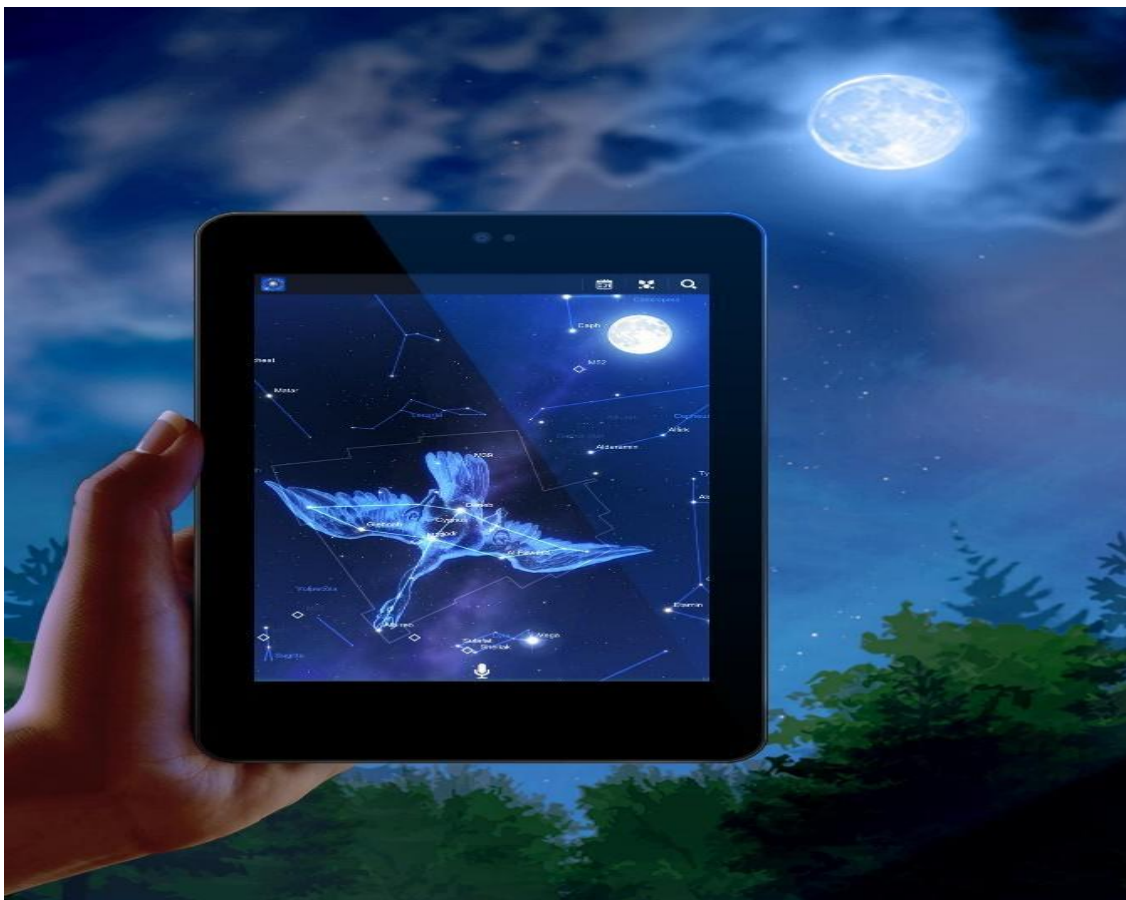
Figura 9 - *Relativistic space-time*.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

⁶ Neil deGrasse Tyson é um astrofísico, escritor e divulgador científico americano. Tyson é o diretor do Planetário Hayden no Centro Rose para a Terra e o Espaço e investigador associado do departamento de astrofísica no Museu Americano de História Natural.

Figura 10 - Carta celeste.



Fonte: Google imagens.

O primeiro aplicativo foi elaborado pelo Prof. Dr. Thieberson Gomes com intuito de ilustrar fenômenos ligados à teoria da relatividade restrita. O segundo aplicativo caracteriza objetos astronômicos, tais como: constelações, satélites, planetas, galáxias, nebulosas e constelações.

Na 2ª Edição, a maior parte dos alunos reconheceu que a astronomia estuda objetos astronômicos como planetas, luas e estrelas. No entanto, mostraram um certo receio pois acreditavam que para entender essa ciência eles deveriam conhecer todas expressões matemáticas que descrevem os fenômenos astronômicos. Entendi em ambos os anos que esses alunos precisavam passar por um processo de desconstrução. Esse processo ocorreu de forma gradativa durante os encontros do Clube de Astronomia.

ENCONTRO 2

O encontro 2 ocorreu de forma assíncrona utilizando como recurso principal o smartphone, no aplicativo de WhatsApp, por conta da rotina carregada dos alunos. Após a instalação dos aplicativos, foi proposto o seguinte problema inicial: O que é possível aprender sobre Astronomia a partir da utilização desses aplicativos?

Tratava-se de um problema com o grau de abertura muito alto, ou seja, os alunos tinham autonomia para explorar o aplicativo e trazer propostas de resolução a partir das suas próprias percepções.

Os resultados desta atividade superaram muito as expectativas. Evidenciamos que muitos conceitos começaram a ser construídos por parte dos alunos, de forma coletiva a partir do processo de investigação por meio da exploração das funcionalidades dos aplicativos. Durante a investigação, eles foram capazes de desenvolver e testar hipóteses e sistematizar o conhecimento.

ENCONTRO 3

Na 1ª Edição o terceiro encontro ocorreu no laboratório de ciências da escola. Nesse encontro discutimos o método científico, enfatizando a ideia de que a ciência é uma construção humana. Para tanto, foram apresentadas diversas contribuições de filósofos e cientistas para a construção de conhecimentos relacionados à astronomia.

Aqui é importante destacar que o objetivo nesse encontro foi desconstruir a imagem de cientistas como “gênios”, mostrando que a ciência é construída de forma coletiva. Após essa conversa sugeri que os alunos formassem grupos de pesquisa com interesse em comum para desenvolver seus respectivos trabalhos de pesquisa de forma coletiva.

A recomendação era que os alunos trabalhassem temas ligados à ciência nacional para mostrar o papel do Brasil na construção de conceitos científicos e na produção tecnológica. A partir daí os alunos escolheram os seguintes temas de pesquisa: “Astrobiologia”, “Satélites naturais e artificiais”, “Eclipse de Sobral”

e “A contribuição de uma pesquisadora Brasileira⁷ no estudo da energia escura”. Infelizmente tivemos um grande número de evasão de alunos e com isso, apenas os alunos responsáveis pelos dois últimos temas desenvolveram os trabalhos até o final do projeto.

Na 2ª Edição, por conta do ensino remoto, esse encontro ocorreu pela plataforma do google meet. Preparei slides com resultados do ano anterior (Figura 11) com intuito de mostrar tudo que conseguimos graças à participação dos meninos no projeto em 2019. Novamente, abordamos a ciência como construção humana e destacamos a importância de trabalhar de forma coletiva. Dessa vez, por se tratar de um grupo maior, sugere diversos temas de pesquisa sobre astronomia. Novamente os grupos foram formados por interesse em comum, ou seja, os grupos eram bem heterogêneos. Havia alunos de diferentes modalidades e séries no mesmo grupo.

Figura 11 -Slide usado na apresentação do projeto: Clube de astronomia “Estrelas do Amanhã” pelo Google Meet em 2020.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

⁷ A Pesquisadora é Marcelle Soares-Santos, uma física brasileira. Professora na Universidade Brandeis, é pesquisadora no Fermi National Accelerator Laboratory, em Batavia, próximo a Chicago. Sua pesquisa foca nas características de ondas gravitacionais e na energia escura.

Na 2ª Edição os temas escolhidos foram: “Possibilidade de vida inteligente fora da Terra”, “Energia escura”, “Astrofotografia”, “Astronomia Guarani”, “Eclipse de Sobral” e “Evolução estelar”.

ENCONTRO 4

Na 1ª Edição esse encontro ocorreu no laboratório de ciências. O tema do encontro tinha como foco a importância de se utilizar fontes de consulta seguras como trabalhos acadêmicos e artigos científicos. Lemos um artigo sobre o eclipse de Sobral e uma matéria do site da Sociedade Brasileira de Física que apresentava as contribuições da pesquisadora Marcelle Soares. Desta forma, proporcionamos aos estudantes experiências de leitura de trabalhos de natureza acadêmica e divulgação científica.

Ainda na 1ª Edição foi publicado o edital da MAES, que orientava que os trabalhos submetidos fossem apresentados no formato de banner na primeira fase e no formato de apresentação de Power Point na segunda fase. Assim sendo, os alunos foram orientados a utilizarem o Power Point para construir seus respectivos *banners*. Havia receio por parte de vários integrantes por desconhecerem essa ferramenta. Por esta razão, os encontros seguintes foram realizados no laboratório de informática.

Na 2ª Edição o quarto encontro ocorreu de forma assíncrona pelo WhatsApp. Assim, os alunos compartilhavam os trabalhos que eles haviam encontrado em suas buscas no Google Acadêmico ou em fontes indicadas pela professora.

O edital da MAES em 2020 determinava que os alunos gravassem um vídeo apresentando os seus trabalhos. A primeira fase estava prevista para ocorrer de forma remota e havia a promessa de bolsas de iniciação científica para os trabalhos mais bem colocados.

Sugerimos aos alunos que utilizassem a criatividade na escolha do formato dos trabalhos, desse modo, alguns manifestaram interesse em apresentar no formato de slides. Um grupo teve a ideia de montar uma página de divulgação científica no *Instagram*, a qual alimentavam com fotos do céu produzidas por

eles; outro grupo resolveu montar um curta metragem com os mais velhos da aldeia Guarani. Dois outros grupos optaram por fazer uma animação curta e, por fim, o último grupo optou por produzir um filme de animação com fantoches.

É interessante notar que esses alunos tinham dificuldades com o uso de aplicativos de smartphone. Alguns desconheciam softwares básicos como o Power Point e, agora, já se mostravam confiantes para produzirem peças audiovisuais de diversos formatos e sobre diversas temáticas de cunho científico, além da desenvoltura que adquiriram no manuseio dos simuladores astronômicos. Um ganho surpreendente em termos de aprendizagem!

ENCONTRO 5

Na 1ª Edição o quinto encontro ocorreu no laboratório de informática (Figura 12). Os alunos puderam acessar o site da MAES e ver que havia um *template* do banner. Souberam também que a apresentação deveria ser produzida em formato acadêmico. Foi assim que foram apresentados às normas técnicas para elaboração de trabalhos acadêmicos, abrangendo os tópicos de introdução, metodologia, desenvolvimento, análise dos resultados e conclusão. Foi necessário esclarecer o que significava cada tópico. É muito importante nesta etapa que os alunos possam contar com a disponibilidade e apoio do professor para auxiliar na construção dos textos.

Figura 12 - Processo de construção do banner no laboratório de informática da escola em 2019.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Após essa conversa, o próximo passo seria a produção de um resumo simples, no formato de texto dissertativo que deveria ser submetido no site da MAES. Simultaneamente deveriam indicar os tópicos para o banner em casa e trazer para revisão no encontro seguinte.

Na 2ª Edição o quinto encontro ocorreu novamente de forma assíncrona pelo WhatsApp, com o devido feedback das produções dos estudantes.

Destacamos que a maior parte dos alunos não tinha computador. Desse modo, os textos eram escritos e compartilhados através do WhatsApp e as professoras colaboradoras convertiam o texto nos formatos exigidos pela MAES.

ENCONTRO 6

O sexto encontro foi dedicado ao processo de submissão dos resumos. Esse procedimento tão comum na vida acadêmica, que inclui a socialização dos resultados das pesquisas em eventos científicos, era uma experiência nova e instigante para os alunos.

Na 1ª Edição a submissão dos resumos ocorreu no laboratório de informática da escola, após leitura e discussão dos textos com os alunos. Já na 2ª Edição, após leitura e feedback, os trabalhos foram submetidos em momentos assíncronos, em dias e horários diferentes e mantendo contato com os discentes pelo WhatsApp. Destacamos aqui, que em 2020 contamos com a colaboração de uma professora de língua portuguesa que corrigiu todos os resumos antes da submissão.

Ressaltamos que o envolvimento e a colaboração de professores de outras áreas são sempre desejáveis na realização de projetos escolares.

ENCONTRO 7

Em ambas as edições, todos os resumos submetidos foram aprovados para participar da MAES. Na 2ª edição, mesmo com o contexto do ensino remoto, dois grupos submeteram trabalhos em outro evento científico estadual: A feira “*Gênios de multigêneros + Cultura + Arte*” que também ocorreu de forma remota devido à pandemia do novo coronavírus.

Aqui ressaltamos a importância de submeter os trabalhos dos alunos a mais de um evento, quando possível. Isso oportuniza a interação dos discentes com alunos, pesquisadores e públicos diferentes, o que conduz a agregação conhecimentos diferentes.

A MAES é um evento que explora conceitos específicos sobre Astronomia. Já a feira de ciências “*Gênios de multigêneros + Cultura + Arte*” é um evento que atravessa diversas áreas do conhecimento. A feira de ciências é um evento estadual no qual os alunos tem um maior grau de liberdade na escolha dos trabalhos. Isso possibilita que o aluno assuma o protagonismo não apenas ao incluir a pesquisa no formato exigido, mas também induz ao discente buscar

diferentes estratégias de apresentação, levando em consideração movimentos culturais e artísticos como representações visuais, maquete ou SLAM⁸.

Os trabalhos ficam expostos no site e nas redes sociais do evento e recebem números expressivos de visualizações, o que corrobora com um dos critérios de avaliação da feira de ciências, que é o número de curtidas nos vídeos.

Aqui ressaltamos o apoio essencial da equipe pedagógica e das professoras orientadoras na divulgação dos trabalhos em suas respectivas redes sociais, a fim de atingir um número de curtidas razoável. Evidenciamos que esse caráter colaborativo na divulgação dos trabalhos é essencial para o envolvimento dos alunos.

ENCONTRO 8

Esse encontro ocorreu no laboratório de informática na 1ª edição. Apresentamos aos alunos um *template* de banner e sugerimos algumas ferramentas de edição no power point.

Um dos alunos se destacou na utilização desse recurso e descobriu uma infinidade de ferramentas. Aqui há evidências de que oportunizar o acesso a esse software permitiu que o discente fosse capaz de descobrir habilidades relacionadas a informática básica e como consequência o aluno mostrou um auto grau de empoderamento ao atender alguns comerciantes locais montando *banners* e propagandas com a ferramenta de power point.

Além disso, o mesmo aluno auxiliou, através de um curso, uma professora que tinha dificuldades em trabalhar com ferramentas digitais. Segue o relato transcrito da professora:

“[...] Eu não dava aula para turma dele. Mas quando você me mostrou o trabalho dele e me falou dele sic, eu precisava ter um suporte de tecnologia porque sic é uma falha da gente não buscar compreender melhor a tecnologia

⁸ SLAM ou Poetry Slams é caracterizado como batalha de poesia falada, semelhante as apresentações que ocorrem em Saraus, decoradas ou lidas em minutos em um contexto social próximo a realidade do autor.

que é uma ferramenta né?! Bem importante! Essa ferramenta possui o poder de alavancar e diminuir a desigualdade social educativa sic. É uma ferramenta que nos dá suporte para que o aluno possa ampliar seu conhecimento com auxílio do professor. Então... O aluno Thales⁹ mostrou que para idade dele sic, era muito maduro, um tanto profissional, mas sabe aquele profissional que ainda está começando e precisa de muito incentivo? [...] Eu precisava de alguém que me desse um suporte para trabalhar com Windows e então ele me disse que achava melhor me dá um suporte de maneira geral primeiro sic [...] Então ele mesmo preparou a aula e o mais interessante é que ele não tinha computador! Ele fez isso através de celular [...] e ele também usou o equipamento da escola. No final das aulas eu ia com ele para o laboratório de informática [...] eu ficava bem à vontade e não tinha vergonha de não saber usar as ferramentas ali disponíveis, porque o desenvolvimento tecnológico foi muito acelerado e a gente que é de outro período “ficou para trás”... Não sei. Alguém precisa se preocupar com essa questão do professor que está defasado [...] Então o Thales demonstrava uma preocupação muito grande em preparar a aula o que ele ia ensinar e preparava lições e me ligava perguntando se eu tinha feito sic. Depois ele viu que aquela linha não estava legal sic, e me disse que ia mudar e que ia preparar uma apostila. Depois disso, a gente acabou se afastando, pois entramos em período de férias [...] Foi uma forma de incentivo me colocar junto dele pra aprender e ele me mostrou o quanto tem talento”!

Na 2ª edição, por conta do ensino remoto, apenas um grupo tinha acesso livre ao computador e conseguiu editar o banner. O *template* do banner dessa edição tinha descrições do que deveria ser escrito em cada tópico (Figura 13). Ainda assim, apenas um grupo conseguiu editar sozinho, diante desse contexto de ensino remoto. Os outros grupos enviaram os textos pelo WhatsApp para que pudessemos incluir nos *banners* e posteriormente, submeter a MAES.

⁹ Thales é o nome fictício do aluno.

Figura 13 - Template do banner em 2020.

III Mostra de Astronomia do Espírito Santo

TÍTULO DO PROJETO (ARIAL 20, NEGRITO MAIÚSCULO, ESPAÇAMENTO ENTRELINHAS 1cm)
(Limite máximo de 2 linhas)

NOME DA INSTITUIÇÃO DE ENSINO (Arial 20)

NOME DOS AUTORES (Arial 11, caixa alta, centralizado) E ORIENTADORES (em negrito).

<p>INTRODUÇÃO: [Descrever uma breve introdução do projeto desenvolvido]. - Texto com alinhamento justificado, fonte Arial 12, espaçamento entrelinhas simples.</p> <p>OBJETIVOS: [Descrever o(s) objetivo(s) do projeto]. - Texto com alinhamento justificado, fonte Arial 12, espaçamento entrelinhas simples.</p> <p>METODOLOGIA: [Descrever a metodologia de pesquisa e coleta de dados]. - Texto com alinhamento justificado, fonte Arial 12, espaçamento entrelinhas simples.</p>	<p>RESULTADOS: [Descrever os resultados obtidos com o projeto]. - Texto com alinhamento justificado, fonte Arial 12, espaçamento entrelinhas simples.</p> <p>FIGURAS E TABELAS:</p> <div style="text-align: center;">  <p><small>Figura 1: Lua minguante</small> Título da figura, fonte Arial 8 em negrito, alinhamento centralizado.</p> </div> <p>REFERÊNCIAS: [Citar a bibliografia utilizada para o desenvolvimento do projeto, seguindo as normas da ABNT]. - Texto com alinhamento justificado, fonte Arial 12, espaçamento entrelinhas simples.</p>
---	---



Fonte: MAES (2020).

ENCONTRO 9

Esse encontro foi promovido novamente no laboratório de informática na 1ª edição. Ocorreu com intuito reparar possíveis alterações no arquivo do power point e nos respectivos textos. Após as correções, os trabalhos foram encaminhados ao diretor da escola que utilizou recursos da escola para imprimir cada uma das versões.

Aqui destacamos que o apoio da gestão escolar é essencial para construção de projetos escolares. A gestão escolar se preocupou em disponibilizar os recursos necessários para produção do banner, agendando horário no LIED¹⁰ para que os alunos pudessem utilizar os computadores da escola para produzir. Também foi uma preocupação da gestão custear com a impressão dos *banners*. A figura 14 mostra o resultado final dos trabalhos:

Figura 14 - *Banners* dos grupos 1 e 2.

The image displays two educational banners produced by student groups. The left banner, titled "Contribuições de uma astrofísica brasileira em relação a Energia Escura", is a blue-themed poster with white text and includes logos for UEL 50 and Cosm-ufes. It is divided into seven sections: 1. Resumo, 2. Introdução, 3. Metodologia, 4. Desenvolvimento da pesquisa, 5. Conclusão, 6. Referências, and 7. Agradecimentos. The right banner, titled "A GRANDE CONTRIBUIÇÃO DO BRASIL NA COMPROVAÇÃO DA TEORIA DA RELATIVIDADE DE EINSTEIN", is a white-themed poster with blue text and also features the UEL 50 and Cosm-ufes logos. It follows the same seven-section structure. Both banners include small images: a galaxy for the left and a solar eclipse for the right. The text in the banners is dense and appears to be a student-written report or presentation on their respective topics.

Fonte: Arquivo pessoal da autora.

A figura 15 mostra o banner produzido pelo único grupo com acesso irrestrito a computador e um banner com os textos dos tópicos produzidos pelos alunos e editado pelas professoras orientadoras no contexto do ensino remoto na 2ª edição:

¹⁰ LIED: Laboratório de informática educacional.

Figura 15 - Banner produzido integralmente por um grupo de alunos x banner com textos produzidos pelos alunos e editado pelas professoras orientadoras.

III Mostra de Astronomia do Espírito Santo

ASTROFOTOGRAFIA

INTRODUÇÃO:
Astrofotografia é um tipo especializado de fotografia que envolve gravar imagens de corpos celestes e grandes áreas do céu noturno.

OBJETIVOS:
O objetivo desse trabalho é desenvolver uma página no Instagram para divulgação científica, onde vamos expor o céu de nossa cidade.

METODOLOGIA:
Para capturar imagens do céu noturno, nós utilizamos a câmera do celular Xiaomi Redmi Note 8. Para editar as fotos, utilizamos os aplicativos Adobe Lightroom e Snapseed; Para identificar os objetos astronômicos, saber de eventos, observamos as constelações e corpos celestes, utilizamos os aplicativos StarWalk 2 e Stellarium.

RESULTADOS:
Como resultado, temos a página Mundo Astrofotográfico@astrofotografia_art no Instagram.

REFERÊNCIAS:
Junior, R.S.S. Astrofotografia Digital: proposta de um projeto de exposição de astrofotografias em escolas do ensino médio. Disponível em: <<https://doi.org/10.24036/2019.149>>. Acesso em 29/09/2020.

FIGURAS:



Figura 1: Galáxia de Andrômeda



Figura 2: Via Láctea



Figura 3: Southern Cross of Carina

III Mostra de Astronomia do Espírito Santo

ASTRONOMIA GUARANI

INTRODUÇÃO:
Esse trabalho pretende abordar tópicos de astronomia, a partir da perspectiva dos povos originários do Brasil e do Espírito Santo. Tendo como base o olhar do povo Guarani para interpretar constelações, passagem do tempo através de relógio solar, estações do ano e fenômenos das marés.

OBJETIVOS:
Divulgar a perspectiva astronômica construída a partir dos povos nativos originários de nossa região, valorizando a diversidade presente a partir do olhar desses sujeitos.

METODOLOGIA:
Esse trabalho vem sendo construído a partir dos artigos: "As constelações indígenas brasileiras" e "O céu dos índios do Brasil" do autor, Germano Bruno Afonso.

RESULTADOS:
Como resultado desse trabalho temos a participação nesse evento. Pretendemos, dentro das possibilidades, publicar um trabalho com esse tema no formato de artigo.

FIGURAS E TABELAS:



Figura 1: Constelação do Homem Vento



Figura 1: Constelação da Anta do Norte

REFERÊNCIAS:
Afonso, G.B. As constelações indígenas Brasileiras. Observatórios virtuais. UFPR. Disponível em: <<http://www.telescopiosnaescola.pro.br/indigenas.pdf>>. Acesso em 05/10/2020.
Afonso, G.B. O céu dos índios do Brasil. Anais da 60ª reunião anual da SBPC. Rio Branco, AC, Julho de 2014.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

ENCONTRO 10 E 11

Na 1ª edição, por conta do calendário escolar, não foi possível ensaiar para apresentação da primeira fase. Havia provas e atividades de fechamento de trimestre com datas próximas a do evento. Sendo assim, sugeri aos alunos que ensaios ocorressem em casa, para apresentações no evento que ocorreu em outro município.

É importante ressaltar que atribuir ao aluno a responsabilidade de se preparar para apresentação não foi uma estratégia muito válida, tendo em vista o fato de que um dos trabalhos apresentados na primeira edição foi desclassificado porque o grupo não conseguiu responder as perguntas formuladas pela banca com segurança.

Já na 2ª edição o site da MAES anunciava que, a primeira fase em 2020, ocorreria de forma remota no site do evento. Dentro desse contexto, os organizadores do evento solicitaram um vídeo de no máximo dez minutos,

gravado pelos integrantes de cada grupo, com intuito de apresentar os trabalhos de forma sucinta e clara. Apresentação para banca avaliadora ocorreu em horário agendado previamente.

Alguns alunos tiveram bastante dificuldade para gravar o vídeo. Entre as maiores dificuldades relatadas pelos alunos destacamos as seguintes: falta de aparato tecnológico para gravar com qualidade; dificuldade para falar em público; problemas com ruídos e/ou barulhos externos; impossibilidade de isolamento, tendo em vista que em algumas casas não havia portas ou divisórias e problemas com áudio do smatphone.

Ainda assim, ao final do processo, esses alunos superaram todas as adversidades e gravaram os vídeos dentro das orientações da III MAES. Esses trabalhos estão presentes até os dias atuais no site do evento¹¹.

ENCONTRO 12

A primeira fase da II MAES na 1ª edição ocorreu no campus da CEUNES em São Mateus-ES. Havia trabalhos expostos de diversas escolas do norte do estado. Evidenciamos que o apoio da direção da escola foi de extrema importância para que esses estudantes pudessem ocupar esse espaço. Os alunos receberam ajuda de custo da escola nessa etapa para o transporte e alimentação. Os trabalhos foram expostos em estandes e apresentados para alunos dos cursos de graduação da UFES, para escolas de São Mateus que visitaram o evento e também para banca avaliadora conforme a figura 16.

¹¹ Página de apresentação dos trabalhos no site do evento: <https://www.cosmo-ufes.org/apresentacoes2020.html>

Figura 16 - Apresentação do grupo com tema “Eclipse de Sobral” na primeira fase da MAES em 2019.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

A banca avaliadora era composta por pesquisadores de duas instituições: UFES e IFES. Entre os trabalhos avaliados um foi aprovado para segunda fase que ocorreu em no município de Guarapari em dezembro desse mesmo ano. O outro trabalho foi desclassificado pois o grupo não conseguiu atender as expectativas da banca ao responder algumas perguntas.

A avaliação dos trabalhos na 2ª edição ocorreu pela plataforma *google meet* conforme a figura 17. Por conta do contexto remoto, a banca foi orientada pela

organização do evento a assistir ao vídeo e olhar o banner disponível no site do evento e, posteriormente entrevistar os alunos em horários agendados. Durante a entrevista, os avaliadores fizeram algumas sugestões de melhorias. Todos os seis trabalhos foram aprovados nessa etapa.

Figura 17 - Apresentação do grupo com tema “Energia escura” na primeira fase da MAES.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

É importante destacar que na MAES os alunos competiam por modalidades de ensino:

Modalidade 1: Escola pública de Ensino Fundamental;

Modalidade 2: Escola pública de Ensino Médio Estadual;

Modalidade 3: Instituto Federal;

Modalidade 4: Escolas Privadas.

ENCONTRO 13

O trabalho aprovado para segunda fase na 1ª edição estava relacionado ao eclipse de Sobral e tinha como título “A grande contribuição do Brasil na comprovação da teoria da relatividade de Einstein”. O aluno que submeteu o

trabalho produziu 12 slides com base no artigo: “Einstein e o eclipse de Sobral” de 1919, do autor Antônio Augusto Passos Videira.

Já na 2ª edição, cada grupo editou o trabalho conforme a banca havia sugerido. Essa etapa ocorreu durante o ensino híbrido, o que possibilitou que os alunos utilizassem como recursos computacionais disponíveis na escola para criar os slides e editar os vídeos.

Os grupos puderam contar com a colaboração das professoras orientadoras na produção e edição dos slides. Os estudantes também interagiam entre si sugerindo melhorias nos trabalhos dos colegas. Isso possibilitou que os alunos aprendessem com as pesquisas desenvolvidas pelos colegas.

ENCONTROS 14, 15 E 16

Os ensaios ocorreram no auditório da escola em ambos os anos e contou com apoio de toda equipe pedagógica e de colegas de turmas. Em 2020 os alunos por iniciativa própria reuniram-se cerca de três vezes para ensaiar. Os grupos que assistiam aos ensaios e os professores orientadores auxiliavam sugerindo melhorias nos slides, na postura e nas falas dos estudantes.

ENCONTRO 17

A segunda fase ocorreu no IFES de Guarapari na 1ª edição. O apoio financeiro da escola foi imprescindível mais uma vez. O aluno que participou dessa etapa, recebeu ajuda de custo da escola para transporte, alimentação e hospedagem. Nessa fase, os trabalhos selecionados foram melhor avaliados por outra banca que era composta por pesquisadores que trabalham com astronomia em várias Universidades Brasileiras. Havia estudantes de várias modalidades de ensino e de diferentes escolas de todo o estado.

A participação desse aluno na 2ª fase da MAES permitiu que ele e outros estudantes entendessem que muitos tópicos abordados em sala de aula têm aplicações no campo da pesquisa. Assuntos relacionados ao movimento da Terra, posição dos trópicos e meridianos, História e Filosofia das ciências, Fenômenos ondulatórios... enfim, muito do que o aluno vê de forma

fragmentada em sala de aula é apresentado como uma estrutura única no campo da pesquisa. Além disso, poder ver a aplicação desses tópicos justifica a abordagem desses mesmos elementos em sala de aula.

O aluno que participou da 1ª edição interagiu com os outros estudantes e pode aprender com as apresentações dos colegas e com as palestras. Nas palestras, pesquisadores que desenvolvem trabalhos em astronomia, discorreram sobre temas relevantes utilizando uma linguagem simples.

A apresentação do trabalho durou cerca de 20 minutos e o aluno mostrou bastante segurança. Como tratava-se de nossa primeira experiência nesse tipo de evento, optamos por retornar antes do final. Alguns dias depois fomos surpreendidos por um e-mail com o certificado (Figura 18) e avisando que o nosso trabalho havia ficado classificado em 3º lugar entre as escolas públicas estaduais.

Figura 18 - Certificado da segunda fase da MAES em 2019.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Mesmo diante do contexto de pandemia em 2020, o evento ocorreu de forma presencial em Guarapari, seguindo todos os protocolos da secretaria de saúde (Figura 19). A organização da MAES cuidou da hospedagem e alimentação durante o evento para todos os participantes, inclusive as professoras orientadoras e a escola cuidou do transporte.

Figura 19 - Disposição dos lugares respeitando o distanciamento social.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

As professoras orientadoras arrecadaram um valor para cobrir os lanches no percurso e refeições à noite. Dessa vez participamos integralmente do evento durante os dois dias. Havia a possibilidade de apresentar os trabalhos de forma remota, mas mesmo assim todos os alunos optaram por ir apresentar presencialmente. Sendo assim, participaram do evento presencial 14 alunos, quatro professoras orientadoras e uma pedagoga (Figura 20).

Figura 20 - Clube de astronomia “Estrelas do amanhã” na III MAES 2020.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Dessa vez os estudantes interagiram de forma direta com os cientistas que palestraram, trocando informações acerca de seus respectivos trabalhos (figura 21). Os alunos também puderam aprender com os trabalhos de outros estudantes que participaram de forma presencial ou remota do evento.

Figura 21 - Pesquisadores e alunos.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Nessa 2ª edição, os professores colaboradores que acompanharam o processo desses alunos lecionam disciplinas distintas. Na primeira fase contamos com o auxílio das professoras de linguagens e códigos que corrigiu os textos e das professoras de matemática, química e física, as quais auxiliaram nas orientações. Já na segunda etapa contamos com o amparo da pedagoga do turno vespertino, das duas professoras de química que lecionam na escola e da professora de geografia. Isso caracteriza o caráter colaborativo desse projeto. Sobre isso concordamos Quinto nos diz:

A colaboração tende a potencializar o processo de ensino e aprendizagem, pois os alunos vão assumir um papel mais autônomo, desenvolvendo um sentimento de autogestão das suas etapas de estudo. Essa rede de colaboração fica evidente no relacionamento entre alunos na realização das tarefas e nos projetos escolares, em que o último contribui para interação entre educandos-educandos e educando-docentes, dinamizando o processo de ensino e aprendizagem. Uma rede de colaboração sólida entre professores desencadeia e a rede colaborativa entre alunos, na qual uma pode fortalecer a outra de forma dialética, pois o movimento caracteriza essa ação (QUINTO, 2019, p.25).

Abaixo temos o relato de uma das professoras que participaram na segunda fase do evento:

“Sou formada em pedagogia e em Ciências Humanas e sociais. Minhas graduações me dão uma boa base para análise da sociedade, me habilitam também para o trabalho mais amplo com alfabetização, história, sociologia e geografia. A geografia física, no entanto, é pra mim um desafio maior [...]. Os alunos sempre desenvolvendo atividades práticas, animados com as experiências e descobertas feitas a partir delas, e tinha ainda um grupo de astronomia. Gostei muito da ideia, me identifico com o protagonismo dos estudantes na educação, mas antes que pudéssemos interagir com as áreas fomos surpreendidos pela pandemia. Os limites impostos pela pandemia nem preciso descrever... Mesmo sob protesto retornamos em outubro, nós retornamos, os alunos não. Com exceção deles... os estudantes do grupo “estrelas do amanhã” que, com auxílio da professora Wanessa, continuavam desenvolvendo os trabalhos do grupo de astronomia. Confesso que já meio

sem estímulo por ocasião da situação a que estávamos impostos, fiquei surpresa ao vê-los apresentando os trabalhos e comecei a acompanhá-los feliz ao perceber o quanto a física dialogava com a disciplina de geografia. Os trabalhos estavam muito bons e os seis grupos foram selecionados. Foi muito lindo ver a escola inteira se mobilizando para que os estudantes pudessem participar da mostra de astronomia. Feliz também fiquei pelo convite da professora Wanessa para participar da mostra com a escola. Aceitei, ainda meio cismada com pandemia e com a física! Nunca fui boa com fórmulas.

A Mostra de Astronomia do ES foi pra mim uma descoberta! Enquanto professora formada na área de humanas, fiquei muito feliz ao perceber o quanto há de diálogo entre a geografia e a física, em especial pelo viés da astronomia. Observei ainda que muitas vezes erramos, quando na geografia, reproduzimos alguns conceitos já superados em relação ao espaço físico. Aprendi muito com os trabalhos apresentados pelos alunos, o que me deixa muito à vontade para parafrasear o mestre Freire “Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar as possibilidades para a sua própria produção ou a sua construção”. Assim, para além de ensinar, pude aprender muito com a experiência. O que me motiva a participar com nossos estudantes nos próximos anos num projeto interdisciplinar entre a física e a geografia. Foi lindo ver nossos estudantes adentrando os espaços, antes destinados somente a alguns a alguns grupos seletos. Há muito ainda ser superado, a participação das mulheres e negros, em especial nos espaços acadêmicos e científicos (vide formação da banca avaliadora da MAES) é um desses. E isso, com certeza, deve ser mais um fator de motivação.”

Ficamos surpresos com a segurança e autonomia dos discentes durante as apresentações dos trabalhos. Todos os questionamentos levantados pela banca foram respondidos de forma segura e clara. Recebemos vários elogios dos avaliadores.

No fim do evento tivemos dois trabalhos classificados entre os primeiros lugares de escolas públicas estaduais. Um de nossos grupos recebeu a

premiação do primeiro lugar geral entre todos os trabalhos que participaram da III MAES (Figura 22):

Figura 22 - Troféu do primeiro lugar geral e medalha do primeiro lugar entre as escolas públicas estaduais.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Os trabalhos submetidos à Feira de ciências “Gênios de Multigêneros” também receberam premiações, ainda que nenhum deles tenha sido classificado entre os primeiros lugares.

Atualmente, o projeto conta com seis alunos pesquisadores bolsistas da CNPq com publicações em eventos estaduais. Um grupo de alunos fez uma publicação de um artigo científico no periódico de Astronomia da UFES. Três grupos submeteram e tiveram seus resumos aprovados no SNEF (Simpósio

Nacional em Ensino de Física) que está previsto para ocorrer em julho desse ano.

7. ANÁLISE DOS DADOS

Ao introduzir a análise dos dados da pesquisa é impossível desconsiderar o processo mais amplo de análise da prática pedagógica a que a pesquisa nos remete.

A construção de um professor com postura investigativa não ocorre do dia para noite. Esse é um longo processo, tendo em vista que como profissionais passamos a maior parte da nossa vida acadêmica reproduzindo métodos repetitivos e conteudistas, onde o professor encontra-se no centro do processo de aprendizagem.

Desconstruir esse imaginário pedagógico não é simples quando estamos condicionados a um sistema que privilegia a imagem de que o professor é o “grande detentor” do conhecimento. Destacamos em alguns tópicos desse trabalho que o grande acesso a aparatos tecnológicos é um fato na sociedade atual. Esses recursos estão cada vez mais presentes na vida dos discentes.

Em contrapartida, é possível notar que há uma parcela significativa de “analfabetos digitais” nessa mesma sociedade. Ter acesso a novas tecnologias não significa que há domínio na utilização das mesmas. De acordo com Sasseron:

A escola também tem o dever de oferecer oportunidade para que os estudantes aprimorem e aperfeiçoem modos de pensar e de conceber ideias aproximando-os dos modos científicos, além de possibilitar acesso a novas informações e contextos de observação e investigação (SASSERON, 2016, p.56).

Dentro dessa perspectiva, é de extrema importância que uma mudança de postura ocorra entre educadores, tendo em vista a necessidade de se alfabetizar tecnologicamente e cientificamente esses sujeitos diante do avanço tecnológico que tem, de certo modo, contribuído para ampliar a desigualdade social em nosso país.

Assumir outra postura não é simples para nós professores e nem para os alunos que, por sua vez, vem sendo condicionados na grande maioria das vezes, ao ensino tradicional. Para os discentes esse também é um processo de desconstrução, tendo em vista que quando optamos pelo ensino tradicional, condicionamos os alunos a reproduzir o conteúdo sem questionar. Destacamos aqui o fato de que esses sujeitos não estão acostumados a estar no centro do processo.

Foi diante desse cenário que busquei incorporar o ensino por investigação em um projeto extraclasse. Aqui ressaltamos que, nessa etapa do meu processo de construção enquanto docente, tive o privilégio de ingressar no MNPEF, ou seja, minha primeira experiência enquanto docente nasceu junto ao meu ingresso nesse programa de mestrado.

Estar no programa possibilitou o meu acesso a uma diversidade de metodologias e estratégias para o ensino de física. Além disso, pude interagir com colegas, professores e pesquisadores que dialogavam sobre participações em eventos estaduais e nacionais. Isso possibilitou que eu articulasse ideias sobre o clube de astronomia na escola em que atuei.

Um dos maiores desafios que encontrei quando lancei a ideia do clube de astronomia, foi de como e quando realizaríamos os encontros, tendo em vista a realidade dos alunos que geralmente estão ocupados nos três turnos. Diante disso, propus encontros síncronos que ocorriam entre o intervalo em que saiam do ensino regular para ingressar no curso técnico e assíncronos por meio do aplicativo de WhatsApp.

Essa ferramenta é utilizada constantemente pelos alunos. O alto nível de atenção dado a essa ferramenta têm sido alvo de constantes reclamações por parte dos docentes, que relatam que a utilização de smartphones em sala de aula reduz a atenção dos alunos podendo assim prejudicar a aprendizagem.

Nesse contexto, optamos por utilizar a ferramenta do WhatsApp a nosso favor, sugerindo que a comunicação ocorresse através desse aplicativo em momentos assíncronos. Entendemos que o tempo curto em que os encontros

eram realizados de forma síncrona, presencialmente ou pelo google meet (durante o ensino remoto), eram insuficientes para realizar uma atividade investigativa. Em contrapartida, a interação pelo WhatsApp pode durar um tempo maior.

É dentro dessa perspectiva que escolhemos iniciar os trabalhos no segundo encontro utilizando como recurso principal a ferramenta de WhatsApp. Justifica-se, assim, a seleção deste segundo encontro para efeito de análise, embora não pudéssemos prescindir da descrição prévia dos demais encontros, por tudo o que representam nesse processo de inserção dos estudantes na cultura científica e de (trans)formação da própria pesquisadora enquanto docente.

Além do Encontro 2, foi selecionado para análise o processo de elaboração de um dos trabalhos produzidos pelos estudantes para a MAES, considerando que o processo de construção do trabalho permitiu a constatação de indícios claros da ocorrência de práticas científicas e epistêmicas.

Para analisar o Encontro 2, utilizamos a ferramenta analítica publicada no Caderno Brasileiro de Ensino de Física por Coelho e Ambrózio (2019).

7.1 O uso da ferramenta de análise de aulas investigativas

A ferramenta analítica de Coelho e Ambrózio (2019) permite analisar características essenciais das atividades investigativas. Desse modo, é possível correlacionar elementos do ensino por investigação presentes na interação professor e estudante, estudantes-estudantes.

Tabela 2 - Ferramenta de 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).

De acordo com Silva (2019) essa ferramenta permite relacionar os elementos e as interações entre os discentes além de indicar o grau de envolvimento entre esses sujeitos. O autor sugere uma tabela com as legendas dos símbolos utilizados na sistematização da ferramenta analítica:

Tabela 3 - Legenda resumida dos símbolos e seus significados da ferramenta analítica.

Símbolo	Significado
A	Representa os alunos
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 (BARCELLOS et al, 2019).
Grau	Está relacionado ao envolvimento intelectual de alunos no processo de ensino e aprendizagem (CARVALHO, 2018).

Fonte: SILVA (2019, p.43).

Para lidar com as ações dos alunos em uma aula investigativa é necessário situar o leitor a respeito da natureza da aula com base nas tabelas 1 e 2:

Uma aula diretiva e não contextualizada [1] não há elementos do ensino por investigação, ou seja, não existe contextualização, situação problema, levantamento de hipóteses, estratégias na resolução de problemas, análise de resultados e sistematização. Nesse caso, a aula fica totalmente centrada no professor.

Já em uma aula diretiva não contextualizada (inicia o processo interativo) [2] é possível encontrar quase todos elementos, no entanto, a contextualização não. Essa aula é iniciada a partir de uma situação problema proposta pelo professor e o mesmo é responsável por levantar as hipóteses. As estratégias de resolução da situação problema ocorrem centradas no professor, no entanto, há momentos de interação com os estudantes. A análise dos resultados e a sistematização é feita pelo professor.

No caso da “aula interativa” [3] é possível notar uma maior interação entre professor e aluno. Nessa modalidade de aula não há contextualização. A situação problema é determinada pelo professor. O levantamento de hipóteses, estratégias para resolução de problemas e a análise de dados é centrada no discurso do professor com momentos de interação dos estudantes e a sistematização é feita pelo professor.

Na “aula interativa dialógica” [4] e na “aula investigativa” [5] não há contextualização, a situação problema é centrada no professor. O levantamento de hipóteses, estratégias para resolução da situação problema e a análise de resultados ocorrem de maneira dialógica, sendo assim, há maior investimento por parte dos estudantes nas atividades propostas. O que diferencia a aula interativa dialógica e investigativa é a etapa de sistematização, que ocorre centrada no professor no primeiro caso, e na aula investigativa o professor realiza a sistematização da aula levando em consideração as ideias que circulam no plano social da sala de aula.

A “aula diretiva e contextualizada” [6] tem como elemento principal a contextualização. Os outros elementos não são encontrados nessa aula.

Na “aula diretiva e contextualizada” [7] inicia o processo interativo. Nessa modalidade de aula a contextualização, situação problema e levantamento de hipóteses são determinados pelo professor. A estratégia para resolução da situação-problema é centrada no discurso do professor com momentos de interação com os estudantes. A análise dos resultados e a sistematização são realizadas pelo professor.

A “aula contextualizada e interativa” [8] a etapa de contextualização e situação problema é realizada pelo professor. O levantamento de hipóteses, estratégias para resolução da situação-problema e a análise dos resultados ainda é centrada no discurso do professor com momentos de interação com os alunos. A etapa de sistematização é realizada pelo professor.

Nas “aulas interativas dialógicas (abordagem problematizadora)” [9] e “investigativa (articulada a abordagem CTS/temática) [10] a contextualização e a situação problema são realizadas pelo professor. As etapas de levantamento de hipóteses, estratégias de resolução da situação-problema e análise dos resultados ocorrem de forma dialógica com maior investimento intelectual dos estudantes nas atividades didáticas propostas. O que diferencia uma da outra é a etapa de sistematização que, em uma aula interativa dialógica, é realizada pelo professor e, na aula investigativa, é realizada pelo docente levando em consideração as ideias que circulam no plano social da sala de aula.

A partir desses elementos é possível classificar o grau de envolvimento intelectual dos alunos no processo de ensino e aprendizagem. Esse grau pode variar de 0 a 3, sendo que 0 representa que não houve envolvimento do aluno e 3 representa maior envolvimento intelectual do aluno. Com isso é possível analisar a postura de professores e alunos ao longo de uma aula.

7.2 Análise do Encontro 2

Como dito anteriormente, o Encontro 2 selecionado para efeito de análise, ocorreu de forma síncrona em ambas as Edições do Clube de Astronomia em 2019 e 2020, de maneira assíncrona por meio do aplicativo WhatsApp.

Nesse encontro trabalhamos com a seguinte problematização: “O que é possível aprender sobre astronomia a partir da utilização dos aplicativos Carta Celeste e *Relativistic space-time*?”

No problema proposto optamos por trabalhar com um recorte das discussões que emergiram a partir da exploração do *Relativistic space-time*, tendo em vista a enorme quantidade de dados que foram gerados nesse momento da investigação nas edições de 2019 e 2020. Sendo assim, faremos primeiro a análise do recorte da experiência piloto de 2019 e depois analisaremos o outro recorte, do ano de 2020.

É importante ressaltar que esses grupos são formados por estudantes com níveis de interesse e conhecimentos sobre temas de astronomia bastante diversos. Tínhamos desde alunos que passaram a participar do clube por mera curiosidade e simpatia pela professora, até um aluno cujo interesse pela astronomia o levou a nominar os hambúrgueres artesanais que ele produzia com termos ligados a conceitos astronômicos.

A partir da problematização inicial, o grupo de estudantes que ingressou no clube em 2019, baixou o aplicativo do simulador e levantou o seguinte debate, no qual todos os nomes citados são fictícios.

Tabela 4 - Transcrição da fala dos alunos em 2019.

Turno de Fala	Transcrição
1.	Isaque: Então professora, naquele jogo era para gente coletar informações? Eu percebi que próximo a 300.000 km/s a nave começa a diminuir e com uma certa velocidade o “ <i>space chip</i> ” começa a passar mais devagar os minutos e os segundos (comparando com a Terra).

2.	Professora: Muito bem! Mas porque isso acontece?
3.	George: Por causa da força de aceleração?
4.	E a aceleração é uma força? Pensa mais um pouco...
5.	George: Acho que estou assistindo muito Flash ¹² kkkk... Percebi também que quando chega a uma certa velocidade ela começa a diminuir.
6.	Professora: Isso é muito bom... Mas porque ela diminui??
7.	Isaque: Eu já vi isso em um filme Interestrelar ¹³ , porém lá as coisas costumavam se distorcer e ficavam sem forma... sei lá!
8.	Pedro: Eu percebi que a uma certa velocidade a nave vira.
9.	Isaque: Eu li em um texto gigante e não achei porque a nave diminui kkkk... Mas achei isto: 180 km/h, 30 segundos passam em 29,99999999999952 segundos. A 1,08 bilhões de quilômetros (a velocidade da luz), o tempo simplesmente não passa. Uma consequência dessa alteração da velocidade do tempo é a contração no comprimento dos corpos. Segundo a Teoria da Relatividade Especial – A primeira parte da teoria de Einstein, elaborada em 1905 -, quanto mais veloz uma coisa está mais curta ela fica. Por exemplo, quem visse um carro se mover a 98% da velocidade da luz o enxergaria 80% mais curto do que se observasse parado.

Nesse recorte é possível notar que a interação dos alunos com o aplicativo possibilitou a interpretação e a confrontação de ideias durante a construção do conhecimento. É possível observar o envolvimento dos alunos ao investigar o aplicativo *Relativistic space-time*. Meu papel enquanto professora foi mediar a discussão e a construção das ideias enquanto questionava os alunos acerca do

¹² **Flash** é uma série televisiva exibida na Warner channel onde o personagem principal consegue atingir velocidades superiores à da luz (o que é fisicamente impossível). A série discute tópicos da TRR em episódios que se refere a viagem no tempo, e explana alguns fenômenos ligados a essa teoria quando descreve uma força fictícia: “A força de aceleração”

¹³ **Interestrelar** é um filme de ficção científica que aborda aspectos da TR e TRR. Em uma das cenas os personagens ficam presos temporariamente em um ponto do universo devido a falha nos motores. Nessa cena a personagem Amélia comenta que o tempo pode ser esticado ou comprimido. Em outra cena em que o personagem Cooper cai em um buraco negro ele enxerga a matéria de forma distorcida por conta do efeito dilatação e contração temporal. O filme também descreve alguns efeitos da simultaneidade através de um paradoxo vivido por Cooper.

que estava sendo observado. Esse aspecto corrobora com Sasseron (2016) que concorda com Engle e Conant (2002) quando os autores sugerem o que deve se considerado para o surgimento desse envolvimento entre alunos:

(...) a problematização, permitindo o envolvimento com problemas intelectuais; a autoridade atribuída aos estudantes e possibilitando que atuem na resolução de problemas; a responsabilidade que se vincula não apenas ao trabalho direto de resolução dos problemas, mas ações desempenhadas no contato com outros colegas; e os recursos, ou seja, as oportunidades concedidas para o seu envolvimento com as práticas (SASSERON, 2016, p.57).

Barcellos et al. (2019) destaca, com base em Carvalho (2013), que uma aula investigativa é um ambiente adequado para promover interações discursivas, uma vez que surgem diferentes pontos de vista durante o processo de resolução de um problema. Desse modo, o conhecimento é construído através da interação social dos sujeitos envolvidos em situações-problemas e conversações.

De acordo com a ferramenta analítica de Coelho e Ambrósio (2019) podemos caracterizar essa atividade como investigativa, pois há elementos como o levantamento de hipóteses, diferentes estratégias para resolução da situação problema, análise dos resultados e sistematização final. É importante ressaltar que, no recorte acima, os alunos envolveram-se diretamente na resolução da situação problema.

Na fala 1 Isaque levanta a hipótese de que a uma velocidade próxima a 300.000 Km/s o simulador, sendo assim, mostra algo totalmente contra intuitivo que é a diminuição do tamanho da nave. A partir daí, George busca estratégias para resolver o problema levantado pelo colega a partir da fala: “*Por causa da força de aceleração?*” Aqui notamos que o estudante tenta buscar analogias que possam explicar o fenômeno observado quando compara o que está vendo com o que assistiu na série televisiva *Flash*.

Na fala 7, Isaque busca associar o fenômeno com um filme que também descreve tópicos da TRR para explicar o que está vendo. Isso corrobora com o que Coelho e Ambrósio (2019) enunciam na ferramenta de análise, ou seja, isso está de acordo com a aula [5] “investigativa” onde as estratégias para

resolução da situação problema e análise dos resultados ocorrem de forma dialógica e há maior prevalência na interação dos estudantes para resolver a situação problema.

A etapa de sistematização ficou por conta de Isaque, que associou o fenômeno observado no simulador com uma informação que encontrou na rede:

Eu li em um texto gigante e não achei porque a nave diminui kkkk... Mas achei isto: 180 km/h, 30 segundos passam em 29,99999999999952 segundos. A 1,08 bilhões de quilômetros (a velocidade da luz), o tempo simplesmente não passa. Uma consequência dessa alteração da velocidade do tempo é a contração no comprimento dos corpos. Segundo a Teoria da Relatividade Especial – A primeira parte da teoria de Einstein, elaborada em 1905 -, quanto mais veloz uma coisa está mais curta ela fica. Por exemplo, quem visse um carro se mover a 98% da velocidade da luz o enxergaria 80% mais curto do que se observasse parado.

Com base nas ideias de Sasseron (2018), Bodevan (2020) desenvolveu uma tabela capaz de caracterizar práticas epistêmicas e práticas científicas, a fim de facilitar nossa compreensão sobre cada prática a partir da observação da interação entre professor e estudantes e estudantes-estudantes.

Tabela 5 - Ideias de Sasseron (2018) de forma sintetizada sobre as práticas epistêmicas e científicas.

CARACTERÍSTICAS DE PRÁTICAS TÍPICAS DA CULTURA CIENTÍFICA: AS PRÁTICAS EPISTÊMICAS E CIENTÍFICAS
<p>Práticas epistêmicas (PE):</p> <p>Proposição de ideias (PE1);</p> <p>Comunicação de ideias (PE2);</p> <p>Avaliação de ideias (PE3).</p> <p>Legitimação de ideias (PE4)</p>
<p>Práticas Científicas (PC):</p> <p>Trabalho com novas informações (PC1);</p> <p>Levantamento e teste de hipóteses (PC2);</p> <p>Construção de explicações e elaborações de justificativas, limites e previsões das explicações (PC3).</p>

Fonte: BODEVAN (2020, p.52).

Na conversa entre os alunos, transcrita na tabela 5, é possível identificar o desenvolvimento das práticas científicas PC1 e PC2.

A Prática Epistêmica PC1 diz respeito à proposição de ideias, que é inerente à produção do conhecimento. Não se produz conhecimento novo sem a proposição de ideias. Este, talvez seja o primeiro desafio na abordagem investigativa: despertar nos alunos o senso de autoria, levando-os a propor novos olhares para uma realidade que se habituaram a ver descrita nos textos didáticos, ainda que nem sempre a compreendam.

Na fala 4, o aluno George faz uma analogia do fenômeno que ele observa durante o experimento com a série televisiva “Flash”. Ainda que no mundo real não exista a tal “força de aceleração” a que referiu, é possível notar que ele faz associações de um fenômeno contra intuitivo, ou seja, dilatação e contração temporal, com o que é observado no simulador, expressando a com isso a proposição de ideias (PE1).

A PE2 se refere ao levantamento e teste de hipóteses, prática essencial na produção do conhecimento científico. O levantamento de hipóteses toma por base o conhecimento prévio e as concepções que embasam a compreensão que se tem do problema proposto ou do contexto em que ele se situa.

Ainda na fala 7, o aluno Isaque levanta uma hipótese com base na fala 4 do aluno George, comparando o fenômeno observado com um filme que ele assistiu: “*Eu já vi isso em um filme Interestrelar, porém lá as coisas costumavam se distorcer e ficavam sem forma... sei lá!*” De acordo com os tópicos da TRR de Einstein, abordados no início desse trabalho, quando um objeto está próximo a velocidade da luz ele pode sofrer dilatação e contração temporal. Esse fenômeno observado no simulador também está presente em algumas cenas do filme Interestrelar.

Nos turnos de fala 1, 3, 5 e 8 os alunos propõem e comunicam ideias, além de levantar hipóteses após verificação dos testes feitos no simulador. Na fala 9, o

aluno trabalha com novas informações e legitima a ideia comparando com informações que ele buscou em um site de pesquisa.

Ressaltamos aqui que a fala 9 desse mesmo aluno mostra que a informação encontrada por ele está de acordo com os fenômenos previstos por Einstein na TRR: Dilatação do tempo, contração do comprimento e princípio da simultaneidade.

As informações que Isaque traz em sua fala foram retiradas de um site de pesquisas após o seu levantamento de hipótese. Não bastou associar os fenômenos observados com o que ele viu no simulador, por isso ele buscou embasamento para sua analogia usando como ferramenta da internet. Desse modo podemos constatar que houve legitimação de ideias (PE4) por parte do aluno.

Ainda que seja possível notar a aparente ausência da PE3, que se refere à avaliação das ideias, é importante ressaltar que a professora, enquanto mediadora da conversa, adotando um padrão de comunicação bastante interativo e dialógico, cumpria esse papel, não apenas avaliando as ideias, mas propondo novas problematizações, sugerindo fontes de consulta e conduzindo a discussão de modo a promover cada vez mais aproximações com os modelos explicativos cientificamente aceitos.

Repetimos, portanto, na segunda edição em 2020, a mesma estratégia, utilizando a mesma situação problema no grupo de WhatsApp com os alunos que ingressaram no clube de astronomia nesse ano. A seguir, são transcritos trechos da conversa que foram considerados para análise.

Tabela 6 - Fala dos alunos em 2020.

Fala	Transcrição
10.	Professora: Bom dia pessoal!! E ai?! Baixaram os APPs na play store? O que é possível aprender sobre astronomia a partir da utilização desses APPs?

11.	Eliseu: Seguem as minhas observações (prints): 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.
12.	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.
13.	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.
14.	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 [sic] 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 [sic] menor o comprimento e o relógio se moveria [sic] mais lentamente que os ponteiros não sairiam do lugar. E o que passaria em minutos na nave na Terra pode ser anos.
15.	Professora: E o que vocês observaram em relação aos relógios no aplicativo?
16.	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.

17.	Professora: A maioria de vocês associou o fenômeno observado a Teoria da Relatividade de Einstein. Vocês conheciam essa informação ou buscaram na internet?
18.	Thor: Eu fiz algumas pesquisas sobre a teoria de Einstein e assisti alguns vídeos para chegar até ai.
19.	Eliseu: só lembrar do Flash
20.	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 sic... E para quem está observando estivesse acelerado. The Flash teori sic...
21.	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?
22.	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 [sic] suportaria correr ou atingir a velocidade da luz!
23.	Professora: Excelente colocação Lucas e Ana! Tudo depende do referencial não é mesmo!
24.	Professora: Mas o que seria o ano luz?
25.	Thor: Seria a distância durante um ano na velocidade da luz?
26.	Professora: Isso Thor! E vocês sabem quanto mede um ano luz?
27.	Thor: Um ano terrestre? Espera... Velocidade da luz é qual valor?
28.	Professora: 299 792 458 metros por segundo no vácuo. Se quiser realizar o cálculo pode considerar o valor aproximado de 300 000 km/s.
29.	Thor: Um ano tem 31 536 000 segundos certo?!
30.	Caio: Gostei disso! Posso usar como tema na MAES né professora?!
31.	Professora: Thor, como você encontrou esse valor?
32.	Thor: Um dia tem 86 400 segundos e 365 tem x. Regra de três sic.

33.	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?
34.	Caio: Acho que tem que multiplicar esse valor pela velocidade da luz...sic... Peraí...
35.	Thor: Estou com dificuldade para terminar... Meu negócio é analisar teoria.
36.	Caio: 9.460.800.000.000? Só não sei se coloquei a quantidade certa de 0....sic
37.	Professora: Certíssimo Caio!
38.	Professora colaboradora 1: Que incrível! Lindo ver vocês trabalhando em conjunto!
39.	Lucas: Um é bom, mas uma equipe inteira faz a festa!
40.	Professora colaboradora 2: Estou quase explodindo de tanto orgulho! A busca de aprender algo nos surpreende... Estou aprendendo muito com vocês!
41.	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!

Nesse recorte evidenciamos uma maior interação entre os integrantes do grupo. É possível notar um maior envolvimento e grau de autonomia no levantamento de hipóteses.

Novamente estamos de acordo com Sasseron (2016), que propõe que atividades investigativas colocam o aluno no centro do processo de ensino e aprendizagem e relaciona com os graus de liberdade oferecidos aos estudantes. Para a autora, quanto mais liberdade for concedida, maior a possibilidade de que a investigação seja efetivada pelo aluno.

Munford e Lima (2007) salientam que investigar estimula o desenvolvimento do pensamento crítico reflexivo dos estudantes, provoca debates, socialização de ideias e conceitos promovendo aos sujeitos oportunidade de construir conhecimento a partir de experiências coletivas.

Nas transcrições da tabela 6, é possível notar um maior grau de envolvimento dos estudantes no levantamento de hipóteses, o que corrobora principalmente com a prática científica PC1. As falas 11, 12, 13, 14, 16, 19, 20 e 22 mostram que ao interagir com o simulador os alunos trouxeram diversas perspectivas sobre o fenômeno observado. Isso possibilitou que o conhecimento fosse construído de forma coletiva, tendo em vista que nessa interação eles tiveram contato com diferentes formas de olhar para um mesmo fenômeno.

Também é possível encontrar evidências das práticas epistêmicas PE1 (proposição de ideias), PE2 (comunicação de ideias), PE3 (avaliação de ideias) e PE4 (Legitimação de ideias) nessas falas. Eliseu propõe suas observações de forma mais sistematizada a partir de prints de sua interação com aplicativo:

Seguem as minhas observações (prints): 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.

Thor, por sua vez, na fala 14, comparou suas observações com a TR de Einstein e, quando questionei na fala 17 sobre as informações referentes à analogia, Thor responde, na fala 18, que havia pesquisado na internet e assistido vídeos sobre o tema. Isso evidencia o alto grau de autonomia do aluno, que busca legitimar sua argumentação a partir de conceitos científicos.

Na fala 15 faço uma provocação sobre os relógios que fomenta o levantamento de hipóteses por parte de Thor, Eliseu, Lucas e Ana. As hipóteses levantadas por Thor e Ana estão de acordo com o Princípio da simultaneidade que diz que:

Dois relógios que estão sincronizados num referencial não estarão sincronizados em nenhum outro referencial que esteja em movimento em relação ao primeiro (TIPLER e MOSCA, 2011, p.156).

Eliseu e Lucas, nas falas 19 e 20, buscam caracterizar as proposições a partir da cultura pop, ao indicar que há características do fenômeno que é abordado na série televisiva Flash. Em seguida, os alunos foram novamente provocados sobre o entendimento da unidade de medida, o ano-luz. O que vem a seguir vai além do que havia sido planejado para aquele momento. Neste momento era esperado que os alunos compreendessem que o ano-luz é uma unidade de medida astronômica utilizada para medir distâncias entre corpos celestes.

Foram surpreendentes as falas 27, 29, 30, 32, 34, 35 e 36, em que os alunos deduziram o cálculo do ano-luz coletivamente. Essas falas trazem indícios de que os discentes mostraram autonomia na construção de explicações e elaborações de justificativas, limites e previsões das explicações, o que está de acordo com a prática científica PC3, ou seja, construção de explicações e elaborações de justificativas, limites e previsões das explicações.

Isso também corrobora com as práticas epistêmicas PE1, PE2, PE3 e PE4, ou seja, nessa interação é possível notar que os alunos realizam uma proposição de ideias de como poderia ser realizado o cálculo do ano-luz, em seguida comunicam a ideia no grupo como foi realizada pelo Thor. Caio, por sua vez, avalia a proposição de Thor e finaliza o cálculo legitimando a ideia.

Encontramos evidências de que esse tipo de atividade proposta através do aplicativo é capaz de estimular os alunos a desenvolver hipóteses para solucionar problemas. Na próxima seção vamos caracterizar evidências de práticas científicas e epistêmicas durante o processo de construção de um dos trabalhos.

7.3 Da dificuldade da escrita à produção científica: resultados que falam por si

Esse trabalho foi desenvolvido pelo aluno Caio durante o contexto de ensino remoto. Caio já estava matriculado na modalidade regular em 2019, antes de iniciarmos o projeto de astronomia. Apesar de ser um aluno faltoso, mostrava habilidades e grande interesse pela disciplina de física, no entanto,

apresentava alguns prejuízos na interação social e também dificuldades nas disciplinas das áreas de linguagem e ciências humanas.

Esse aluno foi encaminhado à sala de recursos algumas vezes por causa do seu baixo rendimento em algumas disciplinas e passou por avaliações, as quais não detectaram problemas cognitivos conforme a transcrição da professora da sala de recursos:

O aluno Caio foi matriculado em 2019 [..], ano no qual ele encontrava-se em estado crítico sic [...] e era tachado pelos colegas de classe como “estranho” e “esquisito” [...] Após avaliações diagnósticas aplicadas pelos professores de sala de aula regular, deu-se a entender que o aluno possuía dificuldades e precisava de atendimento educacional na sala de recursos. Por diversas vezes o aluno era chamado a atenção pelos professores por não se atentar as atividades propostas. Nesse contexto, solicitamos a presença da mãe para uma conversa. A mãe relatou que ele não tinha nenhum problema ou dificuldade de aprendizagem [...], no entanto, fizemos um parecer pedagógico relatando as dificuldades e sugerindo a busca por ajuda profissional [...].

Durante a culminância do projeto em 2020 esse aluno foi convidado para ingressar no clube de Astronomia e aceitou. Por diversas vezes Caio saiu do grupo de WhatsApp por pensar que não era capaz de aprender os conceitos apresentados. Estimulado a refletir sobre os bons resultados que teve na disciplina de física em 2019, ele sempre era convencido a retornar ao grupo.

Na transcrição da conversa acima (tabela 6), é gratificante notar que Caio foi o aluno responsável por finalizar a dedução do cálculo do ano-luz, contrariando a sua própria expectativa, manifestada tantas vezes, quando afirmava que não seria capaz de participar da III MAES por conta das dificuldades que ele apresentava com a disciplina de português e redação. Abaixo segue a transcrição do relato de Caio sobre tal dificuldade pouco antes da escolha do tema de pesquisa:

Tabela 7 - Diálogo com o aluno Caio.

42.	Caio: É... tô preocupado com redação! Minha mente não flui pra isso não [sic].
43.	Professora: Sabia que essa é uma dificuldade comum entre algumas pessoas com habilidades em exatas? Posso fazer uma sugestão? Leia sobre assuntos que você gosta... Depois faz um resumo para treinar a escrita.
44.	Caio: Não adianta! Meio que percebi que a matéria de português não entra na minha cabeça kkk! Mas ok! Vou ler... Mesmo pensando que tá tarde! Ano que vem é meu último ano na escola.
45.	Professora: Nunca é tarde! Sempre dá para recuperar! Você pode estar com 90 anos e ainda assim consegue aprender.
46.	Caio: Chego lá não kkkkk

Nesse recorte é possível presumir que esse aluno tem diversos problemas relacionados à autoestima. Por apresentar um histórico de notas insuficientes em algumas disciplinas, esse aluno questiona suas habilidades com a escrita e demonstra não ter esperança de mudanças nesse sentido.

Essa tabela veio sendo ressignificada a partir da sua interação no encontro 2. No turno de fala 36, Caio não mais insistiu em sair do grupo e se permitiu participar dos processos seguintes.

Embora o encontro 3 não tenha sido selecionado como objeto de análise, convém ressaltar que no terceiro encontro, esse mesmo aluno questionou se havia algum tema que aproximasse a astronomia da matemática, considerando a sua habilidade com essa disciplina. Nessa ocasião, Caio foi fortemente encorajado a buscar informações acerca da “Equação de Drake”, uma equação que busca evidenciar a existência de vida fora da Terra. Caio fez deste assunto o tema do seu trabalho, submetido à MAES, tendo sido classificado na primeira e na segunda fase.

De acordo com Sasseron e Duschl (2016), esse espaço de interações discursivas, que permitem que os alunos desenvolvam investigações que possibilitam o trabalho das práticas epistêmicas, de modo a contribuir para a construção de entendimentos sobre conceitos científicos, possibilita que esses

discentes entendam como as proposições científicas são construídas, avaliadas e legitimadas. Sobre isso os autores dizem que:

Este movimento recorrente de os alunos usarem ideias uns dos outros na exposição e justificação é suscitado pelas ações das professoras em incentivar o surgimento de ideias e em utilizá-las para análise do que é dito. Entendemos que isso permite inferir o estabelecimento de engajamento disciplinar produtivo. Vale reforçar que essas marcas de buscar a participação dos estudantes e de legitimar conhecimentos que serão importantes para sistematização da atividade desta aula e para continuação do debate, nas aulas seguintes (SASSERON, 2016, p.64).

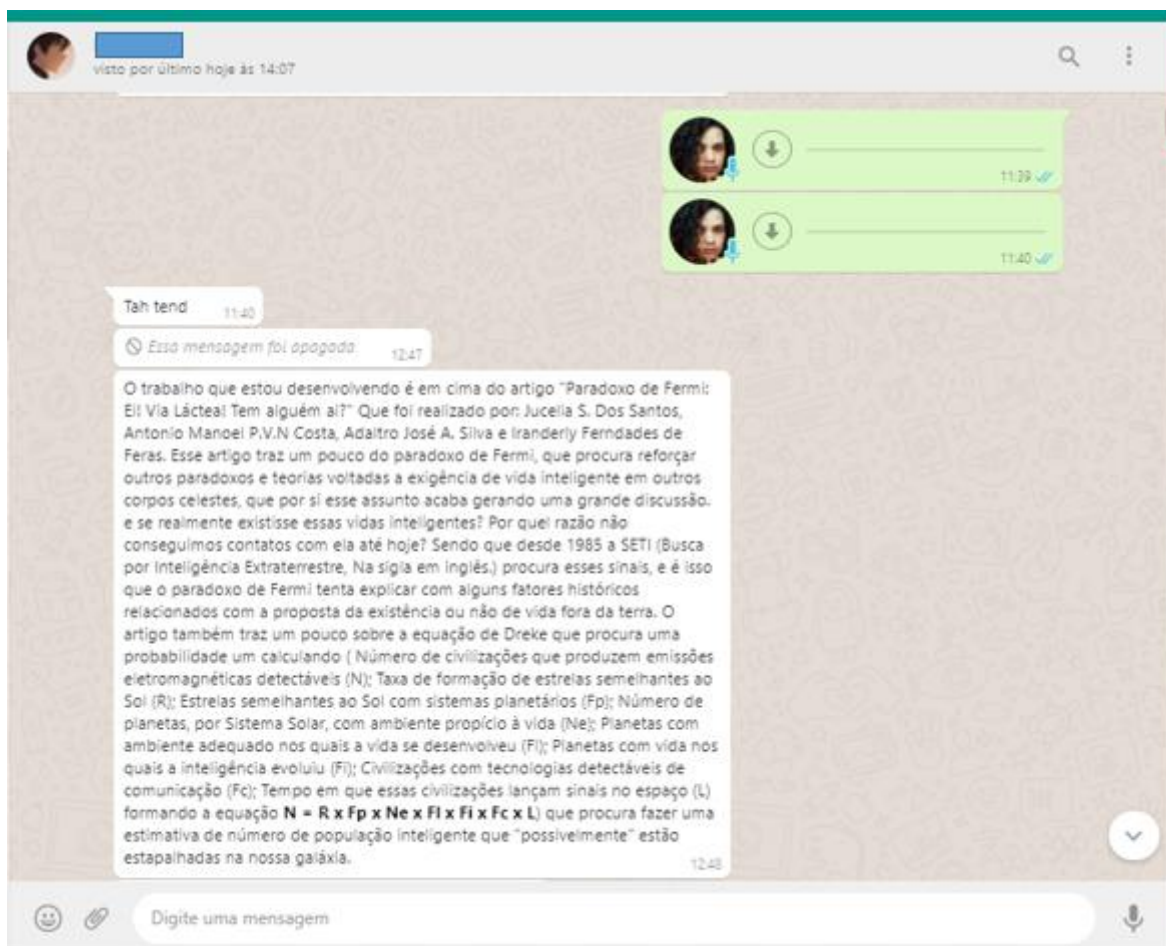
Posteriormente, Caio trouxe algumas informações que encontrou na internet em sites tendenciosos e sensacionalistas. Dialogamos sobre fontes confiáveis e com isso o aluno teve a oportunidade de conhecer o *google acadêmico*. Isso foi fundamental nas etapas seguinte do processo de construção dos trabalhos submetidos pelo aluno à MAES. Assim sendo, ele aprendeu a estabelecer um referencial teórico e a desenvolver a escrita no formato de artigo científico. Para tanto, buscamos trabalhos de divulgação científica, produzidos por brasileiros e com linguagem menos técnica, para facilitar a compreensão.

Desse modo, foi possível vencer a aversão de Caio e de outros alunos pela leitura e interpretação de texto. Em virtude das habilidades de Caio nas disciplinas de Física, Química e Matemática, o fato do primeiro artigo indicado trazer uma equação como objeto de discussão, serviu como agente motivacional na aprendizagem dos conceitos astronômicos abordados ali. A partir daí esse aluno trouxe outros materiais de fontes confiáveis para comparar as informações e construir seu trabalho.

Esse movimento de dialogar acerca das fontes, aceitando o direcionamento da professora orientadora e avaliando novas evidências, está de acordo com a prática científica PC1, ou seja, após diálogos e comparações o aluno buscou novas informações para acrescentar ao trabalho. Também encontramos as práticas epistêmicas PE1 e PE2 quando o aluno aprende a utilizar o *google acadêmico* e traz fontes confiáveis propondo e comunicando ideias.

O trabalho do Caio foi desenvolvido através do WhatsApp, pois esse aluno não possuía em sua residência computador. O texto era enviado e corrigido pelo aplicativo conforme figura 23:

Figura 23 - Texto produzido por um aluno enviado pelo WhatsApp, durante o período de ensino remoto.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

O texto desenvolvido pelo aluno no formato de resumo traz elementos que relacionam a equação de Drake ao paradoxo de Fermi. Aqui podemos encontrar evidências do envolvimento do aluno com a tarefa, tendo em vista que ele se desafia em uma atividade na qual ele possui pouca habilidade, vencendo as adversidades presentes em seu cotidiano.

Além disso, Caio escreve de forma coerente e organizada. Discorre acerca das incógnitas, explicando o que cada uma representa e as relaciona com informações retiradas do artigo que ele utiliza como referencial para esse

trabalho. Isso está de acordo com a prática PE2, ou seja, na produção textual desenvolvida por Caio é possível evidenciar a comunicação de ideias que foram trazidas e debatidas entre o estudante, o texto e a professora.

Após a finalização do texto pelo aplicativo, o texto foi submetido. Pouco tempo depois fomos informados de que o resumo tinha sido aceito. Caio foi então convidado a gravar um vídeo apresentando o seu trabalho para que a banca pudesse avaliá-lo na primeira fase do evento, o que ocorreu de forma remota.

O processo de construção do vídeo demorou cerca de 15 dias. O aluno relatou dificuldades em falar em público, enfrentou ruídos externos como: chuvas batendo na telha *Eternit* e ecoando no vídeo, ruídos dos irmãos mais novos que não podiam ser reduzidos, pois em sua residência não havia portas separando os cômodos, carros de propaganda que passavam na rua, música alta na casa dos vizinhos que causavam interferência na gravação do vídeo. Nessa etapa o aluno considerou desistir do projeto novamente, no entanto, após muito diálogo e incentivo, ele decidiu permanecer.

O processo de construção do banner também ocorreu pelo WhatsApp. O aluno foi orientado sobre cada tópico, sendo assim, ele escreveu o texto pelo aplicativo e em seguida foram feitas as devidas correções e feedbacks. Novamente a professora auxiliou na formatação colocando os textos no formato exigido e submetendo o arquivo do banner no site do evento.

A construção de um banner em formato acadêmico é um verdadeiro desafio para estudantes de ensino médio, levando em consideração o fato de que esses sujeitos não costumam interagir com textos nesse formato. A compreensão de cada item (introdução, metodologia, desenvolvimento e conclusão) é um processo que deve ser respeitado. É necessário primeiro entender para depois escrever.

Poderíamos dizer que no processo de elaboração do vídeo encontramos evidências das práticas científicas PC1 e PC3. O aluno trabalhou com novas informações ao desenvolver estratégias para gravar o vídeo. Durante a gravação ele desenvolveu modelos, explicações, elaborou justificativas, limites

e previsões das explicações. Nesse sentido, encontramos também indícios da prática científica PC2, pois foram levantadas hipóteses para construção de cada item. Posteriormente essas hipóteses foram debatidas com a professora orientadora e os textos foram reelaborados. A finalização do banner permite que apontemos sinais das práticas epistêmicas PE1, PE2, PE3 e PE4 durante a produção de cada item do banner.

Contudo, terá sido apenas isso? São apenas indícios de práticas inerentes à produção do conhecimento científico que identificamos nesse processo? Não estaríamos diante da materialização dos princípios e propósitos da alfabetização científica? Quem sabe seja exatamente esta a principal motivação do ensino de ciências que fazemos: incentivar alunos com Caio, que, reconhecendo as desigualdades a que estão sujeitos, aceitam o desafio e rompem a barreira da inclusão na cultura científica, entendendo que esse lugar também é deles por direito. Esse exemplo vivo nos fala de práticas epistêmicas e científicas humanizadas, que são capazes de influenciar, de fato, realidades humanas.

A organização do evento mantém os trabalhos no site do evento até os dias atuais conforme Figura 24:

Figura 24 - Página da MAES 2020.



Fonte: MAES (2020).

O trabalho de Caio recebeu diversos elogios por parte da banca. Ele apresentou com calma e respondeu com precisão a todas as perguntas, com segurança e anotou as sugestões de melhorias no trabalho em sua participação, durante a primeira fase do evento.

A banca sugeriu que o aluno fosse em busca de informações relacionadas a fofina, uma substância química que havia sido encontrada nas nuvens de Vênus em setembro de 2020. O aluno buscou novas fontes para dar continuidade a sua pesquisa, no entanto, por se tratar de uma informação recente, a maior parte dos artigos que ele encontrou estava em inglês. Por conta disso, o estudante aprendeu a traduzir trabalhos em inglês para o português, na intenção de consultar informações do site da NASA, que pudessem embasar a apresentação do trabalho na fase seguinte. As traduções eram realizadas com auxílio do Google Tradutor e incluídas nos slides de apresentação da segunda fase da III MAES conforme figura 25:

Figura 25 - Slide com artigo encontrado no site da NASA em novembro de 2020.



Fonte: Site da NASA.

Novamente encontramos indícios das práticas científicas PC1 e PC2 nessa etapa, pois o aluno levantou hipóteses a partir das sugestões, encontrou as informações em uma língua estrangeira, porém traduziu para testar as hipóteses por ele levantadas. Em seguida decidiu trabalhar com aquelas novas informações.

Caio demonstrou ansiedade e insegurança nos ensaios, porém recebeu muito apoio dos colegas do Clube de Astronomia e da equipe pedagógica. O aluno

soube ouvir cada dica relacionada à postura e à fala, o que corroborou para uma apresentação tranquila na segunda fase da III MAES.

O trabalho desse aluno não ficou entre os primeiros na classificação nessa etapa, contudo ele teve maturidade para compreender que seus processos resultaram em algo além das medalhas e da bolsa de iniciação científica. Num contexto político-ideológico, muitas vezes marcado pela meritocracia e pela hierarquização da sociedade, o relato de Caio após passar por todo o processo, fala-nos mais uma vez acerca do verdadeiro sentido de ensinar e aprender ciência:

Ganhar? Qual o significado? Adquirir bem não importa quem ganhou, aliás só de estar participando eu adquiri conhecimento, em cada artigo lido, em cada vídeo estudado, para que no dia eu estivesse preparado. Sim, não fiquei entre os primeiros colocados... Mas só de ter passado pela primeira fase, pela nota de corte, ir para Guarapari em meio a tantas dificuldades, apresentar e responder as perguntas da banca com confiança e corretamente já me sinto vitorioso! Fui além do que imaginei e quem sabe ano que vem posso estar participando novamente... Só o futuro dirá, mas foi uma experiência incrível e única que vou guardar para sempre! O conhecimento, as novas amizades e o local incrível que ficamos [...]. Somos todos vitoriosos!

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Seguimos um longo caminho desde as reflexões iniciais, que motivaram essa pesquisa, até a escolha e aprofundamento do referencial teórico. Idealizar um projeto que seja capaz de envolver alunos de escola pública a participar de eventos científicos é uma tarefa um tanto desafiadora e só foi possível graças a todo apoio recebido ao longo desse processo.

Sabemos que a Relatividade Especial de Einstein escapa à compreensão do senso comum e, por isso, consideramos que essa não é uma teoria de fácil entendimento. Sendo assim, buscamos articular conceitos como simultaneidade, dilatação e contração temporal aos fenômenos observados pelos alunos no aplicativo *Relativistic space-time*, utilizando como estratégia o ENCI.

Constatamos, através da interação dos estudantes, que abordagens de ensino diferenciadas, onde o professor assume uma postura de mediação e os alunos ficam à frente do processo de aprendizagem, são essenciais para incitar o interesse dos discentes e inseri-los na cultura científica.

Em nossas vivências na educação são comuns, nos mais diversos contextos educacionais, estudantes com inúmeros questionamentos sobre física moderna e contemporânea. As séries televisivas, filmes e jogos online abordam essa temática com frequência e isso instiga a curiosidade desses sujeitos. Por outro lado, há um longo caminho a ser percorrido para que as diretrizes curriculares contemplem a física moderna e contemporânea nos dias atuais.

A experiência relatada neste trabalho fala da minha ousadia enquanto docente, a quem coube motivar esse interesse dos estudantes envolvendo-os em um projeto de astronomia, mostrando a esses alunos que a ciência sempre foi construída de forma coletiva e aproximando-os da produção científica por meio de artigos científicos. Desse modo, os alunos ganharam protagonismo, ocupando o centro do processo de aprendizagem, com amparo das abordagens investigativas e, por fim, mostrando que eles podem alcançar

espaços de produção de ciência como agentes principais. De acordo com Sasseron e Duschl (2016, p.66):

O ambiente de discussão é um ambiente investigativo; e os recorrentes movimentos de proposição, comunicação e de avaliação de ideias ocasiona, ainda que implicitamente, a emissão em práticas epistêmicas das ciências, conforme já previstos e defendido por diferentes pesquisadores da área. Em outras palavras: os alunos vivenciam oportunidades para entendimento de conceitos e de ideias científicas nestas aulas e também se envolvem em atividades em que características do saber científico estão sendo trabalhadas.

Consideramos todas as dificuldades encontradas nesse processo, são inegáveis as contribuições do ENCI e do trabalho colaborativo. A condução do processo de aprendizagem permite motivar o protagonismo dos estudantes, que por sua vez corrobora para que práticas científicas e epistêmicas advenham como resultado desse lindo processo. Desse modo, o processo de aprendizagem torna-se atraente, ganha significados e se torna cada vez mais humano e humanizador.

A participação dos alunos em eventos acadêmicos possibilitou uma série de movimentos, os quais serviram para atrair cada vez mais alunos ao Clube de Astronomia até os dias atuais. Em 2019 havia 15 participantes no clube. Em 2020 tivemos 25 e, atualmente, em 2021, temos cerca de 50 alunos participando do Clube de Astronomia Estrelas do Amanhã, mesmo dentro do atual contexto ensino remoto e ensino híbrido.

Os alunos têm tido a oportunidade de interagir com cientistas em palestras, observar o céu noturno (Figura 26), além publicar em revistas científicas e eventos científicos.

Figura 26 - Pesquisador durante a palestra e disponibilizando os telescópios para que os alunos pudessem observar o céu noturno em 2019.



Fonte: Arquivo pessoal da autora.

Não poderia finalizar esse trabalho sem destacar que essa pesquisa buscou investigar as potencialidades das práticas colaborativas. O amparo da equipe pedagógica e dos professores orientadores foram essenciais para a culminância do projeto. Notamos que quando esse tipo de atividade é desenvolvida por uma equipe de professores, de forma colaborativa, reverbera nos alunos essa mesma postura.

Com base nos resultados apresentados e analisados, reafirmamos que atividades colaborativas desenvolvidas em projetos de aprendizagem corroboram com a imersão dos discentes na cultura científica, promovendo engajamento entre esses sujeitos, proporciona autonomia de modo a contribuir com seu respectivo protagonismo, tornando-os capaz de superar a quaisquer expectativas.

Como um possível desdobramento deste trabalho, foi proposto um projeto de pesquisa em resposta ao edital universal da FAPES. Este projeto foi elaborado por uma grande equipe interinstitucional de pesquisadores e terá o objetivo de

promover e potencializar a implementação de clubes de astronomia no estado do Espírito Santo, visando o envolvimento de um número cada vez maior de professores e estudantes das escolas públicas do estado na produção de conhecimentos nesta área.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, Germano. As constelações indígenas brasileiras. Telescópios na escola. Rios de Janeiro, 2013. Disponível em: <http://telescopiosnaescola.pro.br/indigenas.pdf>. Acesso em:

ALMEIDA, D. M. As práticas epistêmicas na construção de uma atividade investigativa de Biologia para o ensino superior. **Revista Compartilhe Docência** (ISSN 2447-8903), v. 1, n. 1, p. 29-42, 2016.

AZEVEDO, M. G. M. Luz, câmera, alfabetização científica! Possibilidades epistemológicas no antagonismo ciência-pseudociência da série Cosmos de Carl Sagan. Amazônia: **Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 17, n. 38, p. 173-190, 2021.

BARCELOS, Leandro. **O estudo da interação Radiação-corpo humano nos anos iniciais do ensino fundamental: uma abordagem investigativa e colaborativa com enfoque em ciência, tecnologia e sociedade**. 2017 Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física), Universidade Federal do Espírito Santo.

BARCELOS, Leandro et al. **A mediação pedagógica de uma licenciada em Ciências Biológicas em uma aula investigativa de ciências envolvendo conceitos físicos**. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, p. 37-65, 2019.

BRASIL. PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. (MEC, Brasília, 2002). Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em 18 maio. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

BODEVAN, J.A.S. **O processo de construção de conceitos e o desenvolvimento de práticas científicas e epistêmicas em uma sequência de ensino investigativo sobre energia mecânica**. 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física), Universidade Federal do Espírito Santo.

BORGES, Antônio Tarciso. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

CARVALHO, A. M. P. **O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas**. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). *Ensino de Ciências por Investigação: Condições para Implementação em Sala de Aula*. São Paulo: Cengage Learning, p. 1-20. 2012.

CARVALHO, A. M. P. **Calor e temperatura**. São Paulo: Livraria da Física. 2014.

DAMIANI, M. F. Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. *Educar em revista*, n. 31, p. 213-230, 2008.

SILVA N., T.; MOTOKANE, M. T. Práticas Epistêmicas presentes em Sequência Didática de Ecologia. São Paulo, 2015.

MELLO, Luiz Adolfo. **E-livro-Relativity**. 2017.

FILHO, K.S.O, SARAIVA, M.F.O, **Astronomia e astrofísica**. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2004.

QUEIROZ et al. Construindo saberes da mediação na educação em museus de Ciências: o caso dos mediadores do museu de astronomia e Ciências afins/Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2, 77-88 (2002).

GARCIA, R. R.; OTERO, S. C. EDITORIAL. **HIPÁTIA - Revista Brasileira de História, Educação e Matemática**, v. 3, n. 1, p. 6-8, 2018.

GOMES, T.; ALVARENGA, F. G; GOBBI, L. H.; SILVA; R. M. A. **Relativistic Space-Time. Versão 1.0**. Vitória, 2016. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.UTMMApps.lorentzmodel>. Acesso em: 06 mar. 2021.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física**. 4-6 ed. Rio de Janeiro: Livros técnicos e Científicos AS. 2009.

LANGUI, R. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores**. Tese de Doutorado, UNESP, São Paulo, 2009. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/101991>. Acesso em 18 jan. 2021.

MARTINS, S. T. F. **Educação científica e atividade grupal na perspectiva sócio-histórica**. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 8, n. 2, p. 227-235, 2002.

MORÃO, M. F.; SALES, G. L. **O uso do ensino por investigação como ferramenta didático-pedagógica no ensino de Física**. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 5, p. 428-440, 2018.

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*, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2016.

NASCIMENTO, V. B.; CARVALHO, A. M. P. **A natureza do conhecimento científico e o ensino de ciências**. 2004.

NOGUEIRA, S; CANELE, J.B.G. **Astronomia: Ensino fundamental e médio. Brasília.** Coleção explorando o ensino v.11. MEC, SEB; MCT; AEB, 2009.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica: Mecânica. v. 1.** Editora Blucher, 2013.

OLIVEIRA, A. M.; HORTA, L. **Uma breve reflexão sobre a Mostra de Astronomia do Espírito Santo.** Caderno de Astronomia. Núcleo PPG Cosmos UFES, v.1 n.1. ISSN 2675-4754. 2020.

PARRILA, A.; DANIELS, H. **Criação e desenvolvimento de grupos de apoio para professores.** São Paulo: Loyola, 2004.

PREMOLI, Beatriz et al. **Astrofotografia.** *Cadernos de Astronomia* 2.1. 2021.

PIRES, A. S. T. **Evolução das Ideias da Física.** 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2011.

RAUS, C, R. B.; SCHLINDWEIN, L. M. **As ressignificações do pensar/fazer de um grupo de professoras das séries iniciais.** *Contrapontos*, Itajaí, v. 1, n. 2, p. 109-23, 2001.

ROCHA, M. L. da; AGUIAR, K. F. **Pesquisa-intervenção e a produção de novas análises.** *Psicologia: ciência e profissão*, v. 23, n. 4, p. 64-73, 2003.

RODRIGUES, L. A. **Estratégia para divulgação científica: Como a quadrinização pode colaborar com a difusão do conhecimento.** Intercom. XX Congresso de ciências da comunicação na região sul – Porto Alegre, RS, 2019.

ROSA, T. M. **Um guia ilustrado, como material potencialmente significativo, para ensinar Teoria da Relatividade Restrita.** Dissertação (Mestrado profissional em ensino de física). 2020. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/mnpef-cln/wp-content/uploads/DISSERTA%C3%87%C3%83O-Milena-Teixeira-da-Rosa.pdf>. Acesso em: 08 fev. 2021.

SÁ, E. F.; PAULA, H. F; LIMA, M. E. C.; AGUIAR, O. G. **As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências.** In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 6, Florianópolis, SC, 2007.

SAGAN, Carl. **Why WeNeed to Understand Science.** Ano. 14, n. 3, 1990. Disponível em: <https://skepticalinquirer.org/1990/04/why-we-need-to-understand-science/>. Acesso em: 25 jan. 2021.

SANTOS, B.A. **A Teoria da Relatividade Restrita em uma sequência de ensino potencialmente significativa com o uso de história em quadrinhos.** Dissertação (Mestrado profissional em ensino de física). 2019. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/mnpef-cln/wp->

content/uploads/DISSERTA%C3%87%C3%83O-Andrios-Bemfica-dos-Santos.pdf. Acesso em: 08 fev. 2021.

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, v. 21, n. 2, p. 52-67, 2016.

SILVA, Fábio. **O ensino por investigação e as práticas epistêmicas: referenciais para a análise da dinâmica discursiva da disciplina “projetos em bioquímica”**. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 7, 2009.

SILVA F., MARLEN, M. **Uma transposição didática da teoria da relatividade especial**. 2007.

GONÇALVES, T. V. O. e NEVES, S. R. G. Feiras de ciências. **Revista do Ensino de Ciências** 24, 1987.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para Cientistas e Engenheiros**. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006. v.3

TIPLER, Paul; MOSCA, Gene. **Física para cientistas e engenheiros**. 6 ed. reimp. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2011. v. 3

VEIGA, C. et al. **Cosmologia: da Origem ao fim do universo**. Rio de Janeiro: Observatório Nacional, 2015.

VELTEN, H. Matéria escura, energia escura e a busca por uma nova teoria para a gravitação. **Cadernos de Astronomia**, v. 1, n. 1, p. 40-51, 2020.

VIDEIRA, A. A. P. Einstein e o Eclipse Sobral de 1019. **Revista Física na Escola**, v. 6. n.1, 2005.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física IV - Ótica e Física Moderna**. 12 ed. São Paulo: Addison Wesley, 2009.

APÊNDICE A – TERMO DE ASSENTIMENTO E CONSENTIMENTO UTILIZADO DIANTE DO CONTEXTO PANDÊMICO



Termo de consentimento livre e esclarecido

Srs. Pais ou Responsáveis:

Como professora e pesquisadora no ensino médio, estou realizando um trabalho a partir de um projeto extraclasse, clube de astronomia "Estrelas do amanhã", na escola EEEFM Armando Barbosa Quitiba localizada no Centro de Sooretama.

Nosso objetivo é iniciar no aluno o espírito investigativo e ao mesmo tempo divulgar o trabalho realizamos, para que, em outros espaços, possam incentivar outros profissionais a melhorarem a sua prática pedagógica. Precisamos de sua autorização para a utilização de imagens e trabalhos que viermos a produzir como desdobramento desse estudo para fins acadêmicos.

Todas as informações que forem compartilhadas e analisadas irão permanecer em sigilo, assim como os nomes e informações para identificarem o participante. Para identificação do estudante nos textos produzidos, utilizaremos códigos ou pseudônimos. Ressaltamos que esse trabalho não possui fins lucrativos. Desde já agradeço a todos que colaborarem neste estudo.

Obrigado pela sua atenção!

Professora regente: Wanessa Santos Santana

Nome do aluno:

Sua resposta _____

Nome do responsável e grau de parentesco com aluno (Mãe, Pai, Avô, Avó...):

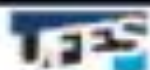
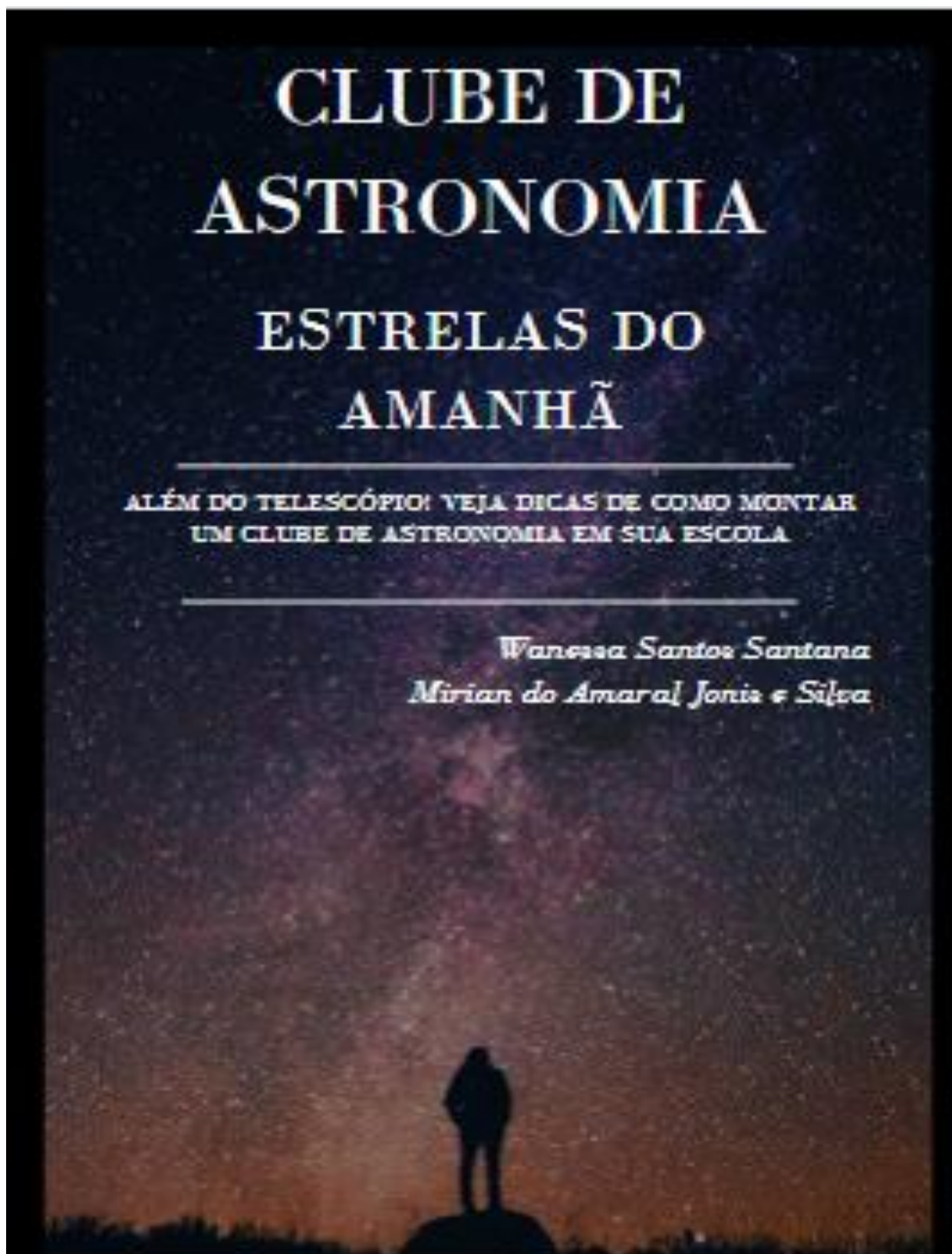
Sua resposta _____

Sim autorizo

Não autorizo

Enviar Página 1 de 1

APÊNDICE B – MATERIAL EDUCATIVO



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA
MESTRADO NACIONAL PROFISSIONAL EM ENSINO DE FÍSICA

CLUBE DE ASTRONOMIA ESTRELAS DO AMANHÃ

ALÉM DO TELESCÓPIO: VEJA DICAS DE COMO MONTAR
UM CLUBE DE ASTRONOMIA EM SUA ESCOLA

*Vanessa Santos Santana
Mirian do Amaral Jones e Silva*

1ª Edição
Vitória - ES
Junho de 2021



Produto Educacional: Implementação de um Clube de Astronomia na escola

Este relato foi produzido com intuito de despertar o interesse dos colegas professores de Física e Ciências na implementação de um Clube de Astronomia em suas escolas.

Esperamos que as experiências aqui descritas estimulem professores e gestores escolares a aceitarem esse desafio, que proporcionou resultados gratificantes e surpreendentes. O projeto foi desenvolvido em três etapas, que serão detalhadas adiante:

- Etapa de investigação;
- Etapa de elaboração dos trabalhos e submissão;
- Etapa de reelaboração e ressubmissão dos trabalhos revisados.

É importante ressaltar que esse projeto foi aplicado em dois anos consecutivos e tinha como motivação principal a participação na Mostra de Astronomia do Espírito Santo (MAES).

Caso não seja esse o seu caso, é possível adaptar as etapas de implementação da seguinte forma:

- Etapa de investigação;
- Etapa de elaboração dos trabalhos;
- Etapa de divulgação na própria escola.

Antes, porém, de qualquer uma dessas etapas um momento de fundamental importância é o convite aos alunos, que deve ser realizado durante as aulas e nas redes sociais da escola.

Em 2019 ainda no contexto de ensino regular, os encontros ocorriam no laboratório de ciências de forma presencial na escola (Figura 7). Já nesse momento, o aplicativo WhatsApp foi muito útil para manter a conexão do grupo que se dispôs a participar do clube no contra turno.

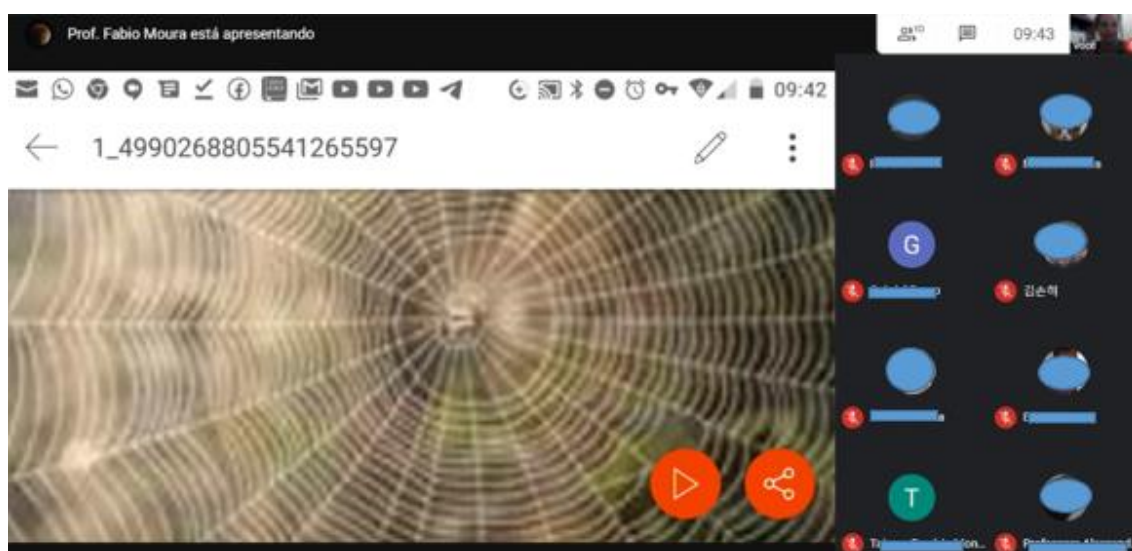
Já em 2020 sob o contexto pandêmico que nos impôs o ensino remoto, as atividades ocorriam virtualmente pelo *Google Meet* (Figura 8) e também pelo WhatsApp de forma assíncrona.

Figura 1: Reunião do clube de astronomia no laboratório de ciências da escola.



Fonte: Arquivos pessoais da autora

Figura 2: Reunião seguida de palestra pela plataforma *Google Meet*.



Fonte: Arquivos pessoais da autora.

Para além dos objetivos do projeto, destaca-se a importância do Clube de Astronomia como potencializador do envolvimento dos alunos e da sua

inclusão tecnológica. Dentro do projeto, os alunos aprendem a manipular aplicativos de smartphones, softwares de computadores, participaram de palestras, tem a oportunidade de observar o céu noturno através de telescópios, viajam representando a escola em eventos e interagem de forma direta com pesquisadores.

A falta de acesso dos estudantes aos meios necessários para a participação de encontros remotos, bem como consultas a fontes bibliográficas pela internet e utilização de softwares para edição de textos e imagens foi um dos grandes fatores limitantes na prática pedagógica durante o período de pandemia em que vivemos.

Além disso, o risco iminente de contágio, apreensão em relação aos familiares, o desgaste emocional ocasionado pelo distanciamento social dificultaram sobremaneira o trabalho educativo. A permanência dos estudantes na produção das pesquisas no Clube de Astronomia nos mostra o quão motivador foi esse projeto, razão pela qual encorajamos fortemente a sua implementação em outras escolas.

1. Objetivo geral do projeto

Inserir alunos do ensino médio da rede pública na ciência, viabilizando que projetos desenvolvidos por esses alunos possam ser submetidos em eventos científicos.

2. Objetivos específicos do projeto

Espera-se que os alunos participantes do clube de astronomia sejam capazes de:

- identificar a nossa localização no espaço;
- compreender que os conceitos ligados a astronomia foram construídos ao longo dos anos por diferentes povos e culturas,
- identificar objetos astronômicos, tais como: estrelas, planetas, galáxias, nebulosas, meteoros e satélites;

- compreender que o Brasil tem um papel importante na produção de ciências e na construção de conceitos científicos;
- operar com conceitos relacionados a relatividade.

3. Quem pode participar do clube de astronomia?

Todo e qualquer estudante da escola é bem-vindo ao clube.

Em nossa experiência observamos um número crescente de participantes, mesmo após a interrupção das atividades presenciais, o que demonstra que a inserção na cultura científica é atraente e motivadora para muitos alunos, que não dispõem de muitas oportunidades de contato direto com temas científicos.

Em 2019, cerca de 15 estudantes ingressaram no clube de astronomia. Havia estudantes do primeiro, segundo e terceiro ano do ensino médio.

Em 2021, mesmo diante do contexto de isolamento social e atividades remotas, cerca de 25 alunos ingressaram no clube de astronomia. Além dos alunos de todas as séries do ensino médio regular, ingressaram alunos da modalidade técnico integrado e EJA.

Na descrição dos encontros vamos nos referir às atividades realizadas em 2019 como **1ª Edição** do Clube de Astronomia. As atividades realizadas em 2020 correspondem à **2ª Edição**. Ao apresentarmos o desenrolar dos encontros nas duas edições simultaneamente possibilitamos ao leitor constatar que o Clube de Astronomia mostrou-se uma estratégia muito potente, tanto no ensino presencial (1ª Edição) como no contexto educacional atípico provocado pela pandemia em 2020 (2ª Edição).

4. Descrição dos encontros

Os encontros ocorriam de forma síncrona ou assíncrona, dependendo da demanda.

Nessa seção buscaremos descrever o desenvolvimento das atividades, para que sirva de referência para outras escolas, ainda que adaptações às diferentes realidades sejam recomendáveis. A tabela abaixo foi elaborada com intuito de descrever a sequência de atividades propostas no clube de astronomia, durante o segundo semestre do ano letivo:

Tabela 2: Descrição das atividades propostas aos alunos em ambos os anos.

Encontro 1	Apresentação dos integrantes e das diretrizes do clube de astronomia
Encontro 2	Investigando aplicativos de forma assíncrona
Encontro 3	Apresentando sugestões de temas de pesquisa ligados a astronomia e formando os grupos de pesquisa.
Encontro 4	Definindo materiais de pesquisa (artigos e reportagens) e modelos de apresentação (banner, slides, animações e vídeos).
Encontro 5	Aprendendo a escrever textos acadêmicos no formato de resumos para submissão dos trabalhos
Encontro 6	Submissão dos resumos
Encontro 7	Divulgação dos resultados das submissões e estratégias para desenvolvimento dos trabalhos
Encontro 8	Conhecendo ferramentas digitais para elaboração dos <i>banners</i> ;
Encontro 9	Confecção do banner
Encontro 10	1° Ensaio para apresentação
Encontro 11	2° Ensaio para apresentação
Encontro 12	Participação da primeira fase da MAES
Encontro 13	Correção dos trabalhos para nova submissão
Encontro 14	1° Ensaio para apresentação
Encontro 15	2° Ensaio para apresentação
Encontro 16	3° Ensaio para apresentação
Encontro 17	Participação da segunda fase da MAES

Fonte: Arquivos pessoais da autora

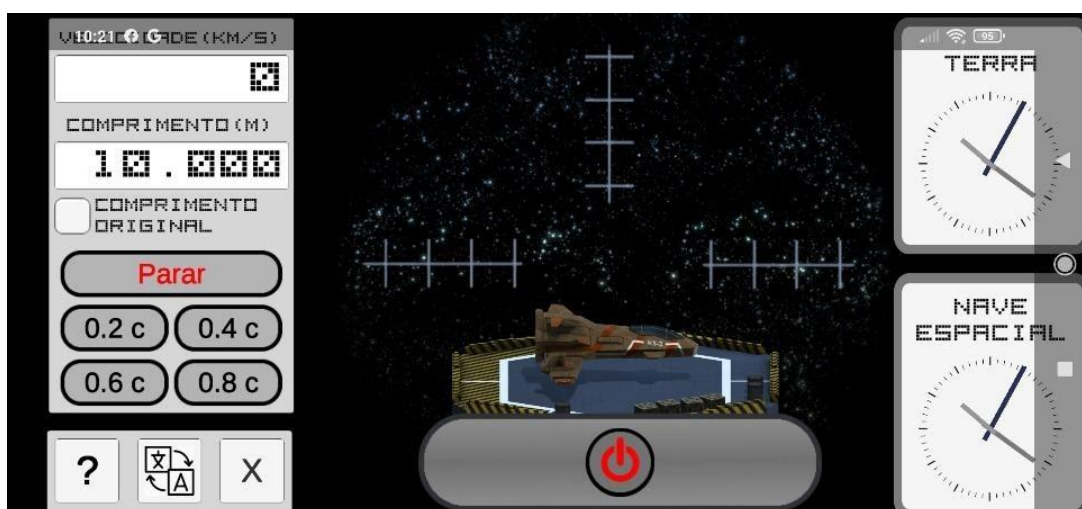
ENCONTRO 1

Iniciamos o encontro apresentando os integrantes e falando sobre astronomia. Na 1ª Edição contamos com a presença de cerca de 20 alunos. Havia alunos

do primeiro, segundo e terceiro ano do ensino médio regular, sendo a maior incidência de alunos do terceiro ano. Na 2ª Edição o primeiro encontro ocorreu pelo Google Meet. Nesse período a escola optou pelo ensino remoto por causa da pandemia do novo Coronavírus.

Nesse encontro o ponto de partida era o levantamento dos conhecimentos prévios dos estudantes acerca do objeto de estudo da Astronomia. Em 2019 uma parcela significativa dos alunos disse acreditar que essa ciência estudava horóscopos, signos e fenômenos místicos. Ficou claro que os alunos se referiam à astrologia, demonstrando assim pouca ou nenhuma familiaridade com esta área do conhecimento. Foi então que sugeri que os alunos baixassem os APPs Carta celeste (Figura 3), *Relativisc space-time* (Figura 4) e assistissem o primeiro episódio da série Cosmos na versão do Neil deGrasse Tyson disponível de forma gratuita no YouTube.

Figura 3 – *Relativistic space-time*.



Fonte: Arquivos pessoais da autora

Figura 4 – Carta celeste



Fonte: Google imagens.

O primeiro aplicativo foi elaborado pelo Prof. Dr. Thieberson Gomes com intuito de ilustrar fenômenos ligados à teoria da relatividade restrita. O segundo aplicativo caracteriza objetos astronômicos, tais como: Constelações, satélites, planetas, galáxias, nebulosas e constelações.

Na 2ª Edição, a maior parte dos alunos reconheceu que a astronomia estuda objetos astronômicos como planetas, luas e estrelas. No entanto, mostraram um certo receio pois acreditavam que para entender essa ciência eles deveriam conhecer todas expressões matemáticas que descrevem os fenômenos astronômicos. Entendi em ambos os anos que esses alunos precisavam passar por um processo de desconstrução. Esse processo ocorreu de forma gradativa durante os encontros do Clube de Astronomia.

ENCONTRO 2

O encontro 2 ocorreu de forma assíncrona utilizando como recurso principal o smartphone, no aplicativo de WhatsApp, por conta da rotina carregada dos alunos. Aqui é importante destacar que no decorrer da 1ª Edição, os alunos

que trabalhavam e estavam matriculados na modalidade técnico integrado participaram de forma assíncrona da maioria dos encontros. Após a instalação dos aplicativos, foi proposto o seguinte problema inicial: O que é possível aprender sobre Astronomia a partir da utilização desses aplicativos?

Tratava-se de um problema com o grau de abertura muito alto, ou seja, os alunos tinham autonomia para explorar o aplicativo e trazer propostas de resolução a partir das suas próprias percepções.

Os resultados desta atividade superaram muito as expectativas. Evidenciamos que muitos conceitos começaram a ser construídos por parte dos alunos, de forma coletiva a partir do processo de investigação por meio da exploração das funcionalidades dos aplicativos. Durante a investigação, eles foram capazes de desenvolver e testar hipóteses e sistematizar o conhecimento.

Ao relatar essa experiência pretendemos não só argumentar em favor da abordagem investigativa, mas também sobre a importância de estimular a curiosidade e a autonomia dos estudantes, por meio da problematização de conteúdos e do uso de ferramentas que estimulem o interesse por temas científicos.

ENCONTRO 3

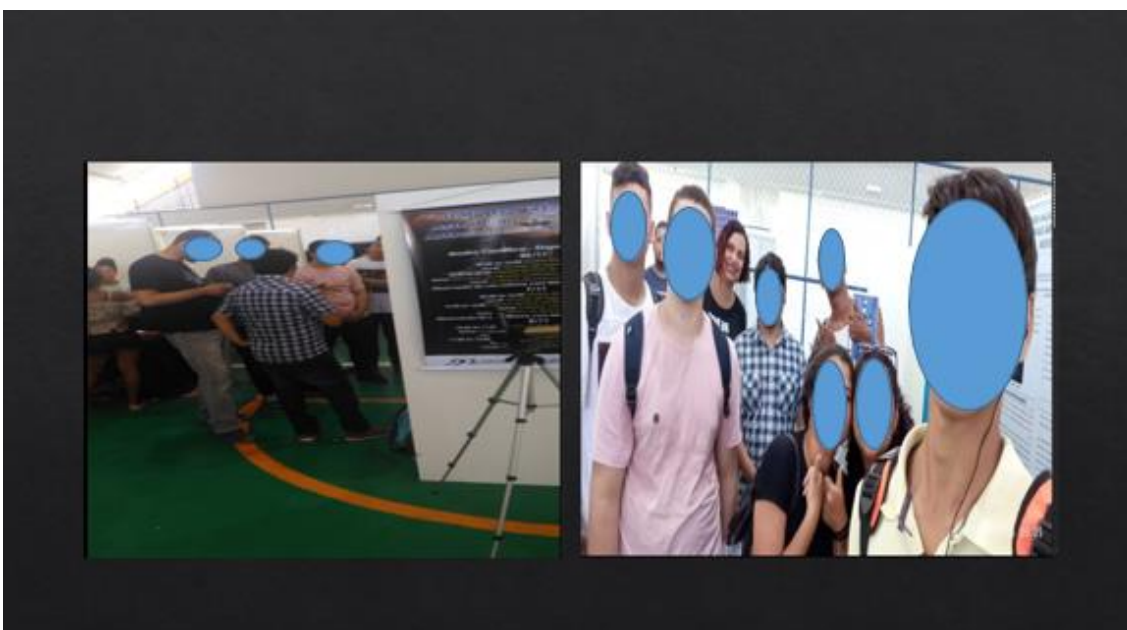
Na 1ª Edição o terceiro encontro ocorreu no laboratório de ciências da escola. Nesse encontro discutimos o método científico, enfatizando a ideia de que a ciência é uma construção humana. Para tanto, foram apresentadas diversas contribuições de filósofos e cientistas para a construção de conhecimentos relacionados à astronomia.

Aqui é importante destacar que o objetivo nesse encontro foi desconstruir a imagem de cientistas como “gênios”, mostrando assim que a ciência é construída de forma coletiva. Após essa conversa sugeri que os alunos formassem grupos de pesquisa com interesse em comum, para desenvolver seus respectivos trabalhos de pesquisa de forma coletiva.

A recomendação era que os alunos trabalhassem temas ligados à ciência nacional para mostrar o papel do Brasil na construção de conceitos científicos e na produção tecnológica. A partir daí, os alunos escolheram os seguintes temas de pesquisa: “Astrobiologia”, “Satélites naturais e artificiais”, “Eclipse de Sobral” e “A contribuição de uma pesquisadora Brasileira no estudo da energia escura”. Infelizmente tivemos um grande número de evasão de alunos e com isso, apenas dois grupos desenvolveram os trabalhos até o final do projeto.

Na 2ª Edição, por conta do ensino remoto, esse encontro ocorreu pela plataforma do google meet. Preparei slides com resultados do ano anterior (Figura 5) com intuito de mostrar tudo que conseguimos graças à participação dos meninos no projeto em 2019. Novamente, abordamos a ciência como construção humana e destacamos a importância de trabalhar de forma coletiva. Dessa vez por se tratar de um grupo maior, sugerimos diversos temas de pesquisa sobre astronomia. Novamente os grupos foram formados por interesse em comum, ou seja, os grupos eram bem heterogêneos. Havia alunos de diferentes modalidades e séries no mesmo grupo.

Figura 5: Slide usado na apresentação do projeto: Clube de astronomia “Estrelas do Amanhã” pelo Google Meet em 2020.



Fonte: Arquivos pessoais da autora

Na 2ª Edição os temas escolhidos foram: “Possibilidade de vida inteligente fora da Terra”, “Energia escura”, “Astrofotografia”, “Astronomia Guarani”, “Eclipse de Sobral” e “Evolução estelar”.

ENCONTRO 4

Na 1ª Edição esse encontro ocorreu no laboratório de ciências. O tema do encontro tinha como foco a importância de se utilizar fontes de consulta seguras como trabalhos acadêmicos e artigos científicos. Lemos um artigo sobre o eclipse de Sobral e uma matéria do site da Sociedade Brasileira de Física que apresentava as contribuições da pesquisadora Marcelle Soares. Desta forma, proporcionamos aos estudantes experiências de leitura de trabalhos de natureza acadêmica e divulgação científica.

Ainda na 1ª Edição foi publicado o edital da MAES, que orientava que os trabalhos submetidos fossem apresentados no formato de banner na primeira fase e no formato de apresentação de Power Point na segunda fase. Assim sendo, os alunos foram orientados a utilizassem o Power Point para construir seus respectivos *banners*. Havia receio por parte de vários integrantes por desconhecerem essa ferramenta. Por esta razão, os encontros seguintes foram realizados no laboratório de informática.

Na 2ª Edição o quarto encontro ocorreu de forma assíncrona pelo WhatsApp. Assim, os alunos compartilhavam os trabalhos que eles haviam encontrado em suas buscas no Google Acadêmico ou em fontes indicadas pela professora.

O edital da MAES em 2020 determinava que os alunos gravassem um vídeo apresentando os seus trabalhos. A primeira fase estava prevista para ocorrer de forma remota e havia a promessa de bolsas de iniciação científica para os trabalhos mais bem colocados.

Sugerimos aos alunos que utilizassem a criatividade na escolha do formato dos trabalhos, desse modo, alguns manifestaram interesse em apresentar no formato de slides. Um grupo teve a ideia de montar uma página de divulgação científica no *Instagram*, a qual alimentavam com fotos do céu produzidas por

eles. Outro grupo resolveu montar um curta metragem com os mais velhos da aldeia Guarani. Dois outros grupos optaram por fazer uma animação curta e por fim, o último grupo optou por produzir um filme de animação com fantoches.

É interessante notar que esses alunos tinham dificuldades com o uso de aplicativos de smartphone. Alguns desconheciam softwares básicos como o Power Point e agora mostravam-se confiantes para produzirem peças audiovisuais de diversos formatos e sobre diversas temáticas de cunho científico, além da desenvoltura que adquiriram no manuseio dos simuladores astronômicos. Um ganho surpreendente em termos de aprendizagem!

ENCONTRO 5

Na 1ª Edição o quinto encontro ocorreu no laboratório de informática (Figura 6). Os alunos puderam acessar o site da MAES e ver que havia um *template* do banner. Souberam também que a apresentação deveria ser produzida em formato acadêmico. Foi assim que foram apresentados às normas técnicas para elaboração de trabalhos acadêmicos, abrangendo os tópicos de introdução, metodologia, desenvolvimento, análise dos resultados e conclusão. Foi necessário esclarecer o que significava cada tópico. É muito importante nesta etapa que os alunos possam contar com a disponibilidade e apoio do professor para auxiliá-los na construção dos textos.

Figura 6: Processo de construção do banner no laboratório de informática da escola em 2019



Fonte: Arquivos pessoais da autora

Após essa conversa, o próximo passo seria a produção de um resumo simples, no formato de texto dissertativo que deveria ser submetido no site da MAES. Simultaneamente deveriam indicar os tópicos para o banner em casa e trazer para revisão no encontro seguinte.

Na 2ª Edição o quinto encontro ocorreu novamente de forma assíncrona pelo WhatsApp, com o devido feedback das produções dos estudantes. Destacamos que a maior parte dos alunos não tinha computador. Desse modo, os textos eram escritos e compartilhados através do WhatsApp e as professoras colaboradoras convertiam o texto nos formatos exigidos pela MAES.

ENCONTRO 6

O sexto encontro foi dedicado ao processo de submissão dos resumos. Esse procedimento tão comum na vida acadêmica, que inclui a socialização dos resultados das pesquisas em eventos científicos, era uma experiência nova e instigante para os alunos.

Na 1ª Edição a submissão dos resumos ocorreu no laboratório de informática da escola, após leitura e discussão dos textos com os alunos. Já na 2ª Edição, após leitura e feedback, os trabalhos foram submetidos em momentos assíncronos, em dias e horários diferentes e mantendo contato com os discentes pelo WhatsApp. Destacamos aqui, que em 2020 contamos com a colaboração de uma professora de língua portuguesa que corrigiu todos os resumos antes da submissão. Ressaltamos que o envolvimento e a colaboração de professores de outras áreas é sempre desejável na realização de projetos escolares.

ENCONTRO 7

Em ambas as edições, todos os resumos submetidos foram aprovados para participar da MAES. Na 2ª edição, mesmo com o contexto do ensino remoto, dois grupos submeteram trabalhos em outro evento científico estadual: A feira *“Gênios de multigêneros +Cultura +Arte”* que também ocorreu de forma remota devido a pandemia do novo coronavírus.

Aqui ressaltamos a importância de submeter os trabalhos dos alunos a mais de um evento, quando possível. Isso oportuniza a interação dos discentes com alunos, pesquisadores e públicos diferentes, o que conduz a agregação conhecimentos diferentes.

A MAES é um evento que explora conceitos específicos sobre Astronomia. Já a feira de ciências *“Gênios de multigêneros + Cultura +Arte”* é um evento que atravessa diversas áreas do conhecimento. A feira de ciências é um evento estadual em que os alunos tem um maior grau de liberdade na escolha dos trabalhos. Isso possibilita que o aluno assuma o protagonismo não apenas ao incluir a pesquisa no formato exigido, mas também induz ao discente buscar

diferentes estratégias de apresentação, levando em consideração movimentos culturais e artísticos como representações visuais, maquete ou SLAM¹⁴.

Os trabalhos ficam expostos no site e nas redes sociais do evento e recebem números expressivos de visualizações, o que corrobora com um dos critérios de avaliação da feira de ciências, que é o número de curtidas nos vídeos.

Aqui ressaltamos o apoio essencial da equipe pedagógica e das professoras orientadoras na divulgação dos trabalhos em suas respectivas redes sociais afim de atingir um número de curtidas razoável. Evidenciamos que esse caráter colaborativo na divulgação dos trabalhos é essencial para o envolvimento dos alunos. Aqui é importante que o leitor entenda que o apoio de outros docentes proporciona segurança nos estudantes, permitindo que as habilidades dos discentes emerjam.

ENCONTRO 8

Esse encontro ocorreu no laboratório de informática na 1ª edição. Apresentamos aos alunos um *template* de banner e sugerimos algumas ferramentas de edição no power point.

Um dos alunos se destacou na utilização desse recurso e descobriu uma infinidade de ferramentas. Aqui há evidências de que oportunizar o acesso a esse software permitiu que o discente fosse capaz de descobrir habilidades relacionadas a informática básica e como consequência o aluno mostrou um auto grau de empoderamento ao atender alguns comerciantes locais montando *banners* e propagandas com a ferramenta de power point. Além disso ele auxiliou através de um curso uma professora que tinha dificuldades em trabalhar com ferramentas digitais. Todo esse processo nos deixa à vontade para parafrasear Paulo Freire: “Ensinar não é transferir conhecimento, mas criar possibilidades para sua própria produção ou a sua construção”.

¹⁴ SLAM ou Poetry Slams é caracterizado como batalha de poesia falada, semelhante as apresentações que ocorrem em Saraus, decoradas ou lidas em minutos em um contexto social próximo a realidade do autor.

Na 2ª edição, por conta do ensino remoto apenas um grupo tinha acesso livre a computador e conseguiu editar o banner. O template do banner dessa edição tinha descrições do que deveria ser escrito em cada tópico (Figura 7). Ainda assim, apenas um grupo conseguiu editar sozinho, diante desse contexto de ensino remoto. Os outros grupos enviaram os textos pelo whatsapp para que eu pudesse incluir nos *banners* e posteriormente, submeter a MAES.

Figura 7 – Template do banner em 2020.

<h2 style="color: yellow; background-color: black; padding: 5px;">III Mostra de Astronomia do Espírito Santo</h2>	
<p>TÍTULO DO PROJETO (ARIAL 20, NEGRITO MAIÚSCULO, ESPAÇAMENTO ENTRELINHAS 1cm) <small>(Linha máxima de 2 linhas)</small> NOME DA INSTITUIÇÃO DE ENSINO (Arial 20) <small>NOME DOS AUTORES (Arial 11, caixa alta, centralizado) E ORIENTADORES (em negrito)</small></p>	
<p>INTRODUÇÃO: [Descrever uma breve introdução do projeto desenvolvido]. - Texto com alinhamento justificado, fonte Arial 12, espaçamento entrelinhas simples.</p> <p>OBJETIVOS: [Descrever o(s) objetivo(s) do projeto]. - Texto com alinhamento justificado, fonte Arial 12, espaçamento entrelinhas simples.</p> <p>METODOLOGIA: [Descrever a metodologia de pesquisa e coleta de dados]. - Texto com alinhamento justificado, fonte Arial 12, espaçamento entrelinhas simples.</p>	<p>RESULTADOS: [Descrever os resultados obtidos com o projeto]. - Texto com alinhamento justificado, fonte Arial 12, espaçamento entrelinhas simples.</p> <p>FIGURAS E TABELAS:</p> <div style="text-align: center;">  <p><small>Figura 1: Lua minguante</small> Título da figura, fonte Arial 8 em negrito, alinhamento centralizado.</p> </div> <p>REFERÊNCIAS: [Citar a bibliografia utilizada para o desenvolvimento do projeto, seguindo as normas da ABNT]. - Texto com alinhamento justificado, fonte Arial 12, espaçamento entrelinhas simples.</p>
	

Fonte: MAES 2020.

A falta de acesso a computadores é uma realidade em muitas escolas no Brasil. Diante disso, foi necessário desenvolver estratégias para construção dos trabalhos que possibilitasse a participação dos estudantes, considerando os recursos acessíveis a esse público.

Dentro desse contexto, destacamos mais uma vez a importância do trabalho colaborativo, tendo em vista que havia cinco grupos produzindo textos. Os textos eram recebidos via aplicativo de WhatsApp e incluídos no *template* do evento e editado pelas professoras orientadoras. Sem a colaboração de outros professores seria inviável para um único professor auxiliar a todos os grupos.

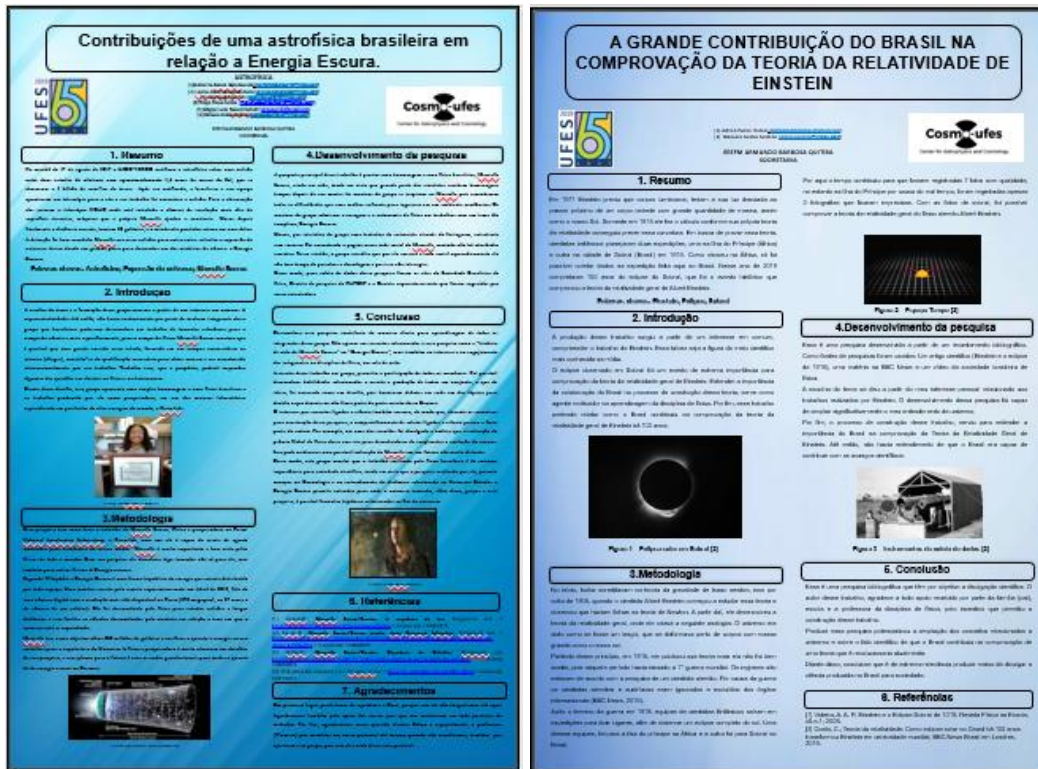
ENCONTRO 9

Esse encontro foi promovido novamente no laboratório de informática na 1ª edição. Ocorreu com intuito reparar possíveis alterações no arquivo do *power point* e nos respectivos textos. Após as correções, os trabalhos foram encaminhados ao diretor da escola que utilizou recursos da escola para imprimir cada uma das versões.

Aqui destacamos que o apoio da gestão escolar é essencial para construção de projetos escolares. A gestão escolar se preocupou em disponibilizar os recursos necessários para produção do banner, agendando horário no LIED¹⁵ para que os alunos pudessem utilizar os computadores da escola para produzir. Também foi uma preocupação da gestão custear com a impressão dos *banners*. A figura 8 mostra o resultado final dos trabalhos:

Figura 8: *Banners* dos grupos 1 e 2.

¹⁵ LIED: Laboratório de informática educacional.



Fonte: Produção dos alunos

A figura 9 mostra o banner produzido pelo único grupo com acesso irrestrito a computador e um banner com os textos dos tópicos produzidos pelos alunos e editado por mim, no contexto do ensino remoto na 2ª edição:

Figura 9: Banner produzido integralmente por um grupo de alunos x banner com textos produzidos pelos alunos e editados pelas professoras orientadoras.

III Mostra de Astronomia do Espírito Santo



ASTROFOTOGRAFIA
E.E.E.F.M. Armando Barbosa Quitiba


<p>INTRODUÇÃO: Astrofotografia Astrofotografia é um tipo especializado de fotografia que envolve gravar imagens de corpos celestes e grandes áreas do céu noturno.</p> <p>OBJETIVOS: O objetivo desse trabalho é desenvolver uma página no Instagram para divulgação científica, onde vamos expor o céu de nossa cidade.</p> <p>METODOLOGIA: Para capturar imagens do céu noturno, nós utilizamos a câmera do celular Xiaomi Redmi Note 8. Para editar as fotos, utilizamos os aplicativos Adobe Lightroom e Snapseed. Para identificar os objetos astronômicos, saber de eventos, observamos as constelações e corpos celestes, utilizamos os aplicativos StarWalk 2 e Stellarium.</p> <p>RESULTADOS: Como resultado, temos a página Mundo Astrofotografico@astrofotografia_srt no Instagram.</p> <p>REFERÊNCIAS: Junior, R.S.S. Astrofotografia Digital: proposta de um projeto de exposição de astrofotografias em escolas do ensino médio. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/2175-2246.astrofotografia-digital-tambem-um-projeto-de-exposicao-de-astrofotografias-em-escolas-do-ensino-medio-resumo-1-comissao-santos-silva-unic-1.htm> Acesso em 28/09/2020.</p>	<p>FIGURAS:</p>  <p style="text-align: center;">Figura 1: Galáxia de Andrômeda</p>  <p style="text-align: center;">Figura 2: Via Láctea</p>  <p style="text-align: center;">Figura 3: Nebulosa Saco de Carvão</p>
---	---



III Mostra de Astronomia do Espírito Santo

ASTRONOMIA GUARANI
EEEEFM ARMANDO BARBOSA QUITIBA

<p>INTRODUÇÃO: Esse trabalho pretende abordar tópicos de astronomia, a partir da perspectiva dos povos originários do Brasil e do Espírito Santo. Tendo como base o olhar do povo Guarani para interpretar constelações, passagem do tempo através de relógio solar, estações do ano e fenômenos das marés.</p> <p>OBJETIVOS: Divulgar a perspectiva astronômica construída a partir dos povos nativos originários de nossa região, valorizando a diversidade presente a partir do olhar desses sujeitos.</p> <p>METODOLOGIA: Esse trabalho vem sendo construído a partir dos artigos: "As constelações indígenas brasileiras" e "O céu dos índios do Brasil" do autor: Germano Bruno Afonso.</p> <p>RESULTADOS: Como resultado desse trabalho temos a participação nesse evento. Pretendemos, dentro das possibilidades, publicar um trabalho com esse tema no formato de artigo.</p>	<p>FIGURAS E TABELAS:</p>  <p style="text-align: center;">Figura 1: Constelação do Horns Valley</p>  <p style="text-align: center;">Figura 2: Constelação da Anta do Norte</p> <p>REFERÊNCIAS: Afonso, G.B. As constelações indígenas Brasileiras. Observatórios virtuais. UFPR. Disponível em: <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/indigenas.pdf> Acesso em 05/10/2020. Afonso, G.B. O céu dos índios do Brasil. Anais da 66ª reunião anual da SBPC. Rio Branco, AC. Julho de 2014.</p>
--	---



Fonte: Arquivos pessoais da autora.

ENCONTRO 10 E 11

Na 1ª edição, por conta do calendário escolar, não foi possível ensaiar para apresentação da primeira fase. Havia provas e atividades de fechamento de trimestre com datas próximas a do evento. Sendo assim, sugeri aos alunos que ensaios ocorressem em casa, para apresentações no evento que ocorreu em outro município.

É importante ressaltar que atribuir ao aluno a responsabilidade de se preparar para apresentação não foi uma estratégia muito válida, tendo em vista o fato de que um dos trabalhos, apresentados na primeira edição, foi desclassificado porque o grupo não conseguiu responder as perguntas formuladas pela banca com segurança como veremos na próxima seção.

Já na 2ª edição o site da MAES anunciava que a primeira fase em 2020 ocorreria de forma remota no site do evento. Dentro desse contexto, os organizadores do evento solicitaram um vídeo de no máximo dez minutos, gravado pelos integrantes de cada grupo, com intuito de apresentar os

trabalhos de forma sucinta e clara. Apresentação para banca avaliadora ocorreu em horário agendado previamente.

Alguns alunos tiveram bastante dificuldade para gravar o vídeo. Entre as maiores dificuldades relatadas pelos alunos destacamos as seguintes: falta de aparato tecnológico para gravar com qualidade; dificuldade para falar em público; problemas com ruídos e/ou barulhos externos; impossibilidade de isolamento, tendo em vista que em algumas casas não havia portas ou divisórias e problemas com áudio do smatphone.

Ainda assim, ao final do processo esses alunos superaram todas as adversidades e gravaram os vídeos dentro das orientações da III MAES. Esses trabalhos estão presentes até os dias atuais no site do evento¹⁶.

ENCONTRO 12

A primeira fase da II MAES na 1ª edição ocorreu na CEUNES em São Mateus. Havia trabalhos expostos de diversas escolas do norte do estado. Aqui é importante ressaltar que não existe uma cultura de inserção dos estudantes de escola pública em eventos científicos não é uma realidade no norte do ES. De acordo com Oliveira e Horta (2020) há prevalências de estudantes de escolas privadas e do Instituto Federal. Diante dessa perspectiva, buscamos encorajar o leitor a desconstruir essa estatística e ocupar cada vez mais esses ambientes.

Evidenciamos que o apoio da direção da escola foi de extrema importância para que esses estudantes pudessem ocupar esse espaço. Os alunos receberam ajuda de custo da escola nessa etapa para o transporte e alimentação. Os trabalhos foram expostos em estandes e apresentados para alunos dos cursos de graduação da UFES, para escolas de São Mateus que visitaram o evento e também para banca avaliadora conforme a figura 10.

¹⁶ Página de apresentação dos trabalhos no site do evento: <https://www.cosmo-ufes.org/apresentacoes2020.html>

Figura 10: Apresentação do grupo com tema “Eclipse de Sobral” na primeira fase da MAES em 2019.



Fonte: Arquivos pessoais da autora.

A banca avaliadora era composta por pesquisadores de duas instituições: UFES e IFES. Entre os trabalhos avaliados, um foi aprovado para segunda fase que ocorreu em no município de Guarapari em dezembro desse mesmo ano. O outro trabalho foi desclassificado, pois o grupo não conseguiu atender as expectativas da banca ao responder algumas perguntas.

A avaliação dos trabalhos na 2ª edição ocorreu pela plataforma *google meet* conforme a figura 11. Por conta do contexto remoto, a banca foi orientada pela organização do evento a assistir ao vídeo e olhar o banner disponível no site do evento e, posteriormente, entrevistar os alunos em horários agendados. Durante a entrevista, os avaliadores fizeram algumas sugestões de melhorias. Todos os seis trabalhos foram aprovados nessa etapa.

Figura 11: Apresentação do grupo com tema “Energia escura” na primeira fase da MAES.



Fonte: Arquivos pessoais da autora.

É importante destacar que na MAES os alunos competiam por modalidades de ensino:

Modalidade 1: Escola pública de Ensino Fundamental;

Modalidade 2: Escola pública de Ensino Médio Estadual;

Modalidade 3: Instituto Federal;

Modalidade 4: Escolas Privadas.

ENCONTRO 13

O trabalho aprovado para segunda fase na 1ª edição estava relacionado ao eclipse de Sobral e tinha como título “A grande contribuição do Brasil na comprovação da teoria da relatividade de Einstein”. O aluno que submeteu o trabalho produziu 12 slides com base no artigo: “Einstein e o eclipse de Sobral” de 1919, do autor Antônio Augusto Passos Videira.

Já na 2ª edição, cada grupo editou o trabalho conforme a banca havia sugerido. Essa etapa ocorreu durante o ensino híbrido, o que possibilitou que

os alunos utilizassem como recursos computacionais disponíveis na escola para criar os slides e editar os vídeos.

Os grupos puderam contar com a colaboração das professoras orientadoras na produção e edição dos slides. Os estudantes também interagiam entre si sugerindo melhorias nos trabalhos dos colegas. Isso possibilitou que os alunos aprendessem com as pesquisas desenvolvidas pelos colegas.

ENCONTROS 14, 15 E 16

Os ensaios ocorreram no auditório da escola em ambos os anos e contou com apoio de toda equipe pedagógica e de colegas de turmas. Em 2020 os alunos, por iniciativa própria, reuniram-se cerca de três vezes para ensaiar. Os grupos que assistiam aos ensaios e os professores orientadores auxiliavam sugerindo melhorias nos slides, na postura e nas falas dos estudantes.

ENCONTRO 17

A segunda fase ocorreu no IFES de Guarapari na 1ª edição. O apoio financeiro da escola foi imprescindível mais uma vez. O aluno que participou dessa etapa, recebeu ajuda de custo da escola para transporte, alimentação e hospedagem. Nessa fase, os trabalhos selecionados, foram melhor avaliados por outra banca que era composta por pesquisadores que trabalham com astronomia em várias Universidades Brasileiras. Havia estudantes de várias modalidades de ensino e de diferentes escolas de todo o estado.

A participação desse aluno na 2ª fase da MAES permitiu que ele e outros estudantes entendessem que, muitos tópicos abordados em sala de aula, têm aplicações no campo da pesquisa. Assuntos relacionados ao movimento da Terra, posição dos trópicos e meridianos, História e Filosofia das ciências, Fenômenos ondulatórios... enfim, muito do que o aluno vê de forma fragmentada em sala de aula é apresentado como uma estrutura única no campo da pesquisa. Além disso, poder ver a aplicação desses tópicos justifica a abordagem desses mesmos elementos em sala de aula.

O aluno que participou da 1ª edição interagiu com os outros estudantes e pode aprender com as apresentações dos colegas e com as palestras. Nas palestras pesquisadores que desenvolvem trabalhos em astronomia discorreram sobre temas relevantes utilizando uma linguagem simples.

A apresentação do trabalho durou cerca de 20 minutos e o aluno mostrou bastante segurança. Como tratava-se de nossa primeira experiência nesse tipo de evento, optamos por retornar antes do final. Alguns dias depois fomos surpreendidos por um e-mail com o certificado (figura 12) e avisando que o nosso trabalho havia ficado classificado em 3º lugar entre as escolas públicas estaduais.

Figura 12 – Certificado da segunda fase da MAES em 2019.



Fonte: Arquivos pessoais da autora

Mesmo diante do contexto de pandemia em 2020, o evento ocorreu de forma presencial em Guarapari, seguindo todos os protocolos da secretaria de saúde (figura 13). A organização da MAES cuidou da hospedagem e alimentação

durante o evento para todos os participantes, inclusive as professoras orientadoras e a escola cuidaram do transporte.

Figura 13 – lugares respeitando o distanciamento social.



Fonte: Arquivos pessoais da autora.

As professoras orientadoras arrecadaram um valor para cobrir os lanches no percurso e refeições à noite. Dessa vez participamos integralmente do evento durante os dois dias. Havia a possibilidade de apresentar os trabalhos de forma remota, mesmo assim todos os alunos optaram por ir apresentar presencialmente. Sendo assim, participaram do evento presencial 14 alunos, quatro professoras orientadoras e uma pedagoga (figura 14).

Figura 14 – Clube de astronomia “Estrelas do amanhã” na III MAES 2020.



Fonte: Arquivos pessoais da autora.

Dessa vez os estudantes interagiram de forma direta com os cientistas que palestraram, trocando informações acerca de seus respectivos trabalhos (figura 15). Os alunos também puderam aprender com os trabalhos de outros estudantes que participaram de forma presencial ou remota do evento.

Figura 15: Pesquisadores e alunos.



Fonte: Arquivos pessoais da autora.

Nessa 2ª edição, os professores colaboradores que acompanharam o processo desses alunos lecionam disciplinas distintas. Na primeira fase contamos com o auxílio das professoras de linguagens e códigos que corrigiu os textos e das professoras de matemática, química e física que auxiliaram nas orientações. Já na segunda etapa contamos com o amparo da pedagoga do turno vespertino, das duas professoras de química que lecionam na escola e da professora de geografia. Isso caracteriza o caráter colaborativo desse projeto. Sobre isso concordamos Quinto (2019, p.25) nos diz:

A colaboração tende a potencializar o processo de ensino e aprendizagem, pois os alunos vão assumir um papel mais autônomo, desenvolvendo um sentimento de autogestão das suas etapas de estudo. Essa rede de colaboração fica evidente no relacionamento entre alunos na realização das tarefas e nos projetos escolares, em que o último contribui para interação entre educandos-educandos e educando-docentes, dinamizando o processo de ensino e aprendizagem. Uma rede de colaboração sólida entre professores desencadeia e a rede colaborativa entre alunos, na qual uma pode fortalecer a outra de forma dialética, pois o movimento caracteriza essa ação.

Ficamos surpresos com a segurança e autonomia dos discentes durante as apresentações dos trabalhos. Todos os questionamentos levantados pela banca foram respondidos de forma segura e clara. Recebemos vários elogios dos avaliadores.

No fim do evento tivemos dois trabalhos classificados entre os primeiros lugares de escolas públicas estaduais. Um de nossos grupos recebeu a premiação do primeiro lugar geral entre todos os trabalhos que participaram da III MAES (figura 16).

Figura 16 – Troféu do primeiro lugar geral e medalha do primeiro lugar entre as escolas públicas estaduais.



Fonte: Arquivos pessoais da autora.

Os trabalhos submetidos à Feira de ciências “Gênios de Multigêneros” também receberam premiações, ainda que nenhum deles ficou classificado entre os primeiros lugares

Atualmente, o projeto conta com seis alunos pesquisadores bolsistas da CNPq com publicações em eventos estaduais. Um grupo de alunos fez uma publicação de um artigo científico nos periódicos de astronomia da UFES. Três grupos submeteram e tiveram seus resumos aprovados no SNEF (Simpósio Nacional em Ensino de Física) que está previsto para ocorrer em julho desse ano.

1. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFONSO, G.B. **As constelações indígenas brasileiras**. Telescópios na escola, Rios de Janeiro, p.1-11, 2013.

ALMEIDA, D. M. **As práticas epistêmicas na construção de uma atividade investigativa de Biologia para o ensino superior**. Revista Compartilhe Docência (ISSN 2447-8903), v. 1, n. 1, p. 29-42, 2016.

BARCELOS, L.S. **O estudo da interação Radiação-corpo humano nos anos iniciais do ensino fundamental: Uma abordagem investigativa e colaborativa com enfoque em ciência, tecnologia e sociedade**. 2017. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física), Universidade Federal do Espírito Santo.

BARCELOS, Leandro et al. 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**. p. 37-65, 2019.

BRASIL, **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. (MEC, Brasília, 2002). Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em 18 jan. 2021

BRASIL. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular**.

BODEVAN, J.A.S. **O processo de construção de conceitos e o desenvolvimento de práticas científicas e epistêmicas em uma sequência de ensino investigativo sobre energia mecânica**. 2021. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física), Universidade Federal do Espírito Santo.

BORGES, Antônio Tarciso. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

CARVALHO, A. M. P. **O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas**. In: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de (org.). Ensino de Ciências por Investigação: Condições para Implementação em Sala de Aula. São Paulo: Cengage Learning, p. 1-20. 2012.

CARVALHO, A. M. P. (2014). **Calor e temperatura**. São Paulo: Editora Livraria da Física.

DAMIANI, M. F. **Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios**. Educar em revista, n. 31, p. 213-230, 2008.

DE MELLO, Luiz Adolfo. **E-livro-Relativity**. 2017.

FILHO, K.S.O, SARAIVA, M.F.O, **Astronomia e astrofísica**. Editora Livraria da Física, São Paulo, 2004. 2º edição.

GARCIA, R. R.; Otero-Garcia, S. C. EDITORIAL. **HIPÁTIA-Revista Brasileira de História, Educação e Matemática**, v. 3, n. 1, p. 6-8, 2018.

GOMES, T.; ALVARENGA, F. G; GOBBI, L. H.; SILVA; R. M. A. **Relativistic Space-Time. Versão 1.0**. Vitória-ES, 2016. Disponível em: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.UTMMApps.lorentzmodel>. Acesso em: 06 mar. 2021.

GONÇALVES, T. V. O; NEVES, S. R. G. Feiras de ciências. **Revista do Ensino de Ciências** 24 (1987).

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Fundamentos de Física**. 4-6 ed. Livros técnicos e Científicos SA Rio de, p. 200, 2009.

Langui R., **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores**. Tese de Doutorado, UNESP, São Paulo (2009). Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/101991>. Acesso em 18 jan. 2021.

MARTINS, S. T. F. **Educação científica e atividade grupal na perspectiva sócio-histórica**. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 8, n. 2, p. 227-235, 2002.

MORÃO, M. F.; SALES, G. L. **O uso do ensino por investigação como ferramenta didático-pedagógica no ensino de Física**. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 13, n. 5, p. 428-440, 2018.

MORTINER, 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*, v. 7, n. 3, p. 283-306, 2016.

NASCIMENTO, V. B.; CARVALHO, A. M. P. **A natureza do conhecimento científico e o ensino de ciências**. 2004.

NOGUEIRA, S.; CANALLE, J.B.G. **Astronomia: Ensino fundamental e médio**. Brasília. Coleção explorando o ensino v.11. MEC, SEB; MCT; AEB, 2009.

NUSSENZVEIG, H. M. **Curso de física básica: Mecânica (vol. 1)**. Editora Blucher, 2013.

OLIVEIRA, A. M.; HORTA, L. **Uma breve reflexão sobre a Mostra de Astronomia do Espírito Santo**. Caderno de Astronomia. Núcleo PPG Cosmos UFES, v.1 n.1. ISSN 2675-4754. 2020.

PARRILA, A.; DANIELS, H. **Criação e desenvolvimento de grupos de apoio para professores**. São Paulo: Loyola, 2004.

PIRES, A. S. T. **Evolução das Ideias da Física**. Livraria da Física. 2. ed. São Paulo, 2011.

QUEIROZ, G. et al., Construindo saberes da mediação na educação em museus de Ciências: o caso dos mediadores do museu de astronomia e Ciências afins/Brasil. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2, 77-88 (2002).

RAUS, C. R. B.; SCHLINDWEIN, L. M. **As ressignificações do pensar/fazer de um grupo de professoras das séries iniciais**. *Contrapontos*, Itajaí, v. 1, n. 2, p. 109-23, 2001.

ROCHA, M. L. da; AGUIAR, K. F. de. **Pesquisa-intervenção e a produção de novas análises**. *Psicologia: ciência e profissão*, v. 23, n. 4, p. 64-73, 2003.

RODRIGUES, L. A., **Estratégia para divulgação científica: Como a quadrinização pode colaborar com a difusão do conhecimento**. Intercom. XX Congresso de ciências da comunicação na região sul – Porto Alegre, RS, 2019.

ROSA, T. M. **Um guia ilustrado, como material potencialmente significativo, para ensinar Teoria da Relatividade Restrita**. (Dissertação Mestrado profissional em ensino de física). 2020. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/mnpfef-cln/wp-content/uploads/DISSERTA%C3%87%C3%83O-Milena-Teixeira-da-Rosa.pdf>. Acesso em: 08 jan.2021.

SÁ, E. F. de; PAULA, H. de F; LIMA, M. E. C.; AGUIAR, O. G. de. **As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências**. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 6, Florianópolis, SC, 2007.

SAGAN, Carl. **Why WeNeed to Understand Science**. Ano. 14, n. 3, 1990. Disponível em: <https://skepticalinquirer.org/1990/04/why-we-need-to-understand-science/>. Acesso em: 25 jan. 2021.

SANTOS, B.A. **A Teoria da Relatividade Restrita em uma sequência de ensino potencialmente significativa com o uso de história em quadrinhos**. Dissertação (Mestrado profissional em ensino de física). 2019. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/mnpfef-cln/wp-content/uploads/DISSERTA%C3%87%C3%83O-Andrios-Bemfica-dos-Santos.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2021.

SASSERON, L. H.; DUSCHL, R. A. **ENSINO DE CIÊNCIAS E ASPRÁTICAS EPISTÊMICAS: O PAPEL DO PROFESSOR E O ENGAJAMENTO DOS ESTUDANTES**. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 21, n. 2, p. 52-67, 2016.

SILVA, Fábio Augusto Rodrigues. **O ensino por investigação e as práticas epistêmicas: referenciais para a análise da dinâmica discursiva da disciplina “projetos em bioquímica”**. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 7, 2009.

SILVA F., MARLEN, M. **Uma transposição didática da teoria da relatividade especial**. 2007.

SILVA, N., T.; MOTOKANE, M. T. **Práticas Epistêmicas presentes em Sequência Didática de Ecologia**.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. **Física para Cientistas e Engenheiro**. v. 3. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2006.

TIPLER, Paul Allen; MOSCA, Gene. **Física para cientistas e engenheiros**. v. 3. 6. ed. reimp. Rio de Janeiro, RJ: LTC, 2011.

VEIGA, C. et al. **Cosmologia: Da Origem ao fim do universo**. Rio de Janeiro: Observatório Nacional, 2015.

VELTEN, H. Matéria escura, energia escura e a busca por uma nova teoria para a gravitação. **Cadernos de Astronomia**, v. 1, n. 1, p. 40-51, 2020.

VIDEIRA, A. A. P. Einstein e o Eclipse Sobral de 1019. **Revista Física na Escola**, v. 6.n.1, 2005.

YOUNG, H. D.; FREEDMAN, R. A. **Física IV - Ótica e Física Moderna**. 12. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2009.

APÊNDICE C – FOTOS TIRADAS PELOS ALUNOS DO CLUBE DE ASTRONOMIA COM O CELULAR

Figura 01: Via láctea



Figura 02: Júpiter e Saturno.



Figura 03 – Nebulosa Carina.



Figura 04: Grande e pequena nuvem de Magalhães.

