Universidade Federal do Espírito Santo – UFES

Centro de Ciências Exatas – CCE

Departamento de Física – DFIS

DAVI RAMOS AZEREDO

Ensino por investigação e o desenvolvimento de normas, práticas e conceitos científicos: análise de uma intervenção pedagógica sobre óptica em aulas de ciências no ensino fundamental.

Vitória

2024

DAVI RAMOS AZEREDO

Ensino por investigação e o desenvolvimento de normas, práticas e conceitos científicos: análise de uma intervenção pedagógica sobre óptica em aulas de ciências no ensino fundamental

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Física – Licenciatura, da UFES, como requisito para a obtenção do grau de licenciado em Física.

Orientador: Geide Rosa Coelho

Vitória

2024

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço aos meus pais, José Rodrigo Manhães Azeredo e Cizinia Maria de Souza Ramos, por sempre me apoiarem em tudo, e sem eles, com certeza eu não estaria onde estou hoje.

Agradeço aos meus amigos pela amizade de longa data, pelas boas conversas, por proporcionar bons momentos e muitas risadas.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Geide Rosa Coelho, pela paciência e por sua orientação/instrução durante todo o período de iniciação científica e Trabalho de Conclusão de Curso.

Agradeço ao Prof. Dr. Ernani Vassoler Rodrigues, por algumas ideias desta sequência didática que retirei/copiei diretamente da matéria de Instrumentação.

Agradeço aos meus colegas da graduação, pelos momentos vividos durante todos os anos do curso.

Agradeço à escola EMEF Ceciliano Abel de Almeida, e sua equipe, por proporcionar a possibilidade de realizar este trabalho e a minha iniciação científica. Agradeço principalmente ao Prof. Dr. Victor Colombi por sempre apoiar nossas ideias em sala de aula e pelo apoio em geral, também agradeço as integrantes da Residência Pedagógica, dentre elas principalmente a Eduarda por ter produzido a sequência didática deste trabalho junto comigo.

Agradeço a FAPES, pelo financiamento por meio da bolsa científica.

Agradeço a UFES, por proporcionar um ensino de qualidade.

RESUMO

Este trabalho tem por objetivo a análise de uma sequência, elaborada por dois professores em formação, um aluno do curso de Física – Licenciatura e uma aluna do curso de Biologia – Licenciatura (residente da escola), a sequência didática teve como tema Óptica e foi realizada em uma turma de 6ºAno do Ensino Fundamental sendo baseada na abordagem investigativa. A pesquisa é do tipo intervenção pedagógica e os dados, pautados nas interações discursivas, foram coletados em sala de aula, utilizando um celular para gravação de áudio e vídeo, planejada e aplicada pelos professores em formação. Sobre o tratamento e a interpretação dos dados, com a coleta do áudio e vídeo, as interações discursivas foram regravadas para um áudio de melhor qualidade e então foi utilizado o modelo de reconhecimento de fala “Whisper” para facilitar o processo de transcrição. Posteriormente os diálogos foram transportados para planilhas, organizadas em um esquema de quadros para uma melhor análise da mediação pedagógica, tendo as interações separadas em episódios, para identificação de práticas científicas e normas sociais da ciência escolar. Os resultados indicam que as principais práticas compartilhadas foram: “Fazer perguntas”; “Planejar e executar investigações”; “Construir explicações” e “Engajar-se em argumentações baseadas em evidências”. Enquanto as principais normas compartilhadas foram: “Fórum” e “Constituição da Igualdade Moderada”. Também foi possível notar o uso de alguns conceitos científicos de forma correta, como lentes divergentes e convergentes, e linguagem científica por parte de alguns alunos.

Palavras-Chaves: Ensino de Ciências, Ensino por investigação, Conceitos Cotidianos, Conceitos Científicos, Normas e Práticas sociais da ciência escolar.

ABSTRACT

The aim of this study is to analyze a teaching sequence designed by two teachers in training, one being a Physics undergraduate and the other being a Biology undergraduate (a resident in the school). The didactic sequence focused on the topic of Optics and was implemented in a 6th-grade class of Elementary Education, based on an inquiry-based learning approach. The research is characterized as a pedagogical intervention, and the data, grounded in discursive interactions, were collected in the classroom using a mobile phone for audio and video recording. The lesson was planned and applied by the teachers in training. Regarding data processing and interpretation, the audio and video recordings were refined, with the audio being re-recorded for better quality, and the "Whisper" speech recognition model was employed to facilitate transcription. Subsequently, the dialogues were transferred to spreadsheets, organized into a framework of tables for a more thorough analysis of the pedagogical mediation, with the interactions categorized into episodes to identify scientific practices and social norms within the school science culture. The results indicate that the primary shared practices were: "Asking questions," "Planning and conducting investigations," "Constructing explanations," and "Engaging in evidence-based argumentation." The main shared norms were: "Forum" and "Establishing Moderate Equality." Additionally, it was possible to observe the correct use of certain scientific concepts, such as convergent and divergent lenses, and scientific language by some students.

Keywords: Science Teaching, Inquiry-Based Learning, Everyday Concepts, Scientific Concepts, Norms and Practices in School Culture

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distribuição da participação nos turnos de fala entre alunos e professores 31
Figura 2 - Distribuição da participação nos turnos de fala entre alunos e professores (Aulas 4 e 7).....32
Figura 3 - Frequência de surgimento de Normas Sociais 33
Figura 4 - Frequência de surgimento das Práticas Científicas 34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Propostas de normas para orientação da construção científica na sala de aula 20
Quadro 2- Síntese das práticas científicas presentes em uma sala de aula 20
Quadro 3 - Diferenças laboratório tradicional e investigativo 23
Quadro 4 - Episódio 1: Pergunta de mapeamento e conceitos 36
Quadro 5 - Episódio 2: Discussão Sombra e Penumbra 37
Quadro 6 - Episódio 3: Problema apresentado por vídeo 38
Quadro 7 - Episódio 4: Discussão sobre arco-íris 40
Quadro 8 - Episódio 5: Discussão sobre visão do tubarão.....41
Quadro 9 - Episódio 6: Observações da câmara escura 42
Quadro 10 - Episóodio 7: Sugestão de investigação.....42
Quadro 11 – Episódio 8: Discussão sobre formação de imagem 43
Quadro 12 - Episódio 9: O conceito cotidiano em destaque 44
Quadro 13 - Episódio 10: Explorando o formato de lente.....45
Quadro 14 – Episódio 11: O conceito de divergir 45
Quadro 15 – Episódio 12: Comparação de estruturas 46
Quadro 16 – Episódio 13: Resolvendo o problema da miopia.....47
Quadro 17 – Trecho de interação.....48

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 8
2 OBJETIVOS 12
2.1 OBJETIVO GERAL 12
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 12
3 REFERENCIAL TEÓRICO 13
3.1 O QUE É O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO? 13
3.1.1 CIÊNCIA COMO CULTURA E IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO 16
3.1.2 PRÁTICA EXPERIMENTAL É OBRIGATÓRIA? UMA BREVE DISCUSSÃO SOBRE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS E SEI 22
3.2 SOBRE A FORMAÇÃO DE CONCEITOS 25
4 METODOLOGIA 29
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 31
5.1 AULA 1 – RAIOS DE LUZ E SEUS COMPORTAMENTOS 36
5.2 AULA 2 – CORES DE LUZ E PIGMENTOS 40
5.3 AULA 3: DALTONISMO, VISÃO HUMANA E ANIMAL 41
5.4 AULA 4: INVESTIGAÇÕES COM A CÂMARA ESCURA 42
5.5 AULA 5: LENTES E OLHO HUMANO 45
5.6 AULA 7: PROBLEMA DA CORREÇÃO DE PROBLEMAS DE VISÃO 47
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 50
REFERÊNCIAS 52
APÊNDICE I – PLANO DE AULA ELABORADO 57
APÊNDICE II – QR CODE DA PLANILHA EXCEL 60
APÊNDICE III – ATIVIDADE SOBRE CÂMARA ESCURA 61
APÊNDICE IV – ATIVIDADE SOBRE PROBLEMAS DE VISÃO 62
ANEXO I – FERRAMENTE DE ANÁLISE COELHO E AMBRÓZIO (2019) 63

1 INTRODUÇÃO

Imagine o seguinte cenário: você vai para a escola, e a primeira aula que tem é de ciências. O professor entra na sala, inicia copiando a matéria na lousa e depois explica o que foi escrito, enquanto isso você copia o que está escrito, os textos e as equações, que depois muito provavelmente serão aplicadas para resolução de exercícios, e este padrão é seguido por cerca de 40-50 minutos, ou seja, até o final da aula. Este cenário não é incomum ao longo da nossa trajetória escolar, experiências com aulas que estão centradas apenas no discurso do professor, nas quais o professor transmite o conteúdo e cabe ao aluno apenas prestar atenção, memorizar e repetir o que o professor fala/escreve e talvez tirar alguma dúvida sobre o que o professor disse.

Este é o modelo unidirecional e diretivo (importante dizer que não é um método restrito ao ensino de ciências, porém o foco deste trabalho é direcionado ao ensino de ciências/física), sendo a figura principal da aula o professor, aquele que transmite o conhecimento, e a figura secundária/coadjuvante acaba sendo o aluno, ou seja, o aluno não tem tanta relevância para a construção do próprio conhecimento, o ponto chave para isso é o professor, visto que é o responsável pelo planejamento das aulas e pelo conteúdo transmitido.

Um outro ponto que é importante destacar que em muitos momentos as ações no ensino de ciências são descontextualizadas, sem conexão com elementos da cultura e da realidade do aluno, o que possivelmente dificulta a compreensão do que está sendo discutido, com isso estamos afirmando a importância da contextualização (Aguiar Jr, 2018). Temos que considerar também, pelo menos no caso de ciências como a física, as múltiplas equações que os alunos são forçados a decorar para a aplicação em resolução de exercícios, sem compreender o significado delas e como se conectam com a realidade (Júnior; Coelho, 2020). De certa maneira, apenas o trabalho final e os resultados dos cientistas são apresentados em sala de aula, o que pode causar uma visão equivocada da ciência, pois os processos não são evidenciados (Sasseron; Carvalho, 2011; Sasseron, 2015).

Por conta de ser um problema complexo, existe um amplo e longo debate sobre como devemos ensinar ciências, a fim de alcançar um ensino que engaje os

estudantes, aumentando a contribuição dos estudantes para a construção do seu conhecimento científico. Uma das diferentes abordagens é o ensino por investigação, que é a abordagem que apostamos como tendência educacional e que guiou o desenvolvimento da sequência didática que será analisada neste trabalho.

A ciência é vista como algo que possui grande relevância e afeta direta ou indiretamente o cotidiano e a vida em sociedade, por conta de sua grande importância e impacto no nosso dia a dia é esperado algo mais do ensino científico, ou seja, não apenas uma simples metodologia que proporcione a obtenção do conteúdo para o aluno, apesar de concordarmos que o conteúdo é importante, um conhecimento que seja contextualizado, que possibilite os estudantes entender o mundo em que vivem e que possam realizar críticas sobre transformações do seu entorno.

Assim como Sasseron (2015) cita que, ensinar ciências implica não só em reconhecer termos e conceitos para aplicá-los em situações atuais, implica realizar contato entre conhecimentos que possibilitam construir um entendimento sobre o mundo e qual impacto esse conhecimento pode nos causar, esses entendimentos e pensamentos são cruciais para a formação do pensamento crítico que o ensino por investigação objetiva.

Sobre esta visão crítica do mundo, pode-se dizer que talvez seja uma das habilidades mais importantes no mundo pós-moderno que vivemos, visto que, o acesso ao conhecimento/conteúdo é “ilimitado” com a facilitação do acesso à internet e diversas fontes, então é importante o aluno saiba reconhecer o que são fontes legítimas, ou seja, fontes que tem fundamentos na produção de conhecimento via práticas inclusas na cultura científica e que colaboram para o seu desenvolvimento e diferenciar de fontes que simplesmente não apresentam um argumento científico, ou que apenas se assemelham com uma cultura científica (pseudociência). Sasseron (2019) fortalece este argumento ao citar que o desenvolvimento de práticas permite que os estudantes se tornem menos propensos a aceitar notícias falsas.

Outra coisa importante a ser pensada sobre o ensino de ciências, é como se dá a relação entre professor e alunos na sala de aula, visto que no ensino diretivo existe um processo unidirecional passando do professor ao aluno. No ensino por investigação a sala de aula se apresenta de forma modificada, os estudantes são convocados a participar em uma perspectiva de “participação pública” reconhecendo

o diálogo entre estudantes e professor como modos fundamentais para construção de compreensões e consensos na sala de aula sobre os conceitos e práticas que compõem o currículo escolar (Sasseron, 2015; Barcellos; Coelho, 2019; Coelho; Ambrózio, 2019; Nascimento; Sasseron, 2019; Sasseron, 2019). Permitindo que o estudante compartilhe o seu conhecimento e suas vivências, que podem enriquecer e colaborar no aprendizado (Borges, 2002).

De forma geral, o ensino por investigação espera que o professor seja capaz de propiciar uma sala de aula em que os alunos possam: pensar, de acordo com a estrutura do conhecimento científico escolar; falar, de forma que demonstre seus argumentos; ler, de maneira crítica; e escrever, articulando ideias de forma clara (Carvalho, 2018), essas ações convencionalmente ocorrem por conta da apresentação de uma pergunta ou problema (situação-problema), que é um elemento chave para o desenvolvimento de uma investigação.

Para propiciar esse ambiente em que estas práticas (científicas e epistemológicas) sejam possíveis, o ensino por investigação assume a necessidade de levar a cultura científica ao encontro da cultura escolar (Nascimento; Sasseron, 2019), este processo é chamado de *alfabetização científica/enculturação científica* (Sasseron; Carvalho, 2008; Sasseron; Carvalho, 2011; Sasseron, 2018; Barcellos, et al. 2019; Santana; Sedano, 2023), assim envolvendo os estudantes em processos de (re)contextualização de práticas da cultura científica no contexto escolar, sendo este o objeto de estudo deste trabalho.

Como o debate sobre o ensino por investigação é extenso e traz consigo algumas implicações, esta é apenas uma breve introdução para o leitor compreender brevemente algumas das ideias, e como elas se contrapõem ao ensino diretivo ao qual estamos acostumados, este tópico será mais bem elucidado em sua seção teórica própria.

Outro ponto que será importante nesta pesquisa é a formação dos conceitos científicos, visto que na abordagem investigativa o professor propicia um ambiente investigativo e disponibiliza as ferramentas necessárias para desenvolvimento das normas e práticas da culta científica, porém é importante ter em mente que, apesar de aproximar os alunos a uma cultura científica da escola é comum que não tenham a linguagem apropriada isto é, os alunos podem exercer diversas práticas, por

exemplo argumentar, discutir e construir hipóteses, discordar, mas podem usar termos e conceitos científicos de forma incorreta, ou simplesmente utilizando os sentidos mais imediatos construídos em suas experiências em seu cotidiano.

É comum a utilização dos conceitos cotidianos (ou espontâneos) pois os estudantes tiveram pouco ou nenhum contato com conceitos científicos, principalmente quando se trata de crianças, isso se deve por conta de que os conceitos cotidianos são desenvolvidos de baixo para cima, de forma que se inicia com as propriedades mais básicas e simples até as complexas e superiores, já para os conceitos científicos é realizado o caminho inverso (Crepalde; Aguiar Jr., 2013).

A questão é que a mudança de visão de mundo não é algo automático e de ruptura drástica, com uma sobreposição de conhecimentos (Schroeder, 2007) na realidade, a partir deste conceito cotidiano que o aluno traz nas discussões de sala de aula é possível chegar à construção de um conceito científico, caminhando do abstrato para o concreto, causando uma hibridização entre o conhecimento cotidiano, que o aluno traz consigo, e o conhecimento científico (Crepalde; Aguiar Jr., 2013).

Dessa maneira, com estas breves definições, que serão um pouco mais expandidas na sessão de referencial teórico, este trabalho busca analisar uma sequência didática interdisciplinar sobre óptica em aulas de ciência no ensino fundamental, visando evidenciar as ações mediacionais do professor, a partir da identificação das práticas científicas escolares e da análise dos sentidos evocados pelos estudantes em relação aos conceitos compartilhados na sala de aula.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- Compreender as operações utilizadas/pensadas pelo professor em formação em aulas de caráter investigativo para desenvolvimento de práticas, normas e conceitos na sala de aula;

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar e analisar normas e práticas científicas surgem nas falas dos alunos e professor;
- Analisar os sentidos evocados por estudantes aos conceitos científicos durante o desenvolvimento da intervenção com enfoque no ensino por investigação;

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 O QUE É O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO?

O Ensino por investigação foi brevemente apresentado na introdução, ali foi apresentada uma motivação e justificativa do porquê pode ser uma alternativa ao ensino diretivo, e o que possivelmente proporciona, porém é um campo extenso e muito pesquisado. Por isso, exploraremos nessa seção com mais detalhe sobre o ensino por investigação, a ciência como cultura e sua relação com essa abordagem, quais são as práticas e como podem ser promovidas em sala de aula, entre outras ramificações que decorrem do ensino por investigação.

Apesar de existirem muitas discussões sobre o ensino por investigação, hoje em dia podemos dizer que existe um consenso em definir o ensino por investigação como uma abordagem didática (Munford; Lima, 2007; Sá, et. al. 2007; Sasseron, 2015; Carvalho, 2018; Coelho; Ambrózio, 2019; Sasseron, 2021; Bodevan; Coelho, 2022). Com isso, não consideramos pertinente a associação entre o ensino por investigação como metodologia, pois pode sinalizar para um certo método/modelo a ser seguido, ou seja, é algo fechado e que possui certa resistência a modificações.

Como uma abordagem didática compreendemos que o professor desenvolve as suas ações levando em consideração os princípios do ensino por investigação, sinalizando para algumas condições e posturas necessárias para que ocorra desenvolvimento das atividades na sala de aula. Entre esses princípios afirmamos a importância do professor manter uma postura dialógica e criar condições para que os alunos possam interagir e investigar, além de reconhecer a sala é um ambiente democrático e que os alunos podem e devem participar ativamente das aulas, propondo perguntas e explicações, sendo possível utilizar-se de diferentes recursos (Coelho, 2020). Essa visão de que o ensino por investigação não constitui uma metodologia a ser desenvolvida na sala de aula é reforçada por Sasseron (2015, p.58) quando diz que:

> entendemos que o ensino por investigação extravasa o âmbito de uma metodologia de ensino apropriada apenas a certos conteúdos e temas,

> podendo ser colocada em prática nas mais distintas aulas, sob as mais diversas formas e para os diferentes conteúdos. Denota a intenção do professor em possibilitar o papel ativo de seu aluno na construção de entendimento sobre os conhecimentos científicos.

Apesar da diversidade de possibilidades de materializar essa abordagem por meio das atividades investigativas, algumas são utilizadas mais comumente. Sá, et al. (2007) destaca alguns tipos (categorias) de atividades investigativas, entre elas estão citadas: atividades práticas, atividades teóricas, atividades com banco de dados, atividades de avaliação de evidência e atividade de simulação em computador.

Carvalho (2018) destaca mais algumas outras atividades, que podem ser utilizadas em “SEI” (Sequências de Ensino Investigativa) como por exemplo: laboratório aberto, demonstração investigativa, textos históricos, recursos tecnológicos, problemas e questões abertos.

Nesse sentido Carvalho (2018) especifica um pouco mais das categorias citadas por Sá, et al. (2007), que são um pouco gerais, por exemplo atividades como laboratório aberto e demonstrações investigativas estão dentro da categoria de atividades práticas. Não é necessário exemplificar todos os casos, afinal são muitos, poderíamos fazer uma hipérbole e dizer até que são quase “infinitos”, dependendo da criatividade e da capacidade do professor de imaginar e propor situações-problemas pertinentes que possam conduzir investigações ou até mesmo de tornar uma atividade “ordinária” em uma atividade investigativa, levando em consideração as interações com os conhecimentos, materiais e entre os integrantes da sala de aula.

Antes de adentrarmos mais sobre o tópico de problemas e “SEI’s”, é necessário entender um pouco mais do porquê são propostas atividades de investigação, afinal até aqui já está definido como uma abordagem didática que segue alguns preceitos da mediação pedagógica e da importância de ampliar a participação dos estudantes para que tenham liberdade para pensar, estruturando o conhecimento, falar, de forma que demonstre seus argumentos, ler, de maneira crítica; e escrever, articulando ideias de forma clara podendo então ser adotada para qualquer conteúdo (Carvalho, 2018).

A ideia de se utilizar investigações nas aulas de ciência da educação básica (especificamente no ensino fundamental e médio) é porque na realidade estamos sempre realizando investigações e solucionando problemas em nosso cotidiano, mas

também se dá, principalmente, por conta de uma compreensão de que a ciência que é ensinada nas escolas tem um certo distanciamento com a ciência que é praticada em universidades e institutos de pesquisa (Munford; Lima, 2007; Sasseron, 2015; Nascimento; Sasseron, 2019), não há uma conexão clara entre essas duas culturas.

O primeiro ponto referente ao fato que estamos sempre realizando investigações e visando solucionar problemas será explicado ainda neste subtópico, o segundo ponto será explicado no segundo subtópico, e possivelmente é o principal motivo do porquê aproximar práticas de investigação científicas na educação básica, pois é preciso ampliar a concepção que normalmente temos/associamos com ciência, para compreender a ciência como cultura e atividade social (Munford; Lima, 2007; Sasseron, 2015; Carvalho, 2018; Barcellos, et al. 2019; Bodevan; Coelho, 2022).

Não é muito difícil perceber que todo dia estamos resolvendo problemas e realizando indagações e investigações sobre o mundo ao nosso redor, por vezes de maneira até mesmo automática, onde não nos damos por conta que estamos investigando, justamente por ser tão cotidiano.

Fortalecendo este argumento proposto de que a investigação está presente em decisões do dia a dia, até mesmo nos menores problemas, uma citação (obs.: tradução própria) de Dewey (1939, p.102), uma das bases dos primórdios do ensino por investigação (inquiry) no século XIX-XX, permite enxergar isso com clareza:

> A existência de investigações não é uma questão de dúvida. Eles estão presentes em todas as áreas da vida, e em todos os aspectos de cada domínio. Na vida cotidiana, homens examinam, transformam as coisas de forma intelectual; deduzem e julgam tão “naturalmente” como colhem e produzem [...] Como forma de conduzir, a investigação é tão acessível ao estudo objetivo quanto esses outros comportamentos.

O ato de investigar e pensar criticamente pode nos fazer tomar decisões melhores, seja para questões menores, como por exemplo: economizar na conta de luz, ou trocar uma lâmpada com disjuntor desligado, prevenindo acidentes, ou até mesmo encontrar alguma causa de um problema em algum aparelho. Mas também podem levar a pensar sobre questões maiores, que uma simples ação tomada por apenas um indivíduo não é o suficiente para resolver, isto é, que envolvem forte

discussão, argumentação e tomada de posição, por exemplo a forma como lidaremos/lidamos com as mudanças climática dependem de tomadas de decisões por meio de partes políticas, não dependem de apenas um indivíduo, dependem de um esforço maior, mas que o indivíduo precisa ter um pensamento crítico para tomar sua posição na discussão.

Problemas grandes que estejam relacionado diretamente ao uso de uma tecnologia, ou que tragam impacto na forma de viver, o ato de investigar e pensar de forma crítica é essencial para a tomada das nossas posições, pois afeta diretamente a nossa vida. O ensino por investigação, se vinculado as contradições da realidade nacional, faz com que essas práticas se tornem ainda mais comuns além fortalecer o exercício de pensar criticamente e fazer com que a atividade argumentativa seja crucial para debates em que estejam postas as relações entre ciência, tecnologia e sociedade (Sasseron, 2015).

3.1.1 CIENCIA COMO CULTURA E IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

É comum pessoas terem a visão da ciência como algo restrito, para poucas pessoas, estas que possuem grande capacidade intelectual e um talento inato, que são sempre geniais, trazendo grandes revoluções e experimentos mirabolantes. Associada a essas visões, também temos a construção de uma imagem que o cientista fica confinado em seu laboratório, e que só necessita de seus aparatos científicos e seu intelecto para produzir ciência.

Essa figura do cientista/ciência possivelmente pode ser atribuída por dois motivos: i) a representação de cientista/laboratórios de ciências em mídias como filmes, séries e animações, onde não é incomum a representação do cientista “louco” e gênio; ii) a falta de contato entre a população geral e como a ciência é produzida, ou seja, estão afastados da cultura científica (Nascimento; Sasseron, 2019).

Na realidade a ciência não é feita em um “vazio”, com uma só pessoa produzindo os dados e dependendo somente de seus aparatos tecnológicos, na realidade existe todo uma comunidade científica que realiza ciência, englobando valores, procedimentos, regras de funcionamento, agenciamentos (Nascimento;

Sasseron, 2019). Essa concepção de é reforçada por Sasseron (2015, p.55) ao comentar o livro “A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos”, de Bruno Latour e Steve Woolgar:

> Latour e Woolgar destacam as interações entre os cientistas, as interações destes com os materiais presentes, as burocracias internas existentes no trabalho no laboratório e os esforços para propor fatos e artefatos científicos (fatos seriam aquelas proposições legitimadas e artefatos, aquelas não tão bem-sucedidas). É possível, já por essas poucas ideias, perceber que o trabalho científico não é algo feito isoladamente, ato advindo de cabeças de pessoas iluminadas. Proposições são construídas como forma de apoiar e de sintetizar fatos e evidências em análise, assim como fatos e evidências podem ser construídos para sustentar proposições.

Ou seja, não é nada parecido com a figura formalizada pelo senso comum, na verdade é demonstrada como uma atividade social, dessa forma ainda concordando com os argumentos de Sasseron (2015) a cultura científica pode ser definida como o conjunto de operações e normas que estão envolvidos em processo investigativo promovendo novos conhecimentos sobre a natureza.

Então quando dizemos sobre ensino por investigação estamos assumindo a ciência como cultura e consequentemente atividade social, porém no ensino diretivo é observada um certo distanciamento da cultura científica escolar e científica laboratorial (Munford; Lima, 2007), o que contribui para que grande parte da sociedade não compreenda como a atividade científica é desenvolvida, enquanto no ensino por investigação buscamos integrar estas práticas (Nascimento; Sasseron, 2019; Sasseron, 2021).

Na escola os conceitos são apresentados distantes do contexto (da cultura) que os originaram, fazendo com que a atividade seja centrada em decorar leis e fórmulas para resolver problemas (Munford; Lima, 2007; Júnior; Coelho, 2020), contribuindo para construção de um ponto de vista de ciência como um conjunto de verdades absolutas e regras imutáveis.

Mas afinal, por que aproximar a cultura científica da cultura escolar? Para entendermos o motivo, é necessário discutir sobre dois pontos apontados por Carvalho (2014) a partir da sua aproximação com o pensamento de Vigotski sobre a

construção social do conhecimento. O primeiro diz que as funções mentais mais elevadas surgem de processos sociais, ou seja, a construção de conhecimento perpassa por uma operação social. Já o segundo diz sobre os processos sociais e psicológicos e como estes estão vinculados por meio de artefatos/ferramentas culturais, que realizam a mediação entre o sujeito e o mundo. Esses pontos ajudam a compreender a importância de desenvolver a linguagem na sala de aula como um artefato cultural, estruturante do conhecimento (Machado; Sasseron, 2012; Carvalho, 2014).

Especificamente a partir deste segundo ponto é possível concluir que, é de grande importância os estudantes se apropriarem/aproximarem de ferramentas da cultura científica (Barcellos; Coelho, 2019), visto que são intimamente ligados ao processo social de construção do conhecimento, neste “pacote de ferramentas” está inclusa a linguagem científica, que é capaz de estruturar pensamentos e hipóteses. Carvalho (2014, p.4) reforça a questão sobre a interação com conteúdos, e valores pertencentes a cultura científica quando diz que:

> A mediação é o fato central da psicologia de Vigotsky, pois, segundo este autor, a utilização de aspectos, que são sociais e culturalmente construídos, têm efeitos sobre a mente dos alunos e sobre o contexto da sala de aula. Portanto a interação social não se define apenas pela comunicação entre o professor e o aluno, mas também pelo ambiente em que a comunicação ocorre, de modo que o aprendiz interage também com os problemas, os assuntos, a informação e os valores culturais dos próprios conteúdos com os quais estamos trabalhando em sala de aula.

Nos interessa tanto a interação social, seja do tipo professor-aluno ou aluno-aluno, como também nos interessa a interação entre o estudante com elementos da cultura científica. Sob fundamentos Vigostkyanos, entendemos que é importante a aproximação entre a cultura escolar e a cultura científica, por mais distante que possa parecer. Por essa lente só assim seria possível pensar o ensino e aprendizagem de conceitos científicos, portanto, é um ponto de vista que assume ser indevido separar a aprendizagem dos conceitos das práticas científicas, (Munford; Lima, 2007; Sasseron, 2015; Sasseron, 2018; Júnior; Coelho, 2020; Bodevan; Coelho, 2022).

Essa tentativa aproximação não é tão simples como parece, requer um esforço por parte do professor e dos alunos, visto que, ambas figuras estão acostumadas a um ensino diretivo, unidirecional. Ao aproximar uma abordagem diferente é necessário desconstruir a visão comum do ensino e tomar posturas investigativas, colaborativas e democráticas (Sasseron, 2015; Nascimento; Sasseron, 2019; Coelho, 2020; Bodevan, Coelho, 2022).

Ademais existem diferenças nos contextos em que a cultura é desenvolvida: no laboratório o objetivo é a descoberta/produção de novos conhecimentos, já na escola o objeto é promover a aprendizagem de um conhecimento já consolidado (Munford; Lima, 2007). Borges (2002, p.297) reforça este argumento ao dizer que:

> [...] essa concepção particular do processo de produção do conhecimento sugere para professores e estudantes que as atividades práticas escolares são da mesma natureza e têm a mesma finalidade que as atividades experimentais e de observação que os cientistas fazem nos seus laboratórios de pesquisa. As atividades práticas e os experimentos científicos são atividades bem distintas, com objetivos bastante diferentes.

Sasseron (2015) cita que é necessário conceber uma cultura científica escolar, não é desenvolver uma cultura científica *igual* aos laboratórios dentro da cultura escolar, justamente pela diferença de objetivos, seria uma re-contextualização de práticas, um *hibridismo*, sendo assim, desenvolvidas práticas científicas de maneira “reduzida” no ambiente escolar (Nascimento; Sasseron, 2019).

Bodevan e Coelho (2022) apontam que existe uma diversidade de nomenclaturas para associar as práticas científicas em escolas, dentre elas a definição de normas e práticas culturais de comunidades científicas no contexto escolar (Nascimento; Sasseron, 2019), assumimos nesta monografia esta definição, bem como as práticas que são propriamente identificadas de acordo com o contexto escolar (Ver Quadro 1 e 2), essas práticas e normas serão utilizadas como uma ferramenta de análise da sequência didática.

Quadro 1 - Propostas de normas para orientação da construção científica na sala de aula

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

Fonte: NASCIMENTO, SASSERON, 2019, p.7

Quadro 2- Síntese das práticas científicas presentes em uma sala de aula

Práticas das comunidades científicas no contexto escolar	
Fazer perguntas	Fazer perguntas para identificar o que já é conhecido, para guiar a construção de novas respostas explicativas ou para testar hipótese; fazer perguntas sobre os textos lidos, as características de um fenômeno observado ou as conclusões construídas após um processo investigativo
Desenvolver e utilizar modelos	Registrar o observado ou os procedimentos de investigação, utilizando diagramas, mapas e outros modelos abstratos como ferramentas que permitam tanto elaborar hipóteses e conclusões, quanto apresentá-las a seus colegas de sala; avaliar e rever modelos utilizados
Planejar e executar investigações	Identificar conhecimentos estabelecidos na área; mapear variáveis relevantes, considerando como elas podem ser observadas, medidas e controladas; realizar observações; levantar hipóteses; coletar materiais ou informações e identificar o que deve ser registrado e considerado como dado; entre outros procedimentos que permitem testar teorias e explicações existentes ou revisar e desenvolver novas ideias

Analisar e interpretar dados	Utilizar ferramentas, como planilhas, tabelas, gráficos e análise estatística, para organizar dados coletados; identificar os recursos e padrões significativos nos dados a fim de que esses possam ser utilizados como evidência; comparar procedimento de coleta e organização de dados
Utilizar pensamento matemático e ferramentas de informática	Utilizar recursos da matemática e informática para representar variáveis; para descrever e prever fenômenos; para formalizar suas interpretações e representar seus dados; para coletar e analisar grandes conjuntos de dados
Construir explicações	Desenvolver explicações sobre o observado durante as investigações; a avaliar suas explicações e compará-las como outras indicando consistências e inconsistências com as evidências disponíveis; identificar e isolar variáveis; incorporar as observações realizadas em suas explicações de fenômenos; utilizar modelos conceituais ou simulações matemáticas em suas explicações
Engajar-se em argumentações baseadas em evidências	Formular proposições justificadas; apreciar proposições e linhas de raciocínio apresentadas a fim de encontrar a melhor explicação para um fenômeno; defender uma ideia ou explicação; avaliar criticamente os argumentos científicos de outros e apresentar contra-argumentos
Obter, avaliar e comunicar informações	Interpretar textos científicos, relatórios e outras formas de comunicação científica; registrar investigações em curso, usando diários para anotar observações, pensamentos, ideias e modelos; representar dados e observações com gráficos, tabelas ou textos escritos

Fonte: NASCIMENTO, SASSERON, 2019, p.5

As práticas nos passam noção de algumas ações tomadas pelos professores, que são importantes para a construção do conhecimento científico escolar, já as normas podemos dizer que estão ligados a organização do ambiente da sala de aula e mediação do professor, como os apontamentos e apresentação de argumentos/resultados são realizados, de forma análoga ao modo como cientistas articulam suas atividades em simpósios, encontros, eventos e fóruns (Sasseron, 2015), respeitando regras implícitas para respeito e convivência.

Até aqui foi utilizado alguns argumentos e motivações para que se promova práticas científicas em sala de aula, mas ainda não foi dito sobre sua importância diretamente. Pode talvez até ter ficado esclarecido por meio da apresentação dos argumentos, mas de um modo implícito, sem uma síntese própria, por isso é importante citar que a importância de aproximar os estudantes da cultura científica está conectada a fazer alunos mais críticos, os fazendo entender os mecanismos de como a ciência é realizada, como é sintetizado por Sasseron (2019, p.566):

> Desenvolver práticas epistêmicas em sala de aula de ciências permite o envolvimento dos estudantes com características das ciências e leva à dissociação da perspectiva enciclopédica de ciências [...] Permite a percepção do papel dos dados e das informações para a pesquisa científica, mesmo quando estes não coadunam com a realidade que gostaríamos de vislumbrar. [...] Isso empodera os sujeitos para a vivência em uma sociedade que ainda aprende a conviver com a profusão de informações e com a abundância de opiniões pautadas apenas em observações de contato próximo, porque se fundamenta na necessidade de consideração de perspectivas menos egocêntricas e, portanto, mais amplas e complexas.

Com estes pontos de vista estabelecidos e agora com argumentos, tanto para a forma como a ciência é vista como uma cultura e como uma atividade social, podemos falar então sobre como fazer surgir essas práticas, se é necessário, de fato, uma aula prática experimental, e de laboratório.

3.1.2 PRÁTICA EXPERIMENTAL É OBRIGATÓRIA? UMA BREVE DISCUSSÃO SOBRE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS E SEI

Se a conclusão sobre o ensino de ciências nos leva a considerar que o desenvolvimento do conhecimento científico nas escolas deve ser pautado em uma compreensão de ciências como empreendimento público, por isso as ações mediacionais são desenvolvidas com os alunos (e não para os alunos). Reconhecemos como importante ao assumir esse pressuposto aproximar as práticas científicas das práticas escolares, uma indagação que pode surgir é: se precisamos desenvolver práticas científicas, logo é preciso utilizar laboratórios e experimentos.

De fato, a atividade experimental em um laboratório pode desenvolver práticas, porém isto depende de alguns fatores que iremos discutir, uma pergunta que surge naturalmente é: toda escola tem acesso um laboratório? Sabemos que as infraestruturas das escolas nem sempre são as melhores, e nem sempre existe um local reservado para o desenvolvimento deste tipo de atividade, isso pode ser contornado, se o professor estiver disposto, é possível improvisar experimentos utilizando materiais básicos, fáceis de encontrar e de baixo custo (Borges, 2002), então é possível realizar atividade experimentais sem um laboratório adequado.

Apesar disso é importante citar que, depender do professor para improvisar experimentos não é o ideal, o ideal seria a inclusão de laboratórios e equipamentos

próprios, como os que são oferecidos pela prefeitura de vitória que foram utilizados nas aulas analisadas deste trabalho, assim os alunos teriam um contato direto com objetos próprios da construção de conhecimento (Sasseron, 2021).

Mas é um equívoco associar que práticas da cultura científica só surgem em atividades dentro de um laboratório (Borges, 2002), se refletirmos podem existir atividades que ocorrem em laboratórios experimentais próprios, mas que não desenvolvem práticas científicas nenhuma, ou que alcançam poucas práticas.

Um exemplo comum são os laboratórios experimentais disponíveis no curso superior, poucas vezes os alunos têm liberdade para investigar e propor ideias, é o chamado laboratório tradicional, que normalmente são laboratórios que visam apenas o resultado (Borges, 2002).

Neste modelo, todas as ações provêm de um roteiro já pronto, o roteiro pode ser ou não um problema para a investigação dependendo da forma como é constituído, neste exemplo sobre laboratórios de cursos superiores, talvez seria mais interessante perguntar aos alunos quais dados deveriam coletar para chegar na constante que interessa o problema, questionar de que formas coletaram os dados, de que formas o erro experimental pode ser reduzido. Isso traz uma liberdade maior e um entendimento maior da atividade científica em um laboratório. É importante citar que isso é apenas um exemplo, a solução nunca é tão simples, e não é o foco do trabalho deste trabalho discutir especificamente este problema.

Este exemplo específico referência laboratórios de cursos científicos do ensino superior (pelo menos os de física), porém esse modelo de laboratório (roteirizado e de poucas liberdades e investigações) também é encontrado no ensino básico. Borges (2002), traz um quadro (Quadro 3) com diferenças entre o laboratório tradicional e um laboratório de atividades experimentais investigativas:

Quadro 3 - Diferenças laboratório tradicional e investigativo

Aspectos	**Laboratório Tradicional**	**Atividades Investigativas**
Quanto ao grau de abertura	Roteiro pré-definido Restrito grau de abertura	Variado grau de abertura Liberdade total no planejamento
Objetivo	Comprovar leis	Explorar fenômenos
Atitude do estudante	Compromisso com o resultado	Responsabilidade na investigação

Fonte: Borges, 2002, p.304

Ou seja, as características são bem demarcadas. Mas, como já citado acima, práticas e normas científicas não surgem apenas em atividades com características laboratoriais, que remetem um laboratório e experimentos, é um engano assumir que se desenvolvem apenas nessas atividades, podem surgir de diversas maneiras, por diversos problemas.

Alguns exemplos de atividade que podem ser desenvolvidas, são trazidos por Carvalho (2014) e Carvalho (2018), como o problema experimental, laboratório aberto, demonstração investigativas, problemas abertos, entre outros. Por mais variado e abundante que sejam os exemplos de atividades, independente de qual seja, o que o professor deve ter em mente ao planejá-las é explanado por Carvalho (2014, p.9):

> [...] queremos criar um ambiente investigativo em nossas salas de aula de Ciências de tal forma que possamos ensinar (conduzir/mediar) os alunos no processo (simplificado) do trabalho científico para que eles possam gradativamente ir ampliando sua cultura científica, adquirindo, aula a aula, a linguagem científica [...]

Seguindo esse contexto, foi proposto a organização de sequência ensino investigativa, ou também chamadas de “SEI” (Carvalho, 2014; Carvalho, 2018). Sasseron (2015, p.59) explica de forma breve do que se trata uma SEI:

> [...] Em breves palavras, uma sequência de ensino investigativa é o encadeamento de atividades e aulas em que um tema é colocado em investigação e as relações entre esse tema, conceitos, práticas e relações com outras esferas sociais e de conhecimento possam ser trabalhados. Essa concepção reforça a ideia do ensino por investigação como abordagem didática, pois denota o papel do professor de propositor de problemas, orientador de análises e fomentador de discussões, independente de qual seja a atividade didática proposta.

As SEI, possuem uma estrutura bem consolidada: I) normalmente iniciam com um problema; II) os alunos trabalham e pensam para resolver o problema; III) sistematização pós resolução do problema; IV) contextualização do conhecimento, para compreensão de um ponto de vista social (Carvalho, 2014).

Ou seja, nem sempre é possível considerar uma sequência didática com elementos e atividades investigativas como uma SEI, visto que possui um perfil claramente delimitado, a sequência analisada neste trabalho não se encaixa neste modelo de SEI, possui elementos investigativos e até atividades investigativas (experimentais), porém utiliza-se de aulas expositivas-dialogadas, para consolidar algumas ideias e conhecimentos, e que, sem estes seria impossível, ou muito difícil o aluno investigar.

3.2 SOBRE A FORMAÇÃO DE CONCEITOS

O outro aspecto a ser analisado neste trabalho é a formação/apropriação de conceitos por parte dos alunos, que não envolve um processo simplificado de decorar as definições científicas de um dado fenômeno, ou de um processo de troca de significados, em um sentido de mudança conceitual, na realidade é um processo um pouco mais complexo. Afinal os estudantes trazem consigo conhecimento de experiências vividas, relacionam e atribuem palavras a objetos, formam conceitos a partir do seu senso comum e das interações com seus grupos sociais, seja família, amigos, ou outros grupos em que estejam integrados (Schroeder, 2007), estes conceitos são os que chamamos de *conceitos cotidianos/espontâneos* (Schroeder, 2007; Crepalde; Aguiar Jr., 2013; Carvalho, 2014).

Para entendermos como os conceitos são construídos e desenvolvidos, precisamos entender primeiro sobre as palavras, afinal estas estão conectadas com os objetos, afinal os trabalhos de Vigotski revelam que os processos psicológicos e sociais dos humanos são firmados a partir de artefatos culturais, e que o principal deles é a linguagem (Carvalho, 2014), ou seja as palavras estão intrinsicamente ligados a este processo, a palavra tem mais importância além apenas da comunicação.

Crepalde e Aguiar Jr (2013) citam que a palavra é formada por duas componentes, a primeira está relacionada a sua atribuição a um objeto e seu significado, isto envolve uma relação de construção visual (por exemplo a forma de um objeto), situacional (por exemplo contextos de uso de um objeto) e até mesmo abstrata, essa componente seria a responsável pela generalização do conceito, liga a

palavra a algo e seu significado geral, assim possibilitando a comunicação. A segunda componente está relacionada com o sentido da palavra, no caso, o significado que tem para quem diz, está mais relacionada a vivência da pessoa.

Enquanto a primeira tem uma generalização, a segunda se trata de uma especificação, no caso uma interiorização de um significado, a primeira está mais ligada a um papel de comunicação, ligada a linguagem, enquanto a segunda traz um aspecto mais ligado ao pensamento.

De certa forma as palavras sempre carregam um conteúdo, uma ideia a ser enunciada, e a partir das componentes citadas acima, as palavras trazem a forma generalizada e a forma específica, é assim que um conceito pode ser alcançado, por meio da compreensão de um objeto a partir das relações gerais e específicas, e realizando conexões e relacionando com outros objetos, essa visão é demonstrada por Crepalde e Aguiar Jr (2013, p.311):

> Com a ajuda das palavras chegamos a conhecer o objeto em todos seus nexos e relações, quando sintetizamos verbalmente essa diversidade em uma imagem mediante múltiplas definições, surge o conceito. Nele não se inclui só o geral, mas também o singular e o particular.

Porém, é importante citar que o conceito não é apenas uma amalgama de palavras, significados e objetos, isso seria uma simples conexão entre estes, na verdade o conceito é fruto de processos intelectuais complexos, estes processos estão relacionados a operações realizadas com as palavras.

Assim, não se trata de uma simples junção de palavras e sentidos para a formação de conceito, requer um processo ativo de pensamento (Schroeder, 2007), por conta disso é possível afirmar que os conceitos estão em constante modificação, Crepalde e Aguiar Jr (2013, p.310) concordam quando dizem que:

> O conceito deve ser tomado em sua dinâmica, em sua atividade, no seu movimento sem perder de vista sua materialidade. Deve ser considerado como processo, não como coisa, ele é um profundo e amplo reflexo do objeto com toda sua diversa complexidade, com seus nexos e relações com a realidade.

Entendendo que o conceito está ligado à palavra, e que vem de um processo de pensamento complexo, e que está sempre se modificando, podemos entender melhor as questões envolvendo o conceito cotidiano e conceito científico. O conceito cotidiano como já dito, parte de construções do dia a dia, corriqueiras e cotidianas, já o conceito científico está construído por um sistema maior, a partir de teorias, hipóteses e debate de ideias.

Dessa forma o conceito cotidiano ele é construído de baixa para cima, isto é, do mais básico e inferior (concreto) até o superior (abstrato), já o conceito científico atravessa um caminho contrário, parte do mais complexo (abstrato) ao mais simplificado (concreto) (Schroeder, 2007; Crepalde; Aguiar Jr, 2013), são conceitos que se encontram opostos, mas interdependentes de maneira que naquilo que o conceito cotidiano é forte, o conceito científico é fraco, Vigotski (2009, p. 263) deixa isso claro quando diz:

> [...] considerações igualmente empíricas nos levam a reconhecer que a força e a fraqueza dos conceitos espontâneos e científicos no aluno escolar são inteiramente diversas: naquilo em que os conceitos científicos são fortes os espontâneos são fracos, e vice-versa, a força dos conceitos espontâneos acaba sendo a fraqueza dos científicos.

Por exemplo, o conceito cotidiano é facilmente generalizado pela criança, porém não facilmente definido, por outro lado o conceito científico é facilmente definido, porém não facilmente generalizado, um exemplo pode ser o conceito de “quentura”, que pode ser utilizada em diversas situações pela criança, porém não facilmente definida, já que o conceito científico a qual se refere talvez seja para calor ou temperatura, é facilmente definido, porém em um primeiro contato não facilmente generalizado. Vigotski (2009, p.264) corrobora com essa ideia utilizando de exemplo o conceito de “irmão” e o conceito da lei de Arquimedes:

> É amplamente conhecido o fato de que a criança formula melhor o que é a lei de Arquimedes do que o que é irmão. Isto não só pode decorrer do fato de que os conceitos percorreram caminhos diferentes em seu desenvolvimento. A criança assimila o conceito sobre a lei de Arquimedes de modo diferente do que assimila o conceito de irmão. Ela sabia o que era irmão, e no desenvolvimento desse conceito percorreu muitos estágios antes que

> aprendesse a definir essa palavra, se é que alguma vez na vida se lhe apresentou essa oportunidade. O desenvolvimento do conceito de irmão não começou pela explicação do professor nem pela formulação científica do conceito. Em compensação, esse conceito é saturado de uma rica experiência pessoal da criança.

Embora sigam caminhos opostos, o conceito cotidiano e conceito científico tem um ponto de encontro, é difícil formar um conceito científico sem conceitos cotidianos prévios, o conceito cotidiano abre caminho servindo como a estrutura mais básica do conhecimento de algum objeto, parte da generalidade e não da especificidade, enquanto o conceito científico traz a complexidade, este argumento é reforçado por Schroeder (2007, p. 312) quando diz que:

> Os conceitos espontâneos, que estão diretamente ligados aos objetos concretos do mundo, formam uma base para os conceitos científicos que, quando dominados pelo estudante iniciam um processo de transformação daqueles, levando-os para níveis de compreensão muito mais elevados. Assim, Vygotsky compreende a educação como um dos fatores que desencadeiam o desenvolvimento intelectual, mas nunca pela transmissão impositiva dos conhecimentos já elaborados.

Mas afinal, como isso se conecta com o conceito de ensino por investigação que foi desenvolvido durante o trabalho? Se conecta ao passo que o ensino por investigação depende da participação dos alunos, depende de construções dialógicas, não da imposição diretiva de conceitos por parte do professor (“aquele que sabe tudo”) sobre o aluno (“aquele que não conhece nada”).

Como citado anteriormente, no ensino por investigação o aluno tem tanta importância quanto o professor na construção de conhecimento, essa abordagem permite o aluno trazer e explicar os seus conceitos cotidianos já formulados previamente, enquanto o professor traz a complexidade dos conceitos científicos, dessa forma ocorre o encontro destes conceitos, podendo haver uma transformação de conceitos, não em um sentido de mudança ou substituição conceitual, mas de interiorização de um novo conceito científico, recebendo um novo significado.

4 METODOLOGIA

Esta é uma pesquisa de natureza qualitativa e interventiva (Damiani et. al, 2013), cujo dados foram produzidos no ambiente escolar, em aulas de ciências do ensino fundamental com temáticas que englobam fenômenos físicos. A pesquisa tem por objetivo central realizar uma análise da mediação/prática pedagógica das ações tomadas por um professor em formação, além de também analisar o surgimento das práticas e normas científicas escolar (descritas nos quadros 1 e 2) nas ações e falas dos alunos e professores, bem como analisar os sentidos de conceitos científicos atribuídos pelos estudantes ao longo do processo interventivo e interacional.

A sequência didática realizada (matéria de análise deste trabalho) foi interdisciplinar e assumiu a co-docência (Santos et al. 2019), entendendo como uma ação partilhada colaborativa entre professores de diferentes disciplinas, sendo desenvolvida em uma escola pública municipal de Vitória, no Espírito Santo, no ano de 2023, com tema sobre óptica em uma turma de 6º ano, cerca de 32 alunos participaram da intervenção, e já tinham participado de outras intervenções que utilizaram a abordagem investigativa.

Os professores envolvidos no desenvolvimento da sequência foram: um aluno de iniciação científica do curso de licenciatura em Física, uma residente do curso de Ciências Biológicas e o professor preceptor, que é o professor de ciências da escola. O plano de aula completo está disponível no Apêndice I.

Os dados foram produzidos a partir da coleta de interações discursivas (Mortimer; Scott, 2002), utilizando de um celular para gravação das imagens e captura do áudio, sendo transcrito para o modelo textual, sendo utilizado o modelo de reconhecimento de fala Whisper[1] para auxiliar na transcrição, foram separadas as falas de professores e de alunos, utilizou-se o Excel, para facilitar o processo de identificação de normas e práticas, e identificação das ações tomadas pelo professor para o encaminhamento dos rumos da sequência didática. A partir disso as interações e falas foram separados em episódios específicos de interações, esses episódios serão os objetos primários da análise, e serão discutidos durante o texto.

[1] Ferramenta em python disponível em: https://github.com/openai/whisper

Importante destacar que essa pesquisa está vinculada a um projeto de pesquisa mais amplo do orientador deste Trabalho de Conclusão de Curso intitulado “Ensino de Física por investigação e a formação de professores da educação básica”[2] no qual busca-se indícios do desenvolvimento da profissionalidade docente de professores e licenciandos em Física ao assumirem o ensino por investigação como abordagem didática para o ensino de ciências/Física. Este projeto tem registro e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa, mas para além do compromisso no nível das regras, estabelecemos como princípios do “bem agir na pesquisa” os seguintes compromissos: (i) solicitamos autorização dos estudantes e seus familiares para gravação das aulas em áudio e vídeo e para uso de suas produções pesquisa; (ii) não identificamos os estudantes a fim de assegurar o anonimato e a confidencialidade. Por isso, criamos códigos para caracterizá-los nas interações discursivas compartilhadas neste trabalho.

[2] Projeto registrado na PRPPG sob o número 7763/2017

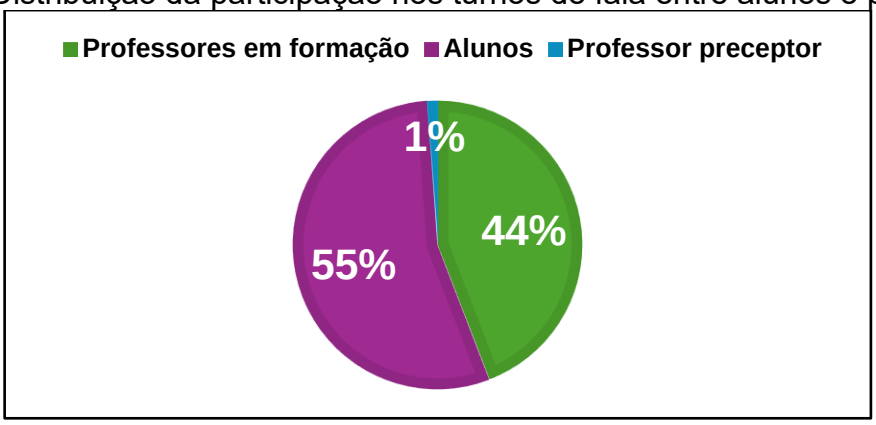
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o objetivo de compreender as operações utilizadas pelo professor em formação, além de identificar e analisar as normas e práticas científicas (Nascimento; Sasseron, 2019) que surgem nos diálogos entre alunos e professor e analisar os sentidos atribuídos pelos estudantes aos conceitos científicos escolares durante intervenção, os resultados serão apresentados por meio de episódios, em um estilo de quadros contendo turnos de diálogos entre professores e alunos, as práticas e normas que surgem a partir dos diálogos serão discutidas abaixo do episódio.

Os episódios serão apresentados de acordo com as aulas em que se encontram, sendo 7 aulas no total. Tomando a ferramenta de análise de Coelho e Ambrózio (2019), que está disponível no ANEXO I, podemos dizer que as aulas 4 e 7 são de natureza investigativa, enquanto as demais são consideradas aulas de natureza interativa dialógica, ou somente interativa, isso por conta da sistematização dos conhecimentos que se dá primariamente por meio do professor. Isso é um fator importante, pois implica diretamente no modo em que as discussões aparecem, e nas práticas científicas que surgem. Antes da apresentação/discussão dos episódios selecionados, é importante discutir alguns gráficos gerados a partir dos dados da distribuição dos turnos.

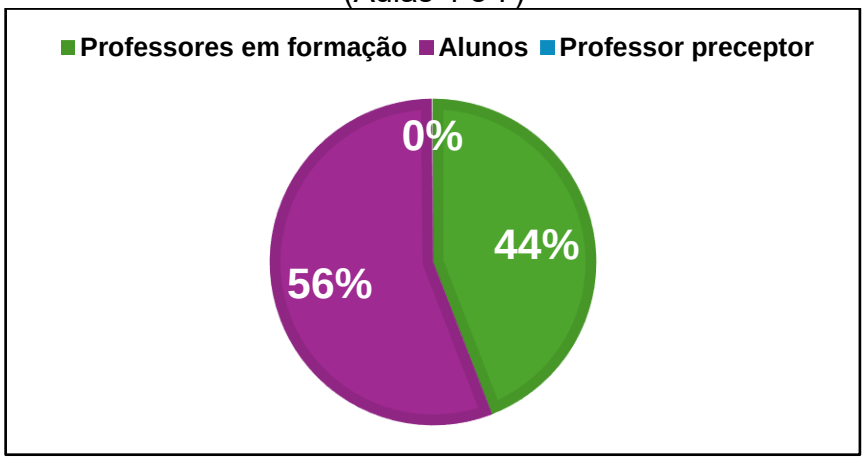
A Figura 1 apresenta um gráfico da distribuição da participação nos turnos de fala nos episódios entre professores em formação, alunos e professor preceptor para todas as aulas. Enquanto a figura 2 apresenta o mesmo gráfico, porém, apenas para as aulas de natureza investigava (4 e 7).

Figura 1 - Distribuição da participação nos turnos de fala entre alunos e professores



Fonte: Autor (2024)

Figura 2 - Distribuição da participação nos turnos de fala entre alunos e professores (Aulas 4 e 7)



Fonte: Autor (2024)

O primeiro ponto a ser destacado em ambos os gráficos é como é observado uma maior participação nos turnos pelos alunos do que se comparado com os professores, essa análise puramente quantitativa de contagem dos turnos (considerando um total de 1524 turnos) revela a natureza dialógica presente em todas as aulas, visto que tanto a Figura 1 (recorte geral), como a Figura 2 (Recorte das aulas investigativas), possuem uma distribuição semelhante. Pela distribuição de participação podemos notar que durante as aulas o ambiente se aproxima do propício para o ensino por investigação, um ambiente onde os alunos podem expor suas ideias, essas operações desenvolvidas pelos alunos ficam mais bem explicitadas nos recortes de episódios.

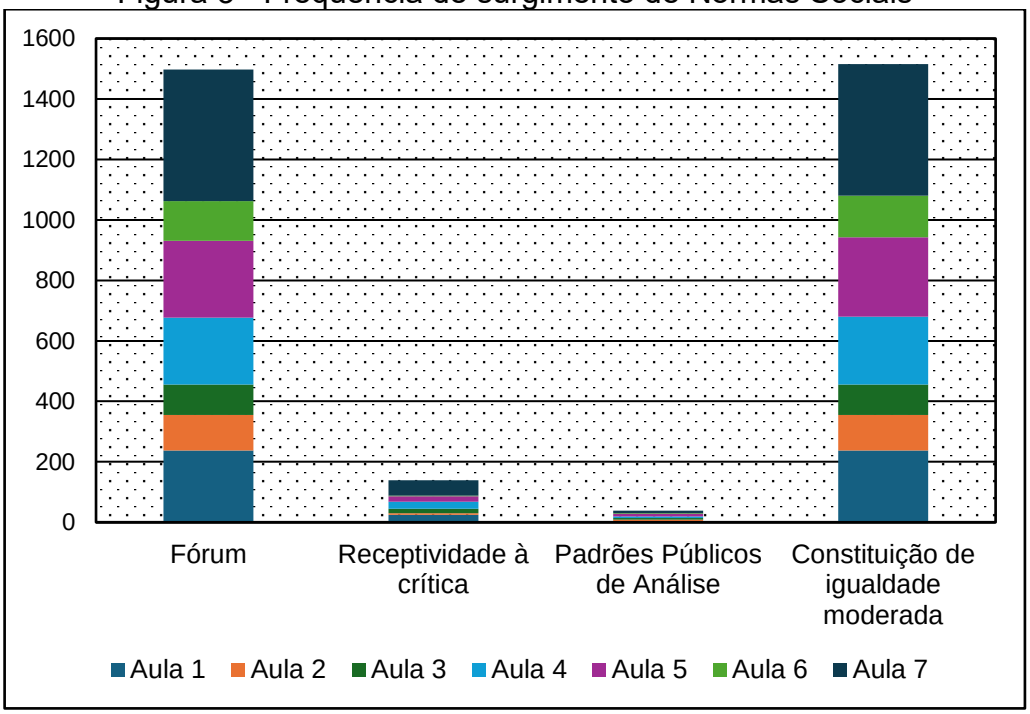
É importante citar que, em questão de tempo de fala provavelmente os professores possuem mais (afinal os turnos são contabilizados não por tempo de fala, mas sim por início e fim de uma fala completa ininterrupta ou semi-ininterrupta), visto que 5 das 7 aulas possuem uma natureza interativa dialógica, contendo explicações longas do conteúdo por parte dos professores, mas de uma forma que os alunos pudessem participar. Nas aulas mais expositivas isso ocorreu por meio de alguns momentos em que ocorriam perguntas ou investigações, (podemos chamar de momentos investigativos), pois apesar de não se tratar de uma aula investigativa, remete à estrutura de uma aula de natureza investigativa, pelo fato de trazer perguntas e questionamentos, as situações-problemas neste caso se tornam problemas reduzidos de rápida discussão e sistematização.

Um exemplo é na primeira aula, quando o professor questiona a diferença da sombra e penumbra, especificamente o porquê em uma fonte pontual de luz ser formado uma sombra, enquanto numa fonte não pontual é formada sombra e penumbra. A partir desse pequeno questionamento os alunos discutem e propõem hipóteses para explicar, e isso acontece em um momento da aula, a aula não gira completamente em torno da resolução/explicação desse problema, e não perde a estrutura expositiva.

Portanto as aulas, no geral, alcançaram um dos elementos almejados pelo ensino por investigação, que é a participação dos estudantes, sendo possível com que explanassem suas ideias, hipóteses, críticas e dúvidas. Assim, os estudantes se tornaram tão importantes quanto os professores na relação de construção do conhecimento científico escolar.

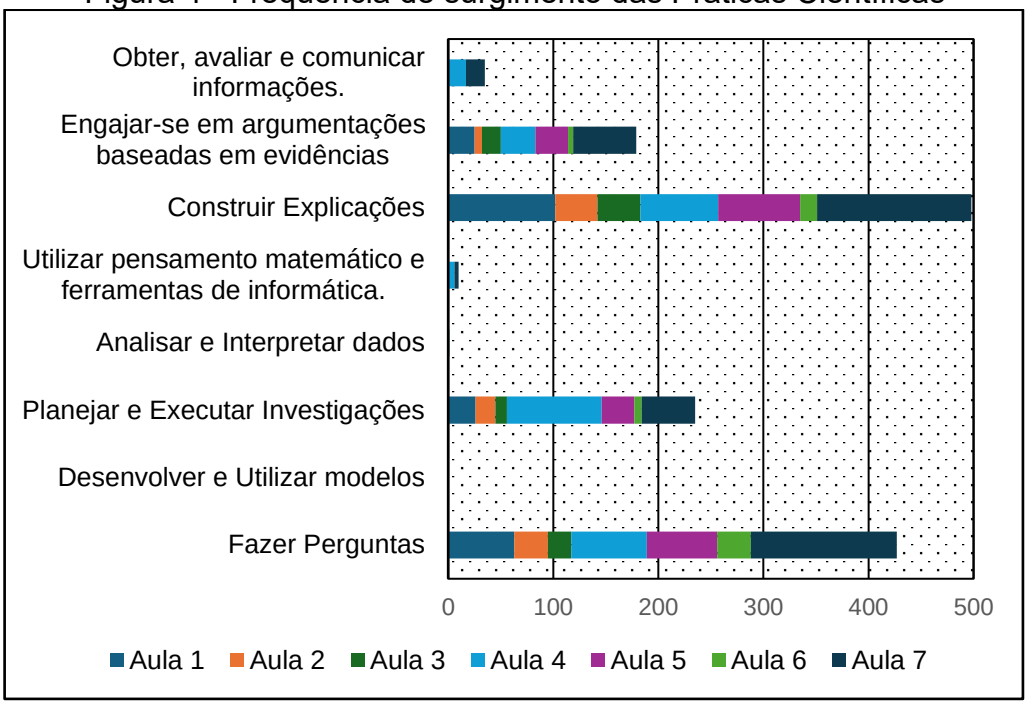
As Figuras 3 e 4, apresentadas abaixo, indicam a frequência de surgimento/aparição das normas e práticas científicas (Nascimento; Sasseron, 2019), respectivamente. Os gráficos representam o total na sequência didática, porém é possível visualizar a quantidade por aula pela legenda.

Figura 3 - Frequência de surgimento de Normas Sociais



Fonte: Autor (2024)

Figura 4 - Frequência de surgimento das Práticas Científicas



Fonte: Autor (2024)

Sobre a Figura 3 é notável a presença da norma social de *Fórum* e *Constituição de igualdade moderada* em grande quantidade, isso é porque em todos os momentos das aulas a sala estava configurada de forma que os alunos pudessem apresentar ideias, expor opiniões, tirar dúvidas, formular hipóteses, entre outras ações. Ou seja, estava configurada como um ambiente em que prevalece a exposição compartilhada, troca e crítica de hipóteses, como em um fórum, possuindo igualdade entre os membros, ambos alunos e professor contribuem para a construção do conhecimento científico escolar.

A outra norma é sobre a *Receptividade à crítica*, que diz sobre os momentos em que os alunos recebiam críticas em ideias e argumentos, e a partir disso reformulavam suas hipóteses, ou quando analisavam ideias de outros colegas. Por fim, a norma sobre *Padrões públicos de análise* estava ligada à apresentação ou retomada de critérios importantes para compreensão de um conceito ou problema, normalmente surgia na fala dos professores, apesar de surgir pouco.

A Figura 4, nos revela sobre as práticas científicas desenvolvidas, é notável que nem todas aparecem, como por exemplo *desenvolver e utilizar modelos*, ou que aparecem bem pouco, como *Analisar e interpretar dados* (aparece uma única vez),

Utilizar pensamento matemático e ferramentas de informática e *Obter, avaliar e comunicar informações* (estes últimos aparecem apenas na aula 4 e 7).

Isso não quer dizer que a sequência está incompleta, pelo menos não nesse sentido, quer dizer apenas que o planejamento inicial não pretendia desenvolver essas práticas, isso demonstra a influência do professor na construção da sequência didática, pois apesar de uma maioria dessas práticas surgirem dos alunos, visto possuírem a maioria de turnos, estas não surgem em um vácuo, surgem porque o professor direciona os alunos a realizar tais práticas a partir de suas perguntas ou problemas propostos, até por isso que o professor é incluso na análise, pois este, por meio da sua mediação pedagógica, insere os estudantes nas práticas e normas científicas do contexto escolar. Apesar disso, é importante dizer que é possível surgir algumas observações ou perguntas dos alunos que façam com que surjam práticas não planejadas previamente.

As práticas mais aparentes são: *Construir explicações*, *Fazer perguntas*, *Planejar e executar investigações* e *Engajar-se em argumentações baseadas em evidências*. A prática de *Construir explicações* é a que mais aparece, principalmente nas aulas 1, 4, 5 e 7, também é notável que a prática *Engajar-se em argumentações baseadas em evidências*, aparece principalmente nestas mesmas aulas, isso é porque a prática de engajar em argumentações em sua maioria pressupõe da ideia de uma construção de explicação, ou seja, um aluno ou professor constrói ou analisa uma explicação justificando e argumentando, então na maioria das vezes essa prática aparece junto da outra.

A segunda prática que mais frequente é *fazer perguntas*, o que faz sentido visto a sua importância para o desenvolvimento das discussões, o professor em formação está constantemente questionando os estudantes sobre suas hipóteses e ideias apresentadas, ou os alunos perguntam a fim de tirar alguma dúvida. Essa prática também foi muito presente nas aulas 1, 4, 5 e 7.

A prática de *Planejar e Executar Investigações* está relacionada às observações realizadas a partir de uma investigação ou sugestões/aceite de sugestões de investigação, e por isso, é vista principalmente na aula 4, pois se tratava de uma abordagem investigativa experimental, de exploração da câmara escura e realizavam observações, e o professor em formação (juntamente com a residente e o

preceptor) sugeria algumas investigações a serem realizadas por meio do diálogo ou das perguntas disponíveis na folha de atividade.

A prática de *obter, avaliar e comunicar informações* está relacionada à ação de registrar/anotar/representar as observações e investigações, por isso está presente somente nas aulas 4 e 7, pois apenas nestas anotaram as observações e investigações realizadas na folha de atividade.

Com esta análise quantitativa podemos identificar alguns elementos importantes, e podemos até delinear o tipo de aula desenvolvida com base nas normas e práticas que surgem em maior quantidade, isso nos dá uma visão geral da sequência didática, porém isso fica apenas no campo numérico, não revelando a natureza das interações e das abordagens, o modo como os alunos e professores desenvolviam diálogo e nem os sentidos atribuídos pelos estudantes aos conceitos científicos. Em vista disso foram selecionados alguns episódios, que possuíram diálogos mais ricos em conteúdo para a discussão, e estarão divididos por aula para facilitar o entendimento do leitor sobre a progressão das aulas.

Os episódios estão demarcados pela fala dos professores representados por D (professor em formação de física), E (professora em formação residente de biologia) e V (professor preceptor), enquanto os alunos são representados por “A*”, sendo o asterisco algum número, se for igual à zero quer dizer que o aluno não foi identificado.

Para uma visão completa da análise o leitor poderá scanear o código QR disponível no Apêndice II, assim terá acesso à planilha com todos os diálogos e com a contagem das normas e práticas.

5.1 AULA 1 – RAIOS DE LUZ E SEUS COMPORTAMENTOS

Quadro 4 - Episódio 1: Pergunta de mapeamento e conceitos

D: Então, hoje, gente, como diz aqui o título do slide, a gente vai falar sobre luz, sombra, reflexão, e aqui está faltando uma coisa também, que é a refração. Vamos começar com a pergunta básica, já que a gente vai falar sobre luz, sombra, reflexão. O que é a luz, para vocês?
Alunos: Iluminação, luz do sol, televisão, luz do celular, led, lanterna, vagalume, corpo humano.
D: Corpo humano? É de certa forma não está errado, a gente vai chegar nessa questão. Tá, isso aí que vocês falaram, como iluminação é o que a luz faz, ou como vocês falaram lanterna e

led, isso são fontes de luz, não é a luz própria. A luz na verdade ela vai ser duas coisas, ela vai ser uma partícula... Lembra quando a gente falou sobre átomos?
A1: Uma partícula... Ah não esqueci.
D: Você sabe o que é uma partícula?
A1: É tipo como... como se fosse um próton?
D: Cara você quase falou o nome certo, o nome certo é fóton.
A1: Isso, é como se fosse um fóton.

Fonte: Autor (2024)

Este primeiro episódio representa o início da primeira aula, o que é notável é que o professor em formação inicial começa a aula com uma pergunta, isso é o que pode se chamar de pergunta de mapeamento, pois ele tenta entender o que é aquele conceito científico (nesse caso a luz) é para os estudantes, tenta mapear o nível de entendimento dos estudantes, que por sua vez apresentam seu conceito de luz.

O conceito trazido pelos alunos é cotidiano, eles trazem alguns objetos/corpos que podem produzir luz, não trazem o conceito em si, mas sim o que está relacionado, trazendo objetos do cotidiano, para eles a luz é algo que é emitido de um corpo, o que não é totalmente errado, porém não é o conceito científico. Para chegar ao conceito científico o professor aprofunda a discussão, relembrando de uma outra aula para discutir o conceito do que é a luz, e neste momento um dos alunos traz uma associação entre próton e o conceito de partícula, apesar de não ser a partícula certa, o aluno demonstra uma associação entre uma palavra e conceito, ou seja, possui uma noção do que é o conceito de partícula, talvez para ele possa apenas significar esta palavra, não tendo a noção da profundidade total do conceito.

As práticas observadas estão relacionadas a *Fazer perguntas* e *construir explicações*, visto que há gesticulação de ideias e o professor requer essa gesticulação de ideias por meio de perguntas.

Quadro 5 - Episódio 2: Discussão Sombra e Penumbra

D: Agora vamos falar sobre sombra e penumbra. O que vocês acham que é sombra?
A1: É quando algo é tampado totalmente.
A7: É porque bate a luz e aí não tem como a luz passar. Aí fica uma sombra, fica escuro.
D: É, bate a luz na frente e não passa para trás. E você?
A1: É igual eclipse?
D: Eclipse, é... o eclipse projetaria uma sombra.

A12: Quando tem algo bloqueando a luz.
A7: Quando as nuvens fecham?
A13: A cortina.
D: Isso, sombra é a ausência de luz, quando não tem luz, o A7 disse que é quando você tem um bloqueio dos raios de luz. Olha nessa imagem, temos uma fonte pontual de luz, que que isso?
A1: Uma fonte pequena.
A2: Bem pequenininha.
D: Olha só o tamanho dela, bem pequena, já a bola é bem maior que ela, ou seja, forma uma sombra. Agora olha numa fonte maior de luz, olha o que acontece, tem penumbra e sombra, por que isso acontece?
A1: Porque...
A2: Por causa que, a fonte de luz... tipo assim, tem uma bola aqui, só essa parte que fica na sombra, porque é menor.
D: Mas por que aqui tem penumbra? Uma região de sombra mais fraca?
A1: Mas é porque tipo, bate a parte meio, ela não é tão iluminada, mas tem uma certa quantidade de iluminação.

Fonte: Autor (2024)

Neste caso é observado uma discussão sobre o conceito de sombra, momento que os alunos expõem inicialmente suas explicações sobre a sombra e como é causada, como por exemplo o aluno “A7” que dá suporte a ideia de “A1”. Nesse caso alunos “constroem explicações” apresentando hipóteses e justificativas e “engajam-se em argumentações baseadas em evidências” pois articulam argumentos e defendem suas ideias justificando-as.

É interessante notar como essa discussão surge apenas de uma pergunta e de algumas informações disponíveis em imagens no slide, por exemplo um dos alunos faz uma pergunta sobre a questão do eclipse, que estava ilustrado no slide, ou seja, nem sempre precisa de um experimento, apenas uma problematização e questionamento podem ser suficientes para gerar um momento investigativo e fazer surgir algumas práticas científicas.

No episódio abaixo é visto essa mesma dinâmica de discussão de ideias, agora um pouco mais acentuada entre os alunos, ocorrendo críticas e defesa de ideias entre si, do que apenas entre professor “D” e aluno.

Quadro 6 - Episódio 3: Problema apresentado por vídeo

D: Nesse tiktok tem uma questão do ovo, papel e espelho. Alguém sabe explicar como o espelho sabe que tem um ovo atrás do papel? (O vídeo se inicia para os alunos observarem o fenômeno)

A6: O tio é por causa da posição da câmara, se a pessoa for para o lado ela vê, aqui ela não vê, se ela se inclinar ela consegue. (Aluno gesticula e vai para frente do quadro para explicar)
D: Então se ela tiver aqui ela consegue ver o ovo, e aqui não?
A7: Como é que o ovo consegue saber, não é como a pessoa.
A1: É igual o cara... (inaudível)
A5: É por causa que ele tá inclinado para o lado...
A12: É porque dependendo do ponto de vista dá para ver ou não.
D: Fala você.
A14: Que o espelho reflete o ovo, que dá para ver no olho.
A7: Como assim?
D: É questão de posição? É o que? Vamos ver de novo.
A9: Aí inclinou dá para ver.
A3: Como que o olho vai estar no espelho?
A11: Não, o espelho refletido no olho vai dar para ver.
D: O que ele tá falando faz sentido, o raio de luz sai do ovo, bate no espelho, reflete e chega no olho.
A3: Mas como é que vai ver? O olho tá ali?
A4: É o ângulo.
A11: É o ângulo.
D: Se você estiver de frente, nenhum raio de luz do ovo reflete no espelho, quando você inclina aí chega, depende da posição que você tá, se eu ficar de frente assim, não dá para ver, porque bloqueia, porém se eu me inclinar um pouco, vai ter um raio de luz que vai bater, refletir e chegar no meu olho, só depende de uma certa inclinação. (desenhos e gesticulações)

Fonte: Autor (2024)

Novamente é notável como constroem explicações e engajam para articular suas ideias, defendendo-as, ou até mesmo analisando e dando continuidade com a ideia dos outros, como por exemplo “A7” faz com a ideia de “A6”, ou como “A3” e “A11” discutem. Aqui é mais perceptível uma interação entre aluno-aluno, o professor questiona e incentiva a elaboração e defesa das hipóteses, além de claro sistematizar o conhecimento e a explicação ao final, utilizando inclusive a explicação de um aluno afirmando que a explicação do aluno estava fazendo sentido.

5.2 AULA 2 – CORES DE LUZ E PIGMENTOS

Antes de apresentar o recorte feito, é importante citar que esta aula foi gravada apenas pela metade por conta de problemas técnicos, o que interrompe algumas interações que poderiam ser interessantes, como por exemplo a experimentação de mistura de tinta guache e a diferença da mistura das cores de luz.

Quadro 7 - Episódio 4: Discussão sobre arco-íris

D: Quando vocês viram o arco-íris? Como é que estava o dia?
A4: Estava de noite, tinha acabado de chover.
A5: Foi de dia, tinha acabado de chover.
A6: Estava chuvoso de dia, eu vi esse mês.
A7: Mas nem choveu esse mês, eu não vi.
V: Mas gente, mas olha só, A7 não é porque (você não viu, que ele também não viu) ... Às vezes ele não viu aqui, não viu em vitória, viu em outro lugar. O tempo é diferente dependendo do lugar onde a gente está.
D: exatamente, o tempo é diferente aqui. Mas por exemplo, lá onde eu moro em Jacaraípe pode não chover e aqui pode chover. É diferente para cada região. A gente precisa de quê? Precisa estar de noite, como é que é?
Alunos: não.
A2: Precisa estar de manhã e nublado.
A6: Quando chove de dia, quando chove está sol, na poça de água também dá para ver.
A2: É gasolina.
A5: O tio, quando você pega mangueira e coloca o dedo, ele esguicha água.
A4: É a luz que faz o negócio virar o arco-íris?

Fonte: Autor (2024)

Aqui vemos uma discussão sobre a formação de arco-íris, o momento que “D” pergunta aos alunos como e quais são as condições para formar um arco-íris, aqui os alunos mapeiam condições para que o arco-íris ocorra então estão executando a *prática de planejar e executar investigações*, isto é, fazendo observações e mapeando condições importantes para ocorrência do fenômeno.

O que chama a atenção é como começam explicando a forma mais comum que o arco-íris é formado (gotas de chuva e refração da luz solar), e vão progredindo nas hipóteses de ocorrência, como por exemplo o “A6” cita sobre poças de água, e o “A2”

realiza uma crítica sobre a ideia, dizendo que a poça tem de ser de gasolina (nessa ideia apresentada a formação do “arco-íris” já não é nem mais por refração, e sim por interferência de filmes finos, mas os alunos obviamente não têm essa noção). O “A5” revela uma outra forma, enquanto “A4” faz pergunta a fim de entender melhor o funcionamento do fenômeno. É interessante citar que todas essas ideias surgem não de algo visto em sala de aula, mas sim de suas experiências cotidianas.

5.3 AULA 3: DALTONISMO, VISÃO HUMANA E ANIMAL

Quadro 8 - Episódio 5: Discussão sobre visão do tubarão

E: [...] O tubarão enxerga nítido e em preto e branco. Qual célula que ele mais tem?
A1: Bastonete.
A12: Bastonete.
A5: Bastonete.
A7: Bastonete.
E: Isso aí. Por quê?
A1: Porque ele vê apenas iluminação, não cores.
A7: Porque ele só vê em preto e branco.

Fonte: Autor (2024)

Essa aula foi um pouco mais expositiva do que as outras e com menos discussões, por isso tem apenas este episódio, mas que se mostra bastante interessante pois demonstra sobre a assimilação por parte dos alunos da noção do conceito (científico) de bastonetes e cones, já havia ocorrido uma explicação sobre o funcionamento dos cones e bastonetes.

Neste momento da aula a professora “E” faz uma pergunta sobre o tubarão, os alunos apresentam suas hipóteses e após questionados o porquê eles conseguem explicar e justificar, por exemplo o “A1” que cita o fato dele ver apenas iluminação e não cores, aqui ele demonstra que entende o funcionamento dos cones e bastonetes, como “não vê cores, apenas iluminação” a conclusão realizada pelo aluno é de que não pode haver cones, apenas bastonetes, “A7” também defende da mesma forma, ou seja, estão assimilando as noções e conceitos apresentados.

5.4 AULA 4: INVESTIGAÇÕES COM A CÂMARA ESCURA

Quadro 9 - Episódio 6: Observações da câmara escura

D: E aí tá conseguindo ver alguma coisa aí?
A15: eu tô vendo a lâmpada, a luz da lâmpada
D: Tenta mirar para a janela ali ó, o que você tá vendo ali? você consegue ver a janela?
A15: a luz da janela
D: Ó, você tá vendo a menina ali? Mira ali ela tá bem na frente da janela.
A15: To vendo não.
D: É porque essa lente é meio desfocada, mas eu posso depois passar uma lente melhor pra você
A15: Tá ao contrário
D: Tá ao contrário?
A15: Viu? Ela tá ao contrário, olha só, viu? Ela tá de ponta cabeça

Fonte: Autor (2024)

Neste episódio são realizados procedimentos para investigação do funcionamento da câmara escura, ou seja, ocorre a prática de *Planejar e Executar Investigações*, o estudante vai coletando algumas informações sobre o funcionamento enquanto o professor sugere algumas ideias para investigação. Aqui é apresentado apenas uma interação entre o professor e “A15”, porém neste momento inicial todos os grupos de alunos estavam explorando o funcionamento da câmara, e os professores “D” e “E” auxiliavam e sugeriam algumas ideias para testar.

Quadro 10 - Episóodio 7: Sugestão de investigação

D: Mostra pros seus outros colegas também, aqui ó... Deixa eles mexerem também um pouco tenta olhar pras outras coisas na sala, regula essa lente aqui, ó, aproxima, você pode mexer, tá? Mexe na lente pra ver se a imagem fica melhor ou pior... Tenta mirar em outras coisas da sala. Olha, o que vocês estão vendo aqui, hein, gente?
Alunos: O armário
D: Naquele armário tem um menino. Como é que o menino tá?
Alunos: De cabeça pra baixo
D: E se eu mexer um pouco na lente, vocês conseguem ver eles agora?
A9: Não...
D: Ó, vou mirar pra eles, ó, vocês conseguem ver? conseguem ver eles, ó? melhorou ou piorou a visão?

Alunos: Inaudível.
D: E agora?
Alunos: Melhor...

Fonte: Autor (2024)

Esta é uma situação em que o professor sugere uma situação a ser testada, que possivelmente os alunos não iriam realizar, isso é feito para garantir que investiguem ao máximo o equipamento, afinal os alunos tinham questões a serem respondidas a partir deste experimento (a lista está disponível no Apêndice III).

Após o momento inicial de exploração os alunos iniciaram a realização da atividade, e então os professores realizaram um movimento de ir de mesa em mesa a fim de questionar sobre suas hipóteses e explicações.

Quadro 11 – Episódio 8: Discussão sobre formação de imagem

D: [...] E aí, o que que você respondeu aqui cara?
A1: Na 2?
D: É, na 2...
A1: Que ele, dependendo da, é... calma, dependendo do tamanho do tubo, da lente, a imagem seria ampliada ou diminuída, dependendo da distância do tubo, do tamanho do tubo.
D: Então ela poderia ser ampliada ou diminuída, interessante.
A1: É, se ela, se ela ficar mais pra frente, podemos dizer que ela fica mais perto do objeto, fazendo com que ela...
D: Então quando você muda a distância, muda um pouco o tamanho.
A1: É, muda o tamanho. Com a lente, isso ajuda a melhorar.
D: Quando você afasta assim, a imagem fica melhor ou pior?
A1: Tipo, ó, fica um pouco melhor, fica um pouco melhor porque ela fica mais próxima, com mais detalhes, mais longe fica...
D: E o que que você acha que pode explicar isso? O que que pode explicar isso de acontecer? Você mexer aqui... Qual é a sua explicação?
A1: Tipo, dependendo da distância do tubo, pode afetar. A imagem pode ficar melhor ou pior, ou menor.
D: Então o tubo influencia.
A1: A lente também influencia um pouco. O tubo e a lente influenciam.

Fonte: Autor (2024)

Nessa discussão o “A1” apresenta suas observações sobre o experimento e suas hipóteses e justificativas, esse diálogo é interessante pois é uma das poucas vezes em que aparece a prática de *Utilizar pensamento matemático e ferramentas computacionais*, no caso não aparece de forma numérica ou gráfica, mas aqui o aluno indica algumas ideias de proporção entre distâncias e nitidez da imagem. O professor “D” auxilia o aluno solicitando explicações mais bem elaboradas, porém muitas vezes o atrapalha cortando a linha de raciocínio desenvolvida pelo aluno.

Quadro 12 - Episódio 9: O conceito cotidiano em destaque

D: Você respondeu o que na sua dois?
A21: Eu respondi que tava todo mundo de cabeça pra baixo quando tava muito perto.
D: Mas por que você acha que isso acontece?
A21: Por causa da lente.
D: E você, o que você acha?
A8: A lente aproxima a imagem a favor da luz do sol ou qualquer dispositivo que crie a luz.
D: E como é que você explica a imagem ficando invertida? É por causa da lente também, você acha?
A8: É por causa da lente desse negócio aqui (apontando para o tubo)
A21: Mas todo mundo fica de cabeça pra baixo...

Fonte: Autor (2024)

Este é um outro momento em que o professor “D” vai à mesa de um grupo questionar sobre as explicações, mas aqui o destaque fica na fala de “A8” que usa um conceito cotidiano na tentativa de chamar o conceito científico ao falar que: “a lente aproxima a imagem a favor da luz”, ele provavelmente estava querendo citar que a lente focaliza a imagem, porém este conceito ainda não havia sido apropriado neste momento, pois até aqui não ocorreu nenhuma aula falando sobre lentes, que seria assunto da aula seguinte, dessa forma utiliza o conceito mais próximo que exprima essa ideia.

5.5 AULA 5: LENTES E OLHO HUMANO

Quadro 13 - Episódio 10: Explorando o formato de lente

D: Agora olha só. Se eu pegar essa lente aqui e dizer pra vocês... E eu peço pra vocês dizerem pra mim que tipo de lente é essa. Vocês conseguem descobrir?
A7: Sim.
D: Como?
A12: Pelo formato.
D: Pelo formato? Como assim pelo formato?
A12: Convergente.
A5: Lente de vidro.
A12: É porque a convergente é mais gordinha, a divergente não é.
D: Então passa a mão aqui pra você ver. Passa a mão na lente pra ver se você consegue descobrir e sentir. Ela é o que? O que você acha?
A12: Convergente.
A2: Ô tio, deixa eu ver.

Fonte: Autor (2024)

Neste trecho ocorria uma exploração sobre como identificar o tipo de lente, os alunos já haviam sido apresentados as diferenças entre os tipos de lentes (tanto no formato, como na refração dos raios de luz). Aqui o aluno “A12” sugere tocar a lente para descobrir, ou seja, elabora uma hipótese com justificativa ao mesmo tempo que mapeia condições importantes para a identificação das lentes, então surgem por suas falas as práticas de *Construir Explicações* e *Engajar-se em Argumentações Baseadas em Evidências*. O professor por sua vez, incentiva a exploração.

Quadro 14 – Episódio 11: O conceito de divergir

D: Vocês conseguem ver? O que ta acontecendo com a luz?
A12: Ta dividindo, é divergente.
D: A luz ela tá se espalhando.
A7: É, então é divergente.
A4: É divergente.
D: Olha como onde fica a lente do meu óculos tá escuro. Por que que tá escuro?
A5: Porque o raio de luz tá espalhando.

Fonte: Autor (2024)

Neste recorte, enquanto os alunos fazem a observação sobre o experimento de jogar luz na lente dos óculos, é possível notar que os alunos ampliam o conceito de lente convergente/divergente, no sentido que, no episódio 10 o conceito de convergente e divergente estava ligado apenas ao formato da lente, ou seja, se é um pouco mais gorda ou fina, aqui eles já associam o espalhamento de luz à divergência, chegando à conclusão de que a lente seria divergente. Neste caso, o conceito científico de lente convergente/divergente ganha um significado mais profundo para os alunos, não é apenas definido pelo formato, mas também pelo que ocorre com a luz. Isso fica claro pelas falas de “A12” e “A7”.

Quadro 15 – Episódio 12: Comparação de estruturas

E: [...] Tem alguma estrutura ali que parece com uma lente?
A7: Sim.
A12: Essa parte aqui do olho.
A5: A pupila.
A1: O cristalino.
D: O colega falou, o A1 falou que é um negócio interessante. O cristalino, que é essa estrutura aqui. E essa parte aqui, parece?
A7: Parece.
E: Essa parte aqui, a córnea, parece?
Alunos: Sim.
E: Parece o quê? Uma lente convergente ou divergente?
A4: Convergente.
A7: Divergente.
A14: Convergente.
D: Convergente? É, porque ela tem essa parte aqui, essa parte mais arredondada. Assim como o cristalino, que parece arredondado. Essas duas estruturas, elas vão ser muito importantes pra gente entender como funciona a nossa visão. E também são elas que vão fazer o direcionamento do raio de luz, porque nessa altura do campeonato, todo mundo já sabe que pra gente enxergar um objeto, a luz tem que bater.
A14: Precisa de luz.

Fonte: Autor (2024)

Neste momento a professora “R” traz uma comparação entre a câmara escura e as estruturas do olho humano, ocorre uma prática de apresentação de ideias e hipóteses, mas o que é notável é a apropriação dos alunos dos conceitos cientificamente corretos da parte do olho, o “A12” até chama de “essa parte aqui do olho”, porém os colegas vão assimilando os conceitos citando termos como pupila e cristalino, neste caso não há uma construção de conceito, mas sim uma apropriação direta por identificação.

5.6 AULA 7: PROBLEMA DA CORREÇÃO DE PROBLEMAS DE VISÃO

Antes de apresentar os episódios da aula 7, é importante citar que não foram selecionados episódios da aula 6 pois não houve discussões muito aprofundadas, apesar de possuir as normas e práticas científicas, estas ocorreram por meio de trocas curtas e sem muito desenvolvimento de explicações, uma aula assim como a terceira de natureza mais diretiva.

Outra coisa, que é importante citar é que, a aula 7 possuiu uma folha de atividades, para que os alunos pudessem anotar os dados e observações, assim realizando a prática de *Obter, avaliar e comunicar informações*, o que não fica muito claro em algumas falas. A folha de atividade está disponível para leitura no apêndice IV.

Quadro 16 – Episódio 13: Resolvendo o problema da miopia

D: Você vai querer acertar de primeira, né? Então, qual óculos, qual lente eu tenho de usar? Uma lente divergente ou convergente?
Alunos: Divergente.
D: Divergente? Por quê?
A3: Não, falei convergente.
D: Por que convergente? Se você botar uma lente convergente aqui. Põe ainda não.
A4: Não pera aí tio, convergente é o que quando passa o dedo está mais gordinha...
A7: Convergente... Ó, um desses dois é convergente e o outro é divergente.
D: Eu botei os desenhos (das lentes) ali para vocês conseguirem ver.
A7: Divergente?
A4: Então, é uma lente divergente. É por causa que foca mais os raios de luz.

D: Vai focar mais os raios de luz?
A2: Sim.
D: Se focar mais, onde vai aparecer os raios de luz?
A4: Na retina.
A1: Na retina.
A2: Na retina.

Fonte: Autor (2024)

Aqui está presente principalmente a prática de *Fazer Perguntas*, realizada pelo professor “D”, e *Construir Explicações*, realizada pelos alunos. Mas aqui chama atenção novamente a questão dos conceitos, visto que “A4” ainda está considerando a lente ser convergente pelo formato mais arredondado, o que não está errado conceitualmente, porém não é o conceito em sua complexidade. Isso possivelmente o levou a errar na questão sobre os raios de luz, quando diz que “lente divergente foca mais os raios de luz”, ele apresenta o uso da linguagem científica, mas de forma conceitualmente errada, conhece o conceito e os termos científicos, mas erra na sua definição.

Apesar disso, alguns alunos apresentaram apropriação correta dos termos e conceitos científicos, sabem utilizar os termos e entendem o que significa, e assim começam o processo de generalizar, assim como no conceito irmão, como por exemplo no trecho de interação descrito abaixo.

Quadro 17 – Trecho de interação

A6: Coloca essa aí, a divergente.
D: Você diz que a divergente vai dar conta? Por quê?
A15: Ela vai espalhar os raios de luz, aí não vai chegar...
D: Então é divergente?
A15: Uns vai vir para cá, mas outros vai ficar espalhado...
A17: Eu acho que é divergente.

Fonte: Autor (2024)

Ainda que a sequência didática como um todo possua muitas interações e discussões, não é possível colocar todas aqui, pois se trata de um total de 1524 turnos entre professores e alunos, sendo assim, foram selecionados alguns episódios mais relevantes, e mesmo que houvesse outros com interações e discussões tão profundas quanto as que foram disponibilizadas neste trabalho, estes outros não foram incluídas para não ficar tão repetitivo. Afinal muito desses diálogos se resumem ao professor

requerer uma explicação mais elaborada, realizar questionamentos e perguntas, enquanto os estudantes elaboram e defendem hipóteses. O leitor é convidado a escanear o QR CODE disponível no APÊNDICE II para aprofundar em outros diálogos e interações, ou se quiser entender um pouco melhor como a análise foi realizada.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo analisar o surgimento das práticas e normas científicas, e nisto é importante destacar as operações realizadas por professores em formação durante aulas de abordagem investigativa, pelos episódios foi possível notar que os professores sempre questionavam os alunos, a fim de obter explicações mais elaboradas, com ideias mais bem articuladas, o que demonstra a importância de professores assumirem uma postura dialógica nesse tipo de abordagem, buscando construir o conhecimento junto dos alunos. Houve alguns momentos mais expositivos, que são essenciais para aquisição de alguns conceitos científicos mais complexos.

Importante citar que em alguns momentos, tanto os professores quanto os alunos foram importantes para a construção do conhecimento e aquisição dos conceitos, isso fica demonstrado pelos episódios, por meio da discussão e de questionamentos os professores e os alunos conseguem chegar no conceito esperado, sendo a síntese do conhecimento realizado ou somente pelos professores ou em conjunto dos professores e alunos. Ainda que o tempo de fala dos professores seja maior, ocorrem aberturas para os estudantes participarem e apresentarem suas ideias, isso é denotado pela Figura 3, quando apresenta a intensidade da norma social de Igualdade moderada, isto é, todos os membros estão nivelados de forma horizontal na contribuição para construção do conhecimento.

As práticas que surgiram em maior frequência, foram respectivamente: “Construir explicações”; “Fazer perguntas”; “Planejar e executar investigações”; “Engajar-se em argumentações baseadas em evidências”. As duas primeiras são fáceis de entender o porquê aparecem tanto, afinal por meio das perguntas realizadas pelos professores, e das situações-problemas apresentadas (ato de “Fazer perguntas”) surgem hipóteses, ideias e explicações, logo, pressupõe a prática de “Construir explicações. Junto desta “Engajar-se em argumentações baseadas em evidências”, pois os alunos engajavam e articulavam argumentos para defender ou criticar hipóteses propostas. “Planejar e executar investigações” está relacionado a realizar observações e coletar informações, ações muito realizadas pelos estudantes nas aulas 4 e 7. Podemos dizer que as práticas que surgiram em maior frequência eram esperadas, isto por conta do planejamento prévio das aulas e das atividades desenvolvidas.

Os episódios apresentados no trabalho apresentam um panorama geral da forma como o ensino por investigação foi trabalhado, a forma como surgiram as Normas e Práticas científicas (Nascimento; Sasseron, 2019) em sala de aula, e da forma como alguns estudantes apropriaram alguns conceitos, como por exemplo a lente convergente e divergente, e suas implicações na interação com a luz, ou até mesmo das estruturas que estão presentes no olho humano. Articulando conceitos cotidianos e científicos, indo de estrutura mais simples ao mais complexo.

Portanto, as aulas se apresentaram como dialógicas, investigativas e igualitárias, propiciando um ambiente em que fosse possível desenvolver práticas científicas e normas sociais da cultura científica, aproximando a cultura escolar de elementos da cultura científica.

REFERÊNCIAS

AGUIAR JR, O. Sequências de ensino de Física orientadas pela pesquisa educacional: princípios orientadores e ação docente comprometida com mudanças. In: AGUIAR JR, O. (Org.). **Sequências de ensino de Física orientadas pela pesquisa**: experiências do PIBID e Pró-Mestre-UFMG. Belo Horizonte: Fapemig, p. 13-31, 2018.

BARCELLOS, L. S. 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**, v. 19, p. 37-65, 2019. Disponível em: https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4887. Acesso em 21 set. 2024.

BARCELLOS, L. S.; COELHO, G. R. Análise do uso de objetos materiais mediacionais em uma aula investigativa de Ciências de cunho sociocientífico nos anos iniciais do Ensino Fundamental. **ACTIO**, Curitiba, v. 4, n. 3, p. 513-535, 2019. Disponível em: https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/10476. Acesso em 21 set. 2024.

BODEVAN, J. A. S.; COELHO, G. R. Ensino por investigação, centro de ciências, práticas científicas e epistêmicas: análise de uma intervenção pedagógica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 40, n. 1, p. 8-32, 2022. Disponível em: https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/82777. Acesso em 21 set. 2024.

BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 219-313, 2002. Disponível em: https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607. Acesso em 21 set. 2024.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018. Disponível em: https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852. Acesso em 21 set. 2024.

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, 2014.

COELHO, G. R.; AMBRÓZIO, R. M. O ensino por investigação na formação inicial de professores de Física: uma experiência da Residência Pedagógica de uma Universidade Pública Federal. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 36, n. 2, p. 490-513, 2019. Disponível em: https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2019v36n2p490. Acesso em: 21 set. 2024.

COELHO, G. Residência pedagógica, ensino por investigação e a profissionalização de professores de física de uma universidade pública federal. *Formação Docente* – **Revista Brasileira de Pesquisa sobre Formação de Professores**, v. 12, n. 25, p. 173–186, 2020. Disponível em: https://www.revformacaodocente.com.br/index.php/rbpfp/article/view/387. Acesso em: 20 set. 2024.

CREPALDE, R. dos S.; AGUIAR JR, O. A formação de conceitos como ascensão do abstrato ao concreto: da energia pensada à energia vivida. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 2, p. 299-325, 2013. Disponível em: https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/132. Acesso em: 21 set. 2024.

DAMIANI, M. F. et al. Discutindo pesquisas do tipo intervenção pedagógica. **Caderno de Educação**, Pelotas, p. 57-67, 2013. Disponível em: https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/caduc/article/view/3822. Acesso em: 21 set. 2024.

DEWEY, J. Logic: the theory of inquiry. New York: Henry Holt and Company, 1938. 546 p.

JÚNIOR, J. M. da S.; COELHO, G. R. O ensino por investigação como abordagem para o estudo do efeito fotoelétrico com estudantes do ensino médio de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 37, n. 1, p. 51-78, 2020. Disponível em: https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2020v37n1p51. Acesso em: 21 set. 2024

MACHADO, V. F.; SASSERON, L. H. As perguntas em aulas investigativas de Ciências: a construção teórica de categorias. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 2, 2012. Disponível em:

https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4229. Acesso em: 21 set. 2024.

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, 2002. Disponível em: https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/562. Acesso em: 21 set. 2024.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. de C. e. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 9, n. 1, p. 89-111, 2007. Disponível em: https://www.scielo.br/j/epec/a/ZfTN4WwscpKqvwZdxcsT84s/. Acesso em: 21 set. 2024.

NASCIMENTO, L. A.; SASSERON, L. H. A constituição de normas e práticas culturais nas aulas de ciências: proposição e aplicação de uma ferramenta de análise. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 21, e10548, 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/j/epec/a/fLbzyCjDZmTrw8js4DLHfDx/. Acesso em: 21 set. 2024.

SÁ, E. F. de et al. As características das atividades investigativas segundo tutores e coordenadores de um curso de especialização em ensino de ciências. In: Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), 2007. Disponível em: https://abrapec.com/atas_enpec/vienpec/CR2/p820.pdf. Acesso em: 21 set. 2024.

SANTANA, U. dos S.; SEDANO, L. Estruturação de perguntas no ensino de ciências por investigação: uma proposta visando a alfabetização científica. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, Florianópolis**, v. 16, n. 1, p. 207-234, 2023. Disponível em: https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/87409. Acesso em: 21 set. 2024.

SANTOS, A. G. F. et al. A formação de professores de ciências na perspectiva interdisciplinar sobre a flutuação para vida no planeta: pelos caminhos da co-docência. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 21, e10596, 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/j/epec/a/r3xV3tw9bvZ7F4qT48ZRKrz/abstract/?lang=pt. Acesso em 21 set. 2024.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015. Disponível em: https://www.scielo.br/j/epec/a/K556Lc5V7Lnh8QcckBTTMcq/?lang=pt. Acesso em: 21 set. 2024.

SASSERON, L. H. Ensino de Ciências por Investigação e o Desenvolvimento de Práticas: Uma Mirada para a Base Nacional Comum Curricular. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 1061-1080, 2018. Disponível em: https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4833. Acesso em: 21 set. 2024.

SASSERON, L. H. Práticas constituintes de investigação planejada por estudantes em aula de ciências: análise de uma situação. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 23, e26063, 2021. Disponível em: https://www.scielo.br/j/epec/a/5yZCkh6yRxGgHwDFgy4dLbw/?lang=pt. Acesso em: 21 set. 2024.

SASSERON, L. H. Sobre ensinar ciências, investigação e nosso papel na sociedade. **Ciência e Educação (Bauru)**, v. 25, n. 3, p. 563-567, 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ciedu/a/d5mWbk4cxM9hWfdQhntSLFK/. Acesso em: 21 set. 2024.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/844768/mod_resource/content/1/SASSERON_CARVALHO_AC_uma_revis%C3%A3o_bibliogr%C3%A1fica.pdf. Acesso em: 21 set. 2024.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008. Disponível em: https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/445. Acesso em: 21 set. 2024.

SCHROEDER, E. Conceitos espontâneos e conceitos científicos: o processo da construção conceitual em Vygotsky. **Atos de Pesquisa em Educação**, v. 2, n. 2, p.

293-318, 2007. Disponível em: https://ojsrevista.furb.br/ojs/index.php/atosdepesquisa/article/view/569. Acesso em: 21 set. 2024.

VIGOTSKI, L. S. A construção do pensamento e da linguagem. Tradução de Paulo Bezerra. 1. ed. São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora Ltda, 2001. 496 p.

APÊNDICE I – PLANO DE AULA ELABORADO

Disciplina: Ciências	Tema: Óptica e sentido da visão	
Turma: 6º e 9º ano EF II	N° de aulas: 7 aulas	Carga horária: 55 minutos por aula
Recursos	Pincel, quadro branco, televisão, vídeos, kit correção de visão e materiais para construção da câmara escura (caixa de papelão, cartolina preta, lente de lupa, papel vegetal/manteiga).	
Objetivos	CONCEITUAIS: Compreender o funcionamento da visão humana e diferenciá-la da visão de outros animais; Conhecer os principais distúrbios relacionados ao sentido da visão e suas origens; Compreender o que é a luz (onda ou partícula?), tipos de fontes luminosas, formação de sombra e imagens; Conhecer o espectro da luz visível e sua relação com frequência/comprimento de onda; Conhecer a combinação de cores (luz e pigmentos); Entender o funcionamento de lentes; Diferenciar os tipos de lentes; PRÁTICAS CIENTÍFICAS: Classificação de imagens, formulação e teste de hipóteses, análise de observações e estabelecimento de conclusões. ATITUDINAIS: Ser receptivo às novas experiências de aprendizagem e as orientações do professor, pensar de maneira crítica durante o desenvolvimento da atividade, colaborar com o grupo e respeitar as ideias e propostas de todos os colegas de sala.	
Aula 1(18/09): • Raios de luz e seus comportamentos; • Fontes luminosas	• Aula expositiva dialogada (elementos de investigação): • O que é a luz? (falar brevemente e de maneira simplificada sobre dualidade onda e partícula); Raios de luz e fontes luminosas; corpos iluminados e como os enxergamos; sombra e penumbra; • Reflexão (VÍDEO: ovo escondido do espelho. experimento de espelho e objeto escondido; o que é preciso para enxergamos no espelho?). • Refração (VÍDEO: jacaré albino sofrendo refração)	

Aula 2/3 (25/09 e 28/09): • Espectro da luz visível e combinação de cores; • Variação das cores na visão animal.	• Aula expositiva dialogada (elementos de investigação): • Espectro da luz visível; Combinação de cores (luz e pigmentos); • Daltonismo e suas origens; • Células que são responsáveis pela distinção das cores; • Diferença entre as cores na visão humana e de outros animais.
Aula 4 (29/09): • Câmara escura (Situação problema/Aula Investigativa)	• Investigação experimental: Câmara escura <u>Objetivo:</u> introduzir visão através da inversão da imagem que ocorre no experimento. • Os alunos receberão um diário de experimento/relatório, onde irão desenhar e descrever o objeto real e a imagem exibida pelo experimento e buscar por uma explicação para o fenômeno observado; • A participação e o relatório serão de caráter avaliativo na sequência.
Aula 5 (02/10): • Câmara escura, explicação física e analogia com visão e formação de imagem.	• Aula expositiva dialogada (elementos de investigação): • Como a física explica a inversão de imagem no experimento da aula anterior?; • Tipos de lentes ópticas e funcionamento das lentes; • Visão humana; • Retomada ao relatório do experimento. (A participação e a reformulação da explicação no relatório serão de caráter avaliativo na sequência.)
Aula 6 (05/10): • Distúrbios relacionados à visão;	• Aula expositiva dialogada (elementos de investigação): • Conceitos básicos e origem: miopia, hipermetropia e astigmatismo;

• Lentes ópticas.	• Retomada ao relatório do experimento. (A participação e a reformulação da explicação no relatório serão de caráter avaliativo na sequência.)
Aula 7 (09/10): • Refração. (Situação problema/Aula Investigativa)	• Investigação experimental: Kit de correção de visão <u>Objetivo:</u> fazer com que os alunos sejam capazes de relacionar as lentes e como a luz se comporta ao atravessá-las, com os distúrbios relacionados à visão, ambos trabalhados na aula anterior. • Os alunos serão separados em 3 grupos e receberão kits contendo lentes ópticas e impressão do olho humano, e deverão utilizar os conhecimentos adquiridos durante a sequência para escolher a melhor lente para cada tipo de olho a depender do distúrbio apresentado, objetivando fazer a imagem ser formada no local correto (retina). • Também serão entregues relatórios com perguntas guias para que os estudantes identifiquem e justifiquem as escolhas realizadas pelo grupo. • A participação e o relatório serão de caráter avaliativo na sequência.
Avaliação (09/10)	• Participação e envolvimento nas aulas; • Relatórios das aulas 4 e 7.

APÊNDICE II – QR CODE DA PLANILHA EXCEL

APÊNDICE III – ATIVIDADE SOBRE CÂMARA ESCURA

Disciplina: Ciências
Professores: D[redacted], E[redacted] e V[redacted]
Alunos (as): _____ Turma:_____

Relatório: Câmara escura

Após a realização do experimento, responda às questões propostas abaixo.

1) Desenhe o objeto que você observou nos espaços indicados e compare os dois desenhos.

Imagem real observada	Imagem observada pela câmara escura

2) O que aconteceu com o objeto ao ser observado através da câmara escura? Elabore uma hipótese que explique esse fenômeno.

_____
_____
_____
_____
_____
_____

3) O que aconteceu quando o grupo regulou a distância da lente em relação ao fundo da caixa? Como vocês explicam o que aconteceu?

_____
_____
_____
_____
_____
_____

APÊNDICE IV – ATIVIDADE SOBRE PROBLEMAS DE VISÃO

Disciplina: Ciências
Professores: D[redacted], E[redacted] e V[redacted]
Alunos (as): _____ Turma:_____

Relatório: Distúrbios de visão

1) Quais foram os tipos de lentes escolhidas para a correção da visão no olho míope e no olho hipermetrope?

- OLHO MÍOPE: _____
- OLHO HIPERMETROPE: _____

2) Com base nos conhecimentos adquiridos em aula, justifique as escolhas feitas na questão anterior.

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

3) Desenhe o abaixo as observações feitas sobre o comportamento dos raios de luz após a utilização das lentes de correção.

Olho míope	Olho hipermetrope

ANEXO I – FERRAMENTE DE ANÁLISE COELHO E AMBRÓZIO (2019)

	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)	3
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
10	Investigativa (articulada a abordagem CTS/temática)						Sim. P(A)	3