UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTERUNIDADES EM ENSINO DE
CIÊNCIAS

ÉLLEN ROSIM DE VICENTE

*OS FENÔMENOS FORTUITOS E INESPERADOS NA
SALA DE AULA: COMO TRATÁ-LOS?*

SÃO PAULO
2018

ÉLLEN ROSIM DE VICENTE

***OS FENÔMENOS FORTUITOS E INESPERADOS NA
SALA DE AULA: COMO TRATÁ-LOS?***

Versão corrigida

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação
Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de
São Paulo para obtenção de título de Mestre em Ensino
de Ciências

Área de concentração: Ensino de Física

Orientadora: Profa. Dra. Jesuína Lopes de Almeida Pacca

SÃO PAULO

2018

Autorizo a divulgação total ou parcial deste trabalho por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

FICHA CATALOGRÁFICA
Preparada pelo Serviço de Biblioteca e Informação
do Instituto de Física da Universidade de São Paulo

Vicente, Ellen Rosim de

Os fenômenos fortuitos e inesperados em sala de aula: como tratá-los? São Paulo, 2018.

Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências.

Orientador: Profa. Dra. Jesuína Lopes de Almeida Pacca
Área de Concentração: Ensino de Física.

Unitermos: 1. Física – Estudo e ensino; 2. Diálogo; 3. Planejamento pedagógico; 4. Sala de aula.

USP/IF/SBI-068/2018

*A minha querida vovó Regina (in memoriam),
Que me proporcionou o amor pela educação.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar, à minha família. Obrigado por estarem presentes me apoiando e orientando nos momentos difíceis, e vibrando com minhas conquistas.

À minha orientadora por toda sua paciência e experiência em entender meus pensamentos confusos, minha escrita ingênua. As reuniões e sua constante insistência em me questionar propiciaram um crescimento que eu jamais dimensionava.

Aos meus companheiros do grupo de pesquisa Leandro, Tassiana, Diana Arthur, Djalma e José Paulo por tornarem ricas as discussões nos dias de estudo, respeitando minhas opiniões e ouvindo com todo carinho e atenção, e fazerem companhia nessa etapa da minha jornada.

Ao Renan pelo companheirismo, carinho e compreensão da necessidade dos dias dedicados integralmente a esta pesquisa, e sua família por me acolher tão bem.

Aos professores que dispuseram suas aulas para esta pesquisa, permitiram-me evoluir como profissional.

À Universidade de São Paulo que sempre me proporcionou conhecimento, permitindo que participasse de eventos científicos e ter contato com profissionais de excelência.

Aos funcionários da pós-graduação, Rosana e Thomas, por toda atenção, paciência, carinho, dedicação, atendendo sempre com sorrisos e abraços, e auxiliando com a burocracia.

À CAPES pelo auxílio financeiro e pelo reconhecimento desta pesquisa.

“Para ser grande, sê inteiro: nada

Teu exagera ou exclui.

Sê todo em cada coisa. Põe quanto és

No mínimo que fazes.

Assim em cada lago a lua toda

Brilha, porque alta vive.”

Odes de Ricardo Reis - Fernando Pessoa.

RESUMO

VICENTE, E. R.; **Os fenômenos fortuitos e inesperados em sala de aula: como tratá-los?** Dissertação. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

Este trabalho é resultado da análise qualitativa do desenvolvimento de aulas planejadas com foco nas ações dos sujeitos, principalmente, as manifestações espontâneas dos alunos e a conduta do professor a fim de promover uma aprendizagem significativa. Entre os anos de 2015 a 2017, observamos aulas de cinco professores de Física do Ensino Médio de escolas públicas das cidades de São Paulo e Ribeirão Preto, que focalizavam os conteúdos de óptica e ondas, Todas as turmas do segundo ano estudavam esta temática (em 2015 comemorava-se o Ano Internacional da Luz). Para a coleta de dados utilizamos áudio gravações das aulas, com observação de campo registradas pelo investigador. Inicialmente focalizamos a atenção nas manifestações dos alunos frente a atividades planejadas que tratavam da análise de fenômenos físicos idealizados e concebidos pelo professor. Uma vista preliminar desta sondagem mostrou que apareciam manifestações que pareciam sair da sequência esperada; porém, uma análise mais detalhada e cuidadosa destes dados sugeriram definirmos o que foi chamado de *fenômeno fortuito*; tratava-se de uma situação de aprendizagem em que os alunos manifestavam-se espontaneamente dentro do conteúdo planejado pelo professor, com ideias, dúvidas ou observações de certo modo pertinentes e coerentes com o conteúdo tratado. Ou seja, o discurso do professor abria espaço para a manifestação de concepções inesperadas e fortuitas, acompanhando a discussão planejada pelo professor e contextualizada no ambiente da sala de aula. Nossa questão norteadora da pesquisa foi assim definida: Os fenômenos fortuitos em salas de aula servem para ensinar física? A partir de uma análise direcionada às manifestações oportunas para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa caracterizamos estas como: *Generalização, Memória do cotidiano, Insistência, Analogia, Questão direcionada*. Percebemos que os alunos apresentaram um aprimoramento do próprio conhecimento ao serem capazes de pensar questões mais elaboradas, na medida em que puderam envolver-se em um diálogo coletivo e com o professor, ampliando suas concepções sobre a ciência e adquirindo autoconfiança ao participar genuinamente da construção do conhecimento científico. As manifestações dos alunos foram anotadas bem como as ações observáveis dos professores nessas situações com os *fenômenos fortuitos*, com o objetivo de acompanhar a aprendizagem e de compreender a possível inclusão dos alunos na construção de seus próprios conhecimentos. As conduções dadas pelos professores caracterizaram-se como: *Foco no objetivo, Explicação superficial, Explicação longa, Mudança de situação*. Em geral, uma quantidade significativa dessas situações mostra-se apropriada para ensinar e aprender a Física, despertando interesse dos alunos, com participação colaborativa construtiva, seja pela contextualização no ambiente escolar, seja pela espontaneidade dos exemplos analisados, levando a um processo investigativo autêntico e facilitando a construção dos conceitos a serem aprendidos. Os alunos mostraram avanços na aprendizagem quando havia envolvimento com a situação, permitido pelas ações dos professores sendo flexíveis com suas sequências didáticas e permitindo inclusão das intervenções dos alunos, sempre que fossem percebidas como apropriadas ao conteúdo científico, com o diálogo conjunto com a classe. Vários alunos foram capazes de discutir seu modo de pensar e alcançar compreensões maiores sobre a temática em discussão, apresentando também um domínio dos conteúdos clássico e moderno sobre a Física.

Palavras-chave: Ensino aprendizagem; Fenômenos fortuitos; Diálogo na sala de aula; Intervenções dos alunos.

ABSTRACT

VINCENT, E. R.; **The random and unexpected phenomena in the classroom: how to treat them?** Dissertation. University of São Paulo, São Paulo, 2018.

This work is the result of the qualitative analysis of the development of planned classes with focus on the actions of subjects, mainly the students' spontaneous manifestations and the teacher's conduct in order to promote meaningful learning. Between the years 2015 and 2017, we observed classes of five high school physics teachers from public schools in the cities of São Paulo and Ribeirão Preto, which focused on optical and wave contents. All the second year classes studied this theme (in 2015 the International Year of Light was celebrated). For the collection of data we used audio recordings of the classes, with field observation registered by the researcher. Initially we focused the attention on the manifestations of the students in front of planned activities that deal with the analysis of idealized physical phenomena and designed by the teacher. A preview of this survey showed that appeared manifestations that seemed to leave the expected sequence; however, a more detailed and careful analysis of these data suggested that we define what was called a fortuitous phenomenon; It denote a learning situation on what the students express themselves spontaneously within the teacher's planned content, with ideas, mind-breaker or observations somehow pertinent and coherent with the treated content. In order words, the teacher's discourse opened space for the manifestation of unexpected and fortuitous conceptions, consort the planned discussion by the teacher and contextualized in the classroom environment. Our guiding question for research was thus defined: Do fortuitous phenomena in classrooms serve to teach physics? Based on analysis directed to the opportune manifestations for the development of a meaningful learning we characterize these as: *Generalization, Daily memory, Insistence, Analogy, Directed question*. We realized that students presented an improvement of their own knowledge by being able to think more elaborate questions, insofar as they could engage in a collective dialogue and with the teacher, broadening their conceptions about science and acquiring self-reliance by participating genuinely in the construction of scientific knowledge. The manifestations of the students were noted as well as the observable actions of the teachers in these situations with the fortuitous phenomena, with the objective of accompanying the learning and of understanding the possible inclusion of the students in the construction of their own knowledge. The conceptions performed by the teachers were characterized as: *Focus on the goal, Superficial explanation, Long explanation, Change of situation*. In general, a significant number of these situations shows up appropriate to teach and learn physics, arousing students' interest, with constructive collaborative participation, either by contextualization in the school environment, or by the spontaneity of the analyzed examples, leading to an authentic and facilitating the construction of concepts to be learned. The students manifest advances in learning when there was involvement with the situation, allowed by the actions of the teachers being flexible with their didactic sequences and allowing inclusion of the interventions of the students, whenever they were perceived as appropriate to the scientific content, with the conjunct dialogue with the class. Several students were able to discuss their way of thinking and to reach greater understandings on the subject under discussion, also presenting a domain of the classic and modern contents on the Physics.

Key-words: Teaching and learning; Fortuitous phenomena; Dialogue in the classroom; Interventions of the students.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. A RIQUEZA DOS EXPERIMENTOS NA SALA DE AULA: UMA BREVE REVISÃO DA LITERATURA.....	7
3. O DIÁLOGO EM SALA DE AULA E A INCLUSÃO DO FORTUITO	13
4. OBJETIVO DO TRABALHO.....	23
5. METODOLOGIA DE PESQUISA.....	25
5.1. CONTEXTO E CARACTERIZAÇÃO GERAL DA PESQUISA.....	25
5.2. REGISTRO DOS DADOS DA OBSERVAÇÃO	26
5.3. O PERFIL DOS PROFESSORES	29
6. ANÁLISE DOS DADOS.....	35
6.1. DELIMITAÇÃO NA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	38
6.2. A COGNIÇÃO E A AÇÃO DO PROFESSOR	39
6.3. OS FENÔMENOS FORTUITOS	43
6.3.1. <i>PROFESSOR O</i>	44
I. Aula de 31 de Agosto de 2015 - Passagem da luz nos meios materiais.....	44
II. Aula de 14 de Setembro de 2015	47
II.1. Refração da luz: Um corpo na água.....	47
II.2. Refração da luz: O aquário e as imagens do peixe	49
II.3. Refração da luz: A moeda no recipiente com água	51
III. Aula de 16 de Setembro de 2015 - Refração da luz: O caminho do laser na água	53
6.3.2. <i>PROFESSOR R</i>	57
I. Aula de 01 de Setembro de 2015 – Turma 1	57
I.1. Ondas mecânicas: o autofalante	57
I.2. Ondas sonoras: limites auditivos.....	59
I.3. Ondas sonoras: sirene na campânula.....	60
II. Aula de 06 de Novembro de 2015 – Turma 1	61
II.1. Características das fontes de luz	61
II.2. Fonte de luz e a visão	63
6.3.3. <i>PROFESSOR N</i>	65
I. Aula de 10 de Agosto de 2016	65
I.1. Refração da luz.....	65
I.2. Refração: os óculos	67
II. Aula de 12 de Agosto de 2016	68
II.1. A cor de um objeto: emissão de luz na parede na sala escura.....	68
II.2. A cor da lousa	70
II.3. A cor da bandeira na luz azul.....	73
III. Aula de 17 de Agosto de 2016 - Princípios da óptica: reversibilidade	74

3.3.4. PROFESSOR V	78
I. Aula de 30 de Agosto de 2016 - A cor de um objeto	78
II. Aula de 06 de Setembro de 2016	80
II.1. Absorção da luz	80
II.2. A visão	83
3.3.5. PROFESSOR J	84
I. Aula de 06 de Março de 2018 - Condutividade elétrica	84
II. Aula de 24 de Maio de 2018 – Geradores	86
6.4. Os FENÔMENOS PLANEJADOS	87
6.4.1. PROFESSOR O – Aula de 31 de Agosto de 2015 - Sombra e Penumbra	87
6.4.2. PROFESSOR N – Aula de 09 de Setembro de 2016 - Câmara escura	90
6.4.2. PROFESSOR V – Aula de 01 de Novembro de 2016 - Características do som.....	92
6.4.3. As ações dos professores nos planejados	94
7. CONCLUSÕES	95
8. BIBLIOGRAFIA.....	103

1. INTRODUÇÃO

O Ensino de Física muitas vezes aparece como um peso no cotidiano escolar dos estudantes. Embora os experimentos de física possam ser considerados como uma estratégia motivadora para eles, muitas vezes, trabalhar com experimentos torna a rotina do professor uma caminhada mais árdua, uma vez que exige mais tempo de planejamento e dedicação. Mesmo assim, defendemos esse tipo de abordagem no ensino de Física, porque acreditamos que ela propicia uma aproximação dos conteúdos científicos a serem ensinados com a realidade dos alunos, e permitem aprofundar a compreensão dos conteúdos a serem formalizados, facilitando assim a apreensão dos conceitos.

Os experimentos, por abordarem o estudo de fenômenos, constituem alguma concretização da realidade vivenciada pelos estudantes. Eles apresentam-se nas salas de aula na forma de materiais manipuláveis ou de explicações feitas pelos professores sobre objetos reais e fenômenos observáveis. Ou seja, a experimentação pode se dar por meios de aparatos montados, como por exemplo um copo de vidro, água e uma caneta, para explicar o fenômeno de refração; ou ainda podem surgir na fala dos professores, retomando observações do cotidiano ou propondo situações de experimentação mental. Entretanto a concretude dos experimentos, delimitam uma situação específica e podem propiciar a construção de pseudoconceitos (VYGOTSKY, 2001) que devem ser reelaborados, por exemplo, através de várias situações fenomenológicas envolvendo o mesmo conceito; assim é possível levar à compreensão mais completa e aprofundada dos conteúdos a serem ensinados e alcançar a formação de um conceito cada vez mais abstrato.

Para realmente ter esta finalidade, necessita ter-se cautela na escolha dos experimentos que serão inseridos nas aulas de Física e o desenvolvimento do trabalho experimental. Porque o experimento em si não carrega seus conceitos e seus significados à primeira vista e deve ser considerado como objeto educacional com uma condução adequada dessa atividade pelo professor. O experimento pode desenvolver nos alunos um interesse em participar das aulas e conhecer mais a respeito da disciplina escolar, porém qualquer motivação para a aprendizagem depende de condições mais subjetivas e internas ao sujeito, nem sempre observáveis.

A escolha do experimento e a orientação da atividade dos alunos, realizada pelo professor, são fatores necessários que podem agregar valor ao experimento. Os alunos sentem-se mais capazes de discutir ou dialogar quando percebem uma certa familiaridade com o assunto, às vezes por já terem passado por uma situação similar em sua jornada de vida. Portanto, quanto mais próximo da vivência cotidiana dos alunos estiver o experimento, maior será a facilidade em engajarem-se num diálogo, que consideramos questão substancial dentro da sala de aula; tal situação caracteriza uma relação de ensino e aprendizagem em que o aluno se torna ativo, sentindo-se presente e construtor de um conhecimento compreensível.

Parece haver consenso entre professores e pesquisadores que um roteiro previamente determinado e aplicado em sala de aula deve instigar os alunos a participar, trazendo seus entendimentos anteriores e vivências cotidianas. Muitas vezes ocorrem intervenções pontuais dos alunos sobre as situações que lhes parecem similares às apresentadas pelo professor.

Além dos elementos subjetivos que são os conhecimentos adquiridos da vivência dos indivíduos e que os construíram como sujeitos pensantes permitindo sua inserção na discussão, o conhecimento do professor sobre a física do fenômeno é essencial para que os sujeitos possam permanecer no diálogo e eventualmente envolver outros alunos. Tomando como ponto de partida os conhecimentos prévios dos alunos para a escolha e condução de experimentos o professor geralmente procura direcionar o olhar aos fenômenos físicos cientificamente explicados. Os fenômenos que se apresentam nas falas dos alunos são os que possibilitam ao professor identificar quais os experimentos realmente têm significado dentro do contexto planejado para a sala de aula e quais são capazes de explicitar um conflito cognitivo. Neste ponto, o diálogo com os alunos dentro da sala de aula é o que torna o experimento sustentável, necessário e capaz de produzir conhecimento novo a partir da reelaboração do conhecimento prévio errôneo.

A sala de aula, contando com o planejamento feito pelo professor e permeada de conhecimentos e culturas diferentes que acompanham o aluno e o professor, constitui o contexto em que ocorre a aprendizagem. O mundo real vivenciado pelos alunos não possui só fenômenos delimitados como os sugeridos pelos livros didáticos, pelo professor ou pela comunidade científica. Sendo assim, quando os professores levam à sala de aula os fenômenos/experimentos que se encaixam dentro de modelos científicos já reconhecidos por uma comunidade, e

considerado por eles ‘o que se deve ensinar’, os alunos costumam ter dificuldades em compreendê-los porque estes nem sempre correspondem a suas concepções de realidade e de mundo físico. Muitas vezes nos experimentos apresentados, corre-se o risco de, com as situações idealizadas e simplificadas demais, e por conta delas, produzir um distanciamento, que torna o conteúdo insignificante aos alunos, remetendo-nos às falas corriqueiras do cotidiano escolar, como ‘onde eu vou usar isto?’, ou ‘para que estou aprendendo isso?’, ou ainda, ‘não vou usar isso para nada na minha vida’.

Bem como apresentado, o mundo real difere dos modelos científicos construídos pela sociedade científica, na qual consideramos o docente incluso. O professor entende os experimentos como interpretações e explicações de fenômenos que estão dentro dos modelos científicos, que se enquadram dentro de uma situação bem definida pelas leis e teorias da Física, diferente de seus alunos. Esta circunstância cria uma barreira para que estes experimentos se tornem uma situação-problema ou um conflito cognitivo para os alunos, por não fazerem sentido dentro daquilo que eles consideram relevante. Será importante, considerar, a partir das falas dos alunos, que os fenômenos emergentes no contexto de uma aula programada, possa proporcionar aos alunos a experimentação de seu próprio conhecimento, e a possibilidade de reelaborá-lo, ressignificá-lo ou mudá-lo totalmente.

A sala de aula é um espaço de encontro dos conhecimentos científicos e conhecimentos prévios, e aí o professor busca ensinar os conceitos e as teorias físicas com o formalismo matemático correspondente a linguagem que expressa qualquer teoria física. Mas para se efetivar uma reelaboração e ressignificação não é viável que de início se faça uma imposição ou que se crie a ideia de um conhecimento mais importante que o outro. Deve-se considerar que os diferentes sujeitos da sala de aula carregam bagagens com vivências diferentes, que podem ser ricas quando consideradas para uma construção conjunta de conhecimento. Compete ao professor tornar observáveis os conhecimentos dos alunos, tentando entender suas falas e manifestações em salas de aula, para direcionar o cronograma previamente elaborado para o desenvolvimento de um conhecimento novo. Ouvir experiências ou perguntar se seus alunos se depararam com algum fato/fenômeno intrigante pode ser o ponto de partida para alavancar uma discussão sobre determinado assunto relativo ao conteúdo programado. Partir dos conhecimentos prévios dos alunos e levá-los a construir e reelaborar seus próprios modelos, chegando gradativamente ao

formalismo da teoria Física pode ser uma forma de se trabalhar com o conhecimento e facilitar o rompimento das concepções alternativas errôneas.

Os conhecimentos prévios dos alunos são acionados diante de atividades programadas pelo professor, e são a base para a formulação das manifestações dos alunos no decorrer de uma aula de Física. A interação do aluno com o conteúdo contextualizado proporciona ao professor reconstruir por meio destes conhecimentos um novo encaminhamento para suas ações docentes a fim de promover uma aprendizagem cada vez mais significativa a seus alunos.

O ato de o aluno experimentar o momento da sala de aula e encontro de conhecimentos que podem ser conflitantes permite que reflitam sobre seus próprios conhecimentos, fazendo com que eles se sintam parte da construção de suas aprendizagens, podendo ter voz, atuando com seus colegas e com o professor; isto parece fundamentar a ideia da formação de um cidadão analítico e crítico. Esse é mais um dos motivos que nos leva a acreditar na utilização de experimentos capaz de encaminhar um ensino construtivista através da condução da aula com o olhar também construtivista do professor.

Quando o aluno é capaz de entender como a ciência está presente no seu cotidiano, ele se torna mais consciente de sua atuação social; ele pode optar e realizar escolhas melhores para seu conforto e desempenho social. Os currículos em geral propõem a formação de cidadãos a partir dessa perspectiva. O estudo de fenômenos físicos através de experimentos ou discussões, como entendemos aqui, mobilizam um ambiente em sala que propicia o trabalho em grupo, um trabalho em sociedade, considerando a sala de aula como uma micro sociedade. Trabalhar coletivamente proporciona a troca de experiências entre os alunos, a troca de saberes sobre fenômenos comuns à própria vivência. Na sala de aula é possível ampliar o foco nas situações vivenciadas nas quais se enquadram conceitos da física trabalhados na escola, o que é capaz de ampliar o mundo, além daquele já conhecido. A possibilidade de compartilhar dos mundos dos colegas e do professor, faz com que o aluno entenda que há mais mundos além do dele e, assim, passa a entender a aquisição de novos conhecimentos como trocas de experiências e não como imposições de um conteúdo escolar. Desta maneira, o papel do professor é conduzir, orientar e também participar da ação de ensinar e aprender com os alunos (Vygotsky, 1991).

Em um trabalho experimental em grupo, para que o aluno possa ser atuante e analítico, cabe ao professor não se fixar rigidamente em uma sequência didática,

para cumprir o tempo de aula e os conteúdos a serem transmitidos, mas sim, priorizar seus alunos e os conhecimentos que eles manifestam, através do diálogo.

A intervenção dos alunos pode apresentar-se como uma pergunta, um exemplo de uma situação já vivida, ou mesmo uma hipótese sobre o próprio experimento em estudo. Muitas vezes, estes conhecimentos prévios que elas carregam constituem dúvidas e inquietações dos alunos sobre o mundo em que vivem, repetindo-se em diferentes aulas, de diferentes formas e por diferentes indivíduos, dependendo do contexto daquela aula; portanto, o professor deve ficar atento a estas ocorrências.

Dar valor às explicações dos alunos, que surgiram no decorrer de um contexto promovido pela aula pode dar ao professor um direcionamento aos experimentos mais significativos. Esta situação favorece a confiança dos alunos, para apresentarem hipóteses e buscarem novos conhecimentos, sentindo-se agentes do conhecer. Usar exemplos de fenômenos trazidos pelos alunos para a sala de aula cria um momento oportuno para o ensino de Física, abrindo caminhos para eles serem investigadores no seu cotidiano, facilitando a caminhada para um trabalho de caráter mais científico. Enfatizamos que não queremos somente formar um império de cientistas com as aulas de Física, porém buscamos trabalhar com os fenômenos e experimentos para informar e dar oportunidade aos alunos de estarem próximos ao fazer científico, como uma habilidade que acreditamos ser importante e, por isso, deve ser desenvolvida por todos.

Não é nossa intenção sugerir que as aulas sejam planejadas somente com experimentos, o que os tornaria um processo rotineiro e mecanizado com pouco significado. Pretendemos ampliar a noção de que os experimentos são promotores do ensino de Física. O experimento, simplesmente por existir, é um fator que instiga e motiva alunos do Ensino Médio, conseguindo contribuir para desenvolver diversas habilidades, como a capacidade de pensar crítica e analiticamente sobre determinado evento. Acreditamos que esta seria uma das principais intenções de uso desta metodologia em salas de aula. Todavia, os experimentos também promovem outros aspectos interessantes como: trazer o lúdico e o curioso, facilitar o entendimento por ser algo concreto, manipular aparatos tecnológicos, deparar-se com o inesperado (Oliveira, 2010). Ironicamente, o inesperado é, muitas vezes a ideia que afasta os professores das práticas experimentais em sala de aula, já que isso poderia colocar à prova a Ciência e o seu próprio conhecimento. Sobre isso, estamos propondo uma

nova maneira de entender os experimentos a serem considerados em salas de aula: o inesperado não é algo perdido ou maléfico, quando se relaciona com um determinado contexto de aprendizagem.

O conhecimento, muitas vezes não-esperado pelo professor, pode trazer condições valiosas para um ensino mais significativo: fenômenos trazidos nas falas dos alunos, e surgindo no contexto de uma aula com a apresentação dos conteúdos pré-elaborados pelos professores, podem reportar a situações já vivenciadas. Na tentativa de aproveitar estas ocasiões para discutir e eventualmente experimentar a produção do fenômeno introduzimos a ideia de *fenômenos fortuitos*. Estes fenômenos entendidos como experimentos possíveis estão totalmente dentro do inesperado. São a oportunidade de aluno e professor trabalharem o conhecimento em cima de um fenômeno físico que até então não tinha sido pensado para as tradicionais aulas de Física. Assim, partem da realidade e chegam a modelos mais elaborados, através dos conhecimentos emergentes da discussão. Deste modo, um acontecimento inesperado e oportuno dentro do ambiente da sala de aula, que surge pela observação na fala de um aluno, pode ser o problema de boa parte de uma sala que serviria de engate para o desenrolar de um ou mais assuntos de Física, seguindo e ampliando o planejamento feito pelo professor.

Consideramos o potencial do *fenômeno fortuito* para instigar a formulação de hipóteses, o pensar científico, a construção conjunta socializada de um conhecimento novo. O interessante é a construção conjunta incorporada por um diálogo pedagógico e desconstruindo a ideia de um conhecimento endurecido, pré-fabricado e sem significado.

Toda esta forma de pensar a respeito dos experimentos e dos fenômenos caminha na direção de uma visão construtivista de se ensinar, que mobiliza nas crianças e nos adolescentes a criatividade. Interpretar um fenômeno mexe com a imaginação dos alunos: O que aconteceu para este resultado que tivemos? O que será esse fenômeno? Essas perguntas surgem na mente de uma criança/adolescente que se depara com algo novo, um evento inesperado. O *fenômeno fortuito* torna-se o problema motivador a aprendizagem do aluno e uma forma de socialização do conhecimento na sala de aula.

2. A RIQUEZA DOS EXPERIMENTOS NA SALA DE AULA: UMA BREVE REVISÃO DA LITERATURA

Entendemos os experimentos como uma maneira enriquecedora de trabalhar o conhecimento, desde que bem incorporados às aulas de Física, podendo dar a elas um viés pedagógico moderno e dinâmico. Nesse sentido, apresentamos neste capítulo uma síntese de pesquisas realizadas a partir de estudos sobre os experimentos no Ensino de Física buscando compreender as diferentes formas de aplicação e de que maneira eles podem contribuir no ambiente das salas de aula.

É comum encontrar nos estudos sobre experimentos na sala de aula onde aparece frequentemente a clareza sobre os benefícios que eles trazem tanto para o professor quanto para o aluno. No que diz respeito às contribuições que esta forma de se ensinar física traz ao ensino-aprendizagem, Oliveira (2010) elenca a motivação e o despertar da atenção dos alunos, o desenvolvimento da capacidade de trabalhar em grupo e da tomada de decisão, o estímulo a criatividade, o aprimoramento na capacidade de observar, registrar, analisar e propor hipóteses, compreendendo, assim, o trabalho científico e o papel do cientista, habilidades manipulativas e, por fim, a compreensão de conceitos científicos.

Dentro deste nosso estudo a respeito da literatura em questão, a importância dada aos experimentos que se repetem com maior frequência está na formação e ressignificação dos conceitos, e, também, a aproximação com o fazer científico. Hernandez *et al.* (2002) ao analisarem a aplicação de uma atividade de cunho investigativo com experimentos programados para alunos do Ensino Médio, concluíram que tal atividade “forneceu uma maior conceitualização, dado que possibilitou aos alunos colocarem à prova as suas ideias, problematizando a partir do fenômeno abordado”. Completando esta ideia, Erthal *et al.* (2006), tratando sobre as atividades experimentais de demonstração acrescenta o fator social se estabelecendo:

(...) as atividades experimentais de demonstração têm duplo papel: o primeiro, de ilustrar e facilitar a apresentação dos conceitos apresentados; o segundo, de desencadear as interações sociais que, por meio da interação aluno-professor, possibilitem a compreensão desses conceitos. (ERTHAL et al., 2006, p.4)

Concordamos com a ideia de que o trabalho com os experimentos promove uma interação do aluno com o professor mais intensa podendo ter melhor qualidade no ensino por permitir momentos de retomada de pensamento sobre determinado

assunto possibilitando cada vez mais ampliá-lo; mas além desta interação aluno-professor, também, alavanca as interações entre os alunos neste processo com o encontro de múltiplas ideias. Para esta interpretação dos autores, relativa aos experimentos de demonstração, compreendemos que corresponde, dentro da nossa concepção de experimento, a uma atividade de demonstração planejada com foco bem definido. Acreditamos que, mesmo nesse tipo de atividade, podemos colocar o aluno como protagonista na construção do seu conhecimento, atuando por meio de interpretações diante do fenômeno e experiências trocadas com os colegas, que permitem emergir no caldo das discussões seus conhecimentos prévios relacionados ao contexto em que o experimento trouxe para tal aula.

Esta interação com o professor e com os colegas é promovida quando se aborda assuntos que permeiam a vivências dos estudantes. Proporcionar um ambiente em que os alunos se sintam capazes de dialogar, tratar ou entender sobre um determinado assunto, constitui-se, segundo diversos autores, um fator relevante para a familiarização com os conceitos científicos. Alves e Stachak (2005) afirmam que atualmente, “o ensino é visto como um objeto abstrato, longe da realidade dos alunos, o qual gera um desinteresse total pelo trabalho escolar”. Tal consideração caminha na direção das ideias apresentadas por Brandão *et al.* (2008): estes autores citados indicam que se compreenda a necessidade de se considerar dois mundos: o mundo real e o mundo ideal. O mundo real seria composto pelas experiências passadas pelos alunos no seu dia-a-dia; o mundo idealizado aproxima-se dos modelos científicos que são situações ou fenômenos delimitados para verificação, demonstração ou investigação de uma teoria.

Com essa consideração, os pesquisadores afirmam que os experimentos devem trazer uma relação com o cotidiano, com as vivências dos alunos para não comprometer a sua eficácia na construção dos conceitos científicos e a reelaboração dos conceitos prévios errôneos. Nesse sentido, muitos trabalhos que propõem o desenvolvimento de um experimento programado buscaram fazer um levantamento prévio dos conhecimentos já incorporados pelos alunos sobre a temática do experimento proposto em sequência, ou sobre o conteúdo do currículo seguido em questão. A exemplo os autores Erthal *et al.* (2006) e Alves e Stachak (2005), antes de iniciarem um trabalho com um determinado experimento programado, realizaram um levantamento da compreensão que tinham os seus alunos acerca do tema a ser

desenvolvido no experimento, mostrando-nos a importância dada aos conhecimentos prévios dos alunos quando se trata da escolha de experimentos para as aulas.

Considerando a relevância de considerar os conhecimentos prévios dos alunos, para que sejam incorporados pelos professores, nossa ideia desenvolvida a respeito dos fenômenos fortuitos parece estar bem colocada dentro desse campo que investiga a função do experimento no Ensino de Física. Os experimentos fortuitos que focalizamos em nosso trabalho, geralmente produtos de intervenções dos alunos a partir das suas vivências e do conhecimento espontaneamente construído, nem sempre na escola, constituem uma intervenção durante a aula que tem relação com o contexto da sala de aula e o conteúdo desenvolvido pelo professor. Nesse sentido é importante destacar que o contexto geral é pano de fundo para o desenvolvimento e para a escolha de um experimento planejado assim como para a consideração de um fenômeno novo e inesperados – os fortuitos. Um fenômeno fortuito dentro do contexto é uma questão que propomos estudar procurando caracterizar o potencial dos experimentos associados aos fenômenos, sejam planejados ou inesperados, para o desenvolvimento de uma aula mais significativa e motivadora.

Essa questão ainda não consta na literatura a que tivemos acesso. No material que encontramos sobre o uso de experimentos, os professores alegam comumente a inexistência de um laboratório como uma das dificuldades encontradas a sua implementação nas suas aulas. Porém trabalhos como o de Vilar *et al.* (2015), Jesus e Sasaki (2014), e Cavalcante *et al.* (2008) apresentam uma proposta de experimentos com a utilização de materiais de baixo custo, contando com uma simplicidade em sua execução, podendo, então, ser utilizados nas escolas sem muitas dificuldades. Além destes, o trabalho de levantamento bibliográfico, feito por Moreira e Penido (2009), cita Alves (1984), Pimentel *et al.* (1989), Valadares (1989) e Catelli (2007) como autores de trabalhos que apresentam a possibilidade da utilização de materiais de baixo custo para elaboração de um experimento, que o professor pode inserir em seu planejamento e executá-los em sala de aula.

Outros trabalhos não relatam o uso de materiais de baixo custo e tratam de propostas didáticas que podem ser facilmente desenvolvidas em sala de aula para dirigir o trabalho com experimentos. Neste caso, sobre o uso de laboratórios como recurso, Borges (2002) trata do que alguns críticos alegam sobre o uso desse recurso, uma ideia que concorda com nossa proposta de incluir experimentos do tipo fortuito, o laboratório

(...) torna o ensino distante da experiência fora de sala de aula e que a própria complexidade das montagens constitui uma forte barreira para que o estudante compreenda as idéias e conceitos envolvidos nas atividades práticas. (BORGES, 2002, p.6)

E ainda ressalta em seu trabalho que:

O importante não é a manipulação de objetos e artefatos concretos, e sim o envolvimento comprometido com a busca de respostas/soluções bem articuladas para as questões colocadas, em atividades que podem ser puramente de pensamento. (BORGES, 2002, p.5)

Concordando com essa maneira de entender, trazida por Borges (2002), o trabalho de Kiouranis *et al.* (2010) mostra também uma compreensão de que um experimento tampouco precisa de um espaço específico para sua execução, bem como não necessita também de materiais, podendo apenas se localizar no “laboratório da mente” e ser executado por meio de falas extrapoladas. Além disso, estes autores relatam que o uso deste tipo de atividade tem sido pouco enfatizado como modalidade de experimento para o ensino e aprendizagem de conceitos por meio da análise dos fenômenos físicos.

Independentemente do local onde irá se desenvolver um experimento, a forma com que o professor o conduz é o ponto crucial para que estes sejam, de fato, uma boa metodologia empregada para o ensino e aprendizagem da física. Coerente com nossa concepção, Borges (2002) compreende que

(...) não há a necessidade de um ambiente especial reservado para tais atividades, com instrumentos e mesas para experiências, mas somente que haja planejamento e clareza dos objetivos das atividades propostas. (BORGES, 2002, p.7)

Parece que a necessidade de uma boa condução feita pelo professor traduz sua interpretação sobre quais as habilidades e as funcionalidades que deseja dar a essa atividade. O trabalho de Guillarón *et al.* (2013) apresenta como resultado a falta de compreensão, tanto por parte do professor quanto dos alunos, sobre quais são as aptidões que estão sendo adquiridas a partir de tais atividades. Corroborando com esse pensamento, as autoras Pacca e Scarinci (2011) ampliam, dizendo que:

Não são as atividades as responsáveis por um ensinar construtivista ou não construtivista, mas a maneira como elas são entendidas e consideradas na sala de aula. Ou seja, o construtivismo não está exatamente na atividade que o professor apresenta, mas na maneira como ocorre a interação entre professor e aluno com interesses em resolver os problemas que têm significado para ambos e no enfrentamento das dificuldades ao assumir uma linguagem que busca aproximar professor e aluno num diálogo de fato. (PACCA e SCARINCI, 2011, p. 71)

Levantadas as interpretações dos autores sobre diferentes questões a respeito dos experimentos, pudemos construir uma ideia sobre o que é desenvolver

experimentos com caráter pedagógico, oportuno para as aulas de Física, incorporando significado ao ensino e à aprendizagem dos alunos. Para que se atribua um caráter pedagógico à condução de uma aula experimental, o experimento em execução caminha junto com a forma de ensinar e interagir com os alunos.

O laboratório apesar das dificuldades apontadas pelos professores quanto ao espaço das salas, a organização das matérias e a falta deles na escola, como é relatado pelos autores dos artigos estudados, também tem reconhecido valor; serve para desenvolver os conceitos de Física trabalhando com materiais concretos, auxiliando na manipulação e contato com um ambiente diferente e característico do trabalho de um pesquisador. No entanto, nos interessa ir um pouco além destas questões do fazer científico. Gostaríamos de aproveitar ainda mais quanto à construção dos conhecimentos dentro deste ambiente e das tradicionais salas de aula, ou seja, buscando colocar os alunos como protagonistas na construção do conhecimento permitindo que ele entre em uma discussão a respeito dos conteúdos da física, contando com seus conhecimentos anteriores a respeito do assunto.

Entendemos que estes momentos estimulam o raciocínio dos alunos, que trazem seus pensamentos na forma de uma pergunta, possam referir-se a uma vivência do cotidiano, relacionem e estabeleçam uma comparação com outros conteúdos de seu conhecimento anterior sobre Física de aulas anteriores. Assim sendo, que possam engajar-se em uma discussão sobre um assunto de Física contextualizado dentro da sala de aula, proporcionando significado tanto para ele como para seus colegas aos conhecimentos envolvidos no fenômeno apresentado e auxiliando também o professor a entender os significados que a discussão está trazendo aos seus alunos.

De maneira geral o maior benefício de uma atividade experimental, como mostra a literatura específica, parece ser o próprio fazer experimental, além de suscitar no aluno o interesse em analisar e discutir a respeito de um fenômeno físico, cada inserção feita no diálogo em aula poderá alcançar conteúdos ainda mais encorpados conduzindo a construção de interpretações mais próximas do formalismo por um caminho menos árduo e menos turvo. Sendo assim, consideramos que o diálogo é essencial no trabalho da construção do conhecimento. Esse procedimento durante a aula encaminha a educação para a formação de um cidadão ativo com capacidade de crítica a respeito dos assuntos tratados, partindo dos fenômenos fortuitos, inesperados.

3. O DIÁLOGO EM SALA DE AULA E A INCLUSÃO DO FORTUITO

Pensando nos *fenômenos fortuitos*, como uma forma interessante de constituir um experimento em aulas de Física, mesmo que em pensamento, estamos concordando com pesquisadores, que um fator importante para o desenvolvimento de um experimento para a análise de um fenômeno é o conhecimento vindo dos alunos, onde aqui se coloca a ideia de conhecimento prévio.

Estes conhecimentos podem tomar forma conforme o professor vai abrindo espaço no seu planejamento e em suas aulas para que as manifestações dos alunos possam aparecer, enriquecendo o trabalho de condução do professor na sala de aula de Física. Não basta surgirem no contexto da sala de aula, mas tomarem forma sendo explorados e acompanhados do raciocínio dos alunos. É interessante notar também que nessa perspectiva o professor tem oportunidade de complementar as concepções prévias já encontrados em problemas diagnósticos oferecidos pela literatura específica da área de pesquisa em ensino de física com as falas reais de seus alunos durante as aulas.

As concepções prévias dos alunos que aparecem em suas manifestações durante o decorrer de uma aula planejada apresentam para o professor um momento ímpar para reconstruir suas ações planejadas para determinado conteúdo. Essas concepções não possuem origem definida, mas podem emergir de forma espontânea na sala de aula, sugeridas por uma situação específica da aula planejada pelo professor de Física.

Portanto, colocar os alunos diante do seu próprio mundo, e com o trabalho em grupo na sala de aula, trazendo o mundo de seus colegas, pode facilitar o entendimento de um conceito, ampliando ou reelaborando os conhecimentos errôneos anteriores; os alunos podem pensar diferentes situações que focalizam um conteúdo comum. Isto é coerente com a ideia de que “estender algo como um esquema significa poder abstrair das formas dos objetos, um conteúdo comum a eles” (MACEDO, 1994, p.9)

Para que possamos proporcionar condições de abstração necessárias para a aprendizagem dos conceitos, não basta apenas tratar a forma de ensinar de maneira impositiva, considerando-a um método replicável de se trabalhar os conhecimentos científicos, mas é necessário compreender os conhecimentos teóricos como um porto seguro no entendimento do que pretende ensinar e como ensinar. O caminho vai se

compondo conforme a troca de experiências entre os sujeitos incluídas num diálogo sobre os fenômenos a serem estudados. O ensino não é formalizado, mas é formalizante. (MACEDO, 1994)

Para nosso trabalho adotamos as ideias construtivistas expressas por Macedo (1994), que nos pareceram bastante interessantes para compreender esse processo de aprendizagem.

Muitas vezes, nas práticas de ensino, os experimentos, seja trabalhando com fortuitos ou planejados, aparecem certa rigidez, pautada no ideal dos modelos científicos; é necessário que os professores se desvinculem, deste engessamento, porque a linguagem e o domínio da ciência pronta e acabada, “representa nossas ciências e técnicas, que se pretendem verdadeiras e eficazes, mas que ‘falam’ em uma linguagem incompreensível para nossos pequenos Hefestos (os alunos) ” (MACEDO, 1994, p.10). Em uma condução de ensino construtivista, entendemos que o diálogo é extremamente necessário para interpretar as noções de mundo dos alunos diante de um fenômeno tendo uma constante construção no processo de ensino e aprendizagem realizada pelo professor. Podemos tentar compreender melhor o objetivo, não o distanciando tanto da realidade dos alunos, por meio de um diálogo, com falas compreendidas em certa medida por todas as partes envolvidas – professores e alunos.

Ao construtivismo interessam as ações do sujeito que conhece. Estas, organizadas enquanto esquemas de assimilação, possibilitam classificar, estabelecer relações, na ausência das quais aquilo que, por exemplo, se fala ou escreve perde seu sentido. (MACEDO, 1994, p.15)

Os professores podem entender que um experimento, quando trabalhado e acompanhado de uma linguagem compreensível aos alunos, pode ser a origem de um tema para a aula. Este é o ponto de partida, ou o início de um diálogo onde o aluno pode se posicionar e colaborar para direcionar o seu próprio ensino – sua aprendizagem. Cabe ao professor

(...) reconstituí-lo, transformá-lo, tomar consciência de suas características e do quão bem ou mal ele cumpre suas funções. Significa criticá-lo, transformá-lo, assumir suas consequências, etc. Tematizar é, por isso, reconstruir em um nível superior aquilo que já realizamos em outro nível. Tematizar é construir um novo conhecimento, para um velho e ignorado saber, reduzido à sua boa ou má função instrumental. (MACEDO, 1994, p.16)

De maneira geral, esses experimentos são parte inicial de um processo de aprendizagem aplicados em salas de aula como uma demonstração e são vistos, pelos professores, como introdutórios proporcionando apenas a visualização superficial dos fenômenos.

Na tematização, a exigência é a demonstração, reconstituição e transformação de algo já sabido. No paradigma, a exigência é o modelo ou padrão, graças ao qual reproduzimos algo dentro de certas condições, repetindo um resultado esperado ou exigido. Para isso, têm-se os casos exemplares, ou seja, situações 'concretas' (ainda que não necessariamente vividas por nós), ricas de 'conteúdos formatados' conforme o paradigma, pelas quais podemos entendê-las. (MACEDO, 1994, p.16)

Este modo em que boa parte dos professores compreendem os experimentos, como um roteiro a seguir em busca da confirmação de um resultado já anunciado, não comporta a compreensão de fenômeno fortuito, como aquele que traz uma ideia dentro de um contexto levantado e que parece completa-lo ou explica-lo. Situações planejadas podem até ser mais facilmente concretizadas, mas estão distantes do que é vivenciado pelos estudantes e das concepções que eles já construíram, mas com pouco significado físico. As proposições de fenômenos com experimentos planejados são muitas vezes colocadas como salvadores do ensino, mas, na verdade, perdem a oportunidade de contribuir para a reelaboração dos conhecimentos prévios na direção do conhecimento científico.

O professor pode partir e deve partir destes fenômenos planejados, porém é no caminhar de suas explicações que aparecem manifestações de seus alunos como principalmente falas já relacionadas ao fenômeno e que podem ser a “cereja do bolo” que leva o professor desenvolver uma aula com mais significado aos alunos. A intervenção trazida pelo aluno a respeito de um fenômeno mesmo que planejado pelo professor constitui o fato inesperado de um fenômeno fortuito, que é rico de informações possibilitando ao professor promover um diálogo com elas e direcionar uma discussão para o conteúdo que deseja abordar na aula; tal conclusão deve contemplar as necessidades cognitivas dos alunos e o objetivo de aprendizado. Ambos, fenômenos planejados e inesperados, caminham conjuntamente sobre um conteúdo de Física e podem ter significados aos diferentes sujeitos envolvidos na discussão.

Tendo esta noção da riqueza que pode emergir das falas e manifestações dos alunos, os professores podem passar a se posicionar de forma diferente em relação a elas. Por exemplo, não esperar a resposta correta ou mais próxima do que faz sentido com o que ele quer ensinar, mas usar tais expressões para direcionar o conhecimento que emergiu do contexto, e, talvez, até mesmo ampliar as condições estabelecidas para o objetivo planejado (PACCA, 2016).

Nossa ideia é que o professor possa construir os conceitos já pré-estabelecidos pela sociedade científica, mas tendo em vista o fato de que o mundo real já é interpretado pelos alunos, muitas vezes, trazidos para a sala de aula por meio dos *fenômenos fortuitos*. A possibilidade de incorporar esses fenômenos em suas aulas pode garantir que as interpretações da ciência formal ganhem sentido e validade para algumas situações. Com esta forma de trabalhar o conhecimento, podemos afastar a ideia de que a ciência não está presente no cotidiano das “pessoas comuns”, e expor um pouco da natureza da ciência aos indivíduos.

Só a ação espontânea do sujeito, ou apenas nele desencadeada, tem sentido na perspectiva construtivista. Essa é a essência do ‘modelo clínico’ de Piaget (1926), tão citado quanto incompreendido: saber ouvir ou desencadear na criança só aquilo que ela possui como patrimônio de sua conduta, como teoria de sua ação, como esquema assimilativo. (MACEDO, 1994, p.19)

Os fenômenos fortuitos podem ser o desencadeador do que está vivo, como conhecimento do aluno. Reconhecendo isso, esse tipo de fenômeno pode ser tomado como problema desencadeador do interesse do indivíduo pelo conhecimento. Podemos entendê-lo como precursor da ampliação dos conhecimentos, ou seja, como sendo a ponte, que liga os conhecimentos prévios dos alunos aos conhecimentos científicos formalizados. Estes fenômenos emergentes já estão contextualizados pelo próprio cronograma do professor, eles fazem o intermédio entre os conhecimentos dos alunos e um conteúdo conceitual específico da Física; parece que é a situação-problema tão procurada e desejada pelo professor.

Ser um professor construtivista não é simplesmente seguir uma certa metodologia, e sim, ter maneiras de agir perante as situações com as quais se depara dentro do ambiente escolar; e isto não é nada fácil. Porque as situações que incorporam múltiplas culturas, materializadas em cada indivíduo, dentro do mesmo espaço, podem ser compartilhadas e servir para construir uma cultura entre os alunos e dos alunos com o professor.

A questão de imposição de um fenômeno planejado pode ocorrer com mais frequência quando se trata de um professor inexperiente que trabalha seu planejamento como único caminho. Na maioria das vezes, este tipo de ação rompe com o diálogo ou com uma manifestação iniciada pelo aluno. O professor percebendo a pertinência do conteúdo trazido pelo aluno poderia orientar explicação coerente com modelos científicos. De início procurando envolver mais participante com questionamentos plausíveis. Entretanto, às vezes parece não ouvir, ou mesmo não estar atendo para ouvir, e segue o seu perfeito planejamento cumprindo os conteúdos

exigidos em um tempo ideal. Isto parece fugir do construtivismo no ensino, quando o professor tem uma postura cada vez mais impositiva, sem dialogar com seus alunos, trazendo o resultado esperado ou o conhecimento que ele atribui a um experimento realizado (PACCA, 2016).

A conduta do professor, de saber ouvir, de criar um diálogo pedagógico em cima de um fenômeno que primordialmente não foi programado, pode ser um importante gancho para favorecer a construção de um conhecimento que seja significativo aos alunos e que possa ser assimilado por eles. Pensando desta forma, consideramos que “a intuição é organizadora de nossa conduta” (MACEDO, 1994, p.28). *Como é possível dar uma abertura ao diálogo em sala de aula? Qual a conduta a ser seguida para um desenvolvimento de um diálogo?* Estas perguntas nunca terão uma única resposta delineada ao professor que se baseia nas concepções construtivistas, pois cada sala de aula é uma, cada professor atuante é um indivíduo diferente de outros.

No caso da sala de aula, o professor, para facilitar seu trabalho, busca inserir-se no ambiente de forma a chegar no mundo de seus alunos. Ocorre que o professor muitas vezes parece tentar normalizar o conhecimento sobre o mundo de seus alunos com a apresentação dos conceitos certos, os conhecimentos científicos. Esta ação não é favorável se o professor deseja educar no sentido de criar uma comunicação efetiva com seus alunos, uma vez que um educador não deve se inserir em outro mundo, mas, partir do contexto da sala de aula para construir o conhecimento que ali emerge. Ou seja, não existiria um “outro mundo” a se chegar, mas o “nosso mundo” – compartilhado com todos que estão naquela sala de aula. Pensar em uma troca mútua de conhecimentos, ambos sendo sujeitos nas ações de ensinar e de aprender.

Na sua prática o professor pode perceber certa imposição de conteúdo quando suas falas são extensas, seu protagonismo na aula está exagerado, há falta interação dos alunos com suas falas, respostas aos alunos focalizadas no seu planejamento, como exemplo, repetições na forma de explicar, quando corta os questionamentos dos alunos para retomar exercícios ou assuntos planejados para tal aula. Estes são pequenos pontos que indicam uma ação extensionista e distante de uma ação que caminhe a um diálogo efetivo com seus alunos como afirma Paulo Freire (1983).

“Não lhe cabe, portanto, de uma perspectiva realmente humanista, estender suas técnicas, entregá-las, prescrevê-las; não lhe cabe persuadir nem fazer camponeses o papel em branco para sua propaganda.” (FREIRE, 1983, p.14)

Estender um conhecimento até os alunos, tentando mudar sua visão de mundo é persuadir, e esta ação não “convence” os discentes. Buscar dar espaço aos conhecimentos que eles carregam para a sala de aula é um modo de fazê-los entender o valor que eles têm em sua vida, e assim propiciar a tomada de consciência, a partir da apreensão de uma nova interpretação de mundo. Tendo essa compreensão, o professor passa a aproximar-se à função de educador e toma o primeiro passo para iniciar a ideia do que seria se comunicar com seus alunos.

Ao trabalhar os conteúdos de Física de forma não impositiva, com significado para os alunos, faz deles protagonistas de uma única caminhada, podemos assim modificar o mundo do aluno, ampliar seu olhar para novos pontos de vista relacionados a sua ação, propiciando, assim, a formação de um cidadão atuante e crítico.

Porém, uma consideração parece essencial: caso o caminho se direcione à comunicação, o professor necessita saber bem os conteúdos de Física para direcionar sua conduta, para compreender como dar sequência à cognição do seu aluno ensinando Física, e, não, deixando apenas o sujeito falar, sem dar uma explicação, ou mesmo um significado aos assuntos emergentes em suas diferentes formas.

Essas intervenções dos alunos a respeito da Física carregam os conhecimentos apreendidos por eles, no seu convívio externo ao ambiente escolar, chegando pelo senso comum. Ao professor, é necessária a compreensão de que essa intervenção já vem com um significado que ele tem sobre o conteúdo de Física planejado para as aulas; e assim Oliveira (1992) expressa sua ideia: “o homem é capaz de operar mentalmente sobre o mundo, supõe, necessariamente, a existência de algum tipo de conteúdo mental de natureza simbólica”.

Nas palavras de Vygotsky

O significado das palavras só é um fenômeno de pensamento na medida em que é encarnado pela fala e só é um fenômeno lingüístico na medida em que se encontra ligado com o pensamento e por este é iluminado. É um fenômeno do pensamento verbal ou da fala significativa — uma união do pensamento e da linguagem. (2001, p.119)

As falas dos alunos intervindo num assunto de Física apresentado pelo professor são demonstrações do pensamento verbal, ou seja, da fala significativa dos alunos. Estas intervenções apresentam os pensamentos egocêntricos, comparações

ainda ingênuas sobre o fenômeno, um discurso de início social do aluno com o grupo. Dependendo do caso, a interpretação dada pelo professor a este discurso poderá encaminhar à uma nova interpretação de significado. Assim, instigar o pensamento egocêntrico no aluno, refletindo sobre o que foi apresentado no diálogo - uma reflexão lógica, realizando relações do que se pôde compreender da discussão – “é um estágio intermédio entre a diferenciação das funções do discurso oral e a transformação final de uma parte do discurso oral em discurso interior ” (VYGOTSKY, 2001, p.25). Ou seja, a internalização dos significados dados ao fenômeno científico por meio dos recursos apresentados nas falas dos alunos, parceiros envolvidos na discussão.

A partir do momento no qual o professor compreende o significado dado pelo aluno ao fenômeno discutido, ele é capaz de direcionar um diálogo significativo para a aprendizagem; entendendo a quem ensinar e o que ensinar, não de forma impositiva, mas proporcionando a interação entre conhecimentos, tendo compartilhamento de conteúdo plausível para todos. “Essas formas culturalmente dadas serão, ao longo do processo de desenvolvimento, internalizadas pelo indivíduo e se constituirão no material simbólico que fará a mediação entre o sujeito e o objeto de conhecimento ” (OLIVEIRA, 1992, p.30).

Os processos de significação dos fenômenos científicos não seriam possíveis sem a mediação do professor. Os alunos não têm recursos para realizar a compreensão do conceito científico sozinhos. É esta interação do professor no diálogo que proporciona o desenvolvimento do que se mostrou potencial na fala do aluno. Ao discutir sobre o assunto, apresentam o que sabem, qual interpretação já concebem e quais relações são capazes de fazer. Ou seja, uma zona de desenvolvimento proximal dos envolvidos conceito trazido por Vygotsky (1991), tendo o professor o papel explícito de provocar com isso avanços cognitivos. A promoção do conhecimento do aluno não ocorreria, somente com sua intervenção, espontaneamente e solitária.

É importante permitir que os alunos dialoguem livremente ao longo do planejamento e o desenvolvimento da aula na qual o mediador acompanhe com momentos reflexivos sobre o assunto da discussão.

As manifestações podem aparecer de diferentes formas, e em uma mesma aula podemos ter questões direcionadas ao conteúdo, relações com o cotidiano a respeito do conteúdo discutido, generalizações do conteúdo mais direcionado e analogia com outros conteúdos. O professor deve encontrar um ponto comum na

discussão, chegando à relação do significado dado ao fenômeno pelo aluno e o que ele objetivava tratar.

Cabe aos professores a capacidade de compilar essas informações e recondicionar a sua conduta para dar significados aos conhecimentos trazidos pelos alunos, efetivamente transformando-os em protagonistas da construção do próprio conhecimento. O professor deve ser capaz de navegar nesse mar de conteúdos de Física e reconhecer os processos de aprendizagem adequados para a mediação, moldando sua conduta para manter o diálogo efetivo com seus alunos.

As falas dos alunos podem apresentar características de seu real desenvolvimento mental. Para o planejamento dos conteúdos, o professor assume atividades para as quais os alunos supostamente estariam preparados; no entanto, um aluno pode desenvolver-se em ritmo diferente do outro mesmo passando pelas mesmas experiências escolares. O papel do mediador é encontrar um ponto sem perder a interação entre eles. Isso não é fácil: identificar e ter presente o nível de desenvolvimento de cada aluno envolvido no diálogo e saber caminhar com o planejamento construindo a linguagem e os conteúdos de Física no mesmo ritmo dos alunos.

Essas intervenções que nomeamos de fenômenos fortuitos, apresentam as questões em potencial, que ainda não estão esclarecidas e que podem prever o nível do desenvolvimento dos alunos. São os “brotos” emergentes num determinado contexto e assunto de Física na sala de aula. Muitas vezes pode-se perceber as “raízes” desses “brotos”, interpretadas como o que o aluno já é capaz de compreender e realizar sobre determinado conceito de Física, o que ele já carrega das contribuições escolar e do cotidiano, que já está fixo e compreendido por ele, seu desenvolvimento atual sobre o assunto.

Assim, os fenômenos fortuitos permitem ao professor perceber “o futuro imediato da criança (do aluno) e seu estado dinâmico de desenvolvimento, propiciando o acesso não somente ao que já foi atingido através do desenvolvimento, como também àquilo que está em processo de maturação” (VYGOTSKY, 1991, p.58).

Envolvendo-se no diálogo, o professor pode reelaborar a linguagem dos alunos, entendendo e identificando os momentos em que faltam formas para finalizar um raciocínio, isto é, quando faltam palavras para se explicar o que se compreendeu com mais precisão. Desenvolver e aperfeiçoar os conhecimentos a respeito de Física, de

forma a envolver-se na discussão como parceiro mais capacitado, e trazendo à discussão o formalismo necessário ao aprendizado de seus alunos.

O aprendizado desperta vários processos internos de desenvolvimento, que são capazes de operar somente quando a criança interage com pessoas em seu ambiente e quando em operação com seus companheiros. Uma vez internalizados, esses processos tornam-se parte das aquisições do desenvolvimento independente da criança. (VYGOTSKY, 1991, p.60-61)

Ou seja, a partir das interações na discussão uma linguagem vai sendo adquirida pelo grupo, com significado para os envolvidos. Num diálogo dentro de um problema significativo aos alunos, numa linguagem compartilhada pelo contexto da sala de aula, os alunos tornam-se capazes de realizar relações em pensamento, internalizando as diferentes falas aparentes encaminhando a abstração de um conceito, no caso, um fenômeno de Física. Nesta pesquisa que propomos, os fenômenos fortuitos são considerados caminhos essenciais para a compreensão e construção de uma linguagem comum dentro do contexto da sala de aula capazes com a apreensão de um conceito específico de Física.

Obviamente, sabemos que o desenvolvimento mental dos alunos não caminha conjuntamente e na mesma proporção ao aprendizado. “Entretanto, o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer” (VYGOTSKY, 1991, p.61).

A organização do aprendizado do aluno associada a uma conduta facilitadora ao diálogo, estendendo-o sempre que possível a toda sala de aula, com as expressões diversas, e reforçando a discussão com questões reflexivas tocando no ponto central das ideias físicas torna a intervenção mediadora do professor “parte de um todo único, indissociável, envolvendo quem ensina, quem aprende e a relação entre essas pessoas” (OLIVEIRA, 1995, p.58).

4. OBJETIVO DO TRABALHO

A nossa indagação inicial era compreender como as atividades experimentais poderiam ser aplicadas ao ensino dando continuidade ao ambiente da sala de aula e à sequência do conteúdo dentro do planejado pelo professor buscando efetivamente a aprendizagem significativa dos alunos. Até aqui mostramos como entendemos o desenvolvimento de uma aula com tal pretensão. O planejamento do professor e sua atuação interativa na sala de aula envolvendo os alunos no desenvolvimento do conteúdo planejado. A inclusão das manifestações dos alunos trazendo contribuições, de algum modo, relacionadas ao tema de estudo nos parecem procedimentos adequados dentro das concepções piagetianas e freirianas quanto se trata da construção do conhecimento do aluno. Percebemos a necessidade de ir a salas de aula para uma observação na tentativa de verificar como o protagonismo dos alunos estava sendo aproveitado dentro de situações próximas ao trabalho com experimento ou com as ideias sobre fenômenos que eram veiculados numa discussão analítica a respeito de algum fenômeno físico.

Por esta razão a priori direcionamos nossos olhares aos fenômenos como um todo, pois a partir destes podemos iniciar uma análise a respeito da proposta do professor para o ensino e aprendizagem dos conceitos de física, como uma ação experimental de tratá-los. De fato, nos interessam as ações dos sujeitos dentro do contexto da sala de aula que nos permitam compreender os momentos em que os fenômenos surgem e como estes estão sendo desenvolvidos dentro de uma perspectiva experimental.

Pressupomos também que o que sustenta a aprendizagem é um diálogo pedagógico sobre os conhecimentos da física, e que pode ser sustentado sempre que possível pelos experimentos concretos ou em pensamento nas aulas de Física.

Embora a problemática já constituísse uma preocupação dos pesquisadores, e uma compreensão do valor de experimento já tratada pela literatura também, uma outra forma de entendermos os experimentos em sala de aula pontuados por um fenômeno físico foi se concretizando ao longo da observação das ações dos sujeitos que iam surgindo no contexto das aulas.

Apesar das dúvidas e hipóteses iniciais a respeito do ensino e aprendizagem sustentados por fenômenos físicos em salas de aula, nosso problema de pesquisa pode ser bem definido a partir das primeiras observações das salas de aula.

A partir das observações pudemos construir o que seria o planejamento real dos conteúdos trabalhados pelos professores na sequência didática real; isso facilitou a localização dos fenômenos. A partir desta jornada nosso **problema de pesquisa** se concretizou na questão: **Os fenômenos fortuitos em salas de aula servem para ensinar física?**

A partir destes primeiros reconhecimentos, e através de constantes interações entre a observação de campo, e os referenciais teóricos, pontuamos nossos **objetivos específicos**:

Objetivos da pesquisa:

- **Compreender o desenvolvimento do planejamento das aulas de Física e das atividades com experimentos que tratam dos fenômenos em estudo, com respeito aos atores no contexto da sala de aula;**
- **Observar o comportamento dos alunos quando expostos às atividades e discussões ancoradas pelos fenômenos que surgem na sala de aula e as indicações de evidência de um processo de aprendizagem;**
- **Caracterizar as sequências das atividades para uma condução pedagógica de cunho construtivista.**

5. METODOLOGIA DE PESQUISA

5.1. Contexto e caracterização geral da pesquisa

Esta pesquisa buscou encontrar resposta para nossa inquietação central: como estão se desenvolvendo as interações entre alunos e professores na sala de aula de Física, em situações de discussão e análise de fenômenos físicos? Que fenômenos interessam, para o professor que planejou a aula e para o aluno que faz perguntas? Consideramos a hipótese de que o conteúdo físico em questão esteja referido a fenômenos, de alguma forma, acessíveis aos alunos: pela vivência, informações da mídia, em outros espaços da escola, etc. Para este fim, acompanhamos aulas de Física regulares para observar professores que têm como planejamento ensinar a física da óptica. Nosso objetivo da pesquisa foi assim comunicado aos professores que se dispuseram a nos receber e colaboram com nossa presença nas aulas, sem nenhuma participação.

Os dados desta pesquisa são o produto do acompanhamento de quatro professores de Física do Ensino Médio; as escolas nas quais os professores lecionam fazem parte da região centro-oeste da cidade de São Paulo. Num outro momento posterior, após a análise destes dados quando um instrumento de análise já estava elaborado, e parecia ter resultados interessantes para nossa questão de pesquisa, procuramos incluir mais um professor para retomar o instrumento e obter alguns indícios de sua validade. Este professor era de uma escola do interior e estava ensinando eletricidade para um terceiro ano do Ensino Médio porque o calendário do primeiro semestre não continha o programa de ensino de óptica. Foi bastante proveitoso enveredar por este caminho. O instrumento de análise mostrou-se muito satisfatório como veremos com nossos dados.

Para a tomada de dados, a análise e para a interpretação desses resultados consideramos a análise qualitativa dos elementos encontrados no conteúdo dos discursos dos participantes da aula: alunos e professores (MINAYO, 2010; MORAES & GALIAZZI, 2016).

Inicialmente para a observação focalizamos as formas com as quais fenômenos surgiam dentro do contexto da sala de aula, mesmo sem pretensão de encontrar uma forma já descrita na literatura. Focalizamos a atenção em todos os

possíveis indícios, provindos das falas, das ações e reações tanto dos professores como de seus alunos para caracterizar as formas com que a apresentação e discussão dos fenômenos, sugeridos pelo professor ou introduzidos espontaneamente pelos alunos durante a discussão se concretizavam no decorrer da aula. E com isso poderia ser considerado como incremento para aprendizagem.

A partir da transcrição das gravações e do diário de campo compomos o nosso material para análise, o nosso *corpus*. Este material trata dos recortes dos momentos onde encontramos os discursos significativos e que davam conta dos nossos objetivos para esta pesquisa. Nestas unidades de contexto ou nosso *texto* continham *unidades de análise* que junto às interpretações do observador de campo deram forma às características das relações dos sujeitos na discussão sobre fenômenos de Física dentro da sala de aula, o nosso campo de pesquisa. “Campo, na pesquisa qualitativa, o recorte espacial que diz respeito a abrangência, em termos empíricos, do recorte teórico correspondente ao objeto da investigação”. (MINAYO, 2010, p. 201).

Dentro de uma única *unidade de contexto* ou *texto*, que no caso desse trabalho chamamos de episódios, conseguimos observar pelo menos duas *unidades de análise*, pois correlacionamos os discursos dos alunos ao dos professores para interpretarmos melhor o contexto que os gerou. Sendo assim, tínhamos duas dimensões de análise, uma para a manifestação do aluno e outra para a ação do professor perante a anterior.

A partir dos dados encontrados e da análise realizada construímos nosso instrumento de análise dos fenômenos que denominamos de fortuitos, que são manifestações espontâneas dos alunos dentro de um contexto planejado pelo professor e que podem permitir a significação dos conteúdos quando reconhecidas e trabalhadas pelo professor promovendo a aprendizagem. Chegamos então a um quadro de categorias quanto às manifestações dos alunos e quanto à postura do professor diante destas.

5.2. Registro dos dados da observação

Durante a realização das observações das aulas, realizamos gravações de áudio e anotações num diário de campo. A partir desta coleta de dados transcrevemos os áudios e tomamos como base anotações do diário de campo para focalizar os

pontos dos textos em que se encontravam dados relevantes a este contexto de pesquisa.

O diário de campo complementava e compunha o *texto*, e, conforme as observações iam procedendo, mais informações relevantes eram apontadas nele. Este documento permitiu ao pesquisador retomar sua memória do seu empirismo a respeito do que ocorreu em campo. Ele contém informações a respeito das impressões do pesquisador além das falas, mostrando ações contraditórias às interações por meio de falas, os gestos, os movimentos não verbais, mas que são peças para compor o todo com maior fidedignidade (MINAYO, 2010). Em especial, para os nossos dados, uma ressalva importante do diário de campo era a manifestação visual do aluno demonstrando interesse, um silêncio expressivo, que poderia ser visto apenas pelo observador, e não percebido pelo gravador.

Em seguida a composição de todas as informações coletadas em um arquivo escrito e organizado, realizamos a leitura na íntegra e selecionamos os pontos que poderiam nos dar indícios sobre os dados que procurávamos. Estas partes que nomeamos como relevantes seriam os trechos nos quais os professores ou os alunos apresentavam em suas falas referência a fenômenos a respeito da temática de Física em discussão, ou seja, nossos episódios.

No caso, como o período no qual foi realizada a coleta de dados era o segundo semestre, os temas de Física abordados permeavam conteúdos de óptica e ondas, que são indicados pelo Currículo do Estado de São Paulo. Ainda mais, este conteúdo nos parecia interessante pela razão de que o ano de 2015 foi considerado como o Ano Internacional da Luz por decisão da Assembleia Geral das Nações Unidas e contava com alguma receptividade tanto dos alunos como dos professores.

Inicialmente observamos seis turmas que nos foram disponibilizadas pelos professores “O” e “R”. As turmas observadas do professor “R” eram dois segundos e um terceiro ano do Ensino Médio, e do professor “O” eram uma turma de primeiro, uma de segundo e uma de terceiro ano do Ensino Médio. Como relatado anteriormente, focalizamos apenas os segundos anos onde estariam presentes o conteúdo que nos interessava para análise para melhor direcionamento desta pesquisa focalizada em fenômenos dentro de um conteúdo não muito extenso.

Encontramos diversos episódios para estes dois professores, que caracterizavam situações representativas do nosso objetivo. Queríamos analisar unidades de contexto que permitissem compreender nossa hipótese de estudar os

fenômenos fortuitos, uma situação inesperada protagonizada pelo aluno, além daqueles indicados no planejamento do professor ou no Caderno do Estado. Assim, pudemos construir desse contexto, dois tipos de episódios para o estudo dos fenômenos presentes no desenvolvimento de cada aula: os *fenômenos fortuitos* e os *fenômenos planejados*.

Nesta composição inicial da análise pudemos construir a concepção de *fenômeno fortuito*, o qual emergiu da nossa interpretação das relações observadas. Os *fenômenos fortuitos* foram concebidos por nós como situações com manifestações inesperadas por parte dos alunos dentro de uma discussão sobre fenômenos físicos planejada. A teoria foi muito importante para nos orientar no momento da observação, como também o momento empírico nos proporcionou vislumbrar outras formas de entender os fenômenos em sala de aula. Isto foi possível entendendo que não há valor maior ou menor quando tratamos da teoria e da prática de observação, estas são indissociáveis, uma sustentando a outra (MINAYO, 2010).

Após esta construção inicial realizamos uma nova coleta de dados, com observações das aulas de dois professores, “N” e “V”, também da rede estadual de São Paulo. Conseguimos, então, ampliar nosso material com os dados a respeito dos fenômenos e as discussões ancoradas pelos fenômenos que foram aparecendo; assim também focalizamos a sua condução nas aulas, seja sobre os fenômenos fortuitos ou planejados. Chegamos em um quadro piloto de categorias que nos pareceu satisfatório para identificar, caracterizar e analisar os elementos das situações de aprendizagem em que ocorreu as interações entre alunos e professores envolvendo fenômenos que sugerem eventualmente no concreto ou imaginados no pensamento. Este quadro piloto de categorias resultante de nossa análise com os quatro professores foi utilizado posteriormente para verificarmos seu potencial de análise de uma situação semelhante.

Portanto, passado um ano desta coleta de dados dos quatro professores, fomos novamente à observação de mais um professor e desenvolvimento das aulas, com estas categorias já estabelecidas, com a intenção de ter mais clareza sobre as mesmas e avançar para uma validação. Assim, acrescentamos mais uma turma de terceiro ano do professor “J” aos nossos dados, mesmo que o conteúdo não tratasse da óptica, devido à localização do calendário escolar do primeiro semestre.

Por fim, esta jornada nos permitiu chegar a um quadro definitivo de categorias que consideramos satisfatório e que acreditamos nos dar condições de

identificar, caracterizar e analisar os elementos das situações de aprendizagem desenvolvidas por professores em sala de aula quando nos focalizamos nas atividades que envolvem fenômenos físicos.

Para trabalhar nossa questão de pesquisa, entender o que era planejado ou inesperado na sala de aula, sentimos necessidade de conhecer objetivamente o planejamento do professor, e, como não tivemos acesso a esse documento, preparamos para cada um dos professores observados um perfil e a sua sequência real de aulas, ou seja, sua sequência didática. Compreendemos, então, a partir dos dados da observação, o planejamento real de conteúdos realizado por cada um dos professores.

5.3. O perfil dos professores

PROFESSOR O

O *Professor O* é formado em Física pela Universidade de São Paulo, possui mestrado em Ensino de Física pela mesma universidade. Suas atividades como professor se dividem entre a rede pública e particular de ensino. Durante o período que observamos suas aulas faltava raramente. Na sua prática como docente não utiliza de recursos como apostila, livro didático, trazendo seus trabalhos de diferentes fontes como filmes, atividades impressas e material para experimentos. Era utilizador do laboratório da escola e a sala de aula para execução de experimentos planejados. A partir do diário de campo das aulas de uma turma de segundo ano do Ensino Médio, conseguimos construir um planejamento real apresentado a seguir.

Planejamento do <i>Professor O</i>	
Data	Conteúdos
31/08/2015	Óptica: meios de propagação da luz
14/09/2015	Refração da luz
16/09/2015	Experimentos demonstrativos: refração da luz
21/09/2015	Avaliação: apresentação de experimentos pelos alunos
23/09/2015	Equinócio, eclipses e apresentação de experimentos pelo professor (pressão atmosférica e densidade)

28/09/2015	Eclipse e vida em Marte/ Avaliação: apresentação de experimentos pelos alunos
30/09/2015	Avaliação: apresentação de experimentos pelos alunos
14/10/2015	Preenchimento do diário de classe e fechamento de notas
26/10/2015	Questões: introdução a termodinâmica (calor e máquinas)
28/10/2015	Filme: O pálido ponto azul
04/11/2015	Discussão: formas de avaliação do bimestre
09/11/2015	Temperatura
11/11/2015	Trabalho sobre os filmes listados
25/11/2015	Recolhimento dos trabalhos e discussão sobre filmes listados

PROFESSOR R

O *Professor R* tinha formação em Física e mestrado também em área da Física, porém não focalizada ao ensino de Física. Trabalha integralmente em escola da rede estadual. Em sua didática em sala de aula tinha como recurso principal o livro didático. Quando utilizava do laboratório não era para seu intuito pedagógico, era apenas para usar livros reserva que se encontravam nesta sala. Dentro do período que observamos suas aulas faltava com frequência moderada que não chega a comprometer o desenvolvimento do seu planejamento. Para este professor observamos duas turmas de segundo ano do Ensino Médio e a seguir apresentamos seu planejamento real para cada turma extraídos dos respectivos diários de campo. Apenas comparando os planejamentos, podemos observar que o professor seguia uma mesma sequência de conteúdos para ambas as turmas.

Planejamento do <i>Professor R</i> – Turma 1	
Data	Conteúdos
01/09/2015	Acústica
02/09/2015	Fenômenos sonoros
15/09/2015	Propriedades das ondas
19/09/2015	Propriedades das ondas
23/09/2015	Terremoto
02/10/2015	Fenômenos sonoros (reflexão, refração...)

09/10/2015	Óptica
23/10/2015	Óptica (natureza da luz)
06/11/2015	Conceitos fundamentais de óptica/ eclipse solar e lunar
13/11/2015	Dinâmica de qualidade

Planejamento do <i>Professor R</i> – Turma 2	
Data	Conteúdos
02/09/2015	Acústica
16/09/2015	Propriedades das ondas
23/09/2015	Terremoto/ Física no violão
02/10/2015	Fenômenos sonoros (reflexão, refração...)
09/10/2015	Óptica
23/10/2015	Óptica (natureza da luz)
13/11/2015	Dinâmica de qualidade

PROFESSOR N

Quanto à formação, o *Professor N* era graduado pela Universidade de São Paulo em Bacharelado em Física. Professor da rede estadual e também da rede particular por um longo período. No período em que acompanhamos suas aulas trabalha exclusivamente na rede estadual como professor. Este professor era assíduo e utilizava como recurso didático uma apostila desenvolvida por ele quando lecionava na rede particular. Suas aulas eram todas no laboratório da escola, pois neste ambiente havia o recurso de uma televisão a qual ele apresentava os exercícios da apostila para todos os alunos e os resolvia na lousa. Algumas vezes desenvolvia experimentos planejados neste mesmo ambiente. Para este professor investigamos um segundo ano do Ensino Médio e a seguir apresentamos um planejamento real das temáticas de suas aulas construído a partir da observação de campo.

Planejamento do <i>Professor N</i>	
Data	Conteúdos
10/08/2016	Fenômenos óticos – Difusão, Reflexão e Refração
12/08/2016	A cor de um corpo

17/08/2016	Os princípios da ótica geométrica
19/08/2016	Formação de eclipses
24/08/2016	Exercício da apostila sobre sombra e penumbra
31/08/2016	Exercício da apostila sobre sombra e penumbra
02/09/2016	Exercício da apostila sobre sombra e penumbra
09/08/2016	Aula em laboratório – Experimento câmara escura
23/09/2016	Elementos principais dos espelhos esféricos
28/09/2016	Características da formação das imagens nos espelhos esféricos
14/10/2016	Características da formação das imagens nos espelhos esféricos
19/10/2016	Exercícios da apostila sobre espelhos esféricos
26/10/2016	Correção dos exercícios da apostila sobre espelhos esféricos
04/11/2016	Correção de exercícios sobre espelhos esféricos
09/11/2016	Execução de exercício de vestibular
11/11/2016	Correção de exercícios sobre espelhos esféricos
16/11/2016	Correção de exercícios sobre espelhos esféricos
18/11/2016	Correção de exercícios sobre espelhos esféricos
23/11/2016	Correção de exercícios sobre espelhos esféricos

PROFESSOR V

O *Professor V* é graduado em Licenciatura em Física, e tem mestrado na área do Ensino de Física pela Universidade de São Paulo. Trabalhava na rede estadual há pouco tempo e além disto atua como elaborador de textos para o Ensino Médio sobre os conteúdos de física. Paralelamente a sua atuação como professor estava cursando graduação em Filosofia. Para suas aulas de Física utiliza exercícios do ENEM e de outros vestibulares como material didático. Não faz uso do laboratório da escola, a maior parte dos conteúdos são apresentados na lousa e utiliza pouco do livro didático. Durante o período de observação o professor nunca faltou. Temos a partir das observações de campo o seguinte planejamento real das aulas de um segundo ano do Ensino Médio deste professor.

Planejamento do <i>Professor V</i>	
Data	Conteúdos

30/08/2016	Percepção das cores nos humanos
06/09/2016	Atividade em grupo sobre percepção das cores e correção desta atividade pelo professor
13/09/2016	Transmissão de informações por meio de ondas eletromagnéticas
20/09/2016	Transmissão de informações por meio de ondas eletromagnéticas – captação, compactação, modulação e envio de dados
27/09/2016	Avaliação
04/10/2016	Correção da avaliação e introdução a acústica
18/10/2016	Características do som e percepção – atividade experimental em grupo
25/10/2016	Correção da atividade experimental
01/11/2016	Características do som – questões para atividade em grupo, e correção desta atividade
08/11/2016	A acústica dos instrumentos musicais

PROFESSOR J

O *Professor J* é formado em Física Médica e faz mestrado na área de Ensino de Matemática, ambas as formações pela Universidade de São Paulo. Trabalhava na rede estadual e particular no período em que observamos suas aulas. O professor não utiliza do laboratório da escola e suas aulas são passadas na lousa. Como recurso didático usa com frequência o livro didático passando os exercícios como tarefa aos alunos. Investigamos um terceiro ano do Ensino Médio para este professor e conseguimos construir a partir das observações de campo o seguinte planejamento de seus conteúdos.

Planejamento do <i>Professor J</i>	
Data	Conteúdos
05/03/2018	Eletrização por indução
06/03/2018	Correção de exercícios sobre eletrização
12/03/2018	Lei de Coulomb
13/03/2018	Correção de exercícios sobre a Lei de Coulomb

19/03/2018	Correção de exercícios sobre a Lei de Coulomb
20/03/2018	Campo elétrico
26/03/2018	Correção de exercícios sobre campo elétrico
27/03/2018	Campo elétrico criado por uma carga
02/04/2018	Campo criado por uma carga puntiforme
03/04/2018	Correção de exercícios sobre campo elétrico
09/04/2018	Exercícios de revisão para avaliação bimestral
12/04/2018	Avaliação bimestral
26/04/2018	Energia potencial elétrica
03/05/2018	Conteúdos diversos fora do planejamento
07/05/2018	Potencial elétrico
14/05/2018	Superfícies equipotenciais
17/05/2018	Corrente elétrica
21/05/2018	Correção de exercícios sobre corrente elétrica
24/05/2018	Elementos do circuito
04/06/2018	Primeira lei de Ohm
07/06/2018	Exercícios sobre a primeira lei de Ohm
14/06/2018	Segunda lei de Ohm

6. ANÁLISE DOS DADOS

Realizada uma leitura de cada sequência didática pudemos encontrar os momentos em que os fenômenos de Física se apresentavam para serem estudados, permitindo identificar os conceitos físicos capazes de compreender o que estava ocorrendo. Uma leitura inicial da transcrição de nossas gravações logo mostrou que era possível encontrar situações adequadas ao que nos interessa mesmo que dispersas. O diário de campo foi importantíssimo no direcionamento desta leitura para as aulas que continham momentos interessantes à pesquisa; assim, extrair os dados das transcrições foi facilitado, levando aos fenômenos planejados ou aos fortuitos.

Após esta etapa, detínhamos uma coleção de fenômenos contextualizados dentro da sala de aula. Assim, fomos capazes de perceber que, além dos fenômenos planejados e trazidos pelo professor para tratar na aula e ensinar o conteúdo objetivamente planejado, apareciam vários fenômenos extras, isto é, que não constavam explicitamente do planejamento e eram inesperados no desenvolvimento da sala de aula.

Estes fenômenos pareciam ser eventualmente adequados para esclarecer o significado dos conceitos que eram tratados nas aulas e nem sempre eram considerados pelo professor, ou seja, incluídos naturalmente no desenvolvimento da aula com uma inclusão natural e favorecendo o entendimento e a compreensão dos alunos.

Selecionamos, então, dois tipos de episódios da sequência didática real para analisar entendendo a possibilidade destes de levar a aprendizagem: os *fenômenos planejados* e os *fenômenos fortuitos*, devidamente contextualizados dentro da interação pedagógica conduzida pelo professor.

Os ***fenômenos planejados*** foram entendidos quando percebemos que o professor traz um fenômeno para a aula, seja ele com materiais físicos seja apenas em sua fala, que nos pareceu já constar no planejamento e ter sido anteriormente elaborado para discussão em sala de aula porque estão inseridos numa sequência didática já esboçada. Geralmente esses fenômenos planejados, são muito semelhantes aos encontrados em livros didáticos e aparecem várias vezes ao longo das aulas do professor como forma de explicar um conceito e convencer seus alunos.

Entendemos que para aprendizagem significativa e duradoura é necessário que o aluno se integre ao conhecimento que está sendo elaborado; para alcançar esta

realidade, entendemos que atividades contextualizadas que carregam os conhecimentos partindo da realidade e da vivência dos alunos são um melhor caminho, dentro de uma visão construtivista da aprendizagem; sendo assim, acreditamos que os fenômenos denominados fortuitos suportam essa situação de ensino. Para melhor compreender essas ocorrências na sala de aula, localizamos e limitamos os trechos onde os fenômenos fortuitos ocorreram definindo objetivamente o que caracterizamos como um episódio; ou seja, identificamos unidades de contexto. Com isso, construímos categorias dos elementos que caracterizam o conteúdo físico dos conceitos em cada unidade a serem aprendidos. Para esse procedimento foi importante ter clareza sobre o que se trataria como fortuito.

Os **fenômenos fortuitos** que nos interessam especialmente representam situações físicas dentro de um contexto na sala de aula. Esses fenômenos são manifestações inesperadas dos alunos que podem se apresentar de diferentes formas - uma pergunta, uma afirmação, um experimento citado, uma dúvida, e podem aparecer em diferentes momentos da aula, independentemente da natureza da atividade em curso: trabalho em grupo, experimento com materiais concretos, experimento em pensamento apenas pela sua descrição, etc. Nesta situação o aluno já deve estar envolvido com o conteúdo e se desenvolve um diálogo propício à reelaboração de um conhecimento que pode levar à aprendizagem efetiva.

Direcionando a atenção aos fenômenos fortuitos, a conduta do professor não pode ser deixada de lado, pois é ele quem pode propiciar ou não um diálogo, para a aprendizagem ainda mais significativa. Não permitir que o aluno expresse uma sequência de raciocínio pode impedir uma continuidade para a construção do conhecimento por esse aluno e perder a oportunidade de envolver outros alunos em uma discussão próxima de suas realidades. Uma importante ação na condução do fortuito numa situação de ensino é respeitar a diversidade das falas dos alunos, ou seja, a diversidade das formas pelas quais as expressões de fortuitos podem aparecer dentro de um mesmo fenômeno físico que está sendo estudado em sala de aula; o ideal seria tentar conduzir estas expressões procurando dar significado ao conteúdo e envolver os alunos como um todo; para isto é preciso compreender melhor como elas se caracterizam e tomam forma.

Não parece interessante e produtivo pedagogicamente intervir com falas extensas e cheias de situações novas que não fazem sentido aos interessados em conhecer. Muitas vezes a física aparece nos discursos do professor com um

formalismo intrínseco que até mesmo o professor não percebe que o usa; isso pode ser ponto sequente ao rompimento com o diálogo, porque não há comunicação com o que tem algum sentido para o aluno que trouxe a informação. Não há diálogo efetivo, na presença de um monólogo por parte do professor; as partes devem interagir à medida que a aprendizagem parece se construir.

É importante que a ocorrência de uma nova situação física promova um diálogo e não uma extensão de conhecimentos científicos que não leva à aprendizagem como considera Freire (1984). O diálogo entre aluno e professor é promovido por um conhecimento contextualizado na sala de aula, o conhecimento forma-se por e para aqueles sujeitos, para e por aquele contexto, podendo não ser útil, ou melhor, não replicável a outros casos.

Entendendo estes momentos encontrados num episódio, dividimos a análise em duas dimensões. Na primeira, apresentamos a forma do fenômeno fortuito, pretendendo assim dar uma visão geral sobre esta forma de entender os experimentos em sala de aula, caracterizando, além do conteúdo físico inserido na sequência didática, as formas de interação entre aluno e professor dentro desse contexto. Essa apresentação dos dados deverá ser capaz de proporcionar uma compreensão geral do surgimento de um fenômeno fortuito - começo meio e fim, com uma apresentação descritiva que limita o intervalo da sequência supostamente planejada. Logo em seguida, são detalhados os tipos de manifestações, caracterizando a natureza da intervenção do aluno e entendendo como ela se apresenta dentro de um todo.

Na segunda dimensão da análise, extraímos do episódio já categorizado pelo conteúdo físico, as informações sobre as ações docentes perante o evento. Nessa parte, estabelecemos conexões entre os objetivos de ensino vindo de um planejamento feito pelo professor com a forma com que ele conduz o fenômeno fortuito, direcionando a uma condução voltada ao diálogo (ou não diálogo) em sala de aula.

O diário de campo e as transcrições realizadas das áudio-gravações formaram recortes e constituíram um conjunto de *textos* que serviram de base para essas análises. Entendemos “texto como uma unidade significativa, programática e portadora do contexto situacional dos falantes” (MINAYO, 2010, p. 320). Esta concepção de *texto* assemelha-se ao entendimento dado por Moraes (2016) às *unidades de contexto*. Sendo assim, auxiliados pelo diário de campo, a experiência do pesquisador, e a partir do *texto*, conseguimos direcionar nosso interesse na

identificação dos dados da pesquisa: momentos nos quais haviam manifestações dos alunos a respeito dos fenômenos físicos trabalhados num certo contexto. Assim, separamos os dados relevantes, delineando as nossas *unidades de análise* para sequente caracterização dentro de cada dimensão definida.

6.1. Delimitação na sequência didática

As situações aparentes inesperadamente em salas de aula de física, os fenômenos fortuitos, possuem começo e fim bem definidos, como determinamos.

Esta situação tem seu início com a apresentação de um conteúdo pelo professor, que promove, por algum motivo, a manifestação de um ou mais alunos engajados na temática proposta pelo professor e que começam a construir um diálogo sobre o ensinamento planejado pelo professor dando um outro direcionamento a aula. Isto é, dentro de um fenômeno específico da física no planejamento do professor surge uma manifestação inesperada e por um determinado tempo ele pode dar sequência a discussão do novo.

Em geral, os episódios iniciam com a explicação do professor sobre determinado conteúdo de física, e dentro desta apresentação um fenômeno físico planejado sustentando suas falas. Esta explicação só se concretiza num início de contexto limitado quando há o surgimento da manifestação de um aluno, ou seja, do engajamento de um aluno na discussão sobre o fenômeno planejado pelo professor; isto é precedente à inclusão do fortuito.

Seguido a isto, podem começar a manifestação ou manifestações dos alunos que aparecem sob diferentes formas; buscamos compreendê-las como possíveis caminhos para a aprendizagem do conteúdo científico desejado pelo professor, e entendemos como um momento promissor de um diálogo.

Este episódio termina com a mudança do assunto, no caso, do fenômeno em discussão, por uma decisão do professor em romper o que estava sendo discutido ou finalizar o diálogo concluindo a discussão com o formalismo e iniciar um trabalho com outros conteúdos já enquadrados dentro do que havia sido traçado como rota de sequência de assuntos planejados para aula. Este direcionamento para o diálogo feito pelo professor pode sinalizar as unidades de análise para a nossa caracterização da segunda dimensão, e determinam tanto a forma da condução dada pelo professor como o fim do episódio contextualizado.

Em síntese, nossa unidade de contexto para caracterizar os fenômenos fortuitos e a condução feita pelo professor começa com a apresentação de um assunto planejado sequenciado pela manifestação de um aluno e termina quando essa discussão foi considerada suficiente pelo professor e ele passa para o tópico seguinte que ele planejava desenvolver com os alunos.

Portanto, nosso episódio traz duas dimensões para a análise deste momento de ensino em salas de aula de física: uma dimensão cognitiva do aluno e outra procedimental pedagógica da condução do professor.

6.2. A cognição e a ação do professor

Para tratar de assuntos relacionados a cognição, olhamos inicialmente para as manifestações dos alunos sequente a um fenômeno planejado trazido pelo professor dentro de seu planejamento, nas quais são expressas de forma verbal o que estes pensam, tendo continuidade na discussão sobre o determinado assunto. Isso nos auxiliam a observar o interesse e os conflitos cognitivos dos alunos quando é apresentado um conteúdo de física.

Estas manifestações dos alunos formam a nossa primeira dimensão de análise, o primeiro foco de nosso trabalho, para caracterizar as interações dos alunos quanto aos fenômenos planejados em salas de aula de física. Estes nos mostram a cognição viva do aluno, pois a partir do momento em que ele se pronuncia sobre o fenômeno planejado nos mostra sua atenção voltada a situação e pensando sobre ela; deve ser um momento rico de significado para o professor poder conduzir sua aula tendo como objetivo protagonizar o aluno, torna-lo construtor do seu conhecimento, partindo de suas interpretações e encaminhando um diálogo para ampliar ainda mais sua visão a respeito de um conteúdo de física. A forma da manifestação nos interessa porque o pensamento atual do aluno sobre um assunto de física permitindo ao professor tirar dúvidas ou tratar de características pertinentes ao entendimento do aluno sobre o fenômeno.

As manifestações de fenômenos pelos alunos que encontramos nas nossas unidades de análise foram caracterizados em: *Questão direcionada, Generalização, Analogia e Memória do cotidiano*.

Atribuímos uma qualificação para as diferentes formas das interações dos alunos trazendo novas situações para os fenômenos e, para melhor caracterizar os

fenômenos fortuitos, buscamos também olhar para a ação do professor encaminhando a discussão neste momento. Por outro lado, manifestações vindas dos alunos muitas vezes levam o professor a fazer longas explicações com outros fenômenos planejados ou mudar para outro conteúdo de física que já era planejado por ele, ou explicar superficialmente, ou descartar o conteúdo dentro do seu entendimento, entre outras formas. Isto é, não incluir de fato a fala do aluno na sequência da aula.

Entendemos que o comportamento do professor diante do que os alunos manifestam inesperadamente é o que sustentará a aprendizagem efetiva que discutimos neste trabalho. Estes momentos sequenciais às falas dos alunos sobre o que pensam de um assunto planejado pelo professor proporcionam para esta pesquisa as ações dos professores como substanciais ao prolongamento destes momentos fortuitos em sala de aula trazendo um viés construtivista a sua prática.

Este olhar é uma outra dimensão de análise na qual buscamos analisar os fenômenos fortuitos quanto ao desenvolvimento dos conhecimentos dos alunos, tentando entender também a prática docente e seu direcionamento pedagógico da discussão dos fenômenos fortuitos. Chegamos, então, a um quadro para caracterizar as ações dos professores na condução dos fenômenos fortuitos que dá conta dos objetivos desta pesquisa.

Em conjunto, o que o aluno pensa e que tem continuidade na discussão e o comportamento do professor diante do que os alunos conduzem, nos proporciona um entendimento de como a situação se torna propícia ou não à aprendizagem. Assim, analisamos o fenômeno fortuito transcrito observando trechos que mostravam para nós, mais claramente, um elemento de cognição do aluno e/ou um elemento de comportamento do professor.

Para cada fenômeno considerado fortuito começamos verificando a sequência de entrada dos alunos num diálogo e o tipo de resposta do professor, as características das intervenções: interesse do aluno, diálogo presente e sua manutenção, a forma da intervenção tanto do aluno como do professor, e o envolvimento do professor no diálogo e na sua condução.

Focalizando nossa atenção na ação do professor ao tratar os fortuitos, procuramos observar a liberdade que este dava aos alunos para dialogar, o tempo que permanecia explicando o fenômeno, a busca de envolver mais integrantes à discussão, e a forma com que respondia aos questionamentos dos alunos, para

chegar ao quadro de categorias da ação do professor coerente com uma condução construtivista. Assim, quanto a conduta do professor diante aos fenômenos fortuitos, caracterizamos: *Foco no objetivo*, *Explicação superficial*, *Explicação longa*, *Desvalorização da intervenção* e *Mudança de situação*.

A seguir apresentamos essas categorias; respectivamente, a respeito das manifestações dos alunos, e do comportamento do professor diante dos fenômenos fortuitos.

CARACTERÍSTICAS QUANTO AO CONTEÚDO COGNITIVO DO ALUNO	
Questão direcionada	<p>O aluno direciona sua fala para a situação planejada pelo professor apresentando uma hipótese ou uma dúvida, um comentário específico e bem formulado a respeito do que foi descrito sobre o fenômeno físico.</p>
	<p>Nesta categoria as manifestações dos alunos apresentam uma tentativa de busca pelo entendimento, ou apresentam-se em forma de uma incompreensão, discordância sobre o fenômeno planejado.</p>
	<p>O autor expressa seu pensamento de forma literal, trazendo suas incompreensões sobre o que foi tratado pelos outros integrantes da situação. Na maioria das vezes apresenta-se como uma pergunta contendo uma descrição do que compreendeu a respeito do fenômeno, outra como uma hipótese sobre a manipulação, ou até mesmo uma discordância do fato discutido.</p>
	<p>Outra forma de compreender, é quando um integrante da situação de aprendizagem traz uma nova forma de analisar o fenômeno planejado pelo professor, por exemplo, uma questão colocando um direcionamento a outro ponto de análise sobre o mesmo fenômeno. Apresenta-se muitas vezes na fala como uma condição nova de se realizar um experimento.</p>
	<p>Ou seja, aparece na forma de questionamentos, que carregam dúvidas do autor para fechar seu raciocínio lógico sobre o fenômeno em análise.</p>

Generalização	Os fenômenos que se enquadram nesta categoria apresentam-se quando o aluno se manifesta de forma a tentar entender se o que está sendo tratado serve ou pode ser utilizado para outras condições similares e dentro do mesmo fenômeno de Física desenvolvido pelo professor. Neste os alunos interagem com a situação planejada e criada naquele momento tentando constatar se ela é válida para outras ocasiões . As ações se limitam à situação e não se estendem a conteúdos diferentes do abordado no momento.
Memória do cotidiano	Os alunos, neste caso, comparam o fenômeno discutido com algum fato vivenciado por ele no seu cotidiano . Ele pode simplesmente ter visto na televisão, na internet, ou pode ter observado no seu dia-a-dia. O aluno não necessariamente precisa ter executado a ação falada por ele, mas esta é de seu conhecimento sem explicações científicas.
Analogia	O aluno se manifesta trazendo comparações do fenômeno com outros conteúdos de física externos à discussão iniciada pelo professor . Estes conteúdos de física já estão apreendidos por ele podendo vir de vivências das aulas anteriores ou de estudos externos a escola. O conteúdo de física trazido pelo aluno tem pouca relação ou quase nenhuma com o fenômeno quanto ao formalismo, contudo para o aluno fez algum sentido naquele momento de discussão.
Insistência	Nesta categoria a manifestação de um ou mais alunos caracteriza-se pela insistência em discutir sobre uma questão já planejada e apresentada pelo professor , expressando sua inquietação e insatisfação. Ele procura mostrar sua contradição ou até mesmo um erro conceitual considerado por ele. Insiste em discutir sobre a mesma questão apontando a mesma dúvida, enquanto o professor mantém a própria palavra.

CARACTERÍSTICAS QUANTO A CONDUÇÃO REALIZADA PELO PROFESSOR	
Foco no objetivo planejado	O professor volta a explicação a sua aula planejada ou tenta explicar a situação apresentada pelo aluno num modelo já formalizado e planejado, enfatizando na situação a explicação que ele programou para a aula.
Explicação superficial	O professor responde com palavras monossilábicas, ou apenas descreve novamente a situação dada pelo aluno comprovando ou não sua veracidade dentro dos conteúdos científicos.
Explicação longa	O professor tenta analisar a situação sozinho sem construir um diálogo; neste monólogo acaba se perdendo para outros assuntos e não focaliza a situação manifestada pelo aluno.
Desvalorização da intervenção	O professor expressa em sua fala que o assunto não cabe na situação explicada por ele, questionando o valor em discutir aquilo que não faz sentido dentro dos conteúdos planejados.
Mudança de situação	O professor explica a situação com outra problematização, criando um fenômeno ou situação diferente para ser analisado, esquecendo do problema inicialmente tratado pelo aluno.

6.3. Os FENÔMENOS FORTUITOS

Os episódios apresentados a seguir foram selecionados essencialmente quando o professor explorava com mais atenção as manifestações espontâneas dos

alunos, ou seja, situações em que o professor foi capaz de entender a ideia do aluno e agir de forma mais eficiente dentro da situação.

6.3.1. PROFESSOR O

I. Aula de 31 de Agosto de 2015 - Passagem da luz nos meios materiais

Professor O: “O ar no caso quando está poluído, quando há muita poluição. E o plástico que vocês falaram antes, tem mais a ver com translucido do que com o transparente. É...Firmeza? Tranquilo? Suave? E o meio opaco? O que que é o meio opaco? Antes de eu clicar aqui. O que é o meio opaco? Oh! Vai pela lógica gente, esse aqui a luz passa direto, esse aqui a luz passa com dificuldade e o opaco?”

Alunos: “Não passa.”

Professor O: “Aqui ó. Esse é um meio opaco. A madeira é um meio opaco. A luz não atravessa. Tudo bem? Boa noite. Que é um meio opaco? O meio opaco é um meio que a luz não passa. Também tem muitos. A parede é opaca. Você consegue ver através da parede? A não ser que você seja o Superman, você não vai ver através da parede. Nós somos opacos? Sim! Não conseguimos ver através de uma pessoa. Firmeza? Simples? Então ó, o que acontece com a luz que bate no meio opaco?”

Figura 1: Representação similar à projeção do Professor O, observada e representada pelo pesquisador no diário de campo.

Aluno J: “Ela bate e volta?”

Professor O: “Está certo o que ela falou. Pode bater e voltar. Uma parte bate e volta e outra parte é absorvida. Igualzinho aquela chapa que estava chegando luz lá e uma parte estava sendo absorvida. Tem um erro nessa animação. Não é nem um erro de verdade. Essa luz que está batendo ali está entrando e uma parte dela deveria estar voltando. E ali está tudo sendo absorvido. Quando que a luz toda é absorvida? Quando o objeto é de que cor? Preto. Nesse caso não é. Então deveria estar voltando uma parte.”

Aluno K: “Somente o preto ou o cinza também?”

Professor O: “Só o preto. Isso.”

Aluna E: “E cores escuras professor?”

Aluna L: “E o branco?”

Professor O: “Todas elas vão refletir menos, mas ainda reflete alguma coisa. Só a cor preta que não reflete, que é absorvida. Então objetos podem ser dessas três formas. Opa, os meios podem ser dessas três formas: opaco,

translucido e transparente. Um meio homogêneo, é um meio que ele tem a mesma característica em todo meio. Por exemplo, a água no copo, ela é igual em todo o copo, em toda a parte que tem água. Você concorda? Não tem uma parte que é diferente da outra. Uma parte mais grossa, outra parte mais fina, uma parte mais densa, entendeu? ”

Aluna M: “Professor, e o gelo? ”

Professor O: *“Ele é transparente, translucido ou opaco gente? ”*

Aluno O: *“Pode ser os três. ”*

Professor O: *“Poderia ser os três. Poderia ser os três. Depende do gelo. Aquele gelo mais clássico que a gente pega na forminha de casa? ”*

Aluno P: *“Aquele é opaco. Não é opaco? ”*

Professor O: *“Translucido né? Dá para ver um pouquinho através dele. Agora tem gelo que é todo, aquela parte que fica no congelador, ele é branco né. A luz não atravessa. ”*

Aluno Q: *“Ai a luz não atravessa. ”*

Professor O: *“Voltando aqui gente. Homogêneo, isotrópico e ordinário. Vamos ver rapidinho aqui. Meio isotrópico é denominado quando apresentam propriedades físicas que independem da direção em que são observadas. Isso quer dizer o mesmo, igual. Trópico tem a ver com a direção, quer dizer que é a mesma direção em qualquer forma que você analisa ele. Independem da direção que são observados. Um exemplo deste tipo de meio, são os cristais. Então ele é o mesmo independente do ângulo que você observa ele. Certo? ”*

Durante esta aula o professor foi introduzindo os tipos de meios em que a luz pode propagar-se abordando os três tipos: transparente, translúcido e opaco. O professor questionava quais exemplos de meios materiais poderiam se encaixar em cada um dos apresentados, seguindo a sequência transparente, translúcido e opaco. O professor neste momento inicial fala pouco e os alunos são lacônicos, mas participam. É possível logo perceber a quantidade de alunos envolvidos na apresentação do tema e em responder as questões levantadas pelo professor, dez alunos.

Com o professor realizando a apresentação de uma simulação dos raios de luz no meio opaco, a questão sobre a cor do objeto opaco surgiu por meio de uma análise do professor da movimentação das setas na projeção.

Abordado sobre o meio opaco, observamos uma primeira interação de um aluno, Aluno K, na tentativa de generalizar o entendimento sobre esta questão da cor promovida. O professor responde à questão ao aluno questionador, ele não interage com os outros participantes da sala deixando lacunas quanto à problematização e conceitualização do fenômeno da absorção quando tratado para diferentes cores. Isso pode ser percebido a partir da observação de campo como também da interação de mais alunos com pensamentos de generalização. A explicação do professor ao Aluno K foi sucinta para sanar dúvidas como também para auxiliá-lo na promoção de seu

conhecimento. Considerando este fenômeno fortuito a ação do professor foi nomeada por nós uma **Explicação superficial**.

Observamos também a interação de outros alunos dentro desta problematização criada neste fenômeno fortuito construindo um ambiente propício ao professor para a construção do conhecimento e promover ainda mais manifestações revisando o conteúdo a respeito da absorção nos meios materiais opacos. Entendemos as manifestações sequenciais destes alunos com característica principal de buscar uma generalização do fenômeno científico discutido neste momento da aula; por isso identificamos estes como fenômenos fortuitos de **Generalização**. Ambos os fortuitos são continuidade da mesma situação planejada proposta pelo professor por isso analisados dentro da mesma unidade de contexto.

Para as manifestações dos Alunos E e L, o professor constrói uma resposta fechada, inicialmente com uma frase curta e logo voltando a sua aula planejada; entendemos essa ação como tendo **Foco no objetivo** planejado. Ou seja, percebemos que o professor tinha como objetivo pedagógico, focalizar a passagem ou não da luz, no entanto, o fenômeno fortuito primário neste episódio em especial conduziu a aula a novos conteúdos – aos fenômenos de absorção e reflexão concomitantes na busca de compreender a cor de um objeto.

Fica claro, na insistência das falas dos alunos, que o assunto não estava tão esclarecido, e que estes buscavam questionar ainda mais, novamente levantando questões de absorção e tentando aplicar para outros objetos, ou seja, generalizar. Este assunto das cores, envolvendo os fenômenos de absorção e reflexão, parece ser um assunto de interesse destes alunos visto que uma porção relevante da turma se envolveu na discussão. O professor poderia salientar mais estes fenômenos físicos por conta dessa participação com muitos questionamentos, porém preferiu dar sequência ao que se havia planejado, como visto problematizando apenas questões que envolviam seu ideal de caminho para o objetivo desta aula.

Por fim, quando o Aluno M se apresenta na discussão também buscando uma generalização, o professor tenta uma problematização; contudo, ele interfere no raciocínio do aluno, cortando várias vezes as intervenções e não dando tempo para os alunos pensarem. Em vez de questionar sobre características dos meios que poderiam intervir na passagem ou não da luz, ele constrói um raciocínio sozinho, guiando os alunos ao que desejava como resposta, com isso ele interrompeu um caminho natural do raciocínio do aluno.

De maneira geral, o desenvolvimento destes fenômenos permitiu-nos perceber que o professor tinha como objetivo pedagógico focalizar a passagem ou não da luz, no entanto, os fenômenos fortuitos sustentaram uma discussão a respeito dos fenômenos de absorção e reflexão buscando compreender a cor de um objeto.

Podemos observar os conhecimentos dos alunos – K, E, L e M - sobre a absorção da luz nos materiais e, também, da reflexão de parte da luz para enxergarmos determinadas cores, aparentemente sustentando o aprendizado de uma boa parte da sala de aula. Neste diálogo, o professor fala um pouco sobre estes fenômenos, embora não direcionando a algum formalismo.

Quanto ao desenvolvimento dos conteúdos em sala de aula, o professor poderia explorar mais os conhecimentos dos alunos que se manifestaram, trazendo algum formalismo à discussão mais cotidiana já aparente, criando questionamentos para isso e buscando reforçar e talvez esclarecer os conhecimentos de seus alunos. Por exemplo, no que diz respeito ao conceito de absorção e reflexão ao tratar da cor de um objeto, não foi ressaltada a característica da cor preta como a ausência de luz e que a visão desses objetos ocorre por contraste; se estamos vendo um objeto, é porque alguma luz está chegando aos nossos olhos, mas de qual meio vem esta luz? Fica claro, na insistência dos alunos, que o assunto não estava tão esclarecido, e que estes buscavam questionar ainda mais, retomando o fenômeno de absorção e reflexão da luz.

Este episódio finaliza com a mudança de assunto feita pelo professor voltando ao seu planejamento de aula que era trazer outras formas de classificar os meios de propagação da luz.

II. Aula de 14 de Setembro de 2015

II.1. Refração da luz: Um corpo na água

Professor O: “.... Então, a luz pode ser absorvida ou ela pode ser refletida ou ela pode ser refratada. O que é refratada? É quando a luz atravessa um objeto. Tudo bem? Só que quando ela atravessa um objeto, ela tem uma interferência. Ela tem uma interferência. Ela muda. Toda vez que a luz muda de um objeto para outro, ela tem um desvio. Então como assim de um objeto para outro? Se a luz está no ar, e entra na água, ela sofre um desvio. Se ela sai da água e vai para o ar, ela sofre um desvio. Se ela sai do vácuo e entra na atmosfera, ela sofre um desvio. Toda vez que a luz troca de meio, ela sofre um desvio. Que eu já mostrei naquele programinha. Então, aqui ó, a luz está atravessando a água, porque a gente vê as coisas distorcidas? Porque está

sofrendo um desvio. Se não você veria as coisas do jeito que elas são. Não vê assim, concordam? Quando você coloca uma colher ou um lápis em um copo com água, ele fica desse jeito aqui ó. Tem uma diferença aqui, como se ele tivesse quebrado. Isso aqui é um desvio. É graças a luz que está trocando de meio. Mas que meio? O meio ar e o meio água. ”

Aluna C: “Na água a luz fica mais lenta né professor? ”

Professor O: “A luz fica mais? ”

Aluno C: “Lenta. ”

Professor O: “*Exatamente. No ar, a velocidade da luz é de trezentos mil quilômetros por segundo. Na água ela é duzentos e vinte e cinco mil quilômetros por segundo. Ah! Professor, continua bem rápida. Mas só pelo fato de ter caído aqui ó, faz com que tudo que está na água você veja de um jeito estranho. Já dei exemplos para vocês sobre isso. Fundão vamos lá. Já dei exemplos para vocês. Uma pessoa na piscina, quando você olha para esta pessoa parece que ela está com o corpo mais curto. Já viram isso? Parece que está achatado. ”*

Aluno C: “Professor, e se, por exemplo, vai cada vez mais fundo, vai diminuindo a velocidade cada vez mais? ”

Professor O: “Não. Porque a densidade da água continua igual. Só se passasse para outro líquido que é mais denso. ”

Aluno C: “Mas a pressão não mudaria nada? ”

Professor O: “Na luz não, a pressão não influenciaria na luz. Influencia em outras coisas.

Neste episódio, o professor trabalha o fenômeno físico refração da luz que é a base sustentadora do diálogo, ou seja, é o conteúdo programado que o professor desejava ensinar aos seus alunos. Inicialmente o professor introduz a temática trazendo fenômenos anteriormente tratados como a reflexão e absorção, logo em seguida inicia a nossa unidade de análise que seria a explicação inicial do professor quanto ao fenômeno da refração. Por meio de palavras, o professor traz uma situação padronizada, comum nos livros que abordam sobre este conceito: o exemplo do encurtamento do corpo dentro de uma piscina com água. As falas iniciais do professor são mais longas e com questionamentos realizados e respondidos pelo próprio professor.

Estes dois acontecimentos, a explicação da refração como a mudança da velocidade da luz devido a troca de meios é a primeira situação apresentada – um corpo na piscina – fez com que um dos alunos, Aluno C, se manifestasse quanto à sua cognição a respeito do que fora tratado até então e como isto estava relacionando-se aos seus conhecimentos, mostrando uma característica de fenômeno fortuito, que denominados **Analogia**.

Como podemos perceber este fenômeno apresenta uma razão encontrada pelo aluno para formular melhor seu conhecimento a respeito do fenômeno de refração. Esta interação do aluno com o professor e com o conhecimento foi chamada

de analogia pois como se pode notar ele faz uma relação do fenômeno com outro conteúdo de Física, a pressão.

Apresentada a manifestação do Aluno C, o professor faz uma **Explicação superficial** do conteúdo e em seguida a uma insistência do mesmo aluno, o professor mantém a postura ao afirmar que não há relação com o conteúdo em questão e prossegue com a aula; aqui consideramos o final do episódio.

II.2. Refração da luz: O aquário e as imagens do peixe

Professor O: “.... Todo mundo já olhou no aquário, e quando você olha o aquário de quina assim ó, você vê o mesmo peixe duas vezes. Vê um peixe desse lado e o mesmo peixe desse lado. Todo mundo já viu isso? ”

Aluno C: “Já, é maior esquisito. ”

Professor O: “Você olha no aquário tipo assim.... (Desenhando na lousa). Aí você vê um peixe aqui e o mesmo peixe aqui. Você vê o mesmo peixe duas vezes, por que? Os dois casos estão sofrendo refração da luz. A luz da água passa para o ar e sofre um desvio. A luz da água passa para o ar e sofre um desvio. E os dois desvios vem para o seu olho. Então você está vendo o mesmo peixe, só que duas vezes. Tudo bem? Já fizeram isso? Já viram isso? Sem beber nada, sem fumar nada. Tudo isso gente é devido a refração da luz. Por que acontece isso? Porque toda vez que ela troca de meio, ela troca de velocidade, e quando ela troca de velocidade, ela muda de direção. Então no fundo, ela está fazendo isso daqui ó. Imagina um aquário que você está vendo de perfil, a luz faz isso daqui. Certo? ”

Aluno K: “Tem uma experiência para isso. Que fura a garrafa e coloca um laser. Aí o laser segue a água

Professor O: “Se ninguém for fazer essa, eu vou mostrar ela depois. Mas esse aí é mais para mostrar o efeito da fibra óptica. Como funciona a fibra óptica. Você faz um furo na garrafa, a água cai assim, certo? Aí você coloca um laser, aí o laser vai seguir a curva da água. Porque dentro da garra, furinho aqui e a água vai caindo assim, certo? Aí quando você coloca um laser aqui, nessa mesma direção, a luz entra aqui e aí a luz vai fazer o seguinte, ela vai bater nas paredes internas da água. Ela vai bater aqui e vir para cá, vai bater aqui.”

Aluno L: “Aí ela faz o mesmo percurso da água. ”

Professor O: “Ela faz o mesmo percurso da água. Isso aqui é a fibra óptica. Fibra óptica funciona desse jeito. É uma espécie de cano que a luz passa por dentro e vai sendo refletida por ele. E aí a informação chega mais rápido. Dá para a gente fazer isso. Se ninguém for fazer essa experiência que é bem legal, se ninguém fizer eu vou fazer. Tudo bem gente? Porque que acontece isso? O que é um meio então? Já que eu estou falando de meio, o que é um meio então? É o lugar que ela está. Pode ser o ar, pode ser a água, pode ser o vácuo. Oh! Tem uma outra experiência bem simples que ilustra isso. Você pega um copo e uma moeda. Basicamente um copo, uma moeda e água. Coloca o copo na mesa, com a moeda dentro, e você está vendo a moeda. Aí você vai afastando de você, fica parado, vai vendo a moeda, vai vendo a moeda e vai chegar uma hora que você não vai ver mais. Certo? Você para naquele momento e joga água. Quando você joga a água lá você volta a ver a moeda. Sem sair do lugar. ”

O professor traz uma situação planejada corriqueira dos livros didáticos: um peixe visto nas duas faces quando olhamos na quina de um aquário, focalizando

uma identificação de refração como a mudança de velocidade, sofrendo um desvio com a mudança de um meio para outro.

Em seguida a esta condição proposta ao professor, o Aluno K parece estar focalizado numa situação já vista e apresenta seu pensamento de forma literal uma **Memória do cotidiano**. Esta interação do aluno nos mostra que ele busca compreender o fenômeno assimilando-o com uma situação com que ele se deparou no seu cotidiano, seja concretamente ou em alguma mídia do seu convívio social, e que por algum motivo fez relação com a discussão naquele momento.

Em termos de trabalho com o conteúdo desta situação, o professor voltou a falar da questão do meio material, isto é, direcionou a explicação ao meio, trocando para uma outra situação de aprendizagem também aparente em livros didáticos com frequência para dar continuidade as explicações sobre o fenômeno de refração. Ou seja, posteriormente ao Aluno K expor uma experiência que ele vislumbrou no seu cotidiano, o professor mostra interesse no fenômeno trazido, porém sem incluí-lo no conteúdo que está sendo tratado na aula, até porque não há uma relação tão direta por tratar do fenômeno da reflexão total – não incluído no planejamento da refração. Mesmo assim ele optou em fazer uma explicação descritiva do experimento comentando sobre alguma aplicação do mesmo na fibra óptica (não presente no contexto da aula). No entanto, para realizar uma explicação analítica da situação em andamento e planejada, propôs uma nova situação para a análise, realizando a ação que caracterizamos como **Mudança de situação**.

Fora do episódio, esta aula sobre refração estava repleta de fenômenos programados; talvez por esta razão o aluno aceitou a condução do professor e, na sua fala, trouxe um fenômeno que era de sua vivência, que já havia visto, embora não soubesse muito bem o que era. Provavelmente, os fenômenos planejados sobre refração trazidos pelo professor trouxeram aquela evocação do Aluno K ocasionando a proposição do fenômeno fortuito, exposto pelo aluno na sala de aula e ouvido atentamente pelos colegas.

O professor não desenvolveu o experimento descrito pelo Aluno K, ele apenas descreveu o que ocorreria, e não inseriu os conteúdos de Física que estavam por trás desse fenômeno fortuito. O aluno confirmou o resultado do experimento com suas palavras, mostrando que entendeu como ocorre o fenômeno, porém não podemos notar nenhum conhecimento prévio além do próprio experimento, que em algum momento fez parte de sua vivência. Também não podemos relatar sobre o interesse

dos demais alunos sobre a proposta do aluno que trouxe o fenômeno, talvez porque o experimento não foi amplamente desenvolvido naquele momento pelo professor. Como o professor não possuía os materiais, preferiu apenas trazer em sua fala o que ocorria, e prometeu trazer o experimento de forma programada posteriormente. Em sequência a fala desse aluno, o professor traz a funcionalidade da fibra óptica e mostra o porquê a física ajuda a progredir a vida cotidiana dos alunos sendo esta a forma que consideramos que o discente aproveitou deste fenômeno fortuito, mesmo que ele tenha mudado de situação e não tenha dado uma explicação detalhada e adequada.

II.3. Refração da luz: A moeda no recipiente com água

Professor O: “.... Oh! Tem uma outra experiência bem simples que ilustra isso. Você pega um copo e uma moeda. Basicamente um copo, uma moeda e água. Coloca o copo na mesa, com a moeda dentro, e você está vendo a moeda. Aí você vai afastando de você, fica parado, vai vendo a moeda, vai vendo a moeda e vai chegar uma hora que você não vai ver mais. Certo? Você para naquele momento e joga água. Quando você joga a água lá você volta a ver a moeda. Sem sair do lugar. ”

Aluno M: “Vou fazer isso em casa hoje. ”

Professor O: “De novo. Pega uma moeda e um copo. Um copo que não seja transparente. Você não pode ver a moeda pelo vidro. Coloca a moeda bem no meio, e vai afastando o copo. Estou vendo a moeda, aí eu vou afastando. Vai chegar uma hora que eu não estou vendo mais. Pelo ângulo não vai dá para ver mais. Sem me mover, sem sair desse lugar. A água sobe, a moeda volta a aparecer para mim. Se você fazer com criança você fala que você é mágico. Sei lá. ”

Aluno N: “Vou fazer com meu sobrinho. ”

Professor O: “Porque que acontece isso. Agora a explicação. Oh! Acabei de dar um exemplo do que vocês têm que fazer semana que vem, experiência e agora vou dar a explicação. A explicação é a seguinte. Isso aqui é a moeda, tá. Está vista de perfil. Isso aqui é uma caneca. Imagina que nessa posição a pessoa não está vendo a moeda. Isso é um olho. Esse é o olho. Dá para ver a moeda aqui nesse ângulo? Você traça uma reta aqui, não dá para ver. Quem poderia ver essa moeda? Quem tiver nesse ângulo de visão aqui. Tudo que está aqui nesse campo, pode ver a moeda. Quem está fora desse campo, não pode. Isso se chama campo de visão. Então campo de visão dessa moeda é isso aqui. Porque bate no final na moeda e até o final da caneca. Como o olho está fora do campo de visão, ele não vê a moeda. Aí você chega e joga água, joga água de vagar para que a moeda não saia do lugar. E aí continua no mesmo lugar, só que o que a gente acabou de ver? Que quando a luz troca de meio, ela troca de velocidade, quando ela troca de velocidade, ela muda de direção. Então, a luz da moeda que antes estava indo nessa direção aqui, agora ela vai fazer uma curva. E essa curva vai fazer com que você veja de novo a moeda. Então no fundo ela vai fazer isso aqui. Ela vai fazer uma curva quando troca de meio. Ah! Mais professor você está vendo a moeda aqui? Não. Porque para você que está enxergando você, está olhando, você vê tudo em linha reta. Na verdade, você está vendo a moeda aqui. Só que ela está aqui. Tudo que você olha dentro da água, não está no lugar que você está vendo. ”

Aluno O: “É igual a brincadeira de mergulhar para pegar uma moeda, aí você ia mergulhava para pegar e não estava. ”

Professor O: *“Não dá para pegar, olhando de fora você vê a moeda aqui. Só que a moeda está aqui. Ou seja, se alguém for com a mão lá e pegar onde está olhando, não vai pegar nada. Muito louco isso. Mas lembra que eu falei que dentro da água tudo parece mais alto? Então aqui ó. Ouve aqui. Não é só a moeda que veio parar aqui. É toda a base da caneca que veio parar aqui. A base da caneca toda parece que está mais alta. Então você está vendo a base da caneca aqui. É a mesma história da piscina, que parece que é rasa, mas ela é funda. Okay? Esse é o fenômeno da refração. E é por isso que você volta a ver a moeda. Na verdade, você não está vendo a moeda. Você está vendo o que?”*

Aluno P: *“A refração.”*

Professor O: *“Você não está vendo a moeda, você está vendo a imagem da moeda. Ah professor, é a mesma coisa. Não, não é a mesma coisa. Tanto que está em lugar diferente. Está em um tamanho diferente.”*

Aluno Q: “Mesma coisa que você falar que está em um espelho.”

Professor O: *“Espelho você não vê você, você vê a sua imagem. É diferente. Firmeza? Deu para entender mais ou menos? Aula que vem, é quarta ainda, eu vou tentar trazer o laser e a água para fazer isso e vocês verem acontecer. Firmeza total?”*

Uma situação é problematizada inicialmente pelo professor - um experimento apenas descrito para possível imaginação de seus alunos e considerada planejada dando início a mais um episódio. Tratava-se de um recipiente com água tendo uma moeda colocada no fundo, e ao se afastar do recipiente não seria possível mais ver a moeda no fundo, no entanto, ao aumentar a altura da água tornaria possível ver novamente a moeda no fundo mesmo mais distante do sistema observado.

Esta apresentação do professor fez com que um aluno, Aluno O, buscando em sua rede de conhecimentos anteriores, apresentasse uma memória de uma brincadeira cotidiana, que seria, no caso, uma brincadeira na piscina onde deseja-se pegar um objeto no fundo. Caracterizamos esta manifestação do aluno como uma **Memória do cotidiano**. O professor segue explicando a situação planejada inicialmente proposta tendo **Foco no objetivo** específico desta aula, isto é, retoma a explicação do experimento imaginado o recipiente com água e a moeda; aparenta estar satisfeito com a caracterização trazida por ele para o fenômeno de refração, finalizando sua fala sobre a imagem formada pelo desvio da luz que veio do objeto até nossos olhos.

Assim que o professor aborda sobre a imagem outro aluno, Aluno Q, comenta fazendo uma analogia da explicação com a reflexão especular, direcionando seu pensamento ao conhecimento que ele já tinha adquirido sobre espelhos. Esta ação do aluno caracterizamos como **Analogia**, e esta apresentou-se dentro do mesmo contexto que o outro fortuito, ou seja, dentro do mesmo episódio tendo mesma situação planejada a promovendo.

Quanto à conduta do professor quando o Aluno Q apresenta uma comparação entre o fenômeno de refração e a formação da imagem em um espelho, verificamos que ele sucintamente comenta sobre esta relação finalizando seu planejamento de aula. Trata-se de uma explicação curta de uma frase assertiva direcionada apenas ao aluno explanador; isto é, nosso entendimento corresponde à ***Explicação superficial***. A nossa unidade de análise neste caso termina juntamente com o término da aula.

Os fenômenos fortuitos trouxeram momentos ricos a aula para promover a participação de vários alunos, o que representa uma situação valiosa no processo educativo a que se propõe o ensino: a interação social na busca de conhecimento.

As reações dos alunos mostraram interesse por essa metodologia, pois no final da aula disseram ao professor que iriam realizá-la por conta própria em casa. Isso nos mostra que o aluno sente a necessidade de interagir e observar, para construir suas próprias conclusões, como se quisessem “ver para crer”, e assim construir suas interpretações sobre o fenômeno. Ao professor cabe instigar esse comportamento com perguntas a seus alunos para direcionar o entendimento do conceito, seja ele programado ou fortuito.

Nota-se, com as respostas do Aluno P, que o conceito de refração não foi abstraído de um concreto para um abstrato. O aluno faz uma analogia com o conteúdo de reflexão com foco na imagem, como também apresenta uma confusão no entendimento de ambos os fenômenos, refração e reflexão, para o entendimento da formação de imagens. O aluno nos traz em resposta à pergunta do professor que está vendo a refração, mostrando claramente que não compreende também a noção de imagem. Estas questões poderiam ser percebidas pelo professor e serem pontos de discussão e análise para a ressignificação destes conhecimentos para este aluno.

III. Aula de 16 de Setembro de 2015 - Refração da luz: O caminho do laser na água

(Professor enche uma bacia transparente com água.)

Professor O: *“São dois meios aqui. Na verdade, são três meios aqui. Tem o ar, a água e o vidro. Só que o vidro é muito fininho e a gente nem considera isso aqui porque na hora que ela passa para o espaço ela atravessa o vidro também, mas a gente nem considera. Gente, dá para ver aí no fundo. A luz no ar ela não tem nenhum desvio e aí na água. Tem dois fenômenos acontecendo aqui, gente chega mais perto aqui. Primeiro tem uma reflexão*

aqui. A luz atravessa a água e volta aqui, mas ela também reflete. Quem está olhando reto nesta direção aqui, dá para perceber a curva que a luz faz. ”

Aluno C: *“Dá! ”*

Aluno D: *“Parece uma pista de Skate. ”*

Professor O: *“Tenta vir mais e olhar reto. Mas tem outro fenômeno que dá para vocês verem gente. A luz está vindo nessa direção e na parte da água ela está curvada para baixo. É sutil, mas dá. Se eu fizer reto aqui não faz curva nenhuma concordam? Mas conforme eu vou descendo, ela vai fazendo curva. ”*

Aluno E: “Professor, e se você pôr de lado? ”

Professor O: *“Aqui a curva é bem maior, percebeu? ”*

Alunos: *“É verdade. ”*

Professor O: *“Todo mundo está vendo? ”*

Aluno F: *“Esse banguio é louco mesmo. ”*

Professor O: *“De baixo para cima também dá para fazer isso. ”*

Aluno G: *“Olha que dá hora. ”*

Professor O: *“Oh! Está tendo a refração e está tendo um segundo fenômeno que é a reflexão. A reflexão a luz sai aí. ”*

Aluno H: “Professor, mexe a água. ”

Professor O: *“Para que? Tem que fazer sentido. Qual a teoria? ”*

Aluno I: *“Ela quer ver a água mexendo. ”*

Professor O: *“Não vai misturar a luz não, tá. Se a gente misturar aqui não vai misturar a luz não. ”*

Aluno J: *“Vai que né. ”*

Professor O: *“Olha gente, tem reflexão na superfície da água por baixo. Dá para perceber isso? A luz está subindo e aí ela bate na superfície da água por baixo e volta, e depois bate de novo. Dá para perceber a refração? A refração é essa curva que eu estou mostrando agora. Quem está no canto não está vendo, porque tem que ver nessa linha aqui. A refração é ela está vindo aqui desse jeito e quando entra na água ela sobe mais. Ela faz isso aqui. Dá para entender isso? E é esse fenômeno que faz com que a gente veja as coisas distorcidas dentro da água. Lembra da história de p, 2p, de ver as pessoas com a perna mais curta. ”*

Alunos: *“Mais gorda. ”*

Professor O: *“Outra coisa gente, que dá para mostrar com essa experiência. Existe uma coisa chamada ângulo limite. Como assim ângulo limite? Tem um ângulo, esse ângulo que eu estou a luz está saindo da água, não está? ”*

Alunos: *“Está. ”*

Professor O: *“Eu vou deitando, vou deitando, e vai chegar um ângulo que a luz não sai mais da água, ela vai ficar presa. Ela vai bater e vai voltar. Esse é o ângulo limite que está mais ou menos por aqui ó. Agora ele não tem mais luz saindo. Indo para lá e batendo lá. Agora a luz está toda batendo aqui na superfície da água e voltando. Quanto menor o ângulo aí que não sai mesmo. Vou voltar, aqui. Mais ou menos por aqui a luz sai. A lá! Se eu deitar ela para. ”*

Aluno K: *“Mentira, está a luz ali. ”*

Professor O: *“A no chão é a que bateu e saiu lá. Eu estou falando dessa aqui, aqui no meio, não está saindo mais para cima. ”*

Aluno L: *“Professor, no meio dele quando se encontra os dois o meio dele fica mais claro. ”*

Professor O: *“Sim, sim. Se tivesse uma coisa um pouco mais clara, tipo lente, você veria o caminho da luz melhor ainda. Agora vamos fazer a segunda parte. Vou acender a luz, fechem os olhos. Está tudo bem aí? Gente eu vou precisar para fazer a próxima experiência fazer um furo aqui. ”*

Este episódio tem seu início com o professor apresentando o fenômeno da refração da luz por meio de um experimento com materiais palpáveis. Na descrição inicial do experimento o professor apresenta aos alunos o que se deve perceber em sua manipulação com os materiais. O foco do professor neste momento é questão do

ângulo entre o raio incidente de luz e o raio refratado, centralizando suas falas no desvio do raio de luz.

Os alunos levantaram questões a partir da experiência trazida pelo professor. A primeira questão levantada pelo aluno, Aluno E, mostra um pouco do que os experimentos programados promovem: uma proposição trazida pelo aluno de como manusear o laser, buscando observar e entender melhor sobre a refração dentro de um mesmo meio. Esta manifestação do aluno é um ponto muito interessante, pois ao abordar desta forma sobre o fenômeno, o professor instigou a criação de novas formas para observá-lo. Talvez o aluno já tivesse alguma hipótese que não externalizou e que buscava observar para construir uma resposta; então, a apresentação deste experimento nesta forma iniciou na mente do aluno uma problematização focalizada no ângulo de variação do caminho da luz. Entendemos esta manifestação como uma **Questão direcionada** ao fenômeno planejado do professor.

Mesmo um experimento programado pode aproximar os alunos do conhecimento, porém isto ocorre principalmente quando o aluno tem, pelo menos um pouco de familiaridade com o fenômeno abordado, ou como a literatura aponta é mais próximo do observável ou real, ele pode ver o que ocorre e, isto pode motivá-lo a manifestar-se. Contudo, a construção do entendimento do conceito está ligada diretamente ao tratamento lógico/ cognitivo que o aluno dá ao que se observa, isto é, sua assimilação mental do que está sendo discutido, e neste caso o professor pode ser o mediador enriquecendo tais conhecimentos por meio de uma linguagem acessível e compartilhada pelo grupo. A primeira questão direcionada ao experimento realizada pelo Aluno E nos mostra que ele busca verificar com ângulos diferentes se ocorre o que está sendo discutido para compreender melhor o fenômeno realizado pelo professor. Este questionamento está seguindo a linha do objetivo traçado pelo professor em sua aula e então ele realiza a sugestão do aluno para este observar o que poderá ocorrer e concretizar seus pensamentos e interpretações sobre o conceito de refração. O professor juntamente a ação de manusear da forma que o aluno propôs, não questiona, traz a explicação dando o resultado do que aconteceu, sem deixar os alunos observarem sozinhos e proporem o que ocorreu com a mudança do ângulo. Categorizamos esta forma de agir do professor com **Foco no objetivo**. Observamos que sem fazer a problematização sobre a refração ele passa a direcionar os olhares para a reflexão do laser na água.

É válido ressaltar que como a pergunta do aluno casou bem com o ideal do professor para a aula, este chamou a atenção de mais alunos a observarem a proposição do Aluno E, autor do fenômeno fortuito, e podemos perceber expressões e falas de interesse e atenção no experimento em discussão, ou seja, muitos alunos envolvidos e dispostos em dialogar. Ou seja, nessa manifestação do Aluno E, sobre como olhar para o experimento, o professor deu voz a ele e realizou a proposta do aluno sobre o experimento.

Logo em seguida, outro aluno, Aluno H, traz uma **Questão direcionada** ao mesmo experimento planejado e o professor não tem o mesmo tratamento anterior, interrompendo a cognição deste aluno. O professor não desenvolve a questão realizada pelo aluno, não a compreende como cabível ao conhecimento a respeito de refração, visto que ele propõe ao aluno um motivo para que ele realizasse a sua hipótese na prática, causando uma **Desvalorização** da manifestação do aluno. O aluno se cala, porém, outro aluno, Aluno I, responde ao professor na tentativa de verificar também o que ocorre. É um momento em que o professor poderia problematizar em cima da questão e permitir a estes alunos que trabalhassem com seus conhecimentos e os reconstruíssem, sendo então protagonistas de seu saber - formular os porquês, expressarem suas hipóteses, formalizar uma observação e construir uma explicação. Por esta razão, é necessário que o professor tenha os conteúdos de Física bem esclarecidos e um entendimento de como agir a partir destes conhecimentos construtivamente em sala de aula, para poder desenvolver estes momentos em sua aula encaminhando o problema do aluno para construir aquele conhecimento.

Esta ação do professor pode romper com o diálogo iniciado pelo aluno e romper com a investigação que poderia ser feita. Neste caso, o melhor seria a realização do que foi sugerido pelo aluno e, em seguida, questionar o que ele esperava como resultado e se o que foi visto foi satisfatório. Tomando esse caminho, o professor poderia identificar conhecimentos prévios e equivocados dos alunos.

O professor dá sequência ao seu objetivo de falar sobre os ângulos na refração, trazendo a questão do ângulo limite, mas as interações dos alunos que apareceram não mostram a compreensão dos pontos trabalhados pelo professor para a observação desejada, não conseguiam entender ou observar o que o professor apontava, e distanciavam também da explicação do que seria o ângulo limite. O episódio termina quando o professor passa para o próximo experimento, que poderia

se abordar sobre ângulo limite, mas este não foi compreendido pelos alunos. Parece que o professor neste episódio para ambas as situações não problematizou o conhecimento, dando a resposta que ele espera do aluno.

Em ambos os momentos, quando olhamos para a ação planejada do professor, ele buscou indicar aos alunos o que era para ser observado, fechando o caminho de raciocínio, para que eles realmente pudessem focalizar o fenômeno em questão. Mesmo assim, durante o desenvolvimento do experimento os fenômenos fortuitos traziam formas novas para olhar o experimento e entender o fenômeno de forma mais ampla. Com essas falas dos alunos, o professor poderia levantar as hipóteses e observar, mais atentamente, o que estava chamando a atenção deles, ou melhor, o que compreendiam a respeito da refração da luz. Muitas vezes, estas novas formas de olhar o experimento que os alunos trazem, sem seguir um roteiro fixo pré-determinado pelo professor, podem mobilizar novas explicações que esclarecem e dão significado aos conceitos de física envolvidos no fenômeno em estudo; isto é, pode ampliar os horizontes de conhecimentos de seus alunos, para que possam abstrair esse conceito.

Limitar o experimento a um roteiro pré-elaborado é benéfico, para poder ter controle do tempo e dos modos de execução, contudo, deixar os alunos apenas como receptores passivos do conhecimento não estimula a busca pelo conhecimento e o torna cada vez mais distante de seu protagonismo.

6.3.2. PROFESSOR R

I. Aula de 01 de Setembro de 2015 – Turma 1

I.1. Ondas mecânicas: o autofalante

Professor R: “Isso pela água ou seja pelos líquidos, vamos completar aqui. Agora aqui vem um ponto importante, pode ser até pergunta de Enem, as ondas sonoras se propagam através do vácuo? O Vácuo o que ele é, vamos filosofar um pouco.”

Aluno F: “É um lugar vazio.”

Professor R: “Sem oxigênio. Procura pra nós Aluno B, o que é vácuo? Onde está o vácuo mais perfeito? No espaço, por não ter nada no espaço o som poderá viajar?”

Alunos: “Não.”

Professor: “De jeito nenhum né. No filme Star Wars, que fez muito sucesso

na década de 70, assistam esse filme justamente para vocês verem o contraditório, o que não é verdade, então nesse filme há muitas explosões, então vocês conseguem imaginar como seria uma explosão no espaço? ”

Aluno A: *“Seria assim “Puff”. Mudo. ”*

Professor R: *“Perfeitamente, não iria ter som.”*

Aluno B: “Como é que os caras se comunicam? ”

Professor R: *“Através de ondas de rádio, como os astronautas no espaço, mesmo que eles estejam a 5 metros um do outro, um de frente para outro, estação orbital, cada um deles tem um rádio. Se vocês assistirem a um bom filme como 2001, este é um filme fiel, porque nas cenas de espaço eles colocam música. ”*

Aluno G: “Se não sai o som, ele não se propaga como sai a voz do cara pra chegar no rádio? ”

Aluno F: “É porque ele tá dentro do bagulho. ”

Professor R: *“Ele tá dentro de um ambiente que reproduz uma atmosfera, dentro da roupa espacial tem ar mais ou menos como de baixo d'água, de baixo d'água também não tem como se comunicar através de som. ”*

O episódio começa com o professor apresentando um problema, ‘ondas sonoras se propagam no vácuo?’, explicando o que seria o vácuo. Seguindo o professor traz a questão do som com o exemplo do filme Star Wars no qual ocorre diversas explosões e há som, comentando que este é um exemplo contraditório ao que realmente ocorreria. Um aluno então traz uma **Questão direcionada** a situação proposta tentando entender como pode haver então comunicação no espaço. O professor respondeu a questão de forma direta e simplificada, uma **Explicação superficial**. Percebemos que o professor já respondeu sem problematizar para a sala a situação, sendo esta considerada uma ação não promotora de um diálogo e de um ensino com significado para a sala como um todo. Ainda nesta situação outro aluno retoma a questão, ainda não compreendendo a respeito deste problema, aprofundou a questão feita pelo primeiro aluno. O professor deu uma abertura para que outro aluno responder ao colega.

Percebemos que a manifestação do Aluno G apresenta a incompreensão a respeito do conceito de ondas mecânicas, a compreensão não está bem acomodada na concepção deste aluno. Um outro aluno, Aluno F, busca dialogar e auxiliar seu colega na compreensão e o professor entra cortando a cognição conjunta destes alunos respondendo realizando a **Mudança de situação** para explicar – o som embaixo d’água, acabando com o diálogo analítico deste momento. O episódio começou com o exemplo dado pelo professor e terminou por uma decisão do mesmo em mudar a situação sem uma finalização mais formal focalizada na pergunta dos alunos.

I.2. Ondas sonoras: limites auditivos

Professor R: "...Bom pessoal, antes de terminar a aula a gente tem que ver uma coisa muito importante, nossos aparelhos auditivos assim como visuais, são ilimitados nós como espécie temos uma limitação de audição tão quanto de visão, então saibam vocês que para ser considerado som a frequência mínima é de 20hz e a máxima é de 20.000hz ou seja vinte mil vibrações por segundo, estes limites não são fixos é variável de pessoa para pessoa e o que acontece aqui é que a baixo de 20hz nós temos um tipo de "som" chamado de infrassom e acima de 20.000hz temos o ultrassom, então essa é a diferença entre som, ultrassom e infrassom. Na verdade são quase a mesma coisa, acontece que o nosso limite auditivo vai até 20.000z então se vocês pesquisarem mais, vão ver que estes limites são diferentes pra cada espécie, por exemplo, Golfinhos, Baleias, Morcego, e etc, tem limites diferentes. Alguns animais ouvem mais na faixa do infrassom outras na faixa do ultrassom, isso aí tem na literatura. Quanto a isso vocês tem alguma dúvida com esses limites? Como que a gente pode produzir um som sem ser com a boca? Com uma régua por exemplo. Vou pedir para que vocês façam silêncio agora, porque eu vou produzir vibrações, e quero saber se vocês estão ouvindo. Vocês estão ouvindo alguma coisa? "

Alunos: "Não. "

Professor R: "Porque que ninguém tá ouvindo nada? Com certeza essa oscilação é menor que 20hz, então tá na faixa de infrassom. Agora, tá ouvindo alguma coisa? "

Alunos: "Sim. "

Professor R: "Então, é um som grave que já tá na faixa das ondas sonoras audíveis, no mínimo 20hz, se eu encurtar um pouco mais o comprimento da régua, eu posso mudar até a tonalidade que é um assunto que nós vamos ver na aula que vem, tá legal? Um exercício que fica pra quarta-feira, mas todo mundo pode fazer usando a fórmula de equação fundamental das ondas que é " v " é igual a Λ multiplicado pela frequência, ó "sendo a velocidade dos sons no ar igual a 340 m/s, calcule o máximo e mínimo comprimentos de onda das ondas sonoras. "

Aluno A: "Professor, você já viu que cortar uma garrafa e cortar o bico dela o som sai mais alto quando faz assim? "

Professor R: "É o efeito corneta né? Tem um pedaço de papel? (Professor fala o nome do aluno no cone de papel). A gente faz uma corneta de papel, existe uma teoria aí que é um amplificador de potência sonora, mas isso aí se aplica até aqueles gramofones antigos que não tinham circuito eletrônico nenhum, o amplificador era a própria corneta que sai da vibração da agulha.

Aluno A: "Se a gente trazer uma vuvuzela pra gente fazer esse teste? "

Professor R: "No final do mês vai ter uma espécie de feira daí a gente bola essas experiências. Se ninguém tiver pergunta nenhuma por hoje fica assim, mas eu quero que vocês façam esse exercício, que isolando o Λ , fica Λ igual a " v " dividido por " f ", então vocês usam esses dois valores aqui tá? Podem fazer agora. "

Este episódio começa com o professor trazendo um apresentação dos limites da audição nos seres humanos quanto a frequência de onda. Em seguida o professor pega uma régua e apoia uma extremidade na mesa e movimenta a outra extremidade, como dito por ele produzindo vibrações, e questiona os alunos se estão conseguindo ouvi-las. O professor traz a explicação do porquê os alunos não estão conseguindo ouvir dentro do que ele planejou tratar nesta aula. Sequencialmente ele pega uma régua maior e realiza a ação anterior novamente, fazendo o mesmo questionamento

aos alunos. Agindo da mesma forma o professor traz as respostas planejadas, e solicita um exercício para a aula seguinte que tratava em calcular a partir das frequências os limites também dos comprimentos de onda.

Neste momento um aluno, Aluno A, se manifestou trazendo uma **Memória do cotidiano** que este achou cabível a discussão. O professor responde ao aluno realizando uma **Explicação superficial** sobre o assunto não trazendo conceitos de física à sua fala tampouco problematizando. O aluno ainda insiste no fenômeno trazido em sua fala, pedindo ao professor para trazer uma vulvuzela na outra aula e discutir sobre ela, no entanto o professor diz que terá uma feira no final do semestre e não aproveita do momento trazido para aula.

O professor não problematiza o assunto para a sala e não trata sobre o conceito de ressonância que tem relação com o experimento sugerido pelo aluno, isso não promoveu um momento significativa para este aluno e também outros participarem num diálogo. Podemos notar a falta de oportunidades para o diálogo pelas falas extensas do professor com interrupções escassas dos alunos.

I.3. Ondas sonoras: sirene na campânula

Professor R: *“...Foi feita um experiência em que você coloca uma sirene ou uma campainha dentro de uma campânula de vidro, que é um recipiente de vidro, tira todo ar de lá de dentro, e ela para de emitir som, mesmo aqui na terra você pode fazer isso com uma bomba de vácuo.”*

Aluno F: **“É a mesma coisa que ascender uma fosforo em uma lugar fechado?”**

Professor R: *“Então o vácuo, assim como não existe som, no vácuo não vai pegar fogo porque não tem ar, são duas coisas que são mais ou menos interligadas o fogo está ligado com oxigênio e o som está ligado com algum meio material, tem que haver matéria pra se propagar, inclusive ultrassons e infrassons ta? Mais alguma curiosidade?”*

Neste episódio o professor introduz uma experiência que contava com uma campainha dentro de uma campânula de vidro na qual é retirada todo o ar. Logo em seguida um aluno, Aluno F, faz uma comparação desta situação com outro conteúdo externo a física, uma **Analogia** a combustão. O professor realiza uma explicação direta e fechada ao questionamento do aluno, **Explicação superficial**.

Observamos que o episódio foi curto com interação de um aluno e com falas mais longas do professor. Neste caso consideramos a postura do professor de dar as respostas esperadas por ele para as situações tanto planejadas como fortuitas como uma forma de dificultar o diálogo. Poderiam ser feitos mais questionamentos ou talvez

problematizar a situação fortuita trazida pelo aluno para toda a sala buscar compreendê-la e formular respostas, construindo assim um diálogo pedagógico mais significativo com compartilhamento de conhecimentos por parte dos alunos, trazendo-os assim como protagonistas na construção do conhecimento.

II. Aula de 06 de Novembro de 2015 – Turma 1

II.1. Características das fontes de luz

Professor R: *“...Fonte monocromática e fonte policromática? Está escrito aí, 'monocromática é a luz de uma única cor', por exemplo, o laser é monocromático? É, tem laser amarelo, vermelho e laser verde, depende do cristal que está gerando laser.”*

Aluno K: “Professor, dependendo do laser eu posso rasgar uma parede?”

Professor R: *“Não.”*

Aluno G: “Tem um laser que ele rasga papel, ele queima o papel.”

Professor R: *“Você pode cortar tecidos com laser. Então, eu não entendo muito disso, mas essa questão de furar parede, laser como arma, eu acho que não existe. Eu acho que isso tudo surgiu....”*

Aluno K: “Com Star Wars.”

Professor R: *“Não, é que na década de, aliás, na passagem do século dezanove para o século vinte, surgiu a eletricidade, nós sabemos que toda a eletricidade, toda energia elétrica é conduzida através de fios, agora tinha um cara, que eu quero lembrar o nome, Tesla. Era uma briga, porque era o seguinte: parece que tinha o Benjamin Franklin e Tesla, não me lembro bem, um queria transmitir a energia elétrica sem fio, através do espaço, do ar, então o que ele fez, ele começou a construir um monte de engenhocas, por exemplo, uma torre cumprida com uma bola, e ele tinha uma alta voltagem e aquele negócio ficava faiscando, então o pessoal que morava na cidade ficou com medo das experiências do Tesla, se não me engano era o Tesla, por que ele queria transmitir energia elétrica através do ar, não estou falando de onda eletromagnéticas, onda eletromagnética é onda de rádio, ele queria emitir energia elétrica, daí parece que ele inventou ou inventaram naquela época um tal de arma que funcionava com uma espécie de raio, saía um raio. Bom, isso aí ficou no imaginário de Hollywood, digamos assim, então muito filmes de Hollywood daquela época apresentavam armas de lasers, jogava um laser, no Hércules, por exemplo.”*

Aluno K: *“Mas você acha que não pode acontecer isso?”*

Professor R: *“Não. É muito pouca energia.”*

Aluno L: “Professor, esses dias eu estava pesquisando, aí eu vi um negócio que chama Bobina de Tesla, que serve de para raio.”

Aluno K: *“Professor, mas e daqui a mil anos?”*

Professor R: *“Pode ser.”*

Aluno K: *“Porque hoje precisa de muita energia.”*

Professor R: *“Pode ser, ninguém sabe. Pode ser que venham a inventar uma arma com laser, mas que eu saiba não existe nenhuma arma a laser, nem saindo raios.”*

O professor introduz a aula falando sobre as definições dos tipos de fonte de luz primária, secundária, secundária. Em seguida, continuando a caracterizar as

fontes de luz em puntiforme e extensa inclui na os conteúdos de sombra e penumbra para explicá-las.

Quando o professor começa a explicar os tipos de luz quanto a sua emissão de frequências, policromática ou monocromática, apresenta o laser como um objeto emissor de luz monocromática, temos aqui o início do nosso episódio. E, então, um aluno, Aluno K, se manifesta sobre este assunto fazendo uma Questão direcionada ao assunto – um laser pode corta parede? O professor responde monossilábico, ***Explicação superficial.***

Rapidamente, outro aluno, Aluno G, se interessa pelo assunto e apresenta uma ***Memória do cotidiano*** ao problema em questão, uma observação a respeito de sua vivência externa ao ambiente escolar – um laser rasgando ou cortando um papel. Antes do professor concretizar sua explicação o Aluno K interrompe trazendo uma ***Memória do cotidiano*** para explicar, entrando novamente no diálogo com o professor e o outro colega. Notamos o envolvimento do Aluno K que ainda permanece insistindo no comentário a respeito da luz como fonte energética comentando sobre o filme Star Wars que tem em seu conteúdo sabres de luz que cortam parede e se assemelham a lasers na vida real na sua forma estrutural, mostrando o interesse e envolvimento com este assunto tendo significado para ele.

Ambos os alunos, G e K, focalizam a energia produzida por um laser e não a questão inicialmente proposta pelo professor que era a cor que a fonte de luz emitia. O professor na sequencia das manifestações não responde dizendo não entender e desviando o assunto para questões da elétrica, realizando uma ***Explicação longa***, e por fim voltando a tratar do planejado para sua aula - a emissão de luz. Por fim, o professor prossegue sua aula planejada tratando de outros fenômenos e realizando exercícios do livro didático finalizando este episódio.

Em seguida a este desvio dado pelo professor na explicação mais um aluno entra em discussão, Aluno L, comentando a respeito de uma Memória do cotidiano, sobre a Bobina de Tesla, mais um assunto que poderia ser discutido e que foi para outros conteúdos de física, um pouco mais distante de conteúdos do segundo ano do ensino médio, mas fazendo sentido dentro da explicação longa do professor. Para esta manifestação, o professor não deu voz ao aluno, e seguiu o diálogo com o Aluno K, nos confirmando que ele focou o diálogo nos alunos K e G, não abrindo a discussão a sala. Podemos também sugerir que esta ação do professor pode ter ocorrido para não desviar ainda mais o assunto do que ele planejava para esta aula.

A respeito do tratamento dos conteúdos de física, notamos que o professor deixou de focalizar a questão energética, podendo transformar este envolvimento dos alunos num diálogo rico de informações que trariam significado às manifestações de seus alunos, poderia enfatizar a explicação no funcionamento do laser, é um emissor de luz, questionando aos alunos os porquês se poderia ter esta energia concentrada, e também buscando nos seus questionamentos chamar mais alunos a proposições dentro deste diálogo. Observamos também que mesmo com falas com respostas formuladas pelo professor, os próprios alunos vão desenvolvendo a discussão, mesmo que esta caminhe para conteúdos bem distante do planejado pelo professor.

O diálogo entre os pares foi rico para a troca de experiências, contudo este protagonismo dos alunos não foi suficiente para que eles aprendessem e apreendessem conceitos mais elaborados de física, por esta razão, consideramos o professor um ator essencial dentro do contexto do diálogo. A condução e o enriquecimento dos conhecimentos é realizados por ele, ou seja, ele é o responsável pelo caminhar dos alunos ao formalismo da física.

II.2. Fonte de luz e a visão

Professor R: *“...Bom, mas enfim, daí ele pergunta na página 130, tem quatro questões lá, eu queria analisar só três questões com vocês. Primeira - Uma lâmpada acesa é luminosa ou iluminada? É um corpo luminoso ou iluminado?”*

Aluno M: *“Iluminado.”*

Professor R: *“Iluminado, cara? Mas como?”*

Aluno M: *“Espera, fiquei confuso.”*

Professor R: *“Então vamos explicar direito. A gente enxerga luz, certo? Como que a gente enxerga essa mesa? Vamos pensar. A luz vai, reflete na mesa e alguns raios vem para os nossos olhos, como nós temos dois olhos, nós temos uma noção de profundidade, sensibiliza nossa retina.”*

Aluno N: “Se a gente não tivesse um olho, a gente não ia ter essa noção?”

Professor R: *“É, as pessoas que são caolhas elas não têm muita noção de profundidade. Então o que acontece, um objeto luminoso ele emite a luz, ele emite a luz que refletido no objeto iluminado vai vir para a minha retina e vai me causa a sensação de visão, daí tem todo o funcionamento do olho, que a gente vai pegar uma aula para analisar isso aí, enfim a informação vai para o cérebro, então é isso aí que acontece. Agora se eu vedasse tudo aqui, apagasse tudo, não tivesse nenhuma fresta de luz, nem nada, o que eu veria?”*

Aluno N: *“Nada.”*

Professor R: *“Nada gente, só uma escuridão profunda. Você pode entrar em um ambiente que esteja cem por cento escuro, pode, é que hoje em dia é difícil você entra cem por cento escuro, mesmo que você feche todas as portas da sua casa, sempre vai entrar uma réstia de luz, uma fresta de luz.”*

Bom, daí 'fontes de luz puntiformes são necessariamente de pequenas dimensões, explique.' Quem pode explicar? Uma estrela, eu acabei de explicar, para nós é um ponto, mas se a gente chegasse perto dela? Ela já não seria um ponto, seria uma fonte extensa, como o sol, como a lua, então depende da distância. Uma lâmpada, como essa aqui, pode ser um ponto para mim, mas para uma mosca pode ser grande. Daí ele pergunta assim: 'você considera estrela uma fonte de luz extensa ou pontual? Justifique.' Ta aí né gente, depende da distância que está a fonte. Bom, aí a gente tem três tipos de meios de propagação, por que a luz, ela é uma onda como a gente já viu, então ela se propaga, ela viaja, mas só que a luz tem uma propriedade, ela só pode se propagar nos meios chamados de transparentes ou translúcidos, e qual é a diferença entre um meio transparente e meio translúcido?"

Este episódio observado tem seu início com o professor analisando uma questão do livro didático que aborda corpos iluminados e corpos que iluminam, trazendo a condição de uma lâmpada acesa fazendo a problematização se esta é um corpo iluminado ou que ilumina. Um aluno não responde como o esperado pelo professor, então ele passa a explicar o problema inicial da lâmpada com outra situação – uma mesa iluminada na sala de aula e quais as formas que propicia a sua observação por meio do olho humano.

Nessa explicação o professor fala sobre a profundidade devido a focalização por dois olhos do objeto e um aluno então se manifesta realizando uma **Questão direcionada** à situação da visão e à profundidade. Quanto à manifestação do aluno tínhamos uma nova situação problema que poderia ampliar os conhecimentos a respeito da visão humana por parte dos alunos, uma pessoa com um olho teria a mesma noção de profundidade que uma pessoa com os dois olhos.

O professor respondeu com superficialidade à questão do aluno relatando que trataria melhor sobre o conteúdo da visão em outra aula, o que não observamos ocorrer. Portanto, não houve resposta direcionada à problemática do olho por parte do professor, seguindo seu planejamento, voltando aos assuntos de intensidade luminosa e meios de propagação da luz decidindo que o assunto não era cabível a aula, sendo, então, para nós o fim deste episódio de análise. Esta ação do professor foi considerada por nós como ele tendo **Foco no objetivo** planejado.

6.3.3. PROFESSOR N

I. Aula de 10 de Agosto de 2016

I.1. Refração da luz

Professor N: “Bom, gente, vamos lá, vamos voltar para os fenômenos óticos que eu quero apresentar para vocês. O primeiro chama-se difusão, o que é isso? Se você for ao dicionário de Língua Portuguesa e procurar o verbo difundir, certamente você vai encontrar, espalhar. Quando eu digo para vocês que nos vemos o ventilador por que ele manda luz para os nossos olhos, perfeito. Então o ventilador reflete a luz? Não, o ventilador não reflete. O ventilador difunde, difundir quer dizer espalhar em todas as direções. Luz do sol, luz da lâmpada, bate no ventilador, o ventilador manda luz em todas as direções, todos nós estamos vendo o ventilador, o ventilador difunde a luz, ela atinge uma superfície, a luz vem do sol, a luz vem da lâmpada, bate no ventilador e ele espalha a luz em todas as direções. Você poderia entender que não é errado dizer que o ventilador reflete de maneira desordenada, a luz bate no ventilador ele manda para nós e para todas as direções, isso é difusão, é espalhar, tudo bem? Vamos tentar escrever e representar isso para vocês. Gente, eu tenho aqui uma superfície, essa superfície é o ventilador, é a lousa, é você, é a mesa, é a janela, qualquer coisa eu tenho uma superfície, olhe a luz atingindo, vindo do sol, vindo da lâmpada, e atingindo o ventilador, atingindo a superfície, só perceba que eu desenhei os raios de luz que incidem com o ventilador de forma ordenada, eles vem paralelos, eles vem organizados, mas quando atingem o ventilador, quando atingem o seu corpo, olha como eles se espalham de forma completamente desordenada. Por isso que todos nós recebemos a luz do ventilador, chama-se difundir, não é correto você falar que o ventilador reflete, quem reflete é espelho, é o próximo fenômeno que eu quero discutir com vocês. Então, a difusão é receber a luz e devolver para o meio, hipoteticamente para nós aqui, a luz bate e espalha, difusão. Segundo fenômeno que eu quero apresentar para vocês é a reflexão. Eu tenho uma superfície plana extremamente lisa, polida, luz incidindo. Olha a luz incidindo sobre a superfície plana, por exemplo um espelho de vidro, um espelho metálico, vocês sabem que existem espelhos metálicos né, gente? Não precisa ser de vidro. Aço extremamente liso, polido, é um espelho. Como é que a luz se comporta ao atingir essa superfície? Gente, é bater os olhos para perceber a diferença, é marcante, é clara a diferença, bateu espalhou para todo lado. A forma organizada, raios de luz incidindo sobre a superfície polida. Gente, ficou alguma dúvida aqui? Acho que não, né? É bem claro. Gente, eu sei que isso aqui vocês nunca ouviram falar, mas isso aqui acontece na vida de você, refração. Parecido com reflexão, nada a ver. Gente prestem atenção, nós estamos na beira de uma piscina em pé olhando para a piscina, água limpa, a piscina não tem 400 metros de profundidade? É um metro ou um metro e meio e no fundo da piscina tem uma pedra, algum de vocês tem dúvida, eu estou falando sério, alguém tem dúvida que nos enxergamos a pedra? Lembra daquela frase de agora a pouco? Tudo o que nos vemos é por que recebemos luz daquele objeto, se nós estamos vendo a pedra é por que estamos recebendo luz da pedra, dúvida? Agora eu quero examinar essa situação, a pedra esta... (Celular do professor toca) Gente, vamos voltar de onde a gente estava. Estávamos discutindo a refração. Então estamos na beirada de uma piscina, dentro desta piscina tem uma pedra, nós estamos olhando e estamos vendo esta pedra, se nós estamos vendo a pedra, nós estamos recebendo luz da pedra, eu quero fazer uma consideração importante, a pedra está dentro da água e nós estamos no ar,

analisem comigo, a luz que nós recebemos da pedra vem pela água, passa para o ar e chega aos nossos olhos, tudo o que nós vemos é por que recebemos luz do objeto, nós estamos recebendo luz da pedra, só que a luz vem da água, passa para o ar, gente, esse fenômeno da luz passar de um meio para o outro, neste exemplo ela passou da água para o ar, esse fenômeno chama-se refração.”

Aluno C: “De onde está vindo essa luz? ”

Professor N: “De onde está vindo essa luz que você recebe do ventilador? ”

Aluno C: Do sol.

Professor N: “A piscina pode ter luz artificial, ela pode estar num quintal, luz do sol, é uma luz natural de uma fonte primária, eu não estou preocupado, a sua pergunta é pertinente, cabe, mas não importa, o que importa é que eu recebo luz da pedra. Gente quando a luz muda de meios ocorre alguns fenômenos, mas não é hora de a gente discutir isso por que altera velocidade, altera comprimento de onda, mas vocês não sabem o que significa isso, então esquece, o que interessa é, refração é o fenômeno que ocorre quando a luz muda de meio quando esta se propagando, acontecem algumas coisas, não importa por enquanto, a luz vem da pedra, a pedra está na água e passa para o ar, eu estou recebendo a luz, e eu estou no ar, então isso é refração. ”

Este episódio teve o início com o professor fazendo suas explicações a respeito do fenômeno de refração da luz. Inicialmente o professor descreveu a situação de uma pessoa perto de uma piscina de um metro de profundidade com uma pedra no fundo comentando que se é possível ver a pedra porque há luz chegando aos olhos. Em seguida fez a consideração de que há dois meios envolvidos, a água e o ar, e descreveu o caminho da luz. Ele enfatiza que o fenômeno da refração é esta mudança de meios em que a luz percorre sem tratar de seu desvio ainda.

Antes do professor prosseguir suas explicações um aluno, Aluno C, se manifesta fazendo uma **Questão direcionada** a situação em análise nos mostrando uma incompreensão ainda sobre a fonte emissora de luz, no caso a pedra que seria uma fonte de luz secundária. O professor responde este aluno trazendo a situação planejada novamente tendo **Foco no objetivo**, a refração da luz enfatizando a questão da mudança de meio.

É importante observarmos que o professor escolheu o objetivo de explicar o fenômeno de refração como a mudança de meio, sem dar o tratamento incluindo o desvio do seu caminho, angulações e explicações mais formais. Isto se apresenta em sua fala final no episódio, onde ele diz que, apesar de entender isto como parte do fenômeno, não gostaria de incluir em suas explicações por falta de compreensão dos alunos devido a densa linguagem científica. Esta ação confirma a nossa noção de que ele estava focado em explicar a refração desta maneira, e que também tinha isto como objetivo.

É importante ter uma aula bem planejada, contudo este enrijecimento no desenvolvimento da aula é um fato que afasta o aparecimento de diálogos

pedagógicos, provocando falas extensas por parte do professor, como visto na transcrição.

I.2. Refração: os óculos

Professor N: “Mais um exemplo, nós estamos nos vendo, nós três aqui e muitos outros, não há refração, mas quem está de óculos está me vendo torto, dupla refração, vamos analisar, eu não quero que você diga sim só por que eu estou dizendo, quero você entenda. O fato das pessoas que usam óculos estarem vendo o ventilador ou me vendo, vamos analisar isso. Eu estou no ar, luz sai do meu corpo pelo ar, atinge a lente dos seus óculos, refração, seus óculos são de vidro ou de plástico, não importa, a luz entra pelo vidro, do ar para o vidro, refração, só que depois ela sai pelo vidro, aqui no espaço entre seus óculos e os seus olhos existe ar, vamos resumir gente, ar, vidro, vidro, ar, dupla refração, dá para entender isso? Isso é tranquilo? Mais um exemplo, acho que todos sabem que o sol está no vácuo, não tem ar cercando o sol, não há nada, mas nós estamos no ar, então a luz do sol que chega a nós vem pelo vácuo e entra no ar, refração. Mudou de meio é refração. Refração é o fenômeno que ocorre com a luz quando ao se propagar ela muda de meio, mudou de meio, refração. Gente, a refração explica miragens, a refração explica, não sei quantos já perceberam, você está na estrada num dia de muito sol, parece que a estrada esta molhada e não está, refração explica isso. Uma última pergunta para nos mudarmos. Eu vou desenhar a refração. Você está de frente a um aquário e este aquário está cheio de água, lá dentro do aquário tem um peixe e você usa óculos, quantas refrações tem para você ver o peixe? De novo, aquário, dentro do aquário tem água, tem um peixe e vocês estão de óculos, você está vendo o peixe, quantas refrações?”

Aluno B: “4”

Aluno C: “3”

Professor N: “Vamos ver quantas. O peixe está na água, tem uma parede de vidro, então primeira refração, a luz passa da água para o vidro. A luz sai do peixe e vai para a parede de vidro, saiu da parede de vidro para o ar, duas refrações. Água, vidro, vidro, água, dá para ver essas duas? Pronto.”

Aluno D: “E a lente de contato?”

Professor N: “A lente de contato? Vamos analisar, olho, lente, lente, ar, a diferença é que entre os óculos e os olhos existe ar, certo? A lente não, ela está grudada nos teus olhos, não tem ar. Gente, quando ocorre a refração, 99% das vezes a luz muda de direção, a uma única situação em que ela não muda de situação, então eu não quis desenhar para vocês a exceção, regra geral, regra, eu não falei que era sempre. Há uma situação que a luz não muda de direção quando ela muda de meio, mas na maioria das vezes ela muda, isso explica porque a piscina parece mais rasa do que é, porque uma pessoa em pé dentro da água fica mais curta, fenômeno da refração, vamos resumir? Refração, mudar de meio. Só quero falar de mais uma.

A abordagem sobre o fenômeno da refração da luz, o professor traz situações descritas para realização de uma análise dentro do seu objetivo traçado, mudança de meio como explicação para refração. A primeira situação tratava da refração nos óculos, a segunda da refração sofrida pela luz ao entrar na atmosfera terrestre, a terceira as miragens e a última a passagem da luz em um aquário com um peixe. Esta apresentação inicial realizada pelo professor deu início ao nosso episódio.

Na última situação planejada e apresentada pelo professor, este problematiza para toda sala quantas mudanças de meio ocorria, ou seja, quantas refrações. Os alunos responderam os números de refrações que acreditavam aparecer na situação proposta, o professor não continua a problematização e segue construindo uma análise respondendo ao problema que ele mesmo propôs.

Um dos alunos, Aluno D, manifesta-se em seguida a esta discussão sobre outra situação em que ocorre refração, no caso, a lente de contato, na busca de tentar generalizar o fenômeno. Caracterizamos a atuação do aluno como um fenômeno fortuito de **Generalização**. A manifestação do Aluno G, o professor analisou sozinho, sem envolver o próprio aluno questionador a pensar a respeito do problema, dando uma **Explicação superficial** fechando o cenário do diálogo. O episódio chega ao seu fim com a mudança de fenômeno feita pelo professor para seguimento de seu planejamento, quando passa a caracterizar e descrever situações em que aborda a absorção de luz.

A postura de construir a análise individualmente realizada pelo professor é crucial para a não ocorrência de um diálogo. Este não permite a seus alunos ter um olhar crítico a situação, apresentando a física como uma ciência com respostas únicas. É evidente esta falta de diálogo quando olhamos a transcrição, as falas do professor são extremamente extensas quando comparamos aos alunos. Notamos também que isto não proporciona o envolvimento de mais alunos na discussão, tendo apenas como atores o aluno manifestante e o professor, diminuindo assim os conhecimentos apresentados. Isso dificulta a ação do professor em encaminhar uma aula mais significativa aos alunos como também no aprendizado dos alunos.

II. Aula de 12 de Agosto de 2016

II.1. A cor de um objeto: emissão de luz na parede na sala escura

Professor N: Gente, vamos continuar. É ... seria legal, não é brincadeira, se você para ter uma exata noção do que é ter ausência de luz, não é o que acontece a noite com você no seu quarto. Meus olhos vão se acostumando e aos poucos eu consigo ver alguma coisa. Gente, não! Feche os olhos apertados e ponha as duas mãos apertadas. Isto é preto. Você pode ficar três horas, você vai continuar não vendo nada. Isto é realmente ausência de luz. Eu quero que você imagine essa sala nessa situação. Completamente sem luz. Negrume total. Legal, vocês não conhecem a sala. Eu vou pegar uma lanterna que emite luz branca, vou jogar na parede e perguntar para vocês – que cor é a parede? Todos vão falar? ”

Aluno B: “*Preta.*”

Professor N: “*Todos vão falar? Branco.*”

Aluno B: “*Como assim está tudo preto?*”

Professor N: “*Gente, esse negócio aqui tem a propriedade de mandar para os nossos olhos todas as cores, e a soma de todas as cores é branco. Se eu estou mandando luz branca, ela vai mandar para os nossos olhos branco. Apaguei a lanterna de luz branca, acendi uma lanterna de luz vermelha, e mandei na parede. Que cor que é a parede?*”

Aluno B: “*Branca.*”

Professor N: “*Vermelha. Porque dentro do branco tem vermelho. Se põe luz vermelha na parede branca, você vai ver a parede vermelha. Gente, esse objeto tem a propriedade de só devolver o verde, esse objeto tem a propriedade de devolver tudo. Se você mandar vermelho, ele difunde vermelho para os nossos olhos. Se você mandar amarelo, ele difunde amarelo para os nossos olhos. Se você mandar azul, ele difunde azul para os nossos olhos. Porque lá dentro tem todas as cores.*”

Aluno C: “*Por exemplo, eu quando pinteí meu cabelo, no banheiro que tem na minha casa a luz é amarela. Aí por exemplo o meu cabelo ficou azulado. Quando eu coloco na luz branca ele fica cinza escuro. Como é que explica?*”

Professor N: “*Luz, o fundamento, o raciocínio é uma coisa. Muda a energia. Seu cabelo é pigmento, a luz (inaudível) vermelho. Gente, o que eu quero de vocês, o raciocínio que eu vou pedi é assim. Eu vou fazer uma analogia, não sei se vocês sabem o que é analogia, é um raciocínio semelhante. Gente, se eu chegar em qualquer um de vocês e falasse assim – mas ô me dá uma bolinha de ping-pong? Você diria se eu tivesse eu te daria, mas você não tem bolinha de ping-pong para me dar. Se ele pudesse ele me daria, mas só que ele não tem para dar.*”

Professor faz sua explicação sobre a cor de um objeto, o objeto difunde a cor que enxergamos, e em seguida traz a situação da sala escura sem luz nenhuma e uma lanterna acesa direcionada à parede para a análise por meio da definição de cor apresentada anteriormente. Esta situação proposta pelo professor marca o início deste episódio. O Aluno B entra com uma **Questão direcionada** à situação problema trazida pelo professor, mostrando não a ter compreendida por completo. O professor responde ao aluno descrevendo novamente a situação problema e resolvendo-a sozinho em sua fala, uma **Explicação superficial**. Em sequência o professor modificou a fonte de luz na situação da sala escura, sem mesmo confirmar ou perceber um entendimento do Aluno B com a primeira fonte de luz. Notamos que este aluno responde a situação seguinte equivocadamente, confirmando nossa hipótese da sua incompreensão, contudo o professor segue explicando sem ter esta percepção.

Outro aluno, Aluno C, mobilizado pela explicação do professor, que no caso abordava sobre diferentes fontes de luz interferindo na cor de um objeto, interrompe fazendo o comentário de um acontecimento de seu cotidiano relacionado a fonte de luz e a cor- uma tintura de cabelo colocada em diferentes fontes de luz, amarela e branca, ou seja, traz uma **Memória do cotidiano**. O professor responde direcionado

ao Aluno C, realizando na sequência uma **Mudança na situação** para explicar o problema, uma analogia.

Observando a transcrição, as falas dos alunos vão aparecendo intercaladas as do professor e em menor tamanho. O monopólio das explicações do professor é evidente, não são expostas as manifestações dos alunos para a sala, as respostas apresentam-se já com a análise da situação, seja por meio de uma explicação superficial seja por meio de uma mudança de situação. Isso dificulta o envolvimento de mais personagens no diálogo, e, também, o diálogo.

Esta postura do professor não permite a ele perceber as dificuldades dos alunos sobre o conceito ao qual se pretende ensinar, sendo assim lacunas no entendimento dos alunos persistem e o entendimento fica ainda mais difícil com o dificultar da linguagem e a inserção de um formalismo à explicação.

II.2. A cor da lousa

Professor N: "...Atenção agora, essa é a parte importante. Esse objeto tem a propriedade de difundir apenas o verde. Esse objeto só difunde verde. Se eu mandar luz branca nesse objeto, dentro do branco tem verde, e ele manda para os nossos olhos verde. Sala completamente escura, se eu mandar luz branca na lousa eu vejo a lousa verde. A lousa está dizendo a nós – eu só tenho para mandar para vocês o verde. É a única coisa que eu sei, mandar para vocês verde. Se nós mandamos branco para a lousa, tem dentro do branco verde, que ela faz? Manda para os nossos olhos o verde. Ela está recebendo verde. Se você está me mandando verde, eu estou mandando verde para o seu olho. Se você apagar e mandar na lousa uma luz verde, ela manda verde para os nossos olhos. Eu só tenho a competência de mandar para você o verde. Nenhuma outra eu consigo mandar, eu só mando verde. Quando você me manda branca, está me mandando verde. Vocês entenderam esse raciocínio? Esse negócio está falando para nós que eu só tenho para mandar para você verde. Se você mandar branco que tem verde dentro, ela devolve verde para nós. Se você mandar verde, ela devolve verde. Atenção agora! Escuro, e se eu mandar a luz vermelha? Ela vai falar assim, eu não sei devolver nada. Eu só sei devolver verde. O que ela vai devolver para nós? Nada! Porque só tem vermelho. Você vê um feixe de luz verde no espaço, lógico. Uma luz verde, eu estou vendo a luz vermelha, quando ela bate nesse objeto, esse objeto fala assim – eu não sei devolver vermelho. Eu só sei devolver verde. O que eu vou devolver para vocês? Nada. É uma lousa, é verde sobre luz branca. A lousa é preta sobre luz vermelha. O morango é vermelho porque ele só sabe devolver vermelho. Ele só devolve o vermelho se ele receber o vermelho. Se eu mandar luz verde no morango, ele não manda luz nenhuma para nós. O morango está falando – eu só sei devolver, eu só difundo o vermelho. Só que para eu difundir vermelho, tem que mandar vermelho. Se você não dá luz vermelha para o morango ele não manda luz vermelha para nós. Você tem que mandar o branco. Ah bom, dentro do branco tem vermelho. Nós nascemos sobre luz branca. Então, para mim a lousa é verde. O morango é vermelho. Porque recebe luz branca. A blusa é azul porque recebe luz branca. Se a luz do Sol fosse azul, a terra seria azul e preta. Tudo que é branco e azul, seria visto por nós azul. O resto seria tudo

preto. Gente, você tem que raciocinar, a lousa é verde porque ela só sabe difundir o verde, se você mandar vermelho, ela fala – não sei difundir o vermelho. Então o que eu vou difundir? Nada! Fica preto. ”

Aluno D: *“Então a lousa é verde.”*

Professor N: *“Depende. Sobre qual luz? A lousa é verde sobre a luz branca ou verde. Sobre qualquer outra luz, a lousa é preta. Fala pessoal. Reage. Quando vocês chegarem em casa hoje, você pega um tomate e fala – mãe esse tomate é preto? (Risos e tumulto nas falas dos alunos). Gente, um comentário que eu acho que vale a pena fazer. Num momento tem vários com uma blusa preta, não é azul marinho, é blusa preta. Tente enxergar sobre o seguinte ângulo, na verdade eu não estou vendo preto. (Professor falando da blusa de um aluno.) Eu estou vendo um braço branco, uma letra “P”, uma bola vermelha e branca. O preto eu não estou vendo, o preto absorve todas as cores e não tem a capacidade de mandar nada para os nossos olhos. Eu estou vendo o que está em volta do preto.”*

Aluno E: “Que nem aquela história do vestido que era azul, prata?”

Figura 2: Imagem do vestido polêmico referido pelo Aluno E. Acessado em 05 de Novembro de 2016: <http://g1.globo.com/jornal-hoje/noticia/2015/02/psiquiatra-explica-polemica-sobre-mudanca-de-cor-em-vestido.html>.

Professor N: *“Eu não cheguei a ver.”*

(Aluno E mostra foto dos vestidos no celular para o professor e outros alunos fazem tumulto de comentários sobre a história do vestido.)

Professor N: *“Pessoal, eu não tenho certeza, mas eu acho. Posso falar? Eu acho que aquilo ali. Defina aí. Qual é a pergunta?”*

Aluno E: “Tem jeito de algum vestido assim, mas a cor influencia? E, daí a gente vê o vestido assim no caso.”

Professor N: *“Eu vejo preto.”*

Aluno E: *“Tem fotos mais bonitas, não essa daqui.”*

(Alguns alunos falam juntas cores que veem no vestido)

Aluno F: *“Eu vejo preto e azul.”*

Professor N: *“Gente, é muito difícil de explicar para vocês a que diz respeito ali, tem razão lá que chama reflexão total. As cores, as diversas coisas têm propriedade diferentes quando sofrem a refração, quando sofre a passagem de um meio para outro, elas passam com ângulo de inclinação diferente. Então alguma cor pode estar sofrendo refração. A outra já está sofrendo reflexão. A que reflete chega aos seus olhos ou a que refrata não chega. A uma explicação física para isso. Um pouco difícil de passa para você.”*
(Professor voltou a lousa)

Este episódio inicia com uma longa explicação do professor sobre a cor de um objeto, trazendo diferentes objetos e descrevendo a cor que se observa quando estes são expostos a diferentes tipos de cores de fonte de luz. Nesta introdução, o professor fala sobre a cor preta e que não a vemos, vemos por contraste, então o Aluno E se manifestou apresentando uma experiência cotidiana de seu conhecimento – o caso que apareceu na mídia sobre a cor de um vestido, uma **Memória do cotidiano**. Como visto na figura houve uma problematização na mídia, pois, em diferentes fotos, o vestido apresentou-se com colorações distintas.

O professor desconhecia o caso, então o Aluno E, interessado, mostrou a ele a foto encontrada na mídia por meio de seu celular. Este mesmo aluno insiste em problematizar e outros alunos se interessaram, uma boa parte da sala voltou as conversas para a situação do vestido. Alguns alunos foram olhar no celular do colega para ver do que se tratava, e o professor, apesar de olhar o celular, faz uma **Explicação superficial** usando de termos que os alunos conheciam como refração e reflexão, mas relata ser um pouco difícil para a compreensão de seus alunos e prefere dar sequência ao seu conteúdo voltando para o quadro e realizando a correção de um exercício programado sobre as cores da bandeira do Holanda. Este momento definimos como a finalização do nosso episódio em análise.

O começo e o final do episódio apresentam falas extensas do professor, pode-se notar que a partir da manifestação fortuita do Aluno E, é que há falas mais evidentes dos alunos. Podemos perceber na transcrição o Aluno E e F envolvidos no diálogo, e a partir do diário de campo pudemos pontuar o envolvimento por meio da postura dos outros alunos não atuantes por meio de falas. Uma porção relevante da sala queria entender sobre a situação, sendo este um momento para que o professor aproveite desta empolgação e interesse dos alunos para dialogar sobre os conteúdos presentes nela de forma a trazer os alunos a como autores de explicações, mesmo que com um vocabulário mais distante do formalismo da física.

II.3. A cor da bandeira na luz azul

- Exercícios

01. Uma bandeira do Brasil, que se encontra em uma sala escura, é iluminada com luz monocromática de cor azul. As cores apresentadas pelo retângulo, pelo losango, pelas letras da faixa central e pelo círculo são, respectivamente,

- a) verde, amarela, branca e azul.
- b) preta, preta, azul e azul.
- c) preta, preta, preta e azul.
- d) azul, preta, verde e azul.
- e) preta, preta, preta e preta.

Figura 3: Foto do exercício da apostila referida pelo professor anteriormente. Esta apostila foi elaborada pelo próprio professor N.

(Professor N realizou a leitura do exercício da Figura 4 e escreveu na lousa como na Figura 5)

01.
Retângulo:
Losango:
Letras:
Círculo:

Figura 4: Esquema da lousa do professor referente a este momento da aula.

Professor N: “Antes de responder vamos pintar. Sobre luz branca, eu entendo que isso é verde, que eu me lembro. Sobre luz branca isso é amarelo. Sobre luz branca isso é verde.”

Alunos: “Ã?”

Professor N: “Verde! Sobre luz branca isso aqui é amarelo. A faixa é branca. As letras são verdes.”

Aluno F: “Achei que eram pretas.”

Professor N: “Não. São verdes. Agora, então, só para fixar, isso aqui sobre luz branca isso aqui é verde. Losango amarelo. Letras verde. Círculo azul. Certo? O círculo não é azul? É azul. Nós vamos mandar luz azul. O retângulo só sabe difundir o verde. Se ele recebe o azul ele não difunde nada. Então ele é preto. O losango é amarelo, ele só consegue difundir o amarelo, se ele está recebendo luz azul, ele não difunde nada. As letras são verdes, só conseguem difundir o verde, se ela receber luz azul? O círculo é azul porque está recebendo luz azul, difundiu o azul. Olha as alternativas, alternativa ‘a’ – verde, amarelo, branco e azul. Nada disso. Letra ‘b’ – preto, preto, azul, azul. Não! Letra ‘c’ – preto, preto, preto, azul. É essa. Preto, preto, preto, azul. É essa.”

01.	
Verde	Retângulo: preto
Amarelo	Losango: preto
Verde	Letras: preto
Azul	Círculo: azul
	(C)

Figura 5: Esquema da lousa do professor referente a este momento da aula.

Professor N: *“Letra ‘d’ de dado – azul, preto, verde e azul. Letra ‘e’ – preto, preto, preto, preto. Também não.”*

Aluno H: “Professor, existe luz preta?”

Professor N: *“Não. A luz negra é diferente. Não é uma luz preta igual seria uma luz amarela, ou a branca, ou vermelha. Até porque se ela fosse preta normal, ninguém vê. A luz negra, tem o problema (inaudível). Essa ideia de luz negra aí não convence muito. Gente, o exercício número dois, ele saiu meio incompleto. Fala, olha considerando bla bla, só isso. Não tem pergunta, não está completo, então eu anulei. Por isso eu vou para o três, está incompleto, não dá. O três da conta dele. O três é simples também e na semana que vem, pretendemos começar a mexer com números, cálculos. Vai ter geometria, a luz se propaga em linha reta. Calma, deixa para lá. (Professor começa a ler exercício 3).*

O episódio começa com a leitura de um exercício da apostila sobre as cores da bandeira do Brasil quando exposta a luz azul. Em seguida o professor desenhou na lousa a bandeira e pintou suas respectivas cores sob a luz branca. Ao final da correção do professor sobre esta questão em que se fala muito sobre a cor preta nas partes da bandeira, um aluno, Aluno H, se manifesta questionando a respeito da existência de uma luz preta. Entendemos esta intervenção do aluno como um fenômeno fortuito **Questão direcionada**. O professor responde diretamente ao Aluno H falando sobre a luz negra que não seria necessariamente uma ausência de luz como o conceito de cor preta tratado no exercício, dando uma **Explicação superficial**. E o episódio finaliza com o professor mudando para a questão seguinte da apostila dentro do que ele havia já planejado.

O aluno esperou o professor finalizar seu raciocínio de correção do exercício para se pronunciar. Notamos que o professor realizou a correção individualmente, não tendo intervenções dos alunos a respeito do exercício, nenhum diálogo pedagógico foi instigado. O fortuito aparente foi promovido por alguma relação que o Aluno H fez com a forma de apresentar a resolução do exercício pelo professor. A atuação do professor em não questionar mais indivíduos se estes conheciam a luz negra, ou dar um tratamento melhor a questão da frequência pode ter sido um fator que não promoveu uma sustentação do problema que tinha significado inicialmente apenas para o Aluno H.

III. Aula de 17 de Agosto de 2016 - Princípios da óptica: reversibilidade

Professor N: *“Você está cansado de ver isso. Tenho certeza que vocês já viram isso no cinema, na televisão. Não é novidade nenhuma isso. Mas estamos só reafirmando que faz parte do assunto. Segunda propriedade, segundo princípio da óptica geométrica, por isso o ‘b’. Reversibilidade, eu não*

sei o que é isso. O que será isso aí? Princípio da reversibilidade. Também já devem, já devem não, com certeza já perceberam este fato. Pessoal, você sobe no carro e senta no banco de trás. Sento no banco de trás, está lá o motorista dirigindo, e você sentado no banco de trás. Ele olha para o retrovisor e vê teus olhos. Com certeza absoluta, você também vê os olhos dele. Alguém duvida disso? ”

Alguns alunos: “Não. ”

Professor N: “Você acha possível ele te ver e você não o vê? Será que isso é possível? ”

Aluno B: “Depende do ângulo. Não é? ”

Professor N: “Como seria? Tenta imaginar. ”

Aluno B: “Não tem como. ”

Professor N: “É possível um ver o outro e o outro não ver o um? ”

Aluno C: “Sim. ”

Aluno D: “Já aconteceu comigo. ”

Aluno C: “Se ele tiver com a visão muito baixa, ele olha assim ...”

Professor N: “Deixa eu entender, se a pessoa for muito baixa ...”

Aluno C: “Se a pessoa for muito baixa não consegue ver.”

Professor N: “Não. ”

Aluno D: “Não? ”

Professor N: “Alguém tem um espelho aqui gente? ”

(Alguns alunos procuram espelho na bolsa, Aluno F empresta o espelho para Aluno C)

Professor N: “Tente simular essa situação, pense você em uma posição que você veja os olhos dele. Tente ver. Procura aí e ache. Olha para o espelho. ”

Aluno C: “Estou vendo. ”

Professor N: “Olha para cá que é exatamente isso que está acontecendo. Lembra daquela frase nossa – tudo que você vê, você recebe luz daquele objeto. Gente, ela está vendo ele. Olha o que está acontecendo com a luz. ”
(Professor desenha na lousa).

b) Reversibilidade dos raios

A trajetória da luz de A para B é a mesma de B para A

Figura 6: Lousa do professor até este momento da aula referente ao assunto apresentado.

Professor N: “Vai nele, bate no espelho e vai para os olhos dela. Isso gente... O contrário, ele vendo ela, a luz sai dela bate no espelho e vai para os olhos dele. Gente, a luz faz caminho diferente? A luz anda em curva? Não. Para ele ver ela a luz vem por aqui, mas para ele ver ela a luz vem por aqui? (Professor aponta para desenho na lousa (Figura 2) mostrando trajetórias diferentes da desenhada). É isso? A luz escolhe dois caminhos diferentes? Por isso impossível, ‘A’ ver ‘B’ e ‘B’ não ver ‘A’. O caminho de ida é igual ao caminho de volta. Isso é exatamente o que quer dizer reversibilidade. Reversível, ‘A’ para ‘B’, ‘B’ para ‘A’. Gente, por favor, entenda o sentido figurado do que eu quero dar as minhas palavras. Se você está no carro, se o ombro do motorista vê a tua mão, a tua mão vê o ombro do motorista. Com certeza absoluta. O caminho de ida da luz é igual ao caminho de volta. A luz não escolhe dois caminhos diferente. Ah! Para sair eu vou por um caminho, para voltar eu venho por outro. Então a luz é um ser pensante. Ou então ela encurva. Se a

luz anda em curva, então porque você não vê uma pessoa que está aí fora andando no corredor? Porque ela não anda em curva, ela só anda em linha reta. Se ela anda em linha reta, como é que pode ter duas retas diferentes de 'A' para 'B'? Pega uma pessoa 'A' pega uma pessoa 'B'. A luz só anda em reta. Se 'A' vê 'B', 'B' vê 'A'. Você consegue duas retas diferentes ligando 'A' e 'B'? Eu não consigo. Está argumentado? Vamos lá. Pessoal, esse aqui é o mais óbvio e é o mais importante, gostaria que vocês tivessem na cabeça sempre o seguinte, nem sempre tudo o que é muito importante é muito difícil. Olha, isso é muito importante. Ih, não vou entender nada. Não é isso, é extremamente simples, princípio da propagação retilínea, a luz se propaga em linha reta, só isso, se a luz sai do ponto 'A' para o ponto 'B', e você quiser representar, você faz uma reta, quem faz curva é som. O som faz curva, o som entra pela sala e se espalha, tem um nome esse fenômeno, mas nós não estamos estudando o som, estamos vendo a luz. Então, a luz se propaga em linha reta, propagação reta, gente isso aqui é que vai dar origem a todos os exercícios, algo tão simples assim, na verdade seria trajetória reta, mas tanto faz. Olha uma luz indo de uma fonte 'A' para um ponto 'B'."

O professor apresenta a situação do retrovisor central do carro para explicar o princípio da reversibilidade do raio de luz, o motorista vê o passageiro do banco de trás do carro e o passageiro também vê o motorista. Esta é a situação planejada pelo professor que deu início ao episódio.

O professor problematiza a situação perguntando se isto pode não ocorrer. O Aluno B se manifesta discordando e propondo a questão do ângulo. Notamos que o professor segue propondo questões e permitindo aos alunos entrarem no diálogo considerando a manifestação anterior. Outros dois alunos sentem-se à vontade para entrar na discussão sobre a situação planejada pelo professor que começou a se tornar um problema para estes. A participação do Aluno C e D mostra que estes acreditam que é possível que uma pessoa enxergue a outra pelo retrovisor e o inverso não ocorra. O Aluno C ainda propõe uma condição para que isto seja possível. Neste momento do diálogo o professor teve uma postura que sustentou a discussão, auxiliando os alunos a pensarem sobre o problema e as condições envolvidas até que o Aluno C retomasse a questão da angulação e manifestar-se cognitivamente de forma mais elaborada e similar aos seus colegas, mostrando entender o problema central no diálogo, caracterizando uma **Insistência**. Observa-se que a dúvida é compartilhada por todos os alunos no diálogo, há uma insistência. Isto se mostra como um indicativo para a conduta do professor, buscar entender e esclarecer esta dúvida.

É interessante notarmos que o Aluno C que antes simplesmente havia proposto que a situação contrária a planejada pelo professor em sua explicação era possível, apresenta neste momento do diálogo a condição que mostra ao professor o porquê ele teve esta postura, qual o motivo dele para acreditar que era possível – um ver o outro e o outro não ver o um. Este envolvimento do Aluno C permitiu que

formulasse melhor a sua questão sobre o assunto, propondo a condição de que se a pessoa for muito baixa, não seria possível aplicar a reversibilidade como explicada pelo professor.

O professor continua interagindo com o problema e pede a algum aluno um espelho para comprovar a situação problemática criada pelo Aluno C. Alguns alunos na sala buscam ver se tem um espelho na bolsa, e um deles encontra e empresta ao professor que dá para o aluno questionador manipular tentando simular a situação. Enfatizamos que por meio da observação percebemos que uma grande quantidade de alunos mesmo que não diretamente participasse do diálogo estavam atentos, mais ainda quando o professor solicitou o espelho.

O professor direciona suas ações ao Aluno C, tratando de como o aluno deve manipular o espelho, deixar de maneira a ver os olhos do aluno atrás dele. Neste momento o professor começa a fechar o diálogo, por algum motivo, respondendo o que ele observaria. Outro fato importante que foi crucial para o rompimento com o diálogo, foi que o professor não permitiu que outros alunos tentassem manipular o espelho e encontrar alguma condição como proposta pelo aluno, tentarem buscar respostas e analisarem. A ação do professor ficou direcionada ao Aluno C, como se este problema não interessasse ou não fosse compartilhado pelos outros alunos da sala.

Apesar da reelaboração na forma de falar, o problema do aluno era o mesmo, a questão do ângulo. Em todo o diálogo nesta situação, o professor não percebeu que ao Aluno C ao apontar que uma pessoa mais baixa não seria vista, o reversível também não ocorreria. Este seria um ponto em que o professor deveria enfatizar nesta discussão para auxiliar na resolução do problema dos alunos atentos e direcioná-los melhor. A condução do professor não foi capaz de captar a dificuldade do aluno.

Assim, voltando ao conteúdo programado o professor aponta para a lousa e desenha a situação enfatizando que tudo que se enxerga é porque luz está chegando do objeto aos seus olhos. O professor faz uma **Explicação longa** em cima do desenho feito por ele na lousa relatando os resultados da observação da condição proposta pelo aluno, sem questionar mais alunos sobre o problema tampouco permitindo que estes coloquem a prova seus conhecimentos ou experimentasse a situação proposta por seu colega manipulando o espelho. Apesar da extensão de sua

explicação, o professor buscou ampliar suas formas de apresentar a situação, ele procurou superar a dúvida.

Sentindo que a representação na lousa não era suficiente, o professor volta a definição de reversibilidade por meio de uma comparação do caminho da luz com o do som. Uma explicação entendida por nós complexa para seus alunos fazerem as relações necessária para a compreensão do fenômeno discutido até o momento. O professor em seguida foi incluindo a questão da propagação retilínea dos raios luminosos que seria o próximo tópico trabalhado, na finalização desta explicação acaba o episódio em análise.

3.3.4. PROFESSOR V

I. Aula de 30 de Agosto de 2016 - A cor de um objeto

Figura 7: Foto do vídeo passado pelo professor nesta aula coletada pelo pesquisador.

(Professor passou um vídeo que mudava as cores das fontes de luz - branca, azul, vermelha e verde - e em seguida retornou aos comentários)

Professor V: “.... Olha aqui então (professor aponta para vídeo projetado), temos aqui um triângulo amarelo, um triângulo azul, um fundo branco, um quadrado branco e um quadrado vermelho. Se eu acender luz vermelha, esse quadrado branco fica de que cor? ”

Alunos: “Vermelho. ”

Professor V: “E o quadrado vermelho? ”

Alunos: “Vermelho. ”

Aluno C: “Preto. ”

Aluno H: “Preto. ”

Professor V: “Preto ou vermelho? Vermelho, recebe vermelho e devolve vermelho. E na luz vermelha isso aqui vai ficar de que cor? ”

Alunos: “Preto. ”

Professor V: “Aqui eu acendi a luz vermelha de cara. Vou acender a azul. Mas vocês viram que o amarelo ficou preto dentro do azul. O azul ficou preto, o

preto ficou preto, o azul ficou preto, o branco ficou vermelho e o vermelho ficou vermelho. Ó, eu vou colocar o vídeo sem parar. Como fica o amarelo na cor azul. ”

Aluno K: *“Está preto. ”*

Professor V: *“O amarelo na cor azul ficou? Preto. O azul ficou? Tudo que era branco ficou? ”*

(Neste momento alguns alunos prestavam atenção, o Aluno L a seguir estava envolta de alguns alunos que conversavam)

Aluno L: “Então professor, luz branca no objeto preto significa tudo preto? ”

(Professor não entende a pergunta do aluno pelo barulho da conversa dos alunos)

Professor V: *“Calma, não entendi sua pergunta. ”*

(Aqui mais alunos silenciaram)

Aluno L: *“Se eu tenho um objeto preto na luz branca...”*

(Ao apresentar a resposta o professor direciona a resposta e o olhar apenas para o aluno que apresentou sua dúvida)

Professor V: *“Ele fica preto porque ele absorve tudo que a gente enxerga, se ele recebeu vermelho, absorveu o vermelho, se recebeu o azul, absorveu azul, se recebeu amarelo, absorveu amarelo. ”*

Aluna L: “Eu tenho um objeto preto na luz branca, ele continua preto. E a cor da pele? ”

(Novamente o professor manteve o diálogo na mesma direção e com a aluna)

Professor V: *“Não é muito diferente porque a pigmentação é a responsável pela cor que eu enxergo. Agora, e o amarelo, porque o amarelo ficou vermelho? ”*

Aluno C: *“É porque aproxima do vermelho, não é? Ou não tem nada a ver? ”*

Professor V: *“É assim, os objetos, essas cores não são puras. Mas o que você disse também é verdade, o amarelo está muito próximo do vermelho no espectro. ”*

Nesta aula o professor V problematizou com questões e exemplificações a respeito da cor dos objetos. Nosso episódio inicia com o professor passando um vídeo como material didático que mostrava nele uma sala no formato da figura acima, e que com o passar do tempo modificava sua fonte de luz na sequência – branca, azul, vermelha e verde.

Ao questionar a respeito do que os alunos observaram nos objetos do vídeo - um fenômeno planejado por ele - não dá voz às manifestações dos alunos por estas não serem o esperado pelo docente. Quando havia interações dos alunos com o conteúdo planejado pelo professor com respostas que ele desejava, tinham como resposta apenas palavras de confirmação do professor.

No começo deste episódio logo em seguida à fala planejada pelo professor explicando as condições do vídeo, um aluno, Aluno L, trouxe uma dúvida, caracterizamos a intervenção como uma **Questão direcionada**. Diante a inquietação do aluno que foi mobilizada pela situação deste contexto, o professor respondeu com palavras similares ao que estava falando na sua explicação do vídeo e de forma sucinta, caracterizamos então uma **Explicação superficial**. Ou seja, o professor

responde direcionado trazendo a resposta do aluno, sem buscar orientá-lo para uma análise mais atenta para construir seu próprio raciocínio e chegar a resposta adequada.

O Aluno L ainda incompreendido mantém-se no diálogo e questiona se o que entendeu vale para mais situações de cores encontradas no seu dia-a-dia, como a cor da pele, tentando uma **Generalização** para o que compreendeu da explicação. O professor não responde apontando para a situação proposta pelo aluno, nem para ele e nem para a classe, e outros alunos que mantinham a atenção no diálogo; estes ficaram sem explicações satisfatórias neste momento da aula; o professor segue com seus comentários a respeito do vídeo, isto é, voltou ao **Foco no objetivo** planejado para esta aula. Assim caracterizamos a ação do professor.

Como visto, o professor apenas se manifesta quando escuta de seus alunos a resposta esperada para o questionamento, além disso, quando há incompreensão de algum aluno sobre a temática, o professor retoma fenômenos planejados já trazidos na aula para explicar. Traz fenômenos planejados, no entanto, sempre que há engajamento de seus alunos e aparece um momento problematizador, ele segue com sua aula programada trazendo a descrição e explicação dos fenômenos planejados sobre a mesma temática.

II. Aula de 06 de Setembro de 2016

II.1. Absorção da luz

Figura 8: Foto da questão do trabalho desenvolvida pelo professor neste episódio coletada pelo pesquisador durante suas observações.

Professor V: “... Olha a questão dois ‘As folhas das arvores na maioria são verdes.’ São verdes de forma igual?”

Aluno I: “Não.”

Professor V: “Exato. Lógico que eu vou considerar, mas vocês tinham que entender porque que eu subi ele. Se não seria um laranja com vermelho. O que esse gráfico está dizendo? Está querendo dizer o que? Está querendo dizer o seguinte, das sete cores. Você foi mal né, e essa conversinha. Das sete cores, a única, isso é uma coisa aproximada, não é assim, que até tem coisas brancas aqui. Mas as sete cores aqui, esse objeto menos absorve laranja, tudo bem? Se aqui é o zero da absorção e esse aqui é o cem da absorção, ele está com a absorção baixa. Tudo bem? A parte da região do laranja, ele tem que estar com a absorção baixa. Não é isso? Todas as outras cores ele absorve, só que ele não absorve de forma igual. É isso que essa roda das cores está querendo dizer. Está querendo dizer que no objeto laranja absorve mais o azul, e absorve também outras cores, vermelho. E isso que a gente está explicando nesse desenho. O objeto laranja absorve mais o azul. O objeto vermelho absorve mais o verde. O objeto violeta absorve mais o amarelo. E é isso que representa esse gráfico. A menor absorção do laranja porque é isso que ele devolve. Amarelo sobrou do azul, e outros são absorvidos não quanto o azul, mas também em taxas altas. Tudo bem? Isso ajuda você a responder à questão dois. Olha a questão dois ‘As folhas das arvores na maioria são verdes.’ São verdes de forma igual?”

Aluno I: “Não.”

Professor V: “Não. São vários, infinitos tons de verde. Cada tom é relativo a um tipo de clorofila que está ali. Vocês sabem, já viram isso em biologia, que a clorofila é aquilo que dá a cor verde as plantas. Que ele está representando? Ele está representando o espectro de absorção de cores de duas clorofilas, A e B. E a pergunta é porque que uma pessoa com a visão normal, ou seja, que não é daltônico nem Colorblind, enxerga as folhas como verde. Olhando para o espectro, o que você responderia?”

Aluno T: “Porque ela...Porque ela absorve mais o vermelho do que o verde.”

Professor V: “Você poderia ter respondido assim ou você poderia simplesmente ter respondido o seguinte: A região do verde é a região de menor absorção, isso significa que ele devolve o verde, e aí você enxerga verde. A região da cor verde é a de menor absorção o que significa a cor mais refletida ou devolvida. Essas palavras tem uma diferença, mas eu não vou entrar nesse mérito. Por isso, vemos verde. Só isso meus jovens.”

Aluno T: “No caso da tela do celular ou do computador? Isso também se aplica?”

Professor V: “Sim. A gente vai ver isso nas próximas aulas, o que significa a composição de um pixel? Um pixel que é basicamente um cristal líquido do seu celular ou da tela do seu computador, ele é composto de um código chamado RGB, vermelho, verde e azul. De acordo com a intensidade deles é que você consegue compor as imagens. Mas a gente vai ver isso com bastante calma. A gente nota isso se você chegar próximo ou eventualmente cair uma gota d’água acaba fazendo o efeito de uma lupa, você vê certinho esse código RGB, o vermelho, o verde... Questão três ‘a’, questão três ‘a’ é do Galileu.”

A aula teve como temática a correção de questões realizadas em grupo na aula anterior sobre a percepção das cores. O professor utilizou apenas a lousa e a fala como recurso para desenvolver a correção. O professor inicialmente lê o exercício de número um, e usa fenômeno planejado já exposto em aula anterior para realizar a explicação - a cor do giz. As respostas dos alunos são a perguntas bem limitadas – sim, não, azul, vermelho – e o professor só “pesca” as respostas que encaminham a

aula ao seu planejamento. Portanto, nesta resolução o professor conclui a resposta ao exercício sozinho, fazendo sua própria lógica e seguindo uma aula planejada por ele.

O início da correção da segunda questão proposta no trabalho em grupo pelo professor em aula anterior marca o começo deste episódio. O assunto tratado era a absorção das frequências de onda pela molécula de clorofila a e b de uma planta, e continha nela um gráfico indicando os níveis de absorção para cada uma delas.

Esta questão foi respondida, como esperado pelo professor, por um aluno, Aluno T. Assim, o professor dá sequência colocando a resposta modelo na lousa. Ao final desta correção apresentada na lousa pelo professor, o Aluno T se manifesta novamente buscando compreender se o fenômeno discutido poderia ser aplicado a outros casos como a tela do celular e do computador. Entendemos esse tipo de intervenção do aluno como um fenômeno fortuito de **Generalização**.

Rapidamente o professor responde monossilábico à questão e diz que irá trabalhar em aula sequencial, mantendo a aula planejada por ele comentando apenas sobre o código de cores RGB, e não desenvolvendo o fortuito neste momento. Esta ação do professor caracteriza uma **Explicação superficial**. Ao responder, o professor não abre uma problematização a turma, e mantém a conversa somente com o aluno questionador. Após seu breve comentário, seguiu a correção do trabalho como estava em seu planejamento, passando para a questão seguinte. Como observamos na transcrição deste momento, o Aluno T demonstrou-se interessado no assunto e que compreendia a respeito, permanecendo atento a explicação do professor. O professor poderia enfatizar a participação deste aluno, trazendo sua fala como ponto de partida para uma discussão comum a toda a sala, buscando interpretações tanto do Aluno T propositor da questão como também dos outros alunos que mesmo não se manifestando por meio de falas estavam atentos ao assunto.

II.2. A visão

Questão 3 Galileu Galilei, ficou muito famoso por utilizar uma luneta para observar o céu. Ficou famoso por observar as crateras da lua, as luas de Saturno e as manchas no sol. Todas observações importantes para romper com teorias antigas. Quanto à observação do sol, no fim da vida Galileu estava preso por defender o heliocentrismo, e cego, pelos anos de observação.

a) Explique com suas palavras o processo de visão e suas três etapas, desde a fonte de luz (sol), passando pelo telescópio, chegando na retina de Galileu e sendo interpretado.

b) Quando Galileu mostrou suas observações muitos alegaram na época que tanto as crateras na lua quanto às manchas solares eram frutos da lente que ele usava estar suja ou danificada. Dos três processos relativos da visão, qual deles mais se relaciona com este episódio, explique.

Figura 9: Foto do exercício do trabalho em grupo desta aula.

Professor V: "...Questão três 'a', questão três 'a' é do Galileu. "

Aluno U: "A luz emitida do Sol, passa pelo vidro do telescópio, é convergente, até a retina, até os cones e..."

Professor V: "Bastonetes. "

Aluno U: "Forma a imagem no cérebro da pessoa, certo? "

Professor V: "Perfeito, quer escrever na lousa? "

Aluno U: "Não. "

(Risos)

Professor V: "É isso mesmo que eu queria. Eu queria que você citasse quais são as três partes da visão, a parte óptica, a fonte de luz, a luz anda em linha reta, chega no seu olho, chega no cristalino que converge para a retina. Aí na retina começa a parte dois, a parte dois é a percepção das cores, os cones e os bastonetes. Esses cones e bastonetes percebem a intensidade e as cores e o cérebro monta a imagem. "

Aluno V: "Que eu falo da lente? "

Professor V: "Vou colocar o modelo de resposta aqui. É a formação da imagem no cérebro. Resposta completa começa com a parte um, que é a parte óptica. A luz branca emitida pelo Sol se propaga em linha reta até o telescópio, a luneta, no enunciado está luneta, vamos usar a luneta, até a luneta de Galileu sendo convergida na sua lente. E aí muito bem é uma lente convergente. E chegando aos olhos. "

Aluno T: "Professor, peraí que eu esqueci o que eu ia perguntar. "

Professor V: "Ainda não acabei a primeira parte. Chegou no olho ainda tem uma segunda lente no olho que é o cristalino. Onde convergem os raios para a retina. Oh! Aí começa a parte dois. Existem duas células na retina. Dois. Os cones responsáveis pelas cores e os bastonetes.... É esse o modelo de resposta que eu acho completo. Que é basicamente o que você me disse. "

Aluno T: "O Galileu ficou cego olhado de dia com a luneta? "

Professor V: "Como ele olharia o Sol a noite? "

(Barulho de alunos – UHHH!)

Professor V: "Querendo aproveitar o seu gancho. Existe um paradoxo na cosmologia que é o paradoxo de Olbers, porque que é que o céu está cheio de estrelas que emitem luz, porque o céu é escuro, porque o universo é escuro. Esse é um paradoxo moderníssimo. "

Este episódio inicia com a correção da questão três de um trabalho em grupo da aula anterior. Antes mesmo do professor ler a questão ou respondê-la, o Aluno U apresenta sua resposta. O professor segue complementando a resposta deste aluno, inserindo um pouco de formalismo a ela. Um outro aluno, Aluno V, não conseguiu

acompanhar a explicação do professor, pois esta havia sido bem rápida, e questionou sobre o que acontecia com a lente. O professor, então, passa um modelo de resposta escrita na lousa, ditando enquanto escreve. Há o aparecimento de um fortuito **Questão direcionada**. O Aluno T lembrou a questão que tinha a fazer e entrevistou com uma questão que nos mostra seu interesse em entender como o Galileu conseguiu olhar o Sol sem que ficasse cego. O professor não responde ao problema apresentado pelo aluno nem o problematiza para sala. A postura em responder o aluno pelo professor, caracterizou uma **Desvalorização** do comentário desse aluno, não focalizando em trazer comentários relacionados a óptica.

O episódio finaliza com o professor passando a falar sobre outro assunto de física, o paradoxo de Olbers.

3.3.5. PROFESSOR J

I. Aula de 06 de Março de 2018 - Condutividade elétrica

7. Considere as afirmações:

- I. Um corpo, ao ser eletrizado, ganha ou perde elétrons.
- II. É possível eletrizar uma barra metálica por atrito, segurando-a com a mão, pois o corpo humano é de material semiconductor.
- III. Estando inicialmente neutros, atrita-se um bastão de plástico com lã e, conseqüentemente, esses dois corpos adquirem cargas elétricas de mesmo valor absoluto e naturezas (sinais) opostas.

Aponte a(s) afirmação(ões) verdadeira(s).

Figura 10: Foto realizada do exercício do livro.

Professor J: *“Então a primeira questão diz o seguinte. ‘Analisar essas afirmativas e coloque se isto é verdadeiro ou se isto é falso’. Primeira afirmação, diz assim ‘Um corpo ao ser eletrizado ganha ou perde elétrons’. Que é um corpo eletrizado?”*

Aluno A: *“Um corpo eletrizado ganha ou perde elétrons?”*

Professor J: *“É. É uma afirmativa. Isto é verdadeiro?”*

Alunos: *“Sim.”*

Professor J: *“Como que eu deixo um corpo eletrizado? Olha, ou eu dou elétron para ele, ou eu tiro elétron. Eu não posso dar próton?”*

Alunos: *“Não.”*

Professor J: *"Por quê? Porque é muito difícil você tirar um próton do núcleo. A força que prende o próton no núcleo é muito intensa. Então é muito mais fácil eu arrancar um elétron e colocar um elétron do que eu arrancar um próton e colocar um próton. Esta alternativa é verdadeira. Segunda alternativa, 'É possível eletrizar uma barra metálica por atrito, segurando-a com a mão'. Isso é verdade ou não?"*

Alunos: Não.

Professor J: *"Não tem como. Por quê? Imagina que isto é feito de metal, e eu esfrego aqui em uma lã, no mesmo momento que ela fica eletrizada, ela já descarrega, porque o corpo não consegue ficar eletrizado. Então é falsa. Tanto que na série triboelétrica só tem materiais ali que são isolantes."*

Aluno J: ***"Professor, quase ele pulou no meu pescoço. Sabe ali o rio, em frente aqui a escola?"***

Professor J: *"Sim."*

Aluno J: ***"Tem um poste de luz ali, eu fui colocar o pé em cima da muretinha para amarrar o cadarço, aí eu ia caindo e eu coloquei a mão no poste, levei um choque."***

Professor J: *"Nossa senhora! Vamos pensar, o cimento tem ferro? Tem ferro. Isso o torna um ótimo condutor."*

Aluno B: *"Professor, então na dois é falso porque fala que o corpo humano é um semicondutor?"*

Professor J: *"Isso. Pois o corpo humano não é de material semicondutor."*

Aluno B: *"Agora se ele estivesse de tênis seria verdadeiro?"*

Professor J: *"Depende. Depende. Você está descalço, segurando um material, metálico. Você não consegue eletrizar ele, na hora que você eletriza, como o corpo é um condutor, descarrega na gente e já vai para a Terra. Agora se eu criar um corpo isolado e tentar eletrizar, até que dá sim, segurar com uma luva de borracha. Então, a segunda afirmativa é falsa. Terceira afirmativa, 'Atrita-se um bastão de plástico com lã, conseqüentemente os dois corpos adquirem cargas elétricas de mesmo valor absoluto e sinais opostos. Se esse aqui perdeu dez elétrons, esse aqui ganhou dez elétrons. Verdadeiro."*

Esta aula teve como base a correção de exercícios solicitados em aula anterior como tarefa. Os exercícios tratavam diferentes assuntos sobre a eletrização dos corpos. A primeira questão corrigida pelo professor era composta de três frases para serem analisadas colocando verdadeiro ou falso para cada uma. A primeira frase analisada abordava sobre o que ocorre quando se eletriza um corpo direcionado a quantidade de cargas nele. O professor apresenta a teoria realizando questionamento fechado com possibilidade de sim ou não como resposta e segue apresentando os conhecimentos científicos sobre o assunto.

A segunda frase do exercício apresenta uma situação de eletrização de uma barra metálica sendo que alguém está segurando-a, o professor questiona e responde sobre a possibilidade de isto ocorrer e apresenta para esta situação o comentário sobre materiais isolantes dentro de sua explicação promovendo a interação de um aluno, temos por meio desta o início do episódio.

Então, o Aluno J, que já estava atento, envolveu-se apresentando uma **Memória do cotidiano**, caminhando a discussão para o conceito de choque. O

professor analisa a situação trazida pelo aluno focalizando a questão da eletrização e em nenhum momento apresentou as explicações sobre o choque elétrico, caracterizando uma conduta com **Foco no objetivo** planejado.

Podemos observar ainda a manifestação do Aluno B envolvendo-se na discussão, comparando a eletrização do corpo com a ideia de choque apresentado pelo colega. Este aluno sustenta a discussão questionando sobre a condução ou não de eletricidade pelo corpo humano e a questão do tênis. O professor realizou uma breve análise, uma explicação simplificada, ainda com foco no objetivo de tratar sobre materiais condutores e isolantes, e passou a próxima frase afirmativa tendo fim este episódio.

II. Aula de 24 de Maio de 2018 – Geradores

Professor J: “Qual é a principal função de um gerador elétrico?”

Aluno A: “Gerar”

Aluno B: “Criar”

Professor J: “Criar, nossa, ele é Deus. Ele transforma energia não elétrica em elétrica. Pensa em uma energia não elétrica.”

Aluno A: “Eólica.”

Professor J: “Energia mecânica né. A usina é eólica mas transforma energia mecânica em elétrica. A pilha faz isso também? Primeiro elemento e é o principal, ele pega energia não elétrica e transforma em elétrica. Aí essa energia elétrica vai ser utilizada pelos outros elementos que eu vou colocar. Por exemplo, uma bateria, uma pilha, vou desenhar uma pilha. Polo positivo e polo negativo, aqui dentro por causa de uma reação química temos energia química. Energia química é energia não elétrica. Esse coleguinha faz o papel de gerador elétrico e transforma energia química em energia elétrica. Bateria de carro, a mesma coisa, são geradores químicos. Tem geradores mecânicos, alguém já chegou a ver que tem lanterna que você gira aí de repente ela começa a acender. É um gerador mecânico. Energia mecânica começa a emitir luz. Por exemplo, lanterna de bicicleta, enquanto o cara está andando, ele está fazendo um processo mecânico, o movimento está sendo transformado em energia elétrica e visto como luz. Tudo bem? Representação do circuito, quando você vai fazer um circuito, nossa, professor, isso é um gerador, esse polo não é positivo.”

Aluno C: “A gente poderia assumir a vela como um gerador?”

Professor J: “A vela faz uma reação química que é transformada em luz. Tem que transformar em energia elétrica. O risquinho maior tem maior potencial vamos começar do maior para onde é o menor potencial, polo negativo, polo positivo.”

Este episódio fortuito começa com o professor apresentando uma explicação a respeito do elemento dentro de um circuito elétrico, no caso, o gerador. O professor nesta apresentação explica o que caracteriza um gerador elétrico e traz diferentes exemplos destes na sua fala.

Em seguida a definição e exemplificação de um gerador elétrico, o Aluno C interrompe o professor buscando compreender se o conceito discutido poderia ser aplicado à vela, ou seja, se este objeto se comportava como um gerador. Caracterizamos esta manifestação do aluno como **Generalização**. O professor se posicionou receptivo ao questionamento do aluno, retomando o planejado para explicar seu questionamento. Portanto, caracterizamos esta ação do professor como **Foco no objetivo** para esta aula. Ele soube direcionar a dúvida do aluno ao que se pretendia ensinar dos conteúdos da Física.

O episódio finaliza com o professor dando sequência sobre como representar graficamente este componente.

6.4. Os FENÔMENOS PLANEJADOS

Com esta análise dos fenômenos planejados para a sequência didática tratamos de caracterizar melhor as ações do professor, já que ele trabalha com uma situação pensada por ele.

6.4.1. PROFESSOR O – Aula de 31 de Agosto de 2015 - Sombra e Penumbra

Professor O: *“Como que a luz se propaga? Ela se propaga em linha reta. Se ela se propaga em linha reta acontece alguns fenômenos como, por exemplo, o fenômeno que todo mundo está acostumado da sombra. O que é a sombra gente? Quem tem um palpite sem ler o que está escrito aqui? Olha aqui nessa bolinha, aqui tem a sombra, certo?”*

Aluno S: *“Certo.”*

Professor O: *“Olha aqui nessa bolinha. Aqui está a sombra. Então aqui está a fonte de luz. A fonte de luz misteriosa aqui.”*

Aluno T: *“É a parte da luz onde...”*

Professor O: *“A parte da luz o que?”*

Aluno T: *“Não alcança.”*

Professor O: *“Não chega né? Se eu mudar a posição aqui. Está chegando luz aqui nesta posição?”*

Alunos: *“Não.”*

Professor O: *“Se a luz caminha em linha reta, a luz não chega nessa região. Se ela fizesse a curva. Imagina se sai um raio que quando chega aqui ela faz a curva, ela poderia chegar aqui. Graças a essa definição de que a luz caminha em linha reta, ela faz aparecer a sombra. Certo? Por causa daquele princípio. E a penumbra? Para terminar. A penumbra que é o mais comum, é uma região onde só uma parte da luz está batendo. Imagina aqui. Tem um pouquinho de sombra minha desse lado aqui, que está sendo feita porque não está batendo luz de qual lâmpada?”*

Aluno S: *“Daquela ali.”*

Professor O: *“Daquela ali. Mas nessa região que não está batendo luz daquela lâmpada, está batendo luz dessa lâmpada aqui. Então essa região aqui nem está totalmente iluminada e nem está sem iluminação nenhuma. Isso é a penumbra. Então essa região aqui tem penumbra. Qual seria um*

lugar de sombra mesmo? É um lugar que não está batendo luz nenhuma. Tem que ser um lugar mais no canto aqui na parede. Se eu fizer isso aqui (Professor se aproxima do canto das paredes), aqui dentro não está batendo luz nenhuma. Se eu fizer isso aqui, (Professor se afasta do canto das paredes) já é penumbra. Porque que é penumbra? A luz desse lado aqui não está batendo, mas daquele lado ali está batendo. Certo? Firmeza total? Dá um exemplo de penumbra para gente ir embora, de algum objeto que está aqui. Do ventilador lá. Explica para mim aquele negócio que está atrás dele ali na parede? ”

Aluno S: “Não está batendo a luz aqui da frente, mas está batendo lá de trás.”

Professor O: “Tem um ventilador ali, aquela região ali atrás do ventilador é luz ou é penumbra ou sombra? ”

Alunos: “Penumbra. ”

Professor O: “Por quê? ”

Aluno T: Tem duas luzes.

Professor O: “Exato. Enquanto aquela ali faz sombra nas pás do ventilador, aquela ali faz a luz bater. ”

Aluno W: “Professor para eu entender. Se tiver várias luzes é penumbra e se tiver só uma, mas ainda tiver iluminando atrás não é penumbra? ”

Professor O: “Exato, aí não é penumbra nem sombra. Eu vou mostrar, na próxima aula que é quarta feira eu volto neste mesmo ponto. Firmeza total? ”

O professor “O”, neste episódio, traz a informação de como a luz se propaga aos alunos e correlaciona isto com os fenômenos de sombra e penumbra. Inicialmente o professor apresenta uma projeção contendo uma fonte de luz e uma esfera tendo a sombra deste objeto questionando sobre esta o que seria a explicação para o fenômeno sombra. Os alunos interagem mostrando suas percepções de que não está chegando luz ao local de sombra, e o professor dá sequência no conteúdo passando a discutir sobre o conceito de penumbra.

Neste caso, não foram os alunos que perceberam a relação do de uma situação no contexto da sala de aula com a forma com que a luz se propaga, quem desenvolveu este assunto foi o professor usando do próprio corpo e duas lâmpadas da própria sala de aula introduzindo o fenômeno da penumbra. Apontando para as lâmpadas e a penumbra formadas por elas de seu corpo o professor questiona de qual das lâmpadas está vindo a luz buscando enfatizar a questão de porção de luz que está chegando ao local onde se observa uma penumbra. O professor volta ao conceito de sombra após a explicação de penumbra fazendo uma comparação. Ele se aproxima do canto das paredes da sala e busca destacar a ausência de luz entre seu corpo e as paredes, logo em sequência se afastou do canto e enfatizou que desta forma já havia penumbra. Uma informação importante, as aulas eram noturnas então as únicas fontes de luz eram as lâmpadas da sala.

Para finalizar seu experimento, o professor solicitou aos alunos uma explicação com suas próprias palavras sobre o fenômeno que estava acontecendo em um

ventilador parado na sala de aula. Esta ação do professor constrói um diálogo pedagógico em que ele dá voz ao aluno para criar suas hipóteses e expressar suas compreensões a respeito do fenômeno estudado. Esta atitude do professor, no momento dessa aula, foi oportunamente experimental, pois podemos ver maior interação dos alunos a partir desse momento. Na fala da “Aluna W”, bem no final, quando ela tenta retratar a compreensão do fenômeno que foi indicado pelo professor, temos claramente uma expressão de raciocínio e de entendimento sobre o fenômeno de penumbra, muito próximo ao que foi explicado pelo professor.

Algumas considerações podem ser feitas mediante aos conteúdos abordados pelo professor. Foi significativo o experimento, contudo, por ocorrer no final da aula, houve algumas falas que podem ter ficado vagas aos alunos. Como exemplo, o conceito de fonte extensa. Não se necessita ter duas fontes de luz para poder observar o fenômeno de penumbra. Como um todo, o episódio foi rico, e mostrou-nos a necessidade de trabalhar os conteúdos promovendo o envolvimento dos alunos, isto é, chamando eles a participarem num diálogo - dar opiniões, apresentarem hipóteses, mesmo que estas não estejam tão próximas aos conceitos formais ou planejados para aula. Não apenas a repetição de conteúdo com diferentes situações expostas, mas buscar a interpretação deles do mundo real. É claro que não é sempre que podemos usar do mundo real, macroscópico, para enxergar determinados fenômenos de Física, porém quando se tem esta condição, ela é um facilitador para iniciar a compreensão dos conceitos de Física por parte dos alunos.

Apesar da riqueza no envolvimento dos alunos e indícios de aprendizagem, como a situação foi planejada pelo professor, quando olhamos para suas ações notamos explicações longas comparadas aos alunos. Esta explicação mesmo com intervenções dos alunos tratou de um único fenômeno. Caracterizamos esta postura do professor como uma **Explicação longa**. Na fala final do Aluno W, percebemos a extensão da explicação; este busca sintetizar o que foi falado para melhor acomodar os conhecimentos passados.

6.4.2. PROFESSOR N – Aula de 09 de Setembro de 2016 - Câmara escura

(Realização da chamada/ Professor N passou um vídeo do Manual do mundo - Cinema na caixa (câmara escura - experiência de Física) - Movie in a box)

Figura 11: Imagem do vídeo com a câmara escura construída.

Figura 12: Foto tirada pela pesquisadora do experimento executado pelo professor N.

Professor N: *“Gente, aquilo que ele nos mostrou ali, é exatamente isso aqui. Claro, em tamanho pequeno, mas Você percebe que nessa face há um furo aqui por onde a luz vai entrar. Na face oposta que está por dentro vai se formar a imagem. Só que nós não vamos conseguir ver nada. Como eu vou saber que está formando uma imagem por dentro. Então nós tiramos essa tampa aqui e colocamos um papel vegetal, ele é translúcido. A imagem é projetada nele por dentro, mas a gente consegue ver por fora. E você vai ver a imagem de ponta cabeça. Eu vou fazer isso aqui agora com a chama da vela e vocês vão ver. Acho que apagar a luz melhora um pouco. Gente eu vou girando aí para vocês verem, para todos verem só me dê mais ou menos a altura, está dando para ver?”*

Alunos: *“Mais para baixo.”*

Professor N: *“Aqui o pessoal está vendo?”*

Alunos: *“Está.”*

Professor N: *“Está dando para ver? Deu para ver? É isso que ele fez ali, só que ele fez uma grandona né. Ele fez uma grandona. Agora uma pergunta para vocês, vocês estão vendo a chama da vela de ponta cabeça certo?”*

Alunos: *“Sim.”*

Professor N: *“Porque vocês não estão vendo o corpo da vela?”*

Aluno A: *“Porque não tem luz.”*

Alguns alunos: *“Porque não tem luz.”*

Professor N: *“Ué, o prédio também não tem.”*

Aluno B: *“Porque a sala não está escura.”*

Professor N: *“Exatamente, porque a sala não está completamente escura. Está entrando luz por lá. O corpo da vela emite luz, só que a intensidade da luz que entra interfere. A chama da vela é muito mais forte. Então ela consegue projetar. Se a sala estivesse completamente escura, como você estava vendo na câmera dele, por isso ele põe uma saia na borda para fechar*

a entrada de luz pelo vão, pelos vãos. Então dentro da caixa é completamente escuro. Deu para ver. Se nós tivéssemos com a sala aqui completamente escura, daria para ver a imagem do corpo da vela. Gente, introdução a óptica. Vamos achar... Gente, olha aqui ó. A chama da vela que a gente viu hoje, ela caminha em linha reta pelo orifício, ela só está de cabeça para baixo. Gente, isso aí é exatamente o seu olho. É exatamente a máquina fotográfica. A máquina fotográfica, por exemplo, tem uma tecnologia muito mais avançada. Tem uma lente, tem uma tampinha que abre para entrar luz ou não, mas a ideia é essa. O que tem que perceber aqui é dois triângulos. Bom, um maior e um menor. O triângulo maior, a base dele é o tamanho do objeto, 'o'. O triângulo pequeno, a base dele é o tamanho da imagem. A distância do objeto até o orifício, normalmente, é representada pela letra p. Posição do objeto em relação ao furo. Pode chamar de 'x', 'z', não interessa, não vai mudar. 'P' é a posição da imagem em relação ao furo. Cuidado só com talvez um jogo de palavras. Aqui está o furo, nesta face, nesta face oposta está a imagem. Você pode chamar essa distância, que é a distância de 'p' de distância da imagem ao orifício, mas também você pode chamar de profundidade da câmera. Mesma coisa, isso aqui é a profundidade da câmera, que nada mais é do que 'p'. Você arma uma semelhança de triângulos olha lá. 'i' sobre 'o' é igual a 'p' sobre 'p'. Bem simples. Nós temos a nossa atividade (Professor mostra a apostila na TV)

Figura 13: Imagem da apostila na TV neste momento da aula.

O professor trouxe um vídeo para introduzir a câmara escura. Em seguida, ele apresentou uma câmera escura construída por ele (Figura 2), descrevendo e apontando suas partes. A explicação do que se pretendia explicar veio em seguida, notamos que o professor já deu as respostas do que aconteceria e o que seus alunos deveriam observar. Durante toda a introdução e explicação do professor os alunos estavam observando, porém não houve manifestações de seus pensamentos a respeito do experimento.

A ação de problematizar feita pelo professor, questionando os motivos de não se ver a vela por completo promoveu um início de diálogo, os alunos apresentaram sua compreensão, ou melhor, seus porquês à questão do professor. É interessante perceber que no momento em que o professor dá abertura às falas dos alunos, temos

muitos se manifestando, indicando um interesse em participar e discutir sobre a física em questão. Outro ponto é que os alunos apresentam que o corpo da vela não tem luz, e o professor entende isso como fonte de luz secundária, dizendo que o prédio que podia ser visto no vídeo por dentro da câmara escura também não tinha, ou seja, tanto o corpo da vela como o prédio eram fontes de luz secundária. Então um aluno vem a esclarecer e mostrar seu entendimento dizendo que a sala não está totalmente escura. Em ambos os momentos ficaram turvas as falas dos alunos, o professor poderia tentar explorar mais este momento rico do diálogo tentando esclarecer melhor as manifestações dos alunos e voltando a comentar sobre alguns tópicos já trabalhados e tentar compreender se eles os haviam compreendido. O professor segue com a **Explicação longa** da câmara escura por meio de uma projeção da apostila criada por ele, finalizando o experimento planejado.

Percebemos o que momento enriquecedor deste episódio tanto para o direcionamento do ensino do professor como para a promoção de uma aprendizagem dos alunos foram a problematização e a abertura a um diálogo. Com a troca de conhecimentos no diálogo, os alunos podem construir seu próprio raciocínio dividindo-o com seus pares, e o professor pode usar desses para redirecionar suas falar e forma de ensinar.

6.4.2. PROFESSOR V – Aula de 01 de Novembro de 2016 - Características do som

Professor V: “Olha só o que diz a primeira questão. Pelo que eu lembro das respostas de vocês, achei fácil. ‘Quando adolescente (inaudível) após as aulas consistiu em tomar a mão um dicionário de acordes e desafiar o nosso amigo Hamilton a descobrir apenas ouvindo o acorde quais notas eram escolhidas sempre perdíamos a aposta, ele possuía um ouvido absoluto. ’ Então o ouvido absoluto é um sujeito que consegue reconhecer qualquer som a sua nota. Qualquer som, qualquer ruído. (Professor bate na mesa). Lá menor. (Tumulto dos alunos com risadas e falas). O ouvido absoluto é uma característica que poucos indivíduos capazes de identificar notas isoladas em outras referências, isto é, sem precisar relacioná-las com outras notas de uma melodia. Aí a pergunta é – ‘qual característica da onda sonora que a pessoa com fone de ouvido, com o ouvido absoluto, consegue diferenciar. É a intensidade?’ ”

Alunos: “Não!”

Aluno A: “Acho que não. Porque não é.”

Aluno C: “Porque a gente chutou, não está percebendo. ”

Aluno D: “Qual que é a pergunta?”

Professor V: “Primeira pergunta, Aluno D você tem ouvido absoluto?”

Aluno D: “Não sei. ”

Aluno B: “Esse ruído, (aluno bate na mesa), é o que?”

Professor V: *“Aluno D, então você não tem ouvido absoluto. Se eu falar mais alto e falar mais baixo, você identifica o mais alto e o mais baixo?”*

Alunos: *“Sim.”*

Professor V: *“É o Aluno D gente? Se uma pessoa que não tem ouvido absoluto consegue identificar altas intensidades e baixas intensidades, a intensidade é a característica principal de um ouvido absoluto?”*

Alunos: *“Não!”*

Professor V: *“A intensidade é só o som alto e o baixo. Se você percebe isso, não tem como ser do ouvido absoluto. Aluno B, você tem ouvido absoluto? Você sabe diferenciar uma nota lá de um saxofone e uma nota lá de 400Hz, e uma nota lá de 400Hz de um piano. Você sabe diferenciar? Sabe? Uma pessoa que tem ouvido absoluto consegue diferenciar o timbre? Óbvio que não é a característica que determina o ouvido absoluto. Porque de timbre está errado? Porque nós conseguimos diferenciar timbre. O ouvido absoluto é capaz de diferenciar notas musicais, e notas musicais são explicadas por qual característica? Aquela que é mais grave ou mais aguda?”*

Aluno E: *“Frequência.”*

(Conversas dos alunos sobre quem errou ou acertou o exercício.)

Professor V: *“Gente, só escrever frequência não significa que você acertou. Tem que justificar. O mais importante é você entender a justificativa. A frequência, as notas musicais são definidas por frequências específicas. Na próxima aula a gente vai ver as oitavas acima, as oitavas abaixo.”*

Nesta aula o professor realiza a correção de questões do trabalho realizado em grupo em aula anterior sobre o som. A questão número um tratava do ouvido absoluto que buscava observar o entendimento sobre frequência de onda, e é a partir dela que temos o início do nosso episódio planejado.

O professor realizou a leitura inicial fazendo algumas considerações. Também realizou alguns questionamentos que promoveram o aparecimento de manifestações de mais de um aluno. Nota-se na participação do Aluno B no diálogo que este tenta explicar ao amigo trazendo uma situação. O aluno mais capaz auxiliando seu colega. A ação do professor foi de questionar seus alunos não dando respostas prontas.

O fenômeno planejado veio de um exercício e a ação do professor foi encaminhar uma discussão permitindo a seus alunos construírem o conhecimento sobre as características das ondas por meio de um diálogo com seus pares. A interferência do professor aparece sempre que necessário com questionamentos guiando o raciocínio dos alunos.

Apesar do professor permitir as falas dos alunos muitas vezes ele direciona o diálogo apenas ao aluno questionador, não chamando a classe como um todo ao problema. Os alunos que entraram no diálogo se manifestaram sem que o professor os chamasse, nos mostrando novamente que os alunos se interessam em discutir sobre determinadas situações e conteúdos de física tanto em contextos planejados como fortuitos.

6.4.3. As ações dos professores nos planejados

Esta análise dos fenômenos exemplares nos mostra que as ações do professor diante de questões diretamente dirigidas ao fenômeno apresentado de acordo com o planejado são muito semelhantes às que encontramos nos fortuitos.

De maneira geral o professor tende a realizar uma **Explicação longa** quando tratado de algum fenômeno planejado, proporcionando pouca ou quase nenhuma abertura ao diálogo com os alunos. Às manifestações dos alunos que caminham ao objetivo planejado para a aula são valorizadas e aproveitadas pelos professores, que as utilizam para continuar a falar do fenômeno planejado, mantendo um protagonismo do professor. A aula fica enrijecida na sequência de conteúdos planejados pelo professor, e isto é o principal fato que disfarça o diálogo pedagógico autêntico, seja nos planejados ou nos fortuitos. O encaminhamento aberto pelo professor mostra pouca abertura e conduz os alunos às respostas que ele espera ouvir; aparece a conduta de enfatizar e repetir as respostas que gostaria, para dar sequência à aula da forma que planejou.

Os professores buscam entender pouco das falas dos alunos de suas manifestações, buscando direcioná-las mais ao formalismo que conhecem a respeito da temática do que na compreensão que seus alunos estão tendo sobre o que está sendo explicado. Isto dificulta o processo de ensino e aprendizagem, pois não há consideração de sujeitos, e, sim, de conteúdo. O foco do processo está nos conteúdos formais a serem trabalhados em determinado período.

Nos fenômenos planejados observamos um pouco mais de falas dos alunos, contudo percebemos que isto é consequência do domínio que o professor tem sobre os resultados do fenômeno planejado; ele já sabe onde quer chegar e orienta as falas dos alunos com perguntas com possibilidades limitadas de resposta e interação – como uma resposta na pergunta. Apesar da limitação dada a atividades o professor consegue proporcionar resultados profícuos de aprendizagem nesta forma de condução, contudo não trabalha a significância do aprendizado para e com seus alunos.

7. CONCLUSÕES

O desenvolvimento desta dissertação levou-nos a compreensão de que é possível aproveitar momentos únicos no contexto da sala de aula capazes de potencializar a aprendizagem significativa das ciências. Estas situações, especialmente presentes numa sequência didática planejada, são caracterizadas pela participação ativa dos alunos num processo de análise crítica dos fenômenos sugeridos e planejados pelo professor. O protagonismo do aluno associado a abertura intelectual do professor para integrar as novidades que se evidenciam na sequência da aula, parece ser o ponto chave para a construção do conhecimento científico e o desenvolvimento de comportamentos adequados para a formação cidadã.

Observando a realidade atual do Ensino de Física, verificamos que os fenômenos físicos permeiam as salas de aula de Física no Ensino Médio. Pudemos perceber diferentes formas pelas quais estes fenômenos aparecem dentro do contexto da sala de aula. Dentre as distintas situações que os fenômenos estão aparentes no ambiente escolar podemos destacar: as discussões em sala de aula estabelecidas pelo professor sobre situações planejadas, as conversas paralelas dos alunos a respeito da temática desenvolvida pelo professor, as respostas dos alunos às perguntas realizadas pelo professor, as sugestões trazidas pelos alunos em função das diferentes fontes de informação as quais eles tem acesso, tais como: acontecimentos diários, os meios de comunicação e vivências particulares. Dentre estas múltiplas maneiras pelas quais os fenômenos físicos vão sendo introduzidos e discutidos, propusemos duas formas de organizar os fenômenos que aparecem nas salas de aula: *fenômenos planejados* e *fenômenos fortuitos*.

Os fenômenos denominados por nós como fortuitos parecem ser situações propícias à aprendizagem e à condução de uma aula mais profícua, tendo um viés construtivista, que abre a possibilidade de um diálogo pedagógico significativo, dependendo de como o professor se comporta a partir deste acontecimento. Esses fenômenos são compreendidos como situações inesperadas, que trazem para a sala de aula os conhecimentos dos alunos a respeito da temática inserida em um contexto; eles são bastante frequentes dentro das salas de aula e por isso nos interessaram neste trabalho.

O trabalho com os fenômenos fortuitos contribui para a inclusão dos alunos na construção do seu conhecimento, tornando sua aprendizagem mais interessante,

a partir do momento que ela tem algum significado para eles e os faz sujeitos ativos nesse processo.

Quanto a suas características, os fenômenos fortuitos são capazes de mostrar em que ponto da teoria científica a cognição do aluno está trabalhando; quais relações o aluno está realizando a partir do que se discute em sala de aula dentro de um conteúdo específico da Física. É a explanação de seu conhecimento intrínseco sobre o fenômeno físico abordado no momento; em sua maioria as manifestações nos mostram um aluno pensante a respeito do tema em estudo; aparece uma relação com um conteúdo de seu cotidiano ou vivência, uma tentativa de aplicar o conhecimento a outras situações, uma comparação com outro conteúdo de Física que ele já conhecia, ou mesmo uma dúvida pontual seja por incompreensão ou por outro olhar da situação.

Aos professores, os *fenômenos fortuitos* podem eventualmente construir situações de fácil acesso cognitivo, que podem ser desenvolvidas sem a necessidade de materiais muito elaborados. Sendo assim, situações nas quais o professor consegue trabalhar o fenômeno inesperado por meio de discussões ou utilizando o que está a sua disposição no ambiente da sala de aula. Estes fenômenos surgem dentro de um contexto em andamento na sala, podendo mobilizar ainda mais participantes a se interessar na discussão.

Desta forma entendendo os *fenômenos fortuitos* como promotores de discussões contextualizadas, que carregam conhecimentos prévios dos alunos, apoiamo-nos em questões abordadas por Paulo Freire e percebemos que estes fenômenos podem ser uma das formas de se construir um diálogo em sala de aula com um direcionamento pedagógico. Neste caso, o professor estabelece a troca de conhecimento dentro de um contexto que já está em andamento, tornando sua ação de ensinar mais natural e não impositiva para o coletivo dos alunos. Os pares são capazes de entender o que o professor está dizendo, pois, o fenômeno que um de seus colegas de classe apresentou, tornou-se o centro da discussão. Estes momentos apoiados em um diálogo pedagógico adequado parecem ser um dos privilégios de se tratar os *fenômenos fortuitos* em sala de aula.

Não é comum encontrarmos nas ações dos professores disposição a enfrentar estes momentos e incluir os fortuitos na sequência didática em andamento, muitas vezes, porque a prioridade fica para os conteúdos a serem cumpridos pelos documentos escolares com conteúdos fixos determinados, que não contemplam as intervenções dos alunos.

As formas com que o professor reage ao fortuito tem de modo geral a consequência de voltar à sequência planejada e realizar o rompimento com o diálogo entre alunos. Essas ações aparecem como uma explicação repetida e longa da situação, um comentário breve e direcionado sobre o que o aluno falou sem dar tanta importância ou sem problematizá-lo, um prolongamento dos seus objetivos da aula encaixando o que o aluno manifestou nisto (as vezes acarretando uma desvalorização da questão do aluno dentro do conteúdo em discussão), uma resposta curta mudando a situação para tratar dos conteúdos já planejados, uma longa explicação que acaba saindo da questão ou dispersando o pensamento dos alunos. Consideramos que o protagonismo do aluno na construção do seu conhecimento não é questão central dentro da concepção sobre o ensino revelada pelos professores, ou estes não têm uma concepção construtivista como forma de se trabalhar em sala de aula.

Isto pode ser um indício do fato presente nas formas de avaliações formativas realizadas comumente pelos professores e muito frequentemente pelos órgãos nacionais e internacionais de avaliação. A falta de contextualização não significa tratar os conteúdos dentro dos conhecimentos e ações dos alunos, nem facilita o trabalho dos professores em sala de aula.

Outra questão importante que incorporamos ao nosso entendimento é que as duas situações de fenômenos consideradas – fortuitos e planejados – correlacionam-se. Quando o professor desenvolve um fenômeno planejado pode ser propícia a ocorrência de *fenômenos fortuitos*. Quando os alunos apresentam ideias a respeito do determinado tema, trabalhado no contexto da sala de aula, pode ser uma das formas de o professor aproveitar o aparecimento *fenômeno fortuito*, para a incorporação de um novo experimento planejado em sua sequência didática. Nessa última relação apresentada, é possível que, em algumas vezes, o professor seja capaz de compreender os conhecimentos prévios que estão por trás do fenômeno fortuito e consiga desenvolvê-lo, por meio do trabalho com um fenômeno já conhecido por ele e que já estava em seu planejamento. Fica-nos claro que o conhecimento do professor, sua competência específica para o ensino da Física são elementos essenciais para ele poder aproveitar esse tipo de fenômeno de alguma forma.

Desenvolver a cognição de um aluno a respeito de um fenômeno físico, pode ser encaminhada pelo professor com a criação de situações problemas compartilhadas pelos alunos nos seus processos de aprendizagem; no entanto, não é o que ocorre frequentemente, quando a resposta é vaga e o foco volta para o que

era planejado. No caso do experimento da refração da luz do Professor O (efeito da imagem da moeda dentro do recipiente com água), que produziu a participação dos alunos a partir da intervenção do Aluno Q, o professor já conhecia o resultado, podendo descrever como montar o experimento e qual era o resultado esperado. Essa forma de inserir a experiência em sala de aula pode até facilitar o entendimento do fenômeno, mesmo que limite a capacidade do aluno construir um pensamento crítico, isto é, uma forma “científica” de se pensar, uma vez que prioriza apenas a observação e constatação a respeito de um fenômeno.

O aluno que realizar a experiência em casa, vai pensar em seguir o roteiro descrito pelo professor fazendo a experiência como descrita na sala de aula; isto pode construir a ideia de que a experiência é algo mecânico, como resolver um exercício, e que já tem um resultado óbvio e fixo.

Na sequência, sua descrição de como realizar o experimento, o professor enfatiza em sua explicação os porquês de se obter aquele resultado. Ao trazer uma explicação, é importante perceber que é a explicação dele, que não necessariamente será assimilada pelo aluno, uma vez que sabemos que ele aprende quando é capaz de explicar o que observa, ou o que entende de determinado fenômeno (MACEDO, 2015). Então, ao trazer a explicação já pronta, não observamos a construção conjunta de conhecimentos sobre o que ocorreu na experiência, e, sim, uma exposição de conteúdos, nos moldes tradicionais, onde o aluno é considerado um depósito de conhecimento e não uma parte para a construção do mesmo.

Portanto, reconhecemos a necessidade de que se trabalhe sobre os fenômenos sejam eles planejados ou fortuitos chegando ao formalismo. No caso dos *fenômenos fortuitos*, isso pode ser mais complexo para o professor menos preparado, mas de alguma forma ele deveria encaminhar para uma próxima aula ou um próximo momento em que ele chegasse a explicitar o que dos conceitos da Física foram extraídos do experimento. Claro que não deixamos de lado outras formas, quanto a questão de desenvolvimento do formalismo da Física, porém aqui estamos nos referindo aos *fenômenos fortuitos* pois, em geral, consideramos que os fenômenos planejados são experimentos que já tinham sido elaborados previamente pelos professores para chegar ao formalismo final. Portanto, é necessário que se trabalhe em cima dos *fenômenos fortuitos*, mas é necessário que os utilize de tal maneira a incorporar o formalismo e os conceitos que o professor tem como objetivo para a aula sem deixar de lado o trabalho com a cognição dos seus alunos.

Há uma certa relação entre os *fenômenos fortuitos* que são trazidos pelos alunos com conceitos que são conhecimentos menos elaborados chamados de conceitos prévios ou conhecimentos prévios dos alunos. Os *fenômenos fortuitos* podem estar apoiados nos conhecimentos prévios dos alunos, e o importante nesta relação é que o professor perceba ou busque em sua condução compreender qual ou quais são os conhecimentos prévios que estão por trás do *fenômeno fortuito*, e é isso que vai importar no aproveitamento de uma ideia que foi contextualizada na sala de aula e foi trazida por um dos alunos alavancando a construção conjunta do conhecimento com significância ao processo de formação de um cidadão.

Quando pensamos na questão da identificação das manifestações encaminhando uma discussão ao formalismo da Física, percebemos uma limitação nas ações dos professores quanto a inserção de muitos conteúdos conjuntos. Não foram criadas hipóteses, tampouco foi retomada a questão da fonte de luz envolvida quando se fala na cor de um objeto, mesmo que ao tratar este fenômeno buscava-se falar sobre a transmissão da luz nos meios. No caso da discussão sobre este tema realizada pelo Professor O, ele estava usando um projetor que poderia criar situações na qual projetasse apenas luz verde e colocasse um aluno ou mais alunos com roupas de diferentes colorações para que se colocasse à prova suas hipóteses e interpretassem/analisassem os fenômenos da absorção e reflexão em conjunto com suas possíveis variáveis, podendo até enfatizar a questão de meio opaco, que era seu objetivo para aula. Essa seria uma possibilidade de construir o conhecimento em sala de aula com o que se tem em sala de aula como recurso de acordo com as ideias teóricas construtivistas de Piaget.

No geral, os resultados que obtivemos parecem interessantes e nos deram informações sobre o que os alunos aprenderam e também as ações dos professores condizentes a este progresso.

Quanto aos alunos e suas aprendizagens de fenômenos destacamos o aprofundamento de seus conhecimentos, o envolvimento interessado com a discussão, a compreensão da ciência como uma composição de múltiplas interpretações, e a conquista de uma autoconfiança sobre suas capacidades.

Inferimos as características objetivas do conhecimento adquirido: o **aprofundamento de seu conhecimento** por se apresentarem capazes de retomar os conteúdos já apreendidos, de generalizar os conceitos apresentando novas aplicações aos conhecimentos teóricos; fazer inclusive analogias com outros

conteúdos; compilar seu entendimento em questões direcionadas e realizar sínteses conclusivas. Estes posicionamentos dos alunos foram frutíferos para abrangência dos conhecimentos dentro de uma discussão inesperada a respeito de fenômenos científicos de Física em sala de aula.

Trazer questões relacionadas a sua vivência, apontando memórias de seu cotidiano, apresentar questões relacionadas a mídia e aos meios de comunicação são características do **envolvimento dos alunos nas discussões** sobre ciência em sala de aula. Participar é um fator importante na aprendizagem destes alunos; permite o compartilhamento das expressões de interesse em conhecer sobre determinado assunto.

Reconhecer que a ciência é constituída de ideias pessoais diferentes, que a ciência pode estar na cabeça de pessoas diferentes sob interpretações diferentes de um mesmo fenômeno físico, pode ser evidenciado nas ações dos alunos em respeitar as falas dos colegas que traziam novas formas de compreender o fenômeno discutido e enxergar estes com um outro olhar.

A frequência e a amplitude de formas com as quais os alunos expressavam seus pensamentos e sua percepção que estes eram inseridos na discussão propiciaram uma **autoconfiança** dos alunos posicionarem-se cada vez mais sobre o assunto da Física em questão.

Quanto à ação produtiva do professor que se envolveu nos fenômenos fortuitos e que colaborou com a aprendizagem dos alunos podemos elencá-las como: a flexibilidade em romper com a sequência de conteúdos planejada, um domínio dos conhecimentos específicos da área, a capacidade de incrementar formas de apresentar os conteúdos, o respeito às manifestações de saberes do aluno, e a atualização a respeito de conteúdos inesperados contemporâneos.

Os professores que incorporaram as interrupções fortuitas em seu planejamento, mostraram-se **flexíveis** e dispostos. Ao abrir este espaço, o professor aceitou interromper sua sequência didática em determinado momento, desenvolvendo um diálogo com significado para seus alunos, talvez porque percebesse que isso fazia sentido dentro do contexto.

O **domínio dos conteúdos** da disciplina de Física dos professores proporcionou-lhes identificar, nas intervenções dos alunos, significado dentro do que se planejava ensinar. Esta ação é substancial porque os professores que trabalharam

com os fenômenos fortuitos estavam preparados para identificar a relação da manifestação com os conteúdos científicos.

A **disposição a incrementar** as formas de explicar os conteúdos trazendo experimentos planejados simples e que resolviam as discussões inesperadas em sala de aula promoveram a aprendizagem de seus alunos. Mostraram a capacidade do professor para desenvolver os conteúdos planejados por meio de diferentes representações propiciando a seus alunos uma amplitude na apresentação dos conteúdos.

O professor ao levar os problemas das manifestações dos alunos ao centro da discussão na aula, expondo-as como ponto principal na discussão, mostra que este é capaz de **respeitar o saber do aluno**, identificando-o como sujeito pensante e construtor do saber, propiciando a aprendizagem significativa.

Em determinadas manifestações dos alunos identificamos a atuação do professor em **atualizar seus conhecimentos** na área. Estes foram competentes em entendê-las e dialogar sobre sua relação com o planejado. Aplicações da Física Moderna e Contemporânea surgem no contexto dos fortuitos, e o professor precisa estar atualizado sobre estes assuntos para sustentar o diálogo necessário à aprendizagem significativa.

Ainda trazendo sobre as ações dos professores, dispusemo-nos a olhar para sua postura diante dos fenômenos planejados e pudemos entender que esses têm posicionamentos semelhantes aos fortuitos com singelas diferenças. Sentimos esta necessidade em verificar o comportamento dos professores dentro dessa forma que compreendíamos os fenômenos, pois acreditamos que os professores já tinham melhor se preparado para o desenvolvimento delas. Nos fenômenos planejados os professores apresentam maior domínio dos conteúdos em suas explicações longas e uma facilidade em encaminhar as falas dos alunos à exposição de seus entendimentos aproximando ainda mais do formalismo da Física.

Num contexto mais amplo, a sociabilidade na construção do conhecimento, assim como o aspecto afetivo são importantes. Entendendo o contexto em que se está inserido e qual sua posição, o indivíduo (aluno) sente-se à vontade para interagir. A relação alunos e professor vem se construindo com o passar do tempo e, quanto maior o período deste contato, mais ativos os alunos se sentem e mais emoções promovem seu envolvimento com o conhecimento.

Estes atributos que acabamos de trazer não compõem todos os possíveis, são o resultado da questão que buscamos resolver, de que modo eles puderam enriquecer na aprendizagem e melhorar as ações produtivas do professor. Sintetizando os resultados sobre como tratar os fortuitos nos leva a entender o que se aprendeu com esta pesquisa, quanto as ações que se mostraram adequadas. Como resultado percebemos que estas ações foram profícuas ao ensino e aprendizagem da Física com o tratamento dos fenômenos fortuitos.

Por fim, alguns acontecimentos foram importantes e que devemos considerá-los para o nosso desenvolvimento desta pesquisa. Nossa experiência foi ampliando à medida que a pesquisa se conformava e se com as questões desta pesquisa. Quando percebidos estes momentos fortuitos em sala de aula, foi de suma importância especializar-se ainda mais nos conteúdos científicos tratados, pois não era fácil sua identificação. Então, sentimos a necessidade de realizar paralelamente uma disciplina de óptica na Universidade de São Paulo.

Logo depois a coleta de dados dos quatro professores iniciais, quando um quadro de categorias já estava definido, investimos na nossa formação profissional. Ingressamos como professora no estado de São Paulo, realizando, então, ações no contexto da sala de aula. Esta prática colocou-nos na pele do professor, e buscando atuar dentro de seus limites, percebemos resultados semelhantes na aprendizagem dos seus alunos quando se desenvolviam os fenômenos fortuitos em nossas aulas. Isso permitiu-nos um envolvimento maior com as questões analisadas, compreendendo os envolvimento dos alunos e a ação do professor diante delas; possibilitou-nos interpretações mais valiosas e válidas sobre a questão desta pesquisa.

8. BIBLIOGRAFIA

- ALVES, Vagner Camarini; STACHAK Marilei. A importância de aulas experimentais no processo ensino aprendizagem em física: “eletricidade”. In: Simpósio Nacional de Ensino de Física 16. Rio de Janeiro, 2005. Anais. Disponível em <http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0219-3.pdf>> Acesso em: 06 de fevereiro de 2016.
- BARDIN, L. Análise de Conteúdo. Lisboa, Portugal; Edições 70, LDA, 2009.
- BORGES, A.T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. In: CAD, Brás. Ens. Física. 2002, p.291-313.
- BRANDÃO, R.V.; ARAUJO, I.S.; VEIT, E.A. A modelagem científica de fenômenos físicos e o ensino de física. Física na Escola, São Paulo, v.9, n.1, 2008, p. 10-14.
- CACHAPUZ, A. et al. (org.). (2005). A necessária renovação do ensino das ciências. São Paulo: Cortez.
- CAVALCANTE, Marisa Almeida; BONIZZIA, Amanda; GOMES, Leandro Cesar Pereira. Aquisição de dados em laboratórios de física: um método simples, fácil e de baixo custo para experimentos em mecânica. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 30, n. 2, p. 2501.1-2501.6, 2008.
- ERTHAL, João Paulo Casaro; GASPAR, Alberto. Atividades experimentais de demonstração para o ensino de corrente alternada ao nível do ensino médio. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 23, n. 3, p. 346-360, set. 2008. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/5812>>. Acesso em: 20 jun. 2016.
- FREIRE, Paulo. Extensão ou Comunicação? Traduzido de Rosisca Darcy de Oliveira, 8. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.
- GALIAZZI, M.C., ROCHA, J.M.B., SCHMITZ, L.C., SOUZA, M.L., GIESTA, S. & GONÇALVES, F.P. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. Ciência & Educação, v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001.
- GASPAR, Alberto; MONTEIRO, Isabel Cristina de Castro. Atividades experimentais de demonstrações em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky, IENCI, Agosto de 2005, v. 10, n. 2, pp 161 – 178

- GUILLARÓN, J.; LOURENÇO, A.; MÉNDEZ, L.; HERNANDES A. (2013) Alcances y limitaciones actuales de la actividad experimental en las escuelas de enseñanza media de la provincia Santiago de Cuba: criterios de alunos y profesores.
- HEIDEMANN, Leonardo Albuquerque; ARAUJO, Ives Solano; VEIT, Eliane Angela. Atividades experimentais com enfoque no processo de modelagem científica: Uma alternativa para a ressignificação das aulas de laboratório em cursos de graduação em física. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 38, n. 1, 1504, 2016.
- HERNANDES, C. L. ; CLEMENT, L. ; TERRAZZAN, E. A. . Realização de atividades experimentais numa perspectiva investigativa: um exemplo no ensino de física. In: IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2003, Bauru/SP.
- JESUS, V.L.B. de; SASAKI, D.G.G.. Vídeo-análise de um experimento de baixo custo sobre atrito cinético e atrito de rolamento. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 36, n. 3, p. 1-6, Sept. 2014.
- KIOURANIS, Neide Maria Michellan; SOUZA, Aguinaldo Robinson de; SANTIN FILHO, Ourides. Experimentos mentais e suas potencialidades didáticas. Rev. Bras. Ensino Fís., São Paulo, v. 32, n. 1, p. 1507-1510, Mar. 2010.
- MACEDO, Lino de. Ensaios Construtivistas. São Paulo: Casa do Psicólogo, 1994.
- MINAYO, Maria Cecília de Souza. O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde. 13. ed., São Paulo: Hucitec, 2013.
- MORAES, Roque & GALIAZZI, M. do C.. Análise textual discursiva. Ijuí: Ed. Unijuí, 3 ed., 2016.
- MOREIRA, A. C. S.; PENIDO, M. C. M. Sobre as propostas de utilização das atividades experimentais no ensino de Física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7, 2009, Florianópolis. Anais. Florianópolis: ABRAPEC, 2009.
- OLIVEIRA, J.R.S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. Acta Scientiae, v.12, n.1, p.139-153, 2010.
- OLIVEIRA, M.K. Pensar a educação, contribuições de Vygotsky. In: CASTORINA, J.A. et al. *Piaget-Vygotsky: novas contribuições para o debate*. São Paulo: Ática, 1995. p. 51-83.
- _____. Vygotsky e o processo de formação de conceitos. In: La Taille Y., Oliveira M.K., Dantas H. (Org.). *Piaget, Vygotsky e Wallon: teorias psicogenéticas em discussão*. São Paulo, Ed. Summus, 1992. p.23-34.

PACCA, Jesuína Lopes de Almeida. CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO NA SALA DE AULA: UM DIÁLOGO PEDAGÓGICO SIGNIFICATIVO. *Investigações em Ensino de Ciências*, [S.l.], v. 20, n. 3, p. 131-150, dez. 2015. ISSN 1518-8795. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/32/12>>. Acesso em: 24 jan. 2016.

PACCA, J. L. A. (2015). Construção de conhecimento na sala de aula: um diálogo pedagógico significativo. *Investigações em Ensino de Ciências*, 20(3), 131-150.

PACCA, J. L. A. & SCARINCI, A. L. (2011). A ressignificação das atividades na sala de aula. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 13(1) 57-72.

SOUZA, Rafaelle da Silva; SILVA, Ana Paula Bispo da; ARAUJO, Thiago Silva. James Prescott Joule e o equivalente mecânico do calor: reproduzindo as dificuldades do laboratório. *Rev. Bras. Ensino Fís.*, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 1-9, Sept. 2014 .

VILAR, A.B. et al. Medição de temperatura: O saber comum ignorado nas aulas experimentais. *Rev. Bras. Ensino Fís.*, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 2507-1-2507-5, June 2015.

VYGOTSKY, L. S. A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, L. S. Pensamento e Linguagem. Edição eletrônica, Ed Ridendo Castigat Moras, 2001.