

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

MAYARA PALMIERI

**Aspectos epistêmicos e conceituais em interações discursivas possibilitadas por
atividades investigativas em aulas de Física**

São Paulo

2019

MAYARA PALMIERI

**Aspectos epistêmicos e conceituais em interações discursivas possibilitadas por
atividades investigativas em aulas de Física**

Versão Original

Dissertação apresentada à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Educação.

Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Orientadora: Profa. Dra. Lúcia Helena Sasseron.

São Paulo

2019

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

Catálogo da Publicação

Ficha elaborada pelo Sistema de Geração Automática a partir de dados fornecidos pelo(a) autor(a)
Bibliotecária da FE/USP: Nicolly Soares Leite - CRB-8/8204

Pa	<p>Palmieri, Mayara Aspectos epistêmicos e conceituais em interações discursivas possibilitadas por atividades investigativas em aulas de Física / Mayara Palmieri; orientador Lúcia Helena Sasserón. -- São Paulo, 2019. 127 p.</p> <p>Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Educação Científica, Matemática e Tecnológica) -- Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2019.</p> <p>1. Ensino por Investigação. 2. Práticas Epistêmicas. 3. Aspectos Epistêmicos. 4. Aspectos Conceituais. 5. Interações discursivas. I. Sasserón, Lúcia Helena, orient. II. Título.</p>
----	---

Nome: PALMIERI, Mayara

Título: Aspectos epistêmicos e conceituais em interações discursivas possibilitadas por atividades investigativas em aulas de Física

Dissertação apresentada à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Educação.

Aprovado em:

Banca Examinadora

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof. Dr.: _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha mãe, meu pai, minha irmã e minha tia, minha segunda mãe, pelo apoio incondicional, financeiro afetivo e psicológico, que incansavelmente me deram ao longo de toda a minha vida. Tudo o que eu faço é pensando em vocês e graças a vocês. Vocês são meu maior orgulho.

Agradeço aos meus avós, alguns infelizmente ausentes fisicamente embora sempre presentes no coração, por seus exemplos impecáveis de caráter e me lembrarem sempre das minhas origens

Agradeço à professora Lúcia Sasseron por tantos anos de trabalho, desde a Iniciação Científica, por ter me acompanhado com tanta paciência e dedicação. Sem dúvidas trabalhar com você me fez crescer como professora e pesquisadora.

Agradeço a todos os meus amigos do LaPEF, por todas as reuniões em que me ajudaram a esclarecer o que a minha cabeça não conseguia, pelas conversas, cafés, copos de cerveja ou taças de vinho onde sofremos e rimos juntos.

Agradeço à Cherateria, bateria da Física-IAG-USP, por ser meu porto seguro e proporcionar, por meio da cultura popular e de uma batucada de respeito, a melhor manifestação de nós mesmos. Minha família do coração.

Agradeço à Dra. Arianne Agelelli e ao Dr. Ricardo Sebastiani pela dedicação, carinho e pelo trabalho desenvolvido em manter a minha saúde mental.

Agradeço aos meus gatinhos Dirac e Novak por serem fontes inesgotáveis de amor.

Agradeço aqueles que de alguma maneira dedicaram um pouco de si para que fosse possível a conclusão deste trabalho.

RESUMO

Palmieri, M. **Aspectos epistêmicos e conceituais em interações discursivas possibilitadas por atividades investigativas em aulas de Física**. 2019. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

Ao longo da história, os objetivos do Ensino de Ciências vêm sendo modificados por meio da promulgação de leis e projetos de ensino. Estas mudanças foram estimuladas e acompanhadas de um contexto histórico. Assim, o Ensino de Ciências que, outrora, tinha como uma das principais funções o suprimento de formação técnica de pessoas que trabalhassem no desenvolvimento de novas tecnologias, passou a preocupar-se em desenvolver o indivíduo para o exercício da cidadania a partir de uma formação mais autônoma. Neste quadro, defendemos o Ensino por Investigação como abordagem didática que tem como um de seus principais preceitos trazer o aluno para o papel de protagonista em sua aprendizagem em oposição ao papel de receptor de informação que o mesmo desempenha do dito ensino tradicional. Neste contexto de pesquisa, o presente trabalho tem por objetivo compreender de que maneira aspectos epistêmicos e conceituais são integrados em interações discursivas possibilitadas em atividades investigativas da Física Moderna. Para isto, realizamos uma pesquisa de natureza qualitativa em que analisamos duas aulas, de um mesmo professor, para uma mesma turma. Estas aulas estão gravadas em vídeo e disponíveis no acervo do Laboratório de Pesquisa em Ensino de Física (LaPEF) e referem-se a abordagem do tema “natureza do elétron” por meio de uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI). A análise dos dados é feita a partir das transcrições destes dois encontros e se propõe a estudar a integração de aspectos epistêmicos e conceituais nas interações discursivas em sala de aula, ou seja, nos turnos de fala do professor e dos alunos. Nosso referencial teórico principal, além dos pressupostos do Ensino por Investigação e são as práticas epistêmicas de produção, comunicação, avaliação e legitimação do conhecimento científico (Kelly, 2006; Kelly e Licona, 2018) e a construção dos conceitos espontâneos e científicos (Vygotsky, 2000). A partir da análise das aulas podemos concluir que os aspectos conceituais presentes nas falas dos alunos em atividades investigativas tendem a ter um movimento do *incoerente* para o *coerente*, sejam eles *espontâneos* ou *científicos* quanto mais os mesmos se apropriam nos conhecimentos vistos em aula, enquanto os aspectos conceituais do professor mantem-se *científicos* e *coerentes* na maior parte do tempo, uma vez que ele representa autoridade epistêmica em sala de aula. Já os aspectos epistêmicos não apresentam um padrão de movimento, uma vez que os próprios autores Kelly e Licona (2018) afirmam que estes podem aparecer de maneira integrada e mutável.

Palavras-chave: Ensino por Investigação. Práticas Epistêmicas. Aspectos Epistêmicos. Aspectos Conceituais. Interações discursivas. Ensino de Física. Física Moderna.

ABSTRACT

Palmieri, M. **Aspectos epistêmicos e conceituais em interações discursivas possibilitadas por atividades investigativas em aulas de Física.** 2019. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

Throughout history, the goals of Science Teaching have been modified through the enactment of laws and teaching projects. These changes were stimulated and accompanied by a historical context. Thereby, Science Teaching, which once had as one of its main functions the provision of a technical school education for people to work in the development of new technologies, began to worry about developing the individual for the exercise of citizenship from a more autonomous school education. In this context, we foster inquiry teaching as a disciplinary approach that has as one of its main goals bring the student to the role of protagonist in their learning process as opposed to the role of information receiver in the traditional learning and teaching process. In this context of research, the present work aims to understand how epistemic and conceptual aspects are integrated into discursive interactions enabled in inquiry activities of Modern Physics. For this, we performed a qualitative research in which we analyzed two classes, from the same teacher, for the same students. These classes are videotaped and available in the collection of the Laboratory of Research in Physics Teaching (LaPEF in portuguese) and refer to the approach of the theme "nature of the electron" through a Sequence of Investigative Teaching (SEI in portuguese). The data analysis is made as of transcriptions of these two meetings and it is proposed to study the integration of epistemic and conceptual aspects in the discursive interactions in the classroom, that is, in the speech shifts of the teacher and the students. Our main theoretical reference, besides the assumptions of Teaching by Research, is the epistemic practices of production, communication, evaluation and legitimation of scientific knowledge (Kelly, 2006, Kelly and Licona, 2018) and the construction of spontaneous and scientific concepts (Vygotsky, 2000). From the analysis of the lessons we can conclude that the conceptual aspects present in the students' speeches in investigative activities tend to have a movement from the *incoherent* to the *coherent*, whether they are *spontaneous* or *scientific* the more they appropriate in the knowledge seen in class, while the conceptual aspects of the teacher remain *scientific* and *coherent* most of the time, since he represents epistemic authority in the classroom. However, the epistemic aspects do not present a pattern of movement, since the authors themselves Kelly and Licona (2018) affirm that these can appear in an integrated and changeable way.

Keywords: Inquiry teaching. Epistemic practices. Epistemic aspects. Conceptual aspects. Discursive interactions. Physics teaching. Modern Physics.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	10
2.	IDEIAS QUE DELIMITAM ESSA PESQUISA	14
2.1.	O Ensino de Ciências por Investigação	14
2.1.1.	Breve histórico	14
2.1.2.	Ensino por Investigação como abordagem didática e as Sequencias de Ensino Investigativas	19
2.1.3.	O papel da argumentação na abordagem do Ensino por Investigação	22
2.1.4.	O papel do problema na abordagem do Ensino por Investigação.....	24
2.2.	Ciência como prática e as práticas da ciência	26
2.2.1.	Ciência como prática e suas dimensões	26
2.2.2.	Práticas epistêmicas e aspectos epistêmicos	27
2.2.3.	Ferramenta para análise de aspectos epistêmicos diante de interações discursivas em atividades investigativas	30
2.2.4.	Construção conceitual do ensino de ciências	33
2.2.5.	Ferramenta para análise de aspectos conceituais em interações discursivas	34
3.	METODOLOGIA DE PESQUISA	37
3.1.	Caracterização da pesquisa e pressupostos teóricos	37
3.2.	Sobre a escola e os sujeitos de pesquisa	38
3.3.	Sobre os dados	40
3.4.	Sobre a SEI implementada	42
4.	ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	48

4.1.	O encontro 4 – “Futebol de régua”	49
4.2.	O encontro 4 – Análise de episódios	49
4.3.	Análise de aspectos gerais do encontro 4	60
4.4.	O encontro 5 – “Os anéis de G. P. Thomson”	63
4.5.	O encontro 5 – Análise de episódios	64
4.6.	Análise dos aspectos gerais do encontro 5	70
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	72
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	76
	APÊNDICE A – TRANSCRIÇÃO DO ENCONTRO 4 E ANÁLISE DOS DADOS.....	80
	APÊNDICE B – TRANSCRIÇÃO DO ENCONTRO 5 E ANÁLISE DOS DADOS.....	104

1. INTRODUÇÃO

Nossa pesquisa deriva do contexto de trabalhos realizados pelo grupo de pesquisa do Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo – LaPEF – FEUSP. Nos últimos anos, os pesquisadores do LaPEF têm dedicado esforços em pesquisas acerca do desenvolvimento de atividades investigativas e estudado de que maneira estas contribuem para a melhoria do ensino. Geralmente, as pesquisas desenvolvidas pelo grupo estão dentro do contexto de situações de ensino e aprendizagem de Física e de Ciências. As atividades desenvolvidas pelo LaPEF relacionam-se com temas como a formação de professores, a estruturação de sequências de ensino investigativas, as interações discursivas em sala de aula e a construção de argumento por parte dos estudantes. Atualmente, grande parte de nossa pesquisa se debruça no estudo da construção do conhecimento por meio de interações discursivas e processos argumentativos. Assim, buscamos entender, nas diversas pesquisas realizadas por nosso grupo de pesquisa, quais ações realizadas pelos professores permitem o surgimento do processo argumentativo e a argumentação em sala de aula, bem como o processo de significação do aluno e o desenvolvimento das práticas envolvidas no mesmo.

Acreditamos que as questões abordadas em nossa pesquisa possam contribuir como base teórica para fomentar discussões em se tratando da reestruturação do ensino de Física em nosso país, dado que oferecem alternativas ao denominado “ensino tradicional” amplamente presente nas salas de aula brasileiras. O ensino tradicional tem se mostrado indevido para as necessidades de formação que o mundo contemporâneo exige de um cidadão já que estas vão além da memorização e aplicação de fórmulas para resolução de exercícios de aplicação de conhecimento. Consideramos importante que o ensino de Física ofereça ferramentas para que o aluno preveja e solucione problemas do seu cotidiano e que essa resolução transcenda a sala da aula para a realidade e o cotidiano de cada aluno.

Ao longo da história, vimos que a promulgação de leis e projetos de ensino foram modificando os objetivos do Ensino de Ciências. Estas mudanças foram estimuladas e acompanhadas de um contexto histórico. Assim, o Ensino de Ciências que antes buscava auxiliar a suprir a demanda da formação técnica de pessoas que trabalhassem no desenvolvimento de novas tecnologias, passou a preocupar-se em

desenvolver o indivíduo para o exercício da cidadania a partir de uma formação mais autônoma.

Consideramos que pesquisas com a temática de um ensino emancipador, onde a tônica é a liberdade e autonomia do pensamento, e que coloque o aluno como sujeito ativo do processo de aprendizagem sejam de grande relevância em se tratando da atual reestruturação em que o ensino de Física e de Ciências, entre outras áreas do conhecimento, vem sofrendo no Brasil. Neste quadro, defendemos o Ensino por Investigação como abordagem didática que tem como um de seus principais preceitos trazer o aluno para o papel central no processo de ensino-aprendizagem em oposição ao papel de receptor de informação que o mesmo desempenha do dito ensino tradicional. O Ensino por Investigação proporciona ao aluno o desenvolvimento de práticas para refletir características da ciência que sejam pertinentes à sua realidade cotidiana e que tenham uma relação mais adequada do que seja a própria ciência.

Mais recentemente, o desenvolvimento da alfabetização científica (AC) tem sido considerado como objetivo do ensino de ciências que pretende conferir autonomia intelectual aos estudantes por meio do desenvolvimento de conhecimentos conceituais, entendimentos sobre aspectos da natureza das ciências e dos fatores que influenciam sua prática e percepção da existência de relações entre ciência, tecnologia e sociedade (FOUREZ, 1994, HURD, 1998, SASSERON, 2008, SASSERON e CARVALHO, 2008). Entendemos, então que o ensino por investigação pode ser considerado uma forma de trabalhar em sala de aula que auxilia no desenvolvimento da AC.

Em se tratando da AC como um processo que não seja apenas um objetivo escolar, e perdure para além dos anos vividos na escola, os processos argumentativos assumem função central nesse contexto de capacitação do sujeito acerca do domínio da ciência das maneiras que a mesma se relaciona com a sociedade.

Ao refletirmos sobre a temática de nossa pesquisa, que é a maneira como alunos integram aspectos conceituais e epistêmicos em interações discursivas possibilitadas por atividades investigativas, temos em mente a mudança que a própria ideia de um ensino pautado em investigação sofreu ao longo do tempo, assim como o entendimento de como a ciência e seus processos funcionam também passou por transformações.

Vimos que o ensino de ciências por investigação reflete mudanças ocorridas no entendimento do que seja a ciência, suas práticas e seus processos. Assim, torna-se central no ensino de ciências por investigação que os alunos também pudessem participar ativamente de práticas que produzem conhecimento.

Dentro dessas práticas, tomaremos como referencial o estudo sobre as práticas epistêmicas de construção do conhecimento tendo como principal menção os trabalhos de Kelly (2008) e Kelly e Licona (2018). É importante ressaltar que o Ensino por Investigação não exclui a importância do conceito científico, e tendo isso em vista outro aspecto trabalhado em nossa pesquisa é a articulação dos aspectos epistêmicos e conceituais por parte dos alunos, tendo Vygotsky como principal referencial acerca da formação e natureza dos conceitos.

Isto posto, e visando ao papel do aluno como sujeito ativo da construção de conhecimento, pesquisadores da área de ensino de ciências vem evidenciando o uso da linguagem em sala de aula, por parte dos alunos e professores, no processo de significação e entendimento e, deste modo, a concretização de interações discursivas ganha atenção do professor e dos pesquisadores.

Diante do panorama apresentado, nossa pesquisa será orientada pela seguinte questão: **De que maneira aspectos epistêmicos e conceituais são integrados em interações discursivas possibilitadas por atividades investigativas da Física Moderna?**

Uma vez estabelecida a questão que nos norteia, determinamos objetivos que nos auxiliarão a compor nosso trabalho e atendam nossa indagação. Estes seguem abaixo:

- a) *Estabelecer a relação entre o Ensino por Investigação e o desenvolvimento de práticas epistêmicas.*
- b) *Caracterizar aspectos epistêmicos e conceituais no ensino de ciências por investigação.*
- c) *Analisar as relações entre aspectos epistêmicos e conceituais que surgem em discussões realizadas em atividades investigativas.*

Desta maneira, nossos dois primeiros objetivos são teóricos e tratamos de desenvolvê-los no capítulo seguinte juntamente ao nosso referencial teórico. Mais especificamente, o primeiro deles é alcançado no decorrer do desenvolvimento de nosso referencial teórico. O segundo deles é referenciado nos estudos e pesquisas que compõem nosso próximo capítulo e alcançado ao formularmos duas ferramentas de análise que nos auxiliarão a atingir nosso terceiro objetivo no momento da categorização dos nossos dados para posterior análise dos resultados.

Com relação à metodologia, desenvolvemos uma pesquisa de natureza qualitativa na qual teremos como objeto de estudo dois encontros, de um total de nove,

que compõem uma Sequência de Ensino Investigativa desenvolvida pelo professor que a aplica e cujo tema principal é a natureza dual do elétron. Os registros desses dois encontros, por nós analisados, encontram-se na íntegra na seção de Apêndices do presente texto. Para análise mais profunda, selecionamos alguns episódios que se encontram no capítulo 4 deste texto.

O presente trabalho está estruturado em cinco capítulos. Esta introdução é o primeiro deles. No segundo capítulo, apresentamos um breve histórico acerca do Ensino por Investigação para por fim discorrermos sobre o mesmo enquanto abordagem didática. Julgamos importante fazer esse breve levantamento histórico para que nosso olhar não seja anacrônico em referência ao Ensino por Investigação uma vez que o mesmo sofreu diversas mudanças de perspectiva. Para isso contamos, principalmente, com trabalhos de DeBoer (2006) Rosa e Rosa (2012) e os principais documentos acerca do currículo escolar. Ainda neste capítulo trazemos o papel do professor no Ensino por Investigação e pesquisas acerca da Sequência de Ensino Investigativa. Por fim, o capítulo que traz nosso referencial teórico definimos o que entendemos acerca de aspectos epistêmicos e conceituais além de apresentar nossas ferramentas de análise dos dados. O terceiro capítulo consiste em nossa metodologia de pesquisa, onde apresentamos o contexto da Sequência de Ensino Investigativa que analisamos, bem como a escola e os sujeitos de pesquisa que compõe a diversidade da sala de aula. O quarto capítulo é relativo à análise dos dados e dos resultados, o qual dividimos em algumas etapas como; estrutura de cada encontro; análise geral de cada encontro; e análise de episódios específicos relativos a cada encontro analisado. No quinto e último capítulo fazemos considerações finais de nossa pesquisa, relacionando nossas discussões e a relevância de nosso trabalho no cenário das pesquisas na área de ensino de Física.

2. IDEIAS QUE DELIMITAM ESSA PESQUISA

Neste capítulo, pretendemos apresentar os pressupostos do Ensino por Investigação como abordagem didática e, para isso, apresentar brevemente seu desenvolvimento histórico a fim de compreender o contexto em que esta proposta de ensino contrapõe o que se pensava sobre o ensino de ciências até a metade do século XX. Ademais, este capítulo compreende o referencial teórico metodológico no qual nos apoiamos para atingir nossos objetivos e responder nossa pergunta de pesquisa, bem como as ferramentas que criamos para tal. Uma vez que os nossos dois primeiros objetivos específicos sejam de natureza teórica, ambos serão trabalhados nesta divisão do texto.

2. 1. O Ensino de Ciências por Investigação

2. 1. 1. Breve histórico

Para este breve histórico, apoiamo-nos no trabalho elaborado por DeBoer (2006) em que é apresentado um relato histórico acerca do ensino pautado em práticas próprias da ciência como a investigação. No contexto estadunidense, a ideia da introdução de aspectos da investigação científica no ensino de ciências é proposta por grupos de cientistas influentes, no início da segunda metade do século XIX, em conjunto com a defesa da adoção de atividades experimentais na educação. As atividades de laboratório eram defendidas por permitirem que os estudantes observassem o mundo real, algo que as disciplinas ditas clássicas, nesta época, não eram, e raciocinassem sobre a natureza das coisas de maneira mais autônoma, visando à maior independência dos estudantes com relação ao professor e aos textos, uma vez que estas atividades possibilitavam uma compreensão mais ampla acerca dos fenômenos e mais próxima do fazer científico, que não podia ser atingida apenas com o aprendizado livresco.

As ciências exatas eram fundamentalmente diferentes das outras disciplinas escolares por fundamentarem-se na observação e no raciocínio lógico e, sendo assim, buscava-se trabalhar no ensino de ciências características da própria ciência como, por

exemplo, a autonomia de pensamento quanto à observação de um fenômeno, Assim, a vivência da ciência experimental também permitiria que os alunos, a partir de observações, elaborassem generalizações, com base em padrões e conclusões, o que por conseguinte visa atribuir aos estudantes um papel mais ativo na construção do seu conhecimento científico escolar. Embora alguns dos elementos importantes da investigação científica estivessem postos no contexto escolar do século XIX, como o contato com espaço físico do laboratório, a vivência experimental e a elaboração de hipóteses e conclusões, e tenham contribuído para a estruturação de um ensino pautado na investigação muitos professores continuavam a desempenhar suas práticas tradicionais de ensino como a transmissão de informações registradas nos livros texto (SÁ, LIMA, AGUIAR JR, 2011)

Segundo Deboer (2006), na primeira metade do século XX houve uma forte mudança de perspectiva no ensino de ciências em razão dos avanços científicos alcançados até os anos 1950 que impactaram consideravelmente os meios de produção, com a industrialização de diversos países pelo mundo, as novas tecnologias usadas nos meios de comunicação, medicina e diversas outras áreas, além da indústria bélica. Desta maneira este período caracteriza-se pela mudança de foco no âmbito do ensino de ciências preocupando-se mais com valores sociais e coletivos e menos exclusivamente com os individuais e intelectuais. No início do século XX podemos destacar os trabalhos do filósofo John Dewey que defendia um ensino pautado na investigação e focado em desenvolver habilidades para a resolução de problemas específicos que tenham significado social, em oposição à acumulação de informação e conteúdos deveras criticada pelo filósofo.

Em uma revisão histórica acerca do ensino de ciências no contexto nacional, Rosa e Rosa (2012) apontam que o final do século XIX é caracterizado por fortes influências positivistas ao mesmo tempo em que ocorre a desvinculação entre Estado e Igreja. Neste mesmo período, os conteúdos de Ciências Fundamentais (Matemática, Astronomia, Física, Química, Biologia e Sociologia) foram incluídos ao ensino básico.

Os autores apontam um projeto de lei de 1903 que buscou modificar o quadro nacional no ensino de Ciências Naturais por meio da implementação da obrigatoriedade de laboratórios no desenvolver conteúdos de Física e Química para realizar demonstrações práticas, embora pouco influenciassem o ensino dessas disciplinas. Nos anos de 1920 as discussões e as ideias acerca da educação amadureceram e chegou-se à percepção coletiva da educação básica como um problema nacional resultando na

criação da Associação Brasileira de Educação – ABE, em 1924, para discutir questões acerca do ensino nacional.

Com a revolução de 1930, quando o país passou por um período de transição da economia agrária para a industrial, a educação tornou-se uma alternativa para o desenvolvimento social e econômico. Neste contexto, surgiu o movimento progressivo ou escola nova, o qual teve seus ideais apresentados pelo Manifesto dos Pioneiros em 1932, elaborado por um grupo de educadores e intelectuais. Este Manifesto defende a educação como ferramenta primordial para a civilização social, reivindicando uma política educacional no país. O documento conseguiu a incorporação de seus objetivos no texto da constituição de 1934 e é considerado um marco para a educação brasileira.

Segundo Rosa e Rosa (2012), até a primeira metade do século XX, o ensino de ciências passou a relacionar-se com as necessidades geradas pelo início do período de industrialização que exigia formação de profissionais com conhecimentos na área tectológica e essas necessidades foram o objetivo do ensino de ciências por mais algumas décadas. Este período é marcado pela criação do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI em 1942 e o Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial – SENAC em 1946. Ao final da segunda guerra mundial, o Brasil firma o primeiro acordo educacional com os EUA, em 1946. O ensino de ciências, no contexto nacional, nesta época vinculava-se fortemente aos exames de ingresso ao Ensino Superior baseando-se na transmissão de conteúdos e de maneira expositiva. Sob influência de projetos educacionais americanos que visassem ao desenvolvimento científico, o Brasil importa e aplica alguns destes, sendo o *Physical Science Study Committe* – PSSC, o projeto com maior repercussão. Este projeto, ao contrário do ensino propedêutico, proporcionava uma participação mais ativa dos alunos por meio de atividades experimentais realizadas com equipamentos simples e de fácil reprodução e acompanhados de guias de laboratório.

No início dos anos de 1960 foi promulgada a primeira Lei de Diretrizes e Bases – LDB – lei nº 4.024, de 20/12/1961, com o objetivo de unificar o sistema educacional, dando autonomia aos estados e descentralizando o ensino da jurisdição federal. Rosa e Rosa (2012) apontam a LDB considerava questões as científicas como condição para o progresso e desenvolvimento do país. A lei também apontou para o aumento do números de horas das disciplinas de Química, Biologia e Física. A década de 1960 ficou marcada pelo discurso de valorização da ciência como fonte para o progresso da vida cotidiana, vinda dos Estados Unidos, em decorrência dos anos pós-guerra. Ao final dos anos 1960 e no início da década de 1970, com o governo dos militares, surge no país a

unificação das duas formas de ensino secundário: o ensino profissionalizante e o acadêmico, com o objetivo de encurtar o caminho de acesso dos jovens ao mercado de trabalho. Nesse período, o ensino de ciências passa por uma adaptação de maneira a atender o ensino técnico e profissionalizante. Em consequência de diversas reflexões sobre o ensino de ciências, inauguram-se no Brasil, os primeiros cursos de pós graduação em ensino de Física, na Universidade de São Paulo - USP e na Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, possibilitando professores e pesquisadores a dedicarem estudos acerca das práticas educacionais.

No contexto mundial dos anos 1980, as ciências tomaram a dimensão de produção voltada para avanços tecnológicos. A relação entre ciência e tecnologia semeou discussões em torno dos benefícios que essa associação traria à sociedade. O forte vínculo da ciência com a tecnologia e a sociedade desencadearam reflexões sobre a mudança necessária no ensino de ciências que contemplassem a aproximação dos conteúdos escolares da nova realidade em que os estudantes estavam, naquele momento, inseridos. No Brasil, o ensino de ciências não fora bem sucedido no que diz respeito à aproximação de seus conteúdos com questões ligadas à tecnologia e à sociedade, em razão da maioria dos professores desconhecerem tais relações e ainda praticarem um ensino exclusivamente conteudista (ROSA e ROSA, 2012). O final da década de 1980, no contexto nacional, para a educação é marcado pela adaptação do ensino de ciências às exigências do mercado com o objetivo de formar mão de obra qualificada. Esta relação do ensino de ciências com interesses mercadológicos fica claro texto da constituição de 1988, especificamente no capítulo destinado à educação.

A atual LDB – Lei nº 9.394/96, passou por diversas atualizações ao longo dos anos, sendo a última em Março de 2017. Segundo Francisco Filho (2014) a Lei de Diretrizes e Bases sofreu fortes influências das teorias educacionis, interacionistas e sociointeracionistas de Piaget e Vygotsky, bem como do processo de globalização. A inovação da lei aponta a educação como preparadora básica para o trabalho e o exercício da cidadania, de maneira a desenvolver no indivíduo a formação ética, autonomia intelectual e o pensamento crítico. Objetiva que o indivíduo compreenda fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, de maneira a relacionar a teoria e prática de cada disciplina. A criação da LDB ocasionou uma mudança de perspectiva para educação como a formação geral do indivíduo em oposição à formação específica proposta anteriormente.

Rosa e Rosa (2012) apontam que em complemento à LDB, o Ministério da Educação e Cultura – MEC, elaborou, no ano de 1996, os Parâmetros Curriculares

Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM na intenção de descrever mais detalhadamente as competências indicadas pela Base Nacional Curricular Comum à cada disciplina. No que se relaciona especificamente à disciplina de Física, o documento indica as seguintes competências: Representação e comunicação; Investigação e compreensão; Contextualização sociocultural. Estas competências indicam uma proposta de extrapolação do ensino tradicional ainda desenvolvido nas escolas, pela possibilidade da formação de uma cultura científica escolar, no estabelecimento de relações mais sólidas com o contexto social, histórico e tecnológico e a compreensão da dinâmica entre desenvolvimento científico e o homem. Os autores apontam que interdisciplinaridade aparece de forma mais detalhada nos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+, documento divulgado em 2002 como um complemento ao PCN de 1999. A interdisciplinaridade é proposta como uma oportunidade de estreitar as relações entre as disciplinas escolares de forma a constituir o ensino proposto pela LDB.

Posteriormente à LDB, alguns desdobramentos foram feitos na direção de relacionar as disciplinas escolares ao cotidiano dos alunos e ao mundo, no âmbito social, ambiental e tecnológico, além de tornar o aluno um sujeito mais ativo no processo de aprendizagem. Estes esforços foram consequência de discussões e pesquisas acerca do currículo do ensino básico brasileiro e das competências envolvidas no mesmo. Em 2003, o MEC elabora as Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica – DCNEB e posteriormente, em 2017, a terceira versão e última da Base Nacional Comum Curricular – BNCC uma vez que há um novo texto redigido e ainda não aprovado pelo atual governo, em que ambos os documentos especificam competências e objetivos da Ensino Básica. Este último propõe competências gerais para o ensino de ciências reunidas nos seguintes blocos: Definição de problemas; Levantamento, análise e representação; Comunicação; e Intervenção. Dentre as competências propostas nestes blocos, destacam-se algumas que vão de encontro aos pressupostos do Ensino por Investigação, como: levantamento de hipóteses, a análise de dados, construção de argumentos, elaboração de explicações e modelos, revisão de processos investigativos, associação com problemas cotidianos e o desenvolvimento de ações de intervenção para melhorar a qualidade de vida individual, coletiva e socioambiental.

Neste breve levantamento histórico acerca do Ensino por Investigação, Rosa e Rosa (2012) explicitam, primeiramente num contexto mundial e em seguida nacional, o desenvolvimento da educação, em especial o ensino de ciências, em termos de

políticas educacionais. É interessante perceber como a perspectiva e os objetivos do ensino de ciências foram modificados do final do século XIX até os dias de hoje, início do século XXI. Os objetivos acerca do ensino por investigação mudaram a medida que as relações entre ciência e sociedade também o fizeram. A investigação em sala de aula, deixa de ser exclusivamente a operacionalização e reprodução de experimentos em laboratório e passa a ter um significado mais amplo, relacionando a ciência com o ambiente, contexto social, ambiente, política e entre outros.

Os autores Rosa e Rosa (2012) ainda defendem que aprender a aprender requer uma pedagogia centrada em situações didáticas favorecedoras a ela, situações estas que vão além de ouvir, escrever, memorizar e reproduzir conhecimentos. Assim, é possível notar nesse histórico sucinto, o surgimento, a problematização e a reformulação de diferentes movimentos pedagógicos. Esta movimentação se faz benéfica por proporcionar novas possibilidades investigativas de ensino e aprendizagem enquanto pensarmos no ensino de ciências como um elemento libertador e conscientizador e em constante desenvolvimento em sala de aula.

2. 1. 2. Ensino por Investigação como abordagem didática e as Sequências de Ensino Investigativas

Apesar das primeiras atividades investigativas nas aulas de ciências terem surgido por meio de práticas de laboratório, pesquisadores apontam que não exista uma dependência dos mesmos ou de atividades experimentais para a resolução de problemas investigativos (MUNFORD e LIMA, 2007; CARVALHO, 2013; MORTIMER e SCOTT, 2002; JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, 2014). Com a mudança das pedagogias propostas ao longo da história, como apresentado na seção anterior, o entendimento do que seria Ensino por Investigação também sofreu mudanças. Com tantas transformações sobre tal entendimento, alguns autores como Duschl e Grandy (2008) apontam uma falta de consenso e a diversidade de interpretações acerca do conceito de Ensino por Investigação. Os autores acreditam que isso deriva de décadas de mudanças que a proposta investigativa no ensino de ciências vem sofrido. Para Saca (2017) a abordagem investigativa só perdurou por tantos anos por conter em seu cerne pressupostos que se mostraram compatíveis e adequáveis às grandes mudanças de pensamento transcorridas.

À vista disso, delineamos nosso entendimento acerca do Ensino por Investigação a partir daquela definida pelos autores Zômpero e Laburú (2011) e

Sasseron e Carvalho (2008). A investigação em sala de aula é composta por uma série de elementos (ZÔMPERO e LABURÚ, 2011) que são próprios da prática científica e pluralizam o entendimento da prática investigativa em sala de aula, tais como: o problema a ser analisado, a elaboração de hipóteses, possível coleta e/ou interpretação de dados, análise e comunicação de resultados. Atividades investigativas, portanto, podem promover o trabalho em conjunto entre alunos e alunos e professor, colocando o estudante em um papel ativo durante o processo investigativo.

Sasseron e Carvalho (2008) e Sasseron (2015) apontam que o ‘fazer ciência’ na escola é possível durante uma abordagem pautada no ensino por investigação, a qual possibilita aos alunos uma compreensão dos conteúdos científicos que vá além da aprendizagem de conceitos, mas ocupando também o papel de colocar em destaque aspectos culturais do fazer científico. As autoras defendem que a elaboração de situações-problema oportuniza à investigação ocorrer em sala de aula de maneira que a obtenção de dados, a reflexão e a criticidade sejam algumas das etapas do desenvolvimento do conhecimento científico que será construído. Carvalho (2013) ainda menciona que uma das etapas da experimentação científica como uma das possibilidades de atividades investigativas, no contexto do Ensino por Investigação, é a elaboração e o teste de hipóteses feitas a partir de um problema quando os estudantes buscam resolvê-lo, do contrário da experimentação espontânea, aquela livre de crítica e da protagonização do aluno.

Carvalho (2011) mostra que ensinar ciências por investigação implica que haja o planejamento de atividades que permitam aos alunos participar das práticas envolvidas no processo investigativo.

“Ao ensinarmos ciências por investigação estamos proporcionando aos alunos oportunidades para olharem o problemas do mundo elaborando estratégias e planos de ação. Desta forma o ensino de ciências se propõe a preparar o aluno desenvolvendo em sala de aula habilidades que lhes permitem atuar consciente e racionalmente fora do contexto escolar” (p. 253)

De forma a aproximar os estudantes das práticas investigativas das ciências, atividades e problemas investigativos em sala de aula permitem que os mesmos possam ter contato com dados empíricos, confronto de perspectivas e resultados teóricos, de forma que as ações que promovem a construção de conhecimento em sala de aula

possam ser assemelhar das ações para a construção de conhecimento realizadas pela comunidade científica.

Recentemente, em alguns trabalhos surge a defesa do Ensino por Investigação como uma abordagem didática (SOLINO, FERRAZ, SASSERON, 2015, FREIBERG, 2015; FERRAZ, 2015; SASSERON, 2015; SOLINO, 2017; SACA, 2017), terminologia a qual estamos em concordância por colocar o aluno como protagonista na construção de seu próprio conhecimento e desenvolver neles as práticas usualmente empregadas ao pensamento científico, como o trabalho com hipóteses e dados, construção de explicações e conclusões. Junto a isso, entendemos o Ensino por Investigação como abordagem por não se restringir a uma única estratégia de ensino, natureza de atividades e ser dependente da emergência do discurso entre alunos e professor, incorporando especificidades de todos os sujeitos envolvidos nas interações discursivas, do contexto social e cultural que estes estão inseridos (Ferraz, 2015). A abordagem do Ensino por Investigação pretende levar o aluno além de apenas conhecer e compreender conhecimentos e conceitos já sistematizados e consolidados, permitindo ao aluno construir uma visão adequada da ciência. Solino (2017) argumenta a escolha do termo quando defende o Ensino por Investigação como abordagem:

(...) partimos do pressuposto de que considerar o ensino por investigação como uma abordagem envolve compreendê-la como uma atividade complexa que requer uma mudança na cultura escolar e isso, de certa forma, está para além do emprego de uma estratégia ou metodologia. Em outras palavras, entendemos a abordagem didática do ensino por investigação como uma atividade interativa complexa de produção de sentidos, significados, normas e práticas científicas compartilhadas a qual objetiva desenvolver uma mentalidade epistêmica voltada para habilidades de aprendizagem investigativa. (p. 30)

Entendemos não ser possível restringir o foco do Ensino por Investigação aos alunos sem pensar no papel do professor como responsável por permitir que o processo investigativo seja desenvolvido. Em se tratando do Ensino por Investigação como abordagem didática, Sasseron (2015) defende a importância do professor como agente determinante na promoção do protagonismo dos alunos na construção de entendimento sobre os conhecimentos científicos, por meio de interações e práticas discursivas entre os alunos de maneira a engajarem-se no processo de resolução de um problema, que

envolve desde o levantamento de hipóteses até a análise de dados e comunicação de resultados.

Sendo o professor autoridade epistêmica e social (BERLAND e HAMMER, 2012) em sala de aula, é ele quem vai conduzir a investigação de maneira a fomentar a interação ativa dos alunos no processo investigativo. Para isso, é o docente quem vai propor um problema para que a investigação se inicie e orientará os alunos com base em conhecimentos e concepções prévias dos mesmos de modo a complexificá-los dando suporte no processo de significação dos alunos.

Ainda que nos deparemos com estudos acerca do ensino por investigação, é importante ressaltar que não há uma estratégia privilegiada para que a investigação ocorra em sala de aula (FERRAZ, 2015). Para Carvalho (2011a, 2013), ensinar ciências por investigação requer o planejamento de atividades investigativas e com o objetivo de favorecer a compreensão da implementação desta abordagem em sala de aula, elabora o que chama de Sequência de Ensino Investigativa (SEI) e a considera:

(...) sequências de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada atividade é planejada do ponto de vista do material e das interações didáticas visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores (2013, p.9)

2. 1. 3. O papel da argumentação na abordagem do Ensino por Investigação

Uma abordagem didática pautada no ensino por investigação demanda a tomada de diferentes ações do professor e dos alunos. Estes membros que compõem a sala de aula devem atuar neste contexto de forma distinta à forma que atuam no, dito, ensino tradicional, conteudista e que prioriza o ensino de fatos e conceitos. O objetivo da abordagem do ensino por investigação é aproximar os estudantes de práticas e ações típicas da cultura científica, de forma a possibilitar a construção de entendimento não só sobre conceitos, mas também sobre outros aspectos que circundam a natureza e a epistemologia da ciência.

Os produtos da ciência, como leis, teorias, resultados e entre outros, são socialmente aceitos depois de passarem por um extenso processo de investigação e serem colocados em discussão com a comunidade. Dado esse panorama, desvela-se a importância das interações discursivas para a construção de um novo conhecimento. Nesse sentido, é possível inferir que, assim como na própria ciência, é necessária a ocorrência de diferentes tipos de interações discursivas durante o intercurso de uma investigação em sala de aula. É nesse processo interativo que são confrontados ideias e pontos de vistas de forma a tornar o objeto em discussão passível de ser explicado com maior clareza e relevância. Sendo assim, em sala de aula as interações discursivas precisam também ser valorizadas.

É nas intensas interações discursivas entre alunos e entre alunos e professor que práticas típicas e centrais das ciências, como a prática argumentativa, são favorecidas. Tais interações tendem a estimular a elaboração e análise de diferentes hipóteses e explicações pelos alunos, pois requerem que eles tenham atenção a dados e evidências, bem como utilizem de conteúdos e conceitos que já sabem para defender suas alegações. É nessa perspectiva que se pode defender que a argumentação deve estar em curso no contexto do ensino por investigação.

Sendo assim, consideramos o discurso e a linguagem práticas fundamentais da investigação científica e, em pensando a argumentação como processo discursivo contínuo na sala de aula de ciências, convergimos com as autoras Sasseron e Carvalho (2011) que entendem a argumentação como uma estratégia que colabora na aquisição da linguagem científica que permite que os estudantes desenvolvam habilidades de raciocínio acerca de problemas científicos, e ainda, consideram-na “as bases que conduzem à aprendizagem”. As autoras ainda defendem que a argumentação seja:

“...todo e qualquer discurso em que o aluno e professor apresentam suas opiniões em aula, descrevendo ideias, apresentando hipóteses e evidências, justificando suas ações ou conclusões a que tenham chegado, explicando os resultados alcançados.” (pág. 100)

À luz da perspectiva sócio-histórico-cultural, Mortimer e Scott (2002) apresentam uma ferramenta para analisar de que maneira os professores agem de forma a conduzir as interações discursivas em sala de aula. Como aspecto central desta ferramenta analítica, a Abordagem Comunicativa elucidada como o professor trabalha as intenções e o conteúdo resultando em padrões de interação, em torno de duas dimensões: discurso *dialógico* e *de autoridade*; discurso *interativo* ou *não-interativo*.

Algumas pesquisas (ABREU, SCARPA e SILVA, 2014; PALMIERI e SASSERON, 2017) apontam que a ferramenta analítica de Mortimer e Scott (2002) mostra-se bem sucedida ao elucidar ambientes mais interativos e dialógicos oportunizados por atividades investigativas, uma vez que a investigação coloque o aluno como sujeito ativo no processo de aprendizagem e construção do conhecimento, negociando ideias com o professor e, aos poucos, se sentir-se produtor do seu próprio conhecimento. O docente está, desta maneira, numa posição não meramente avaliadora e sim condutora e mediadora deste conhecimento.

2. 1. 4. O papel do problema na abordagem do Ensino por Investigação

Tendo em vista as ideias expostas anteriormente sobre as ações do professor em promover ambientes dialógicos em salas de aula de ciências, acreditamos que o problema, proposto pelo professor, possibilita que a investigação ocorra em sala de aula e, com ela, o processo de significação pelos alunos, pois é a partir da proposição do problema que condições são criadas para que os alunos se engajem no processo de resolução e na construção de explicações. Indo ao encontro da importância do problema no ensino por investigação, Carvalho (2013) afirma:

“No ensino expositivo toda a linha de raciocínio está com o professor, o aluno só a segue e procura entendê-la, mas não é o agente do pensamento. Ao fazer uma questão, ao propor um problema, o professor passa a tarefa de raciocinar para o aluno e sua ação não é a mais a de expor, mas de orientar e encaminhar as reflexões dos estudantes na construção do novo conhecimento.” (p. 2)

É interessante que delimitemos nosso entendimento acerca do problema em si, e de que maneira ele se relaciona com os pressupostos do Ensino por Investigação. Um problema pode ser considerado uma situação desconhecida a qual pretende-se solucionar. Solino (2017) apresenta uma revisão acerca da concepção do problema presente na literatura e conclui que, na perspectiva investigativa, problema é uma situação aberta a qual não há apenas um caminho a ser tomado, e sim diversos deles. A autora discorre também sobre a importância do problema como gênese da atividade humana e entender a ciência como tal a leva a pensar na capacidade de o homem desenvolver habilidades e estratégias para resolver problemas, justificando a

importância de o ensino de ciências não ter como foco apenas os produtos da ciência, mas igualmente as práticas sociais de investigação.

Desta maneira, autores como Capecchi (2013) defendem que a problematização no ensino de Ciências visa construir um contexto favorável à exploração de situações em uma perspectiva científica. A problematização envolve integrar elementos do cotidiano de maneira que instigue a curiosidade dos educandos. Assim é importante criar situações-problema cujas soluções impliquem um olhar científico sobre a realidade de maneira a proporcionar o processo de significação do aluno. Para que ocorra a transformação dos conhecimentos prévios dos alunos em conhecimentos científicos escolares, é essencial que o aluno experimente a oportunidade de errar e, contando com o incentivo do professor, possa avaliar suas ações e rever novos caminhos. Segundo a autora, a problematização torna-se novamente um processo de transformação, na construção de um novo olhar sobre determinado fenômeno, e não como acesso a algo que já vem pronto.

Carvalho (2011a) versa acerca da função do problema para o processo de significação do aluno. A autora defende que o problema deve ser significativo para o aluno, no sentido de que o mesmo deve ser motivador ao estudante, uma vez que acredita que o aluno é o construtor do próprio conhecimento. Entendemos que o problema não esteja reduzido a seu elemento motivador, mas pensamos que esta seja uma das condições de engajamento dos alunos com o conteúdo de maneira a iniciarem o processo construção de seu conhecimento. Em acordo com Carvalho (2013), entendemos que um problema que seja significativo para os alunos deve estar relacionado com a cultura desses estudantes, de maneira que identifiquem elementos de interesse para que se envolvam na busca de uma solução.

Solino (2017) entende que o problema no ensino por investigação é um mediador por excelência, uma vez que, por meio dele, a produção de entendimentos sobre conhecimentos científicos pode acontecer em uma sala de aula. Devido à dimensão pedagógica do problema em abordagens investigativas de ensino, a autora adota a denominação ‘Problemas Didáticos’ elucidando suas características conceituais que demandam práticas investigativas para resolvê-los. No contexto de uma SEI, Solino ressalta a função do problema como mediador das relações entre sujeitos e objetos de conhecimento.

Carvalho (2013) elucida que uma SEI inicia-se por um problema de natureza teórica ou experimental, introduzindo ao aluno o tema que será estudado. No contexto

de nossa pesquisa, o foco está no desenvolvimento das interações discursivas promovidas por uma SEI, mais especificamente nas falas dos alunos. Entretanto, tendo em vista que nossa unidade de análise está inserida nas interações promovidas em uma situação de investigação e sendo o problema um elemento central para que as práticas investigativas ocorram, julgamos pertinente localizá-los neste tipo de abordagem.

2. 2. Ciência como prática e as práticas da ciência

2. 2. 1. Ciência como prática e suas dimensões

Em um trabalho acerca das práticas científicas presentes em sala de aula, Stroupe (2014) converge com autores (Duschl, 2008; Engle e Conant, 2002; Lehrer e Schauble, 2006) que definem a ciência como prática, na perspectiva de ensino e aprendizagem. O autor acredita que o ensino de ciências conservador é, muitas vezes, estruturado em torno de concepções de: ciência como lógica; ciência como evolução de teorias; e ciência como conhecimento acumulado. Stroupe (2014) considera essas concepções de ciência como conservadoras por não representarem a ciência como é praticada no mundo acadêmico, e transmite aos alunos visões deformadas da ciência apontadas por Gil-Perez *et al.* (2001). e acredita que este conservadorismo em sala de aula pode limitar o papel do estudante.

Stroupe (2014) defende a ciência como uma prática por esta ser intrinsecamente associada a uma comunidade e, no caso do trabalho em sala de aula, essa comunidade é composta pelo professor e por estudantes. Toda e qualquer comunidade está inserida num contexto com uma pluralidade de circunstâncias e, de maneira análoga, as práticas científicas também estão em constante adaptação contextual. Ressaltamos que em um contexto investigativo os conteúdos de ciências da natureza podem colocar em destaque características que marcam o próprio fazer científico agregadas com características da cultura escolar e da própria cultura científica (Sasseron, 2015).

Duschl (2008) problematiza o que é usualmente chamado de “método científico” nas escolas, em decorrência da ideia de que *todas* as ciências compartilham de uma prática universal. O autor defende que cada comunidade científica se engaja em práticas distintas, definidas pelo seu próprio contexto. Estas práticas particulares de

cada comunidade definem conjuntos de uma série de ações que podem ser aprendidas no contexto escolar.

Stroupe (2014) entende que promover aos estudantes oportunidades de engajarem-se em um “autêntico trabalho disciplinar” contesta os processos de ensino e aprendizagem conservadores. O autor define como ensino ambicioso aquele que está associado com a ciência como prática. Por conseguinte, elabora quatro dimensões do trabalho disciplinar associadas à ciência como prática:

- *Dimensão conceitual*: Como teorias, princípios, leis e ideias são usados pelos sujeitos para argumentar sobre algo.
- *Dimensão social*: Como os sujeitos concordam com as normas e rotinas para manipular, desenvolver, criticar e utilizar ideias.
- *Dimensão epistêmica*: A base filosófica pela qual os sujeitos decidem o que eles sabem e por que eles são convencidos de que sabem.
- *Dimensão material*: Como os sujeitos criam, adaptam, usam ferramentas, tecnologias e outros recursos para sustentar o trabalho intelectual da prática científica

Essas dimensões do ensino de ciências como prática sugerem que o conhecimento e o raciocínio científico são elementos de uma ampla rede de atividades que incluem linguagem específica, normas sociais de participação, sob influência de contextos sociais, históricos, políticos e culturais (Longino, 2002).

Em convergência com essa perspectiva, Duschl (2008) defende a simultaneidade do ensino conceitual e epistêmico nas aulas de ciências, em oposição à ênfase, quase exclusiva, do ensino conceitual, de modo que uma reforça e, mutualmente, conceba a outra. Sandoval (2003) alega que orientações acerca de aspectos epistemológicos e conceituais da investigação científica devem estar integrados. O autor argumenta que tornar claros objetivos epistêmicos da investigação científica é favorável ao desenvolvimento do entendimento das ideias epistemológicas por parte do alunado para que estes tenham conhecimento sobre os processos da ciência ao invés de contarem apenas com os produtos.

2. 2. 2. Práticas epistêmicas e aspectos epistêmicos

Com base nos pressupostos do Ensino por Investigação, diversas pesquisas têm apontado que o ensino de ciências não deve estar restrito à aquisição de conceitos científicos, mas também ao entendimento de questões acerca da epistemologia das ciências e suas práticas. De encontro às ideias centrais do Ensino por Investigação, Kelly (2008) acredita que atividades propositivas que engajam os estudantes ao discurso e o uso da linguagem, incluindo verbal e não-verbal, proporcionam aos mesmos o aprendizado de aspectos sociais próprias da comunidade científica.

Assumimos a ciência como uma construção social e coletiva e apoiamo-nos nos trabalhos de Longino (1990, 2002) e seu entendimento sobre o caráter social da construção do conhecimento. Para a autora, o que torna o conhecimento elemento de construção de natureza social é a existência de “normas sociais do conhecimento social”. Nascimento (2018, p. 39) apresenta, de forma resumida as normas sociais propostas por Longino (2002) como a:

- Realização de *fóruns*, que são espaços publicamente reconhecidos para apresentação e apreciação de pesquisas originais.
- *Receptividade à crítica*, ou seja, o aceite da crítica e a reflexão a partir da mesma que podem levar a mudanças nas crenças e teorias de uma comunidade científica.
- Presença de *critérios públicos de análise*, como sendo um conjunto de critérios e conhecimentos estabelecidos que organizam e dão suporte à avaliação de novas ideias.
- A constituição de *igualdade moderada* entre os participantes de uma comunidade, pertinente por níveis de conhecimento, mas não por uma posição social ou política.

Considerando as proposições de Longino (2002), Kelly (2008) e Kelly e Licona (2018) propõem práticas epistêmicas que se associam ao trabalho de sala de aula. Kelly e Licona (2018) exploraram os processos sociais do que é considerado conhecimento, como ideias são avaliadas em um contexto histórico, como se estabelece um entendimento comum de significados e como reconhecer a importância do acesso ao conhecimento por determinados grupos. Os autores acreditam que esses processos sociais podem se tornar padronizados e reconhecidos por membros de um grupo ao longo do tempo transformando-se no que entendem por práticas epistêmicas. Kelly e Licona (2018) definem práticas epistêmicas como maneiras que membros de um grupo

propõem, comunicam, avaliam e legitimam o conhecimento. As práticas epistêmicas podem aparecer de maneira compartilhada e mutáveis (Kelly, 2016).

No contexto do ensino de ciências por investigação, Kelly e Licona (2018) acreditam que não há um conjunto finito de ações ligadas a cada prática epistêmica e apresentam um quadro de exemplos ilustrativos relacionando uma série de ações às práticas epistêmicas por eles proposta. O quadro de exemplos proposto por Kelly e Licona (2018) contempla ações relacionadas às práticas epistêmicas para o ensino de ciências e engenharia. No quadro 1 abaixo, fizemos uma adaptação e apresentamos os exemplos elencados pelos autores no contexto do ensino de ciências por investigação.

Práticas epistêmicas	
Proposição	<ul style="list-style-type: none"> Propor de questões científicas Planejar investigações científicas para responder questões Prever evidências baseadas em uma investigação Construir observações Elaborar e refinar/aperfeiçoar modelos
Comunicação	<ul style="list-style-type: none"> Desenvolver uma linha de raciocínio científica Fornecer justificativas para afirmações Comunicar (escrita ou verbalmente) uma explicação científica Construir uma explicação científica baseada em evidência e raciocínio lógico
Avaliação	<ul style="list-style-type: none"> Avaliar os méritos de uma afirmação científica, evidência ou modelo Avaliar uma linha de raciocínio científico Analisar uma afirmação científica Considerar explicações alternativas Construir consenso coletivo sobre explicações cientificamente consistentes
Legitimação	<ul style="list-style-type: none"> Estar de acordo com explicações que mais condizem com as teorias científicas aceitas pré-existentes Reconhecer o conhecimento por uma comunidade epistêmica

Quadro 1 – Exemplos ilustrativos de ações relacionadas às práticas epistêmicas propostas por Kelly e Licona (2018).

Kelly (2016) afirma que as práticas epistêmicas podem ser interacionais, contextuais, intertextuais e consequenciais. Segundo o autor, as práticas epistêmicas podem ser contextualizadas no tempo, espaço, nas práticas sociais e nas normas culturais. Kelly (2016) argumenta que as práticas epistêmicas são empreendidas

intencionalmente por meio de pessoas, textos e tecnologias. As mesmas podem intertextuais de maneira verbal e não verbal, incluindo signos e símbolos característicos do conhecimento disciplinar. Uma vez que Kelly (2016) afirma que as práticas epistêmicas são práticas que perpassam processos sociais, estas têm consequências para o que membros de um determinado grupo consideram como conhecimento.

A autora Jiménez-Aleixandre (2014) argumenta que as práticas epistêmicas na aprendizagem em ciências relacionam-se de algum modo a práticas epistemológicas próprias da ciência. Assim, em acordo com os pressupostos do Ensino por Investigação, a construção de conhecimentos de naturezas conceituais e epistêmicas, revelam-se práticas mais frutíferas do que a mera transmissão de conteúdos.

Com o objetivo de expressar detalhes qualitativos acerca das práticas epistêmicas, entendemos por *Aspectos epistêmicos* aqueles ligados às ações que busquem o desenvolvimento do trabalho investigativo ligados às práticas epistêmicas de proposição, comunicação, avaliação e legitimação do conhecimento científico.

2. 2. 3. *Ferramenta para análise de aspectos epistêmicos diante de interações discursivas em atividades investigativas*

Com o objetivo de propor uma ferramenta de análise de aspectos epistêmicos presentes em interações discursivas em sala de aula durante uma atividade investigativa, baseamo-nos no Quadro 1, apresentado na subseção anterior, acerca de exemplos de ações relacionadas às práticas epistêmicas propostas por Kelly e Licona (2018), e na ferramenta de análise de autoria de Araújo e Mortimer (2009). Esta segunda contém ações mais assertivas que são também relacionadas com as práticas epistêmicas apresentadas por Kelly e Licona (2018). O objetivo de Araújo e Mortimer na elaboração das categorias de análise é o estudo da utilização das práticas epistêmicas pelos alunos durante a realização de atividades práticas de aulas de Química. A ferramenta foi uma adaptação a um aparato analítico elaborado por Jiménez-Aleixandre, Mortimer, Silva e Diaz (2008). A adequação foi feita no sentido de permitir que vários gêneros do discurso verbal fossem contemplados pela ferramenta. Os autores relacionam as práticas epistêmicas, listando ações equivalentes com as mesmas, com as atividades sociais relacionadas ao conhecimento. As categorias de Araújo e Mortimer estão expressas no Quadro 2.

ATIVIDADES SOCIAIS RELACIONADAS AO CONHECIMENTO	PRÁTICAS EPISTÊMICAS
Produção do conhecimento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Problematizar 2. Elaborar hipóteses 3. Planejar investigação 4. Construir dados 5. Utilizar conceitos para interpretar dados 6. Articular conhecimento observacional e conceitual 7. Lidar com situação anômala ou problemática 8. Considerar diferentes fontes de dados 9. Checar entendimento 10. Concluir
Comunicação do conhecimento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Argumentar 2. Narrar 3. Descrever 4. Explicar 5. Classificar 6. Exemplificar 7. Definir 8. Generalizar 9. Apresentar ideias (opiniões) próprias 10. Negociar explicações 11. Usar linguagem representacional 12. Usar analogias e metáforas
Avaliação do conhecimento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Complementar ideias 2. Contrapor ideias 3. Criticar outras declarações 4. Usar dados para avaliar teorias 5. Avaliar a consistência dos dados

Quadro 2 – Ferramenta de análise das falas dos alunos elaborada por Araújo e Mortimer (2009)

Ressaltamos que as práticas epistêmicas utilizadas na construção da ferramenta de Araújo e Mortimer (2009) são referenciadas no trabalho de Kelly (2005) onde a *legitimação* não é ainda apontada como prática epistêmica, embora em nossa ferramenta ela esteja presente.

Araújo e Mortimer (2009) justificam que a separação entre produção e comunicação do conhecimento está presente na literatura acerca das práticas epistêmicas em razão desses trabalhos estarem vinculados a abordagens de ensino investigativas, onde a separação está presente. Os autores argumentam que percebem que a produção e a comunicação do conhecimento ocorrem, muitas vezes, concomitantemente, ou seja, enquanto estudantes estão produzindo conhecimento, estão pensando em formar de comunicá-lo de maneira verbal. Embora isso seja

verificado, os autores escolheram manter a dialogicidade das categorias com a literatura acerca das práticas epistêmicas.

Tomamos como referências principais para a elaboração da nossa ferramenta que visa caracterizar aspectos epistêmicos, os trabalhos de Kelly (2016), Kelly e Licona (2018) e Araújo e Mortimer (2009). Os dois primeiros trabalhos nos serviram como orientação do que entendemos como práticas epistêmicas, e o terceiro trabalho, a ferramenta de Araújo e Mortimer (2009), nos possibilitar evidenciar as ações presentes nas interações discursivas que se relacionem com as práticas epistêmicas propostas por Kelly e Licona (2018). Apesar da ferramenta de Araújo e Mortimer (2009) ser destinada à análise das falas dos alunos, acreditamos que as práticas epistêmicas perpassam todas as interações discursivas presentes nos encontros selecionados, ou seja, nas falas de alunos e também do professor, portanto, a ferramenta por nós proposta é destinada à análise das falas de professor e alunos e está apresentada no Quadro 3.

ASPECTOS EPISTÊMICOS	
PRÁTICAS EPISTÊMICAS	AÇÕES RELACIONADAS
Proposição	<ul style="list-style-type: none"> • Elaborar hipóteses • Planejar investigação • Articular conhecimento observacional e conceitual • Fazer observações • Considerar diferentes fontes de dados • Lidar com situações atípicas
Comunicação	<ul style="list-style-type: none"> • Desenvolver uma linha de raciocínio científica • Fornecer justificativas para uma afirmação científica • Comunicar uma explicação • Dar exemplos relacionados ao problema • Fazer uso de analogias
Avaliação	<ul style="list-style-type: none"> • Contrapor ideias • Avaliar uma linha de raciocínio • Analisar uma afirmação • Considerar explicações alternativas
Legitimação	<ul style="list-style-type: none"> • Construir consenso coletivo sobre explicações • Reconhecer explicações e práticas de uma comunidade epistêmica • Validar explicação construída pelo grupo ou formalizadas pela ciência
Outros	<ul style="list-style-type: none"> • Não se aplica

Quadro 3 – Ferramenta de análise dos aspectos epistêmicos presentes nas interações discursivas em atividades investigativas.

Apresentamos, então, a ferramenta que elaboramos para a análise dos aspectos epistêmicos presentes nas falas dos alunos e do professor. Ela está disposta em quatro práticas epistêmicas, proposição, comunicação, avaliação e legitimação do conhecimento. Para cada prática epistêmica, elencamos ações relacionadas a estas práticas, de maneira a delinear os aspectos epistêmicos nas possibilidades de ações especificadas na ferramenta do quadro 3.

Utilizamos também, em nossa ferramenta, da categoria “Outros” para que a nossa ferramenta abarque turnos de fala em que não identificamos alguma prática epistêmica, ou alguma ação relacionada a alguma prática epistêmica. Assim, entendemos que neste turno de fala não há nenhum aspecto epistêmico.

2. 2. 4. Construção conceitual no ensino de ciências

Para o estudo acerca da construção conceitual do indivíduo no âmbito do ensino de ciências, buscamos como principal referência teórica os trabalhos de Vygotsky. A busca por seus trabalhos torna-se pertinente à nossa pesquisa uma vez que Vygotsky defende que o desenvolvimento humano se dá por meio de relações mediadas entre sujeito e meio social, pressuposto que vem de encontro à mediação do professor como sujeito social e intermediador entre os alunos e o conhecimento convergindo ao sujeito mais capaz da chamada Zona de Desenvolvimento Proximal (Vygotsky, 2000).

Para Vygotsky, o domínio dos signos é a fase que permite ao sujeito o domínio de suas ações com um nível de planejamento do que pode fazer. Os signos são marcas externas que fornecem um suporte concreto para a ação do sujeito no mundo. Esse domínio do signo permite a concretização do uso das palavras e a palavra é o que precede o processo de conceitualização, enquanto a linguagem está ligada a construção do pensamento. Então, a partir do uso dos signos o ser humano constitui a palavra de forma a construir conceitos e esta última é uma operação extremamente concreta.

Schroeder (2007), em trabalhos acerca das ideias de Vygotsky, afirma que, apesar do grande repertório de conceitos científicos os quais os alunos são expostos no ensino tradicional, eles podem manter suas próprias representações formadas, em grande parte, por seus conceitos espontâneos. Schroeder apresenta uma hipótese, amplamente discutida, acerca da baixa importância dada aos conceitos espontâneos dos alunos, desenvolvendo e perpetuando um ensino voltado para a transmissão de informações carentes de significado.

Em seus estudos, Vygotsky evidencia as relações existentes entre conceitos espontâneos e científicos. O autor enfatiza a interação dinâmica entre os conceitos espontâneos e científicos a medida que o segundo não é assimilado em sua forma já pronta, mas sim torna-se um processo de desenvolvimento do conceito espontâneo.

Vygotsky (2001) afirma que conceitos espontâneos são aqueles carregados de determinantes de origem sensorial, emocional, afetiva e moral, construídos por relações mediadas em um meio social, desenvolvidos naturalmente a partir das reflexões sobre as experiências cotidianas do sujeito. Com base em Vygotsky, Schoreder (2007) argumenta que o conceito espontâneo não é conscientizado, uma vez que o mesmo orienta-se para o objeto nele representado e não para o próprio ato de pensamento que o fundamenta. Por sua vez, a construção do conceito científico tem origem nos processos estruturados de ensino, com a participação e mediação do sujeito mais capaz, o professor, tribuindo ao aluno abstrações mais formais e conceitos mais definidos que os construído de maneira espontânea. Seu desenvolvimento é pautado em procedimentos analíticos e não pela experiência concreta imediata e ocorrem em níveis mais elevados da tomada de consciência do que os conceitos espontâneos (Vygotsky, 2001).

É importante ressaltar que, apesar de diferença do desenvolvimento, estes sistemas estão íntima e complexamente conectados. Em trajetórias inversas, os conceitos espontâneos partem do concreto para o abstrato, enquanto os científicos, do abstrato para o concreto. Para Vygotsky (2001), o conceito científico apresenta-se como uma maturação dos conceitos espontâneos no decorrer do percurso escolar da criança.

Vygotsky (2001) afirma que o conceito é impossível sem a palavra, ou seja, a construção do pensamento conceitual inexistente sem o pensamento verbal. Analogamente, o discurso e as interações discursivas em sala de aula são pressupostos do engajamento do estudante no desenvolvimento do ensino de ciências por investigação.

Com o objetivo de expressar detalhes qualitativos acerca dos conceitos espontâneos e conceitos científicos, entendemos por *Aspectos conceituais* aqueles ligados aos signos relacionados ao uso de teorias, princípios e leis para sustentar um argumento ou uma explicação.

2. 2. 5. Ferramenta para análise de aspectos conceituais em interações discursivas

Com o objetivo de analisar os aspectos conceituais que surgem em interações discursivas em sala de aula, estabelecemos uma ferramenta, apresentada no Quadro 4. Com ela propomo-nos não apenas identificar aspectos conceituais, mas também graduar a elaboração de um dos aspectos conceituais presentes nas interações discursivas.

Aspecto conceitual	Descrição	Categoria	Sigla
Espontâneo	Carregado de determinantes de origem sensorial, emocional, afetiva e moral desenvolvidos pelo indivíduo a partir de suas experiências cotidianas.	Incoerente	EI
		Coerente	EC
Científico	Linguagem estruturada, analítica e mediada pela ciência	Incoerente	CI
		Coerente	CC
Inexistente	Falas que não apresentam aspectos conceituais	Inexistente	I

Quadro 4 – Ferramenta de análise de aspectos conceituais em interações discursivas.

Assim, apresentamos com este instrumento analítico a categorização de aspecto conceitual espontâneo, podendo este ser coerente ou incoerente; e aspecto conceitual científico podendo, igualmente, apresentar-se coerente ou incoerente.

Com esta ferramenta propomo-nos estabelecer um tipo de graduação de aspectos conceituais em dois sentidos: no que diz respeito ao tipo de mediação que o sujeito tem no processo de conceitualização, pelas experiências cotidianas ou pela ciência; e pela verossimilhança que determinado que os conceitos, identificados nas interações discursivas, apresentem com a ciência.

Assim sendo, dividimos os aspectos conceituais em dois grandes grupos: espontâneos e científicos. O aspecto conceitual espontâneo refere-se àqueles carregados de determinantes de origem sensorial, emocional, afetiva e moral desenvolvidos pelo indivíduo a partir de suas experiências cotidianas e, assim, mediados pelo meio social. O aspecto conceitual científico é aquele que apresenta uma linguagem estruturada, analítica e é mediado pela ciência.

Notamos que seria apropriado ainda categorizar os aspectos conceituais de acordo com a verossimilhança que os mesmos tenham com a ciência. Entendemos que

a partir de nossos dados e nossos objetivos, não nos cabe analisar a coerência científica de um argumento, mas sim o fato de apresentar signos que concretizem por meio de palavras e remetam a princípios, leis e teorias científicas.

Como na ferramenta do Quadro 3, também optamos por termos uma categoria na ferramenta do Quadro 4 que contemple a ausência de um aspecto conceitual. Assim nomeamos esta categoria como “Aspecto conceitual inexistente” que representam falas que não apresentam aspectos conceituais e na análise feita na transcrição ela é identificada pela sigla “I”.

3. METODOLOGIA DE PESQUISA

Este capítulo é destinado à determinação das etapas empreendidas para a busca de atender aos nossos objetivos de pesquisa. Apresentaremos também ações no grupo do LaPEF que deram origem a esses dados com o objetivo de contextualizá-los e justificar sua escolha; além de caracterizar a escola e seus componentes.

3. 1. *Caracterização da pesquisa e pressupostos teóricos*

Nossa proposta para este trabalho anseia o entendimento de processos de ensino vinculados às interações discursivas e sua natureza, por meio da análise dos aspectos epistêmicos e conceituais presentes nas falas de alunos e professor. Sendo assim, colocamo-nos frente à seguinte questão de pesquisa: **De que maneira aspectos epistêmicos e conceituais são integrados em interações discursivas possibilitadas por atividades investigativas da Física Moderna?**

Com a intenção de responder nossa questão de pesquisa, tomamos como primeira etapa deste trabalho, a busca e leitura de literatura especializada em temas que aprofundem os aspectos de natureza da ciência dos últimos anos, bem como trabalhos acerca das interações discursivas em sala de aula, e estudos acerca de metodologias e abordagens de ensino de contraponham o ensino tradicional que historicamente contribui pouco para que essas interações aconteçam. Para compreender como as novas concepções de ensino surgiram e quais foram os movimentos que a originaram, fizemos um esforço inicial no sentido de ilustrar um breve histórico, nível mundial e nacional, do ensino de ciências, de maneira a estabelecer relações entre o contexto e o desenvolvimento das ideias que delinearam nosso estudo.

Em conformidade à nossa pergunta de pesquisa e aos aspectos metodológicos de nosso trabalho científico, esta pesquisa caracteriza-se como uma pesquisa de natureza social de abordagem qualitativa (STRAUSS e CORBIN, 2008; CARVALHO, 2011b) acerca de um estudo de caso. Nos últimos anos percebe-se o aumento nas pesquisas em educação que tem como abordagem tais características, a fim de analisar a dimensão discursiva dos processos de ensino e aprendizagem nas salas de aula de Ciências, com o objetivo de explorar e compreender a construção de sentidos e de conhecimentos presentes nestas aula (Mortimer e Scott, 2002; Villani e Nascimento, 2003; Martins, 2007). Tal determinação acerca da natureza de nosso trabalho como

uma pesquisa de natureza social e abordagem qualitativa revela-se compatível ao perfil de análise que pretendemos, visto que a mesma só é possível em situações que evidenciam o caráter social destas interações.

Para a nossa análise julgamos necessário investigar os turnos de fala dos alunos e do professor, uma vez que na sequência de ensino investigada implementada e que gerou os dados a serem analisados, as atividades e reflexões são construídas por toda a comunidade presente na sala de aula. Em conformidade ao nosso referencial teórico, principalmente no que concerne o Ensino por Investigação como abordagem didática, o professor é quem oportuniza a participação ativa dos alunos no processo de apreensão possibilitando também a dialogicidade em sala de aula. Sendo assim, a análise de nossos dados foi realizada de modo a contemplar as falas do professor e dos alunos.

3. 2. *Sobre a escola e os sujeitos de pesquisa*

A caracterização da escola e do seu entorno foi feita por Saca (2017) com o objetivo de contextualizar as condições sociais, políticas e estruturais nas quais a SEI analisada foi implementada. A escola em que a SEI em questão foi implementada e registrada compõe as Escolas da Rede Estadual de Ensino Médio de São Paulo e está localizada na cidade de Itatiba, situada a 80 quilômetros da cidade de Campinas, pertencendo à região metropolitana da mesma. Localizada em um bairro constituído, em sua maioria, por habitações populares construídas pela Companhia Estadual de Casas Populares – CECAP, a escola caracteriza-se, principalmente, por ser a única da região que apresenta as categorias de Ensino Médio Regular e Educação de Jovens e Adultos – EJA.

A instituição é de grande relevância para a comunidade local, estruturada por famílias advindas da cidade de Itatiba e outras cidades próximas a ela, marcando este corpo social por uma vasta diversidade cultural.

Quanto à sua disposição, a escola é composta por 15 salas de aula, dois laboratórios, uma sala de Educação Artística, uma sala de informática, uma sala de Vídeo, uma Biblioteca, um quadra poliesportiva, um pátio coberto, jardins, uma cozinha e uma padaria artesanal, uma horta e depósitos. Em relação à disposição de natureza administrativa da escola, a mesma conta com as salas oferecidas para Diretoria

e Vice-diretoria, Secretaria, Professora, Inspetores, Grêmio Estudantil, Educação Física e Zeladoria.

Esta escola destaca-se por ser uma das 16 escolas participantes do projeto piloto da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo a implementar o denominado Programa Ensino Integral. O projeto teve início em 2012 e objetiva formar um indivíduo autônomo e mais capaz para o exercício da cidadania. Este programa diferencia-se, principalmente, pela mudança de jornada do aluno e sua maior permanência diária na escola, passando de cinco para nove horas e meia. As mudanças estruturais que a proposta demanda são em termos de alterações relativas ao currículo escolar, metodologias e na carga horária dos professores, acarretando na implantação do Regime de Dedicção Integral dos mesmos, que ampliaram para 40 horas semanais suas jornadas de trabalho e o conseqüente e justo aumento salarial.

Em conformidade com o projeto, os estudantes, além das disciplinas obrigatórias da grade, tem disponíveis disciplinas eletivas, configurando um dos pontos diferenciais das escolas de Ensino Médio Regular. Estas disciplinas são oferecidas semestralmente e objetivam a extrapolação cultural do aluno. De acordo com o objetivo de tornar o indivíduo autônomo e responsável, os próprios alunos escolhem, de acordo com suas preferências, afinidades ou interesses pessoais, qual disciplina desejam cursar naquele período de seis meses.

Tão interessante quanto a proposta e a inserção das disciplinas eletivas é a configuração das turmas de alunos destas disciplinas. Estas turmas são caracterizadas por alunos de todos os anos (1º, 2º e 3º) do Ensino Médio. Com isso, a diversidade e troca de experiências, cultura, valores e pontos de vista é ampliada. Desta maneira, com a pluralidade de conhecimentos por parte do alunado, os cursos eletivos são planejados de forma a ter um período de adaptação inicial, para que o professor estabeleça uma relação harmônica com a situação diversa da sala de aula e preparar o ambiente para que o aproveitamento das atividades seja o melhor possível. Em termos de conteúdo, este período de adaptação tem como um de seus objetivos, equilibrar os conhecimentos acerca do conteúdo escolar que será tratado para que todos os alunos tenham o melhor aproveitamento possível e a sequência de ensino seja desenvolvida como o planejado pelo professor.

3. 3. *Sobre os dados*

Os dados utilizados nesta pesquisa encontram-se armazenados no LaPEF – Laboratório de Pesquisa e Ensino de Física da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo – em forma de registros em vídeo e áudio de aulas de Física com a temática Física Moderna. Estas gravações são referentes à implementação na escola supracitada de uma SEI elaborada por Lopes (2013) com o tema a Dualidade do Elétron, em que é explorada a natureza ondulatória e corpuscular da matéria por meio de atividades diversas que serão descritas nessa seção. Destacamos que o uso das imagens registradas desta SEI encontram respaldo no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), elaborado por Saca (2017) e assinado pelos alunos e seus pais ou responsáveis legais

Esta SEI foi implementada em uma disciplina eletiva, com os moldes descritos acima. Para sua implementação, o professor obteve aprovação da equipe gestora da escola que aprovou a disciplina com denominação “E o elétron, é onda ou partícula?”. Esta disciplina ocorreu em 12 semanas com carga horária semanal de duas aulas de 50 minutos cada uma. As duas aulas denominam-se “aula dupla” por serem consecutivas e aconteceram às terças-feiras no período da tarde ao longo de 9 semanas, durante o primeiro semestre de 2015. As primeiras três semanas foram destinadas ao período de adaptação/nivelamento de conteúdos, citados anteriormente. A pesquisa que tratou do registro, em forma de vídeo e áudio, dessa sequência tem como autor Saca (2017) que, em seu trabalho, objetivou compreender a relação entre as formas de participação do professor no discurso de sala de aula com os objetivos do ensino por investigação perseguidos pelo mesmo. Usaremos a mesma denominação que o autor utilizou em sua pesquisa e entitularemos as aulas pelo termo “encontro”. De acordo com Saca (2017), as três primeiras semanas de implementação (6 encontros) foram determinantes não somente para a adaptação dos estudantes em razão do alinhamento de conhecimentos escolares, mas também para a ambientação dos alunos com o professor e com o pesquisador que fez o registro desta sequência, de forma que ao início dos encontros referentes a sequência em si, os estudantes já estivessem acostumados com os aparelhos usados para a gravação das aulas.

Para o processo de transcrição, esforçamo-nos em manter a maior veracidade possível das falas, tanto dos alunos quanto do professor, mantendo erros e a linguagem informal empregada nos diálogos presentes das aulas analisadas. Ressaltamos que, no processo de transcrição, os nomes dos alunos foram alterados para preservar a

ideintidade dos mesmos. Com relação à grafia, utilizamos o sistema de padronização para transcrição oral do projeto Rede de Difusão Internacional do Português – REDIP, em razão de ser um sistema que permite uma boa aproximação da linguagem habitual (RAMILO e FREITAS, 2001). Deste modo, utilizamos os sinais padrão da linguagem escrita: ponto final, ponto de interrogação, ponto de exclamação e vírgula. Além destes, utilizamos reticências para indicar pausas mais longas do que as representadas pela vírgula, que indiquem uma reconstrução do pensamento ou da estruturação de uma frase.

As filmagens foram realizadas dispendo de três câmeras, sendo duas delas fixas e uma móvel. A câmera móvel fora manuseada pelo pesquisador que realizou toda a gravação desta sequência, e este aparelho tinha como objetivo acompanhar o professor. Em virtude das câmeras fixas apenas registrarem parcialmente os áudios das duas primeiras bancadas do laboratório, optamos por transcrever o áudio do registro feito pela câmera móvel que acompanha o professor. Por esse motivo, algumas falas ficaram impossibilitadas de transcrição por não serem compreendidas, e assim fizemos o uso do código “(inaudível)” em adição à padronização REDIP.

Os encontros aconteceram no laboratório da escola, onde haviam quatro grandes bancadas. Os alunos, portanto, ficaram dispostos em quatro grupos e cada grupo ocupando uma bancada. Como as transcrições foram referentes aos registros feitos pela câmera móvel que acompanhava o professor, registramos a movimentação do professor entre os grupos/bancadas da seguinte maneira: “professor dirige-se à bancada 2”, “professor dirige-se à bancada 4”. Desta maneira acreditamos que a compreensão da dinâmica da aula fique facilitada nos registros.

Aa tabelas de transcrições foram divididas em turnos de modo a indicar o início da fala de um interlocutor e o início da fala de outro, maneira a qual permite que nosso tipo de análise, com o uso de ferramentas apoiadas em categorias, seja facilitado. Os turnos são identificados por números sequenciais além da especificação do interlocutor como sendo o professor ou o pseudônimo do aluno.

Os trechos selecionados para análise seguiram os seguintes critérios: recortes que configurem uma unidade coerente com começo, meio e fim; momentos que oferecessem situações favoráveis à análise do discurso do professor e dos alunos; fragmentos que houvessem dialogicidade entre professor e aluno.

3. 4. Sobre a SEI implementada

A Sequência de Ensino Investigativa implementada e que gerou os dados usados em nossa pesquisa, é denominada “E o elétron, é onda ou partícula?”. Esta foi elaborada e integra a dissertação de mestrado de Lopes (2013), defendida no Programa de Pós Graduação Interunidades em Ensino de Ciências da Universidade de São Paulo.

O material elaborado por Lopes (2013) oferece materiais e atividades a serem desenvolvidas, com instruções e orientações à professores que desejarem utilizá-lo ou implementá-lo em sala de aula.

O material consiste em três blocos temáticos acerca do tratamento dos conteúdos a serem estudados na sequência: Estudo de partículas, Estudo de ondas e Física Quântica. Saca (2017) organiza estes temas, e as atividades elecadas para cada encontro, ou segmento, por denominação de Lopes (2013), em um quadro que esta apresentada abaixo.

Estrutura da SEI		
Bloco	Segmento	Atividades realizadas
Estudando Partículas	1º	Base: Atividade experimental – Futebol de dedos Discussão: Generalizando partículas!
	2º	Base: Atividade experimental – O tubo de Raios Catódicos Discussão: Raios catódicos são Partículas?
	3º	Base: Leitura de Texto – Entrevista com J. J. Thomson Discussão: Aspectos históricos
Estudando Ondas	4º	Base: Atividade experimental – Futebol de réguas Discussão: Generalizando Ondas!
	5º	Base: Atividade experimental – Os aneis de G. P. Thomson Discussão: Raios catódicos são Ondas?
	6º	Base: Leitura de Texto – Entrevista com G.P. Thomson Discussão: Aspectos históricos
Física Quântica	7º	Base: Exibição de vídeo – A experiência de Tonomura Discussão: E o elétron?
	8º	Base: Leitura de Texto – Entrevista com Tonomura Discussão: O que vemos, o que imaginamos?
	9º	Base: Leitura de Texto – Interpretações da Física Quântica Discussão: Complementaridade, Dualidade, Partícula ou Onda?

Quadro 5 – Estrutura da SEI (Lopes, 2013).

A sequência foi elaborada para que cada segmento ou encontro tivesse duração de duas aulas. Como visto no Quadro 5, a sequência foi dividida em três blocos: Partículas; Ondas; e Física Quântica. Cada bloco foi dividido em três encontros.

De acordo com Lopes (2013) no primeiro bloco, o primeiro encontro contou com uma ativiadde preliminar (“Futebol de dedos”) com bolinhas de gude para trabalhar de forma investigativa as características das partículas. No segundo encontro

do primeiro bloco, os estudantes trabalharam com um aparelho de difração de elétrons, de alto custo e emprestado pelo IFUSP – Instituto de Física da Universidade de São Paulo, em baixa tensão simulando os experimentos de J.J, Thomson. Com esse experimento foi possível observar um ponto em um anteparo podendo ter sua posição alterada por um campo elétrico e um campo magnético. Nesse encontro o professor guiou os alunos em discussões sobre a possibilidade de utilizar o modelo de partículas para explicar o ponto observado por meio dos difrator de elétrons. O terceiro encontro consiste na leitura de um texto entregue pelo professor e adaptado do artigo original de Joseph John Thomson, como se fosse uma entrevista, criada para parecer que tivesse sido feita para uma editoria de ciência de um jornal no ano de 1940, que serve de base para as discussões acerca das características cospusculares dos raios catódicos, posteriormente dos elétrons.

Para o segundo bloco, Lopes (2013) elaborou três encontros dos quais os dois primeiros são utilizados em nossa análise. No primeiro deles, quarto encontro da sequência, os estudantes realizam uma atividade investigativa semelhante a do primeiro encontro chamada “Futebol de régua”. Esta atividade consiste em utilizar uma forma retangular de bolo com água, peças de dominó, fita adesiva e régua. Os alunos devem, nesta atividade, evitar os gols do adversário (o gol será notado como qualquer oscilação da água dentro da área do gol delimitada pelas fitas adesivas). Este encontro tem como principal objetivo o estudo das características das ondas, principalmente os fenômenos de difração e interferência. O segundo encontro, quinto encontro da sequência, os estudantes trabalharam com o mesmo difrator de elétrons do segundo encontro do primeiro bloco, simulando os experimentos feitos por G. P. Thomson. A diferença foi a tensão aplicada ao aparelho que, desta vez, fora elevada, provocando o aparecimento de anéis concêntricos no anteparo, e que variam de tamanho e em quantidade de acordo com a variação da tensão. O terceiro encontro deste bloco, sexto encontro da sequência, os alunos recebem um texto adaptado do artigo de George Paget Thomson (nos mesmos moldes descritos para o artigo de J. J. Thomson) com o objetivo de discutirem, estimulados pelo professor, características ondulatórias dos raios catódicos.

O terceiro bloco encerra a sequência elaborada por Lopes (2013) também com três encontros. No sétimo encontro, os alunos assistiram a um vídeo do experimento de Tonomura, Endo, Matsuda, Kawasaki e Ezawa, no qual é exposto pouco a pouco a obtenção de uma figura de difração de elétrons feita ponto a ponto. No oitavo encontro, os alunos tiveram contato com um texto entregue pelo professor e adaptado dos trabalhos feitos por Tonomura e seu grupo. O texto foi lido e discutido pelo estudantes

em pequenos grupos que foram posteriormente convidados a escrever textos com sua própria interpretação acerca do comportamento do elétron com a seguinte questão “E o elétron? É onda ou é partícula?”. O nono e último encontro da sequência, os alunos podem verificar suas posições frente ao problema da dualidade onda-partícula do elétron com relação as interpretações mais aceitas e utilizadas pela comunidade científica. Para isso contaram com um vídeo que é parte do filme “Quem somos nós?”. O trecho deste filme destacado para os alunos é uma animação com o personagem “Doutor Quântico” e foi utilizado para auxiliar caracterização acerca do comportamento dual do elétron.

Como vimos, os dois primeiros blocos têm como objetivo trabalhar elementos que auxiliam no entendimento de aspectos corpusculares e ondulatórios e, assim, explicar a natureza do elétron de acordo com estas visões. No primeiro encontro do primeiro bloco, foi realizada a atividade “Futebol de dedos”, que consistia em uma atividade prática para elucidar e estudar o comportamento das partículas. De maneira semelhante, no primeiro encontro do segundo bloco, foi realizada a atividade “Futebol de régua”, com o objetivo de ilustrar o comportamento ondulatório da matéria. Já o terceiro encontro tem como principal objetivo, retomar os conhecimentos e as interpretações sobre o comportamento do elétron vistos nos encontros anteriores e concluir como elas podem juntas caracterizar o comportamento do elétron.

Ambos os segundos encontros dos dois primeiros blocos, envolvem a mesma atividade experimental que utilizam um difrator de elétrons. Esse experimento permite a problematização dos temas trabalhados em ambos os primeiros encontros dos dois blocos. Assim, era possível perceber no elétron as características trabalhadas preliminarmente, corpuscular e ondulatória, pela observação de um fenômeno sem difração no primeiro bloco, e posteriormente o fenômeno com difração no segundo bloco.

Denominamos estes três momentos dos primeiros dois blocos de retomada, problematização e sistematização, respectivamente. Para o presente texto, trabalharemos com os encontros 4 e 5, que consistem na atividade de retomada “Futebol de régua” e na problematização nomeada por Lopes (2013) de “Os anéis de G.P. Thomson”, ambas acerca do comportamento ondulatório do elétron.

De maneira mais detalhada, a atividade do “Futebol de régua” consiste em simular um jogo de futebol onde a bola é representada pelas ondas. Isso é feito da seguinte maneira: o professor distribui para cada grupo uma assadeira de bolo retangular, 14 peças de dominó, uma régua e fita adesiva preta. A assadeira, que

representa o campo, é parcialmente preenchida com água. As extremidades menores da assadeira terão duas marcas, cada uma, feitas com a fita adesiva preta, representando as traves do gol. As peças de dominó são utilizadas para representar os jogadores que defenderão o gol, ficando dispostas como os alunos quiserem, desde que estejam de pé e na posição vertical. A régua é utilizada para fazer pulsos na água e gerar ondas, que representam a bola. O objetivo é que os alunos defendam o gol e impessam que as ondas cheguem lá. A evidência de que a onda chegou ao gol, marcado pelas fitas adesivas, é a vibração da água na região do gol. A estratégia que defesa é elaborada pelos próprios alunos. Com essa atividade, é possível estudar algumas propriedades das ondas e os fenômenos de interferência, ou seja, quando uma onda encontra a outra, e difração, que é a capacidade das ondas passarem por obstáculos, as peças de dominó no caso.

A atividade “Os anéis de G.P. Thomson” fundamenta-se no estudo das ondas, agora na perspectiva do experimento de G. P. Thomson. O professor dispõe de apenas um aparato experimental e replicou o experimento de bancada em bancada. Este aparato é um tubo de raios catódicos emprestado pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo, portanto, um aparelho de alto custo e necessitava do manuseio de algum especialista, no caso, o professor. Com esse aparato experimental é possível reproduzir dois experimentos importantes. O experimento de J. J. Thomson que a certa diferença de potencial demonstra o comportamento corpuscular do elétron, e o experimento de G. P. Thomson, filho de J. J. Thomson, que alterando a diferença de potencial exibe o comportamento ondulatório do elétron. Neste momento a investigação que está sendo feita é com relação ao comportamento ondulatorio do elétron e ao invés de observarem pontinhos brilhantes no anteparo, os alunos perceberam um padrão circular no mesmo.

Consideramos ser relevante para o entendimento das ações do professor, ressaltar que o mesmo foi o autor da SEI e, portanto, de maneira consciente e explícita, elencou uma série de objetivos para cada encontro que compõe sequência. Abaixo, no Quadro 6, encontram-se os objetivos elencados por Lopes (2013) para os encontros 4, atividade experimental “Futebol de régua” e o Quadro 7, os objetivos referentes ao encontro 5, a problematização “Os anéis de G.P. Thomson”.

Objetivos elencados	Natureza do objetivo
1. Identificar os comportamentos de uma onda e utilizar esse modelo para reconhecer as ondas em outros ambientes	Conceitual e epistêmico
2. Perceber o comportamento da água na forma de bolo (no campo de futebol de	Conceitual e epistêmico

ondas) como um evento em que a matéria tem comportamento ondulatório	
3. Desenvolver a habilidade em manipular e criar ondas	Operacional
4. Desenvolver senso crítico e habilidade em resolver problemas	Epistêmico
5. Estimular o debate sobre as relações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade	Epistêmico
6. Estimular a curiosidade e o interesse	Social
7. Estimular a perseverança, o consenso e a colaboração	Social

Quadro 6 – Objetivos elencados pelo professor para o encontro 4, “Futebol de régua”.

Objetivos elencados	Natureza do objetivo
1. Identificar quais as imagens podem aparecer no tubo de raios catódicos e como modificá-las	Epistêmico e operacional
2. Utilizar o modelo de ondas para classificar os Raios Catódicos	Epistêmico e conceitual
3. Manipular um aparelho de alto custo de Física Moderna	Operacional
4. Investigar e organizar conceitos de ondas	Conceitual e epistêmico
5. Sintetizar o conceito de ondas e generalizá-lo para os Raios Catódicos	Conceitual
6. Compreender como os cientistas trabalham	Epistêmico
7. Estimular a curiosidade e o interesse pela Ciência e pelo desenvolvimento e uso da tecnologia	Epistêmico
8. Estimular a colaboração e o consenso	Social

Quadro 7 – Objetivos elencados pelo professor para o encontro 5, “Os anéis de G. P. Thomson”.

Com o propósito de relacionar os objetivos elencados pelo professor ao elaborar uma SEI e os fundamentos do ensino por investigação estudamos os objetivos traçados por Lopes (2013) na presente sequência de ensino investigativa e os classificamos quanto a seus aspectos epistêmico, conceitual, operacional e social. As categorias propostas por Palmieri e Sasseron (2017) são as seguintes:

- Objetivo de natureza conceitual: Refere-se ao trabalho com conteúdos específicos de determinado assunto;

- Objetivo de natureza epistêmica: Relaciona-se com aspectos do desenvolvimento do trabalho investigativo para a proposição de conhecimento científico;

- Objetivo de natureza social: Trata das interações interpessoais ocorridas em sala de aula e dos aspectos éticos e morais que podem e devem estar envolvidos nestas interações;

- Objetivo de natureza operacional: Trata de aspectos ligados às ações manipulativas realizadas em atividades empíricas e investigativas.

Acreditamos que a natureza destes objetivos possa nos auxiliar no momento da análise da interação dialógica entre professor e aluno e, de maneira geral, compreender a intenção das falas do professor e do direcionamento que as mesmas promovem nas ações dos estudantes.

Seguiremos nossa análise com base nos pressupostos teóricos e nas ferramentas apresentados no capítulo anterior. Estruturamos nossos dados para análise com o auxílio de uma tabela que apresenta os turnos de fala, seguidas das falas em sequência, as práticas epistêmicas presentes nas falas dos alunos e do professor, as ações que caracterizam as práticas epistêmicas e por fim os aspectos conceituais.

Com esta tabela, que se encontra na seção de apêndices, caracterizamos os turnos de fala quanto às práticas epistêmicas, ações ligadas a estas práticas e aspectos conceituais, para posteriormente destacar episódios que apontem momentos os quais podemos pontuar o desenvolvimento dos aspectos epistêmicos e conceituais e como são integrados ao longo dos encontros.

4. ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Tendo em vista que nossa questão de pesquisa revela a intenção de analisar a integração de aspectos epistêmicos e conceituais em interações discursivas em atividades investigativas da Física Moderna, organizamos nossa análise em duas etapas.

A primeira etapa consiste na análise das transcrições dos encontros 4 e 5. A maneira com que as transcrições e a categorização dos turnos de fala foram feitas estão no capítulo de metodologia de pesquisa e apêndices, respectivamente. A análise das transcrições foi feita à luz das ferramentas apresentadas em nosso referencial teórico-metodológico (Quadro 3 e Quadro 4) e está completa na seção de apêndices. Neste capítulo focalizamos os pontos centrais encontrados, destacando os principais achados de nossa pesquisa. As ferramentas dos quadros citados buscam atender ao segundo objetivo específico desta pesquisa: caracterizar aspectos epistêmicos e conceituais no ensino de Física por investigação. A ferramenta referente ao Quadro 3 - Ferramenta de análise dos aspectos epistêmicos presentes nas interações discursivas em atividades investigativas - nos auxilia a elucidar as práticas epistêmicas, e as ações relacionadas a essas práticas, desempenhadas ao longo das interações discursivas entre alunos e professores. A segunda ferramenta de análise que elaboramos, e que se encontra apresentada no Quadro 4 - Ferramenta de análise de aspectos conceituais em interações discursivas -, permite categorizar os aspectos conceituais presentes nas falas de professores e alunos. A análise da totalidade de ambos os encontros encontra-se na seção de apêndices do presente texto. As ferramentas utilizadas para a análise dos dados nesta primeira etapa respaldam-se nas práticas epistêmicas do conhecimento científico e, portanto, vão de encontro a um de nossos objetivos específicos, que visa não apenas a caracterizar os aspectos epistêmicos e conceituais, como a estabelecer relação entre o desenvolvimento dos aspectos epistêmicos e o ensino por investigação.

A segunda etapa de nossa análise atenta a estudar, especificamente, de que maneira se configura a integração de aspectos epistêmicos e conceituais em interações discursivas no contexto de atividades investigativas da Física Moderna por meio da análise de episódios selecionados. Para isso, apresentaremos, primeiramente, uma análise geral dos encontros e, posteriormente, elucidaremos algumas partes específicas dos encontros, os episódios selecionados, no objetivo de aprofundar e destacar a maneira como nossa análise de foi desenvolvida. Estes episódios foram trazidos da transcrição, completa e analisada, dos encontros 4 e 5. A elucidação destes trechos tem

como objetivo facilitar a compreensão da relação aspectos epistêmicos e conceituais nas interações discursivas.

4. 1. *O encontro 4 – “Futebol de régua”*

Este encontro inicia o segundo bloco da SEI que estuda o comportamento ondulatório do elétron, como exposto no Quadro 5 do capítulo anterior. A atividade principal deste encontro tem como objetivo promover retomada acerca das características das ondas por meio de uma atividade experimental e lúdica, o “Futebol de régua” (esta atividade foi detalhada no capítulo 3 acerca da metodologia de pesquisa). Como dito anteriormente, a SEI “E o elétron, é onda ou partícula?” foi implementada em uma disciplina eletiva na qual o alunado é composto por estudantes dos três anos do ensino médio. Assim, a este encontro se faz bastante favorável em dois sentidos: como forma de retomada de conteúdos já trabalhados para alunos que já tiveram contato com os temas relacionados às acerca de ondas e apresentar as características das ondas, ainda que de maneira geral, para alunos de séries que ainda não abordaram o tema, com o intuito que todos compreendam os conceitos da melhor maneira possível e o desenvolvimento da sequência de ensino investigativa seja proveitosa.

A turma está disposta e dividida em 4 bancadas, portanto 4 grupos, e durante toda a realização do *Futebol de régua* o professor visita os grupos para checar o andamento, o que deixa o encontro bastante dinâmico e dialógico, favorecendo o surgimento de interações discursivas entre professor e alunos.

Os minutos finais deste encontro são dedicados a uma discussão coletiva acerca das estratégias que cada grupo adotou para *marcar* ou *defender* os gols e uma discussão a respeito da caracterização das ondas bem como dos fenômenos observados.

A transcrição deste encontro é constituída de 207 turnos de fala e encontra-se analisada na íntegra na seção de apêndices do presente texto.

4. 2. *Análise de episódios – Encontro 4 O encontro 4 – Análise de episódios*

Este momento da análise é destinado ao estudo mais específica de episódios da aula, trazendo explicitamente os turnos de fala e a categorização dos mesmos. Após a

distribuição do material em todas as bancadas, o professor passa em cada uma delas explicando aos grupos a atividade. O episódio abaixo elucida a interação inicial que acontece entre o professor e os grupos distribuídos nas bancadas, neste caso os alunos da bancada 4.

Turno	Falas Transcritas / Momentos da aula	Práticas Epistêmicas	Ações desempenhadas	Aspectos conceituais
	Professor dirige-se à bancada 4			
26	Professor: Pega a fita. Corta duas. Como vai ser um futebol...	Proposição Comunicação	Planejar investigação Comunicar uma explicação	CC
27	João: Professor, vai voar água, professor?	Proposição	Elaborar hipóteses	EC
28	Professor: Não. Não pode ficar jogando água, aí não é gol. Por exemplo, você vai fazer assim com a régua. (Mostra como os alunos devem empurrar a água com a régua imersa na assadeira)	Proposição Comunicação	Planejar investigação Comunicar uma explicação	CC
29	Maria: Ahhhhh entendi.	Avaliação	Analisar uma afirmação	I
30	Professor: Tá? Do jeito que você achar melhor. O que não pode é ficar jogando água para tudo quando é lado. Por que vocês vão receber peças de dominó para fazer as barreiras que vocês acharem melhor.	Proposição Comunicação	Planejar investigação Desenvolver uma linha de raciocínio científica	I
31	Rodrigo: Eu não sabia que era futebol.	Proposição	Fazer observações	I
	Professor dirige-se à bancada 2.			

Quadro 8 – Episódio 1 do encontro 4.

Esse Quadro 8 revela o que entendemos como o início do ciclo e, portanto, ele se repete em outros grupos dispostos nas outras bancadas do laboratório após a distribuição dos materiais. O professor explica como os pedaços de fita devem ser colocados nas extremidades menores da assadeira retangular, de maneira a representar as traves do futebol. Neste momento ele *planeja a investigação e comunica uma explicação*, de acordo com as práticas epistêmicas de *proposição* e *comunicação* do conhecimento, respectivamente. O aluno João, no turno 27, então, *elabora uma hipótese* de que durante a atividade os alunos fariam a água ultrapassaria os limites da forma de bolo, de acordo com a prática de *proposição* do conhecimento, consoante com o que imagina que vá acontecer durante a atividade. Em seguida o professor explica e

demonstra como o experimento deverá ser manuseado acompanhado da *avaliação* de sua fala quando uma aluna, no turno 29, demonstra entender como deverá gerar os pulsos na água para formar ondas, que representarão a bola na situação do futebol. O professor completa algumas informações *comunicando novamente uma explicação* e o aluno Rodrigo, no turno 31, faz uma observação sinalizando ter imaginado posteriormente que se tratava de outro tipo de atividade. Assim esse episódio é encerrado. Analisamos que este início de ciclo é caracterizado pelas práticas epistêmicas de *proposição* e *comunicação* do conhecimento na medida em que o professor planeja a investigação com os alunos e comunica explicações acerca da mesma. Os alunos reagem, vezes *elaborando hipóteses* a partir do que lhes é apresentado, vezes *fazendo observações* de acordo com as práticas epistêmicas de *avaliação* e *proposição* do conhecimento, respectivamente. Neste ciclo inicial percebemos que as hipóteses levantadas pelos alunos são ainda preliminares, uma vez que estão no começo da atividade. Desta maneira, observando os materiais e a montagem do experimento elaboram ideias espontâneas de como a atividade ocorrerá.

Este episódio atende ao objetivo 3 que o professor elencou para o encontro 4 (Quadro 6) “*Desenvolver habilidade em manipular e criar ondas*”. Tendo este objetivo em vista, o professor age de acordo com a prática epistêmica de *proposição* do conhecimento quanto distribui os materiais aos alunos e explica como devem utilizá-los para gerar as ondas. Assim, este episódio retrata os momentos iniciais de todo o encontro 4, onde os alunos estão se ambientando e se acostumando com os materiais e, a partir do levantamento de hipóteses cujos aspectos conceituais ainda são *espontâneos*, se apropriando da habilidade em manipular ondas. Por meio das práticas epistêmicas de *proposição* e *comunicação* do conhecimento o professor *planeja a investigação* e *comunica uma explicação* buscando guiar os alunos para que realizem a atividade e posteriormente consigam analisar as ondas de fato e investigar seu comportamento e interação.

O episódio a seguir foi destacado por marcar um segundo momento deste encontro. Este momento é caracterizado pela execução do experimento e elaboração de estratégias de defesa do gol. O professor passa de bancada em bancada questionando os alunos quanto às estratégias adotadas por eles para fazer a defesa do gol. O episódio abaixo (Quadro 9) tem início quando o professor retorna à bancada 1 e de pronto é questionado por um aluno, Julio, sobre a possibilidade de fazer uma onda para bloquear outra onda.

Turno	Falas Transcritas / Momentos da aula	Práticas Epistêmicas	Ações desempenhadas	Aspectos Conceituais
	Professor dirige-se à bancada 1			
78	Julio: Professor, pode fazer outra onda para bloquear a onda?	Proposição	Elaborar hipóteses	EC
79	Professor: Não, cada um tem uma onda. Por isso que é uma regra só pro futebol. Você acha que...Boa, gostei!	Avaliação	Avaliar uma linha de raciocínio	I
		Proposição	Planejar investigação	
	Professor pega outra régua e entrega a Julio			
80	Professor: Veja se uma onda bloqueia a outra.	Proposição	Planejar investigação Considerar diferentes fontes de dados	CC
81	Julio: Eu acho que bloqueia. Eu sou esperto, mano.	Avaliação	Analisar uma afirmação	EC
82	Professor: Pessoal, sugestão do Julio: fazer uma onda para bloquear a outra.	Avaliação	Considerar explicações alternativas	CC
		Proposição	Planejar investigação	
83	Julio: Aí é gol contra professor, se fizer uma onda para bloquear a outra.	Proposição	Elaborar hipóteses	EC
84	Antonio: Tem que ser outro jeito. Não pode ser igual, bobão.	Proposição	Planejar investigação	EI
		Avaliação	Avaliar uma linha de raciocínio	
	Professor dirige-se à bancada 4			

Quadro 9 – Episódio 2 do encontro 4.

Neste episódio, Julio *elabora uma hipótese (proposição do conhecimento)* sobre uma estratégia de defesa do gol. Interessante notar que tal estratégia, elucidada no turno de fala 78, leva em consideração defender uma onda fazendo outra na mesma direção, mas em sentido contrário, ao invés de pensá-la apenas com as peças de dominó. Ao elaborar tal hipótese, consideramos que o aspecto conceitual relacionado fora *espontâneo*, por não ser um conhecimento ainda formalizado pela ciência, e *coerente* por ir de encontro ao fenômeno da interferência e de fato poder evitar que uma onda chegue à extremidade da assadeira de bolo que representa o campo de futebol.

A réplica do professor, localizada no turno 79, é iniciada por uma prática epistêmica de *avaliação* do conhecimento em dois sentidos. Em um primeiro momento, o professor refuta a ideia do aluno dizendo que cada aluno fará uma onda de cada vez e que isso faz parte da regra. Logo em seguida, o professor *avalia* esta hipótese

alternativa do aluno e identificando um potencial de investigação sobre o comportamento de uma onda, a partir de sua ideia.

Então, o professor manifesta positivamente concordância com a hipótese de Julio sem revelar o fenômeno da interferência das ondas, pega mais uma régua e solicita ao aluno que teste sua própria hipótese, como exposto no turno 80.

Julio, no turno 81, *analisa a afirmação* do professor, de maneira a reiterar sua hipótese de que uma onda bloqueia a outra. Logo em seguida, o professor expõe a hipótese do Julio para toda a sala em forma de sugestão, como no turno 82. Desta maneira o professor *considera explicações alternativas (avaliação do conhecimento) e planeja investigação (proposição do conhecimento)*. Julio, em seguida, *elabora* outra hipótese, neste momento, com relação aos termos técnicos das regras do jogo de futebol, explicando que sua sugestão poderia acarretar em um gol contra, ou seja, uma onda poderia sobrepor-se à outra e ainda faria o gol na outra extremidade da assadeira.

Neste segundo momento dos ciclos que ocorrem neste encontro, notamos que as práticas epistêmicas por parte dos alunos são *proposição* do conhecimento quando agem afim de *elaborar hipóteses e planejar investigação*. Junto a isto, os aspectos conceituais também mudam de forma: no início da atividade eram categorizados como *inexistentes* e neste momento passam a ser *espontâneos e coerentes*, uma vez que ainda não estão formalizados pela ciência, mas procuram elaborar estratégias para resolver o problema dado acerca da defesa do gol. Com relação ao professor, percebemos o movimento de *avaliação* do conhecimento dos alunos com o objetivo de orientá-los em suas estratégias. Interessante ressaltar que o professor permitiu que o estudante Julio testasse sua hipótese sem ter anunciado o resultado dessa estratégia. Assim, o professor favorece a investigação e por meio de sua avaliação guia os alunos a buscar explicações científicas para o experimento proposto.

O episódio a seguir (Quadro 10) ocorre quando o professor depois de visitar outra bancada, retorna à bancada 1 para tomar conhecimento sobre o teste da hipótese elaborada pelo aluno Julio.

Ao retornar à bancada 1, o professor é rapidamente abordado pelo aluno Luciano que *comunica a explicação* de que uma onda passou por sob a outra. O professor devolve a pergunta para o grupo da bancada 1 e o aluno Julio, no movimento de avaliação do conhecimento, confirma a informação. Então, o professor *valida a explicação* construída pelos alunos, a relaciona formalmente à ideia de interferência de ondas e ainda da exemplos de um comportamento parecido, mas na situação de bolas

de bilhar com o objetivo de contrastar o comportamento de uma partícula e de uma onda.

Turno	Falas Transcritas / Momentos da aula	Práticas Epistêmicas	Ações desempenhadas	Aspectos Conceituais
	Professor dirige-se à bancada 1			
90	Luciano: Professor, a onda passa por baixo da outra.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
91	Professor: Uma onda para pela outra e vão embora, é isso?	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
92	Julio: É.	Avaliação	Analisar uma afirmação	I
93	Professor: Perfeito! Ótimo. Isso é que a gente chama de interferência, (mostra com as mãos) uma passando pela outra. Se fosse uma bola, elas se chocam, batiam e voltavam né?!	Legitimação Comunicação	Validar explicação construída pelo grupo ou formalizada pela ciência Reconhecer explicações e práticas de uma comunidade epistêmica Desenvolver uma linha de raciocínio científica Dar exemplos relacionados ao problema	CC
94	Julio: Ahnn. (Afirmativo com a cabeça)	Avaliação	Analisar uma afirmação	I
95	Professor: Bola de bilhar (faz mímica de choque entre as bolas). Então, uma característica da onda é uma passar pela outra e vai embora, né?! Ainda bem.	Comunicação	Dar exemplos relacionados ao problema Fornecer justificativas para uma afirmação científica	CC
96	Julio: Então a única coisa é que não é mesmo, colocar aqui, ó...	Outros	Não se aplica	I
	Professor dirige-se à bancada 3			

Quadro 10 – Episódio 3 do encontro 4.

Consideramos esse episódio interessante por mostrar um novo movimento nos aspectos epistêmicos dos alunos. No momento em que são questionados sobre o comportamento das ondas após o teste da hipótese elaborada por Julio, os alunos passam a *comunicar* o conhecimento por meio da ação *comunicar uma explicação*.

A explicação de Luciano apresenta o aspecto *científico coerente*. Torna-se *científico* por ter sido resultado de uma *elaboração de hipótese*, um posterior teste de hipótese e neste momento apresentar uma conclusão coerente. Assim, sua explicação é resultado não apenas do que observou, mas sim de todo o processo que o fez chegar a tal conclusão. Tal processo é guiado pelo professor desde o início da atividade, onde o

mesmo instiga os alunos a criarem suas próprias estratégias, elaborar hipóteses e construir explicações para suas observações. Desta maneira a prática epistêmica de *comunicação* do conhecimento começa a ser acompanhada de aspectos conceituais *espontâneos* e *coerentes* e, por vezes, *científicos* e *coerentes*. Este episódio corresponde ao terceiro momento desta atividade, caracterizado pela construção de explicações dos alunos após testarem suas hipóteses.

Um outro momento interessante está destacado no episódio 4, também nesse terceiro momento, ocorre quando o professor se dirige à bancada 2 e pergunta ao grupo sobre a estratégia de defesa criada.

Turno	Falas Transcritas / Momentos da aula	Práticas Epistêmicas	Ações desempenhadas	Aspectos Conceituais
114	Professor: Da a volta, da a volta, fala Marina.	Proposição	Planejar investigação	I
115	Marina: Então ó, (mostrando com a régua) a onda ela espalha daí ela bate aqui e ela volta. Então, se ela vier por aqui, ela bate aqui e vai por aqui. Se ela vier por aqui, ela bate aqui e volta.	Comunicação	Comunicar uma explicação Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
116	Professor: Então ela vai sempre passar os obstáculos?	Avaliação Comunicação	Avaliar uma linha de raciocínio científica Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
117	Marina: Vai sempre passar mesmo se colocar o dominó na frente, porque ela (água que está na trave) vibra quando ela passa.	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica Comunica uma explicação Fornecer justificativas para uma afirmação científica	CC
118	Professor: Ela sempre vai passar então? Perfeito!	Legitimação	Validar explicação construída pelo grupo ou formalizada pela ciência	CC
119	Marina: Não tem lógica.	Outros	Não se aplica	I

Quadro 11 – Episódio 4 do encontro 4.

No turno de fala 115, a aluna Marina *comunica uma explicação* acerca da trajetória da onda segundo suas próprias observações. Sua explicação, apesar de um pouco confusa, elucida que a onda passa pelos obstáculos (peças de dominó), espalha, bate na extremidade da assadeira onde é o gol e volta no sentido contrário. Consideramos que a aluna *comunicou* o conhecimento, *desenvolvendo uma linha de*

raciocínio científica e comunicando uma explicação. Em sua fala ela observa características do comportamento que não haviam sido citados anteriormente por nenhum aluno, como o fato da onda espalhar, passar por obstáculos e parte dela retornar no sentido oposto do movimento quando chega ao final da assadeira. Classificamos também a presença do aspecto científico *coerente* em sua fala por ter sido fundamentada em etapas da construção do conhecimento científico como *elaboração de hipóteses*, teste da mesma e a *construção de uma explicação*.

O professor *avalia* sua explicação com uma pergunta que sintetiza suas ideias de maneira mais formal, no turno 116. Marina, então, confirma sua explicação em outros termos como consequência da colocação anterior do professor e usa os termos “passar” (pelo obstáculo/pelo dominó) e “vibrar” quando fala sobre o comportamento da água no gol. Ao final do episódio professor *legitima* a fala da aluna que além de confirmar sua explicação a coloca em termos próprios da ciência, mostrando uma apropriação do conhecimento desenvolvida a partir das interações discursivas com o professor.

Este episódio é marcado pela presença das quatro práticas epistêmicas e pelos aspectos conceituais *científicos* e *coerentes*, estes últimos por parte da aluna e do professor. Acreditamos que isso ocorra na medida em que a aluna é convidada pelo professor a expor uma explicação acerca das observações feitas. Após a explicação de Marina, o professor questiona a aluna fazendo-a refletir novamente sobre sua afirmação. Ao *desenvolver uma linha de raciocínio* ainda mais estruturada que a anterior com a presença de aspectos conceituais *científicos* e *coerentes*, o professor *legitima* o conhecimento *validando* sua explicação. Desta maneira, verificamos que a aluna testou sua estratégia e construiu uma explicação para o comportamento das ondas.

O episódio 5 é iniciado quando o professor retorna à bancada 1 e faz uma observação acerca de outra estratégia que este grupo construiu. O aluno Julio, conforme a prática epistêmica de *comunicação* do conhecimento, *desenvolve uma linha de raciocínio científica*, enquanto *comunica uma explicação* sobre a estratégia de ter deixado todas as peças uma ao lado da outra. Um ponto importante da sua explicação, assim como a da aluna Marina no episódio anterior, é que ele afirma que a água vai vibrar de qualquer maneira. O aspecto conceitual de sua fala é, assim como a de Marina, *científico* e *coerente*, por ser resultado de todo um processo científico, de elaboração e teste de hipóteses até chegar a uma conclusão.

Turno	Falas Transcritas / Momentos da aula	Práticas Epistêmicas	Ações desempenhadas	Aspectos Conceituais
	Professor dirige-se à bancada 1			
134	Professor: Nossa! (Alunos colocaram todos as peças de dominó encostados do lado da forma que representa o gol)	Proposição	Fazer observações	I
135	Julio: É, porque tipo, se eu deixar aqui, a onda vai bater aqui só que vai mexer também.	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica Comunicar uma explicação	CC
136	Professor: Mas assim, ó, você não acha que abafou bem a onda? (Faz impulso com a régua)	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
137	Julio: É, daí ela não bate aqui, ó.	Avaliação Comunicação	Avaliar uma linha de raciocínio Comunicar uma explicação	EC
138	Professor: É, daí aqui nesse vãozinho, você está olhando bem aqui nesse vãozinho né?! Perfeito, perfeito! Tem que dar parabéns para uns cara desses, quem pensa bem assim. Muito bom!	Legitimação Avaliação	Validar explicação construída pelo grupo ou formalizada pela ciência Reconhecer explicações e práticas de uma comunidade epistêmica Avaliar uma linha de raciocínio	CC

Quadro 12 – Episódio 5 do encontro 4.

O professor questiona o aluno com relação a estratégia adotada pelo próprio grupo no turno 136, com o objetivo de fazer o aluno reavaliá-la. Julio *avalia* a fala do professor e responde afirmativamente e satisfeito com sua estratégia bem-sucedida, entendendo que na medida do possível a onda não chegou ao gol, ou seja, conseguiu uma boa estratégia de defesa do gol. O episódio termina com a *avaliação e legitimação* do conhecimento produzido pelo grupo, *validando e reconhecendo a explicação* dos alunos e *avaliando a linha de raciocínio* dos mesmos para chegar à conclusão exposta.

Como este episódio elucidada de maneira clara as primeiras conclusões construídas pelos alunos acerca da atividade e do comportamento das ondas dentro da assadeira conforme as estratégias adotadas. O professor por vezes questiona os alunos com relação às suas explicações de maneira que os mesmos se avaliem suas próprias afirmações. Os aspectos conceituais presentes são cada vez mais *coerentes*, por vezes *científicos* e por vezes *espontâneos*.

O último momento do encontro, que se referem aos minutos finais do mesmo, é uma retomada de algumas estratégias, que o professor destaca para toda turma, com o objetivo de começar a sistematização do comportamento das ondas e dos fenômenos observados.

Turno	Falas Transcritas / Momentos da aula	Práticas Epistêmicas	Ações desempenhadas	Aspectos Conceituais
147	Professor: Pessoal, atenção. Vamos sentar um pouquinho. Atenção, atenção. Por favor sentados, cada um no seu lugar.	Proposição	Planejar investigação	I
148	Professor: Pessoal, vamos fechar aqui então. Primeira coisa, até agora que é a hora de a gente fechar o assunto, o Julio foi o primeiro a fechar o gol dele totalmente, sem ter vibração, sem ter zero, a gente viu que é muito difícil. Ali (bancada 4), o João foi o segundo. A gente viu que são técnicas diferentes. Como é que você fez, Julio?	Avaliação	Avaliar uma linha de raciocínio	CC
	Alunos: (Inaudível)			
149	Professor: Para todo mundo.	Proposição	Fazer observações	I
150	Julio: Ahn não, professor. Mó vergonha.	Proposição	Fazer observações	I
151	Professor: O que o Julio fez, ele cobriu toda a região (demonstrando com as peças na assadeira), mostra aí, colocou todas as peças cobrindo aqui. Mesmo assim, na hora que fazia onda, nosso amigo aqui (Antonio) viu que entre uma pedrinha e outra você via uma pequena oscilação da água. Do João, o João montou uma coisa mais aberta, tinha um "V" com várias barreiras e um "V". Mesmo naquela barreira, fazendo uma onda pequenininha, passou? Não passou, né? O que mexeu era bem pouquinho?	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC

Quadro 13 – Episódio 6 do encontro 4.

Como durante a realização da atividade os alunos por vezes transitaram pela sala de aula observando outros grupos, o professor solicita aos estudantes que se sentem em seus respectivos lugares. Assim, a fase de experimentação é encerrada para a discussão e exposição das estratégias adotadas por dois alunos, Julio e João, de grupos diferentes. Esse movimento do professor elucida que não havia apenas uma única estratégia correta, mas várias possibilidades de defesa do gol. Ainda assim, o professor,

após expor as estratégias dos alunos, destaca que mesmo com uma boa barreira, existiam pequenos vãos entre as peças e a água, naqueles pequenos espaços, poderia passar e vibrar. Neste momento ele está *comunicando* o conhecimento dos alunos por meio do *desenvolvimento de uma linha de raciocínio científica*, pois além de fazer a retomada destas estratégias ele generaliza o comportamento das ondas, de maneira científica, ao passar por barreiras.

Este movimento do professor está descrito no episódio 6 a seguir. O aspecto conceitual *científico e coerente* caracteriza a fala do professor, que inicia o caminho de generalizar o comportamento das ondas ao ultrapassar barreiras e associar este comportamento ao fenômeno ondulatório da difração. Os aspectos epistêmicos neste momento são de *avaliação* da linha de raciocínio dos alunos e *comunicação*, quando o *professor desenvolve uma linha de raciocínio científica*.

Durante praticamente todo o encontro, as falas do professor apresentam aspectos científicos conceituais. Acreditamos que isso ocorre pela figura do professor representar uma autoridade epistêmica acerca do assunto trabalhado em sala de aula.

Nas falas seguintes, o professor continua a retomar estratégias adotadas pelos alunos e questiona os mesmos sobre os resultados observados de modo que estes sejam compartilhados com toda a turma. Junto a esta retomada, o professor sistematiza e formaliza alguns dos fenômenos observados. O docente usa de outros exemplos de ondas (ondas do mar, sonora) para formalizar o fenômeno da difração, que trata da capacidade de uma onda em ultrapassar um obstáculo. Para ilustrar este momento, destacamos no episódio a seguir o momento em que o professor faz um experimento rápido com os alunos para demonstrar o fenômeno de difração.

Turno	Falas Transcritas / Momentos da aula	Práticas Epistêmicas	Ações desempenhadas	Aspectos Conceituais
188	Professor: Eu posso falar com vocês do corredor?	Proposição	Planejar investigação	EC
189	Aluno da bancada 3: Pode, mas vai incomodar a outra sala.	Avaliação	Analisar uma afirmação	EC
190	Aluno da bancada 2: Se você gritar...	Proposição	Elaborar hipóteses	EC
	Professor sai da sala			
191	Professor: Olá, galera. Tudo bem? Vocês estão me escutando daí?	Proposição Comunicação	Planejar investigação Dar exemplos relacionados ao problema	I
192	Vários alunos: Oi	Proposição	Planejar investigação	I
	Professor entra na sala.			

193	Professor: Tudo bem? Viram? O som é uma onda, não é? Passou por barreiras? Tinha uma parede aqui no meio?	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica Comunicar uma explicação	CC
194	Vários alunos: Sim.	Avaliação	Avaliar uma linha de raciocínio	EC

Quadro 14 – Episódio 7 do encontro 4.

O professor, com o objetivo de sistematizar o fenômeno da difração e fazer um paralelo com o mesmo fenômeno observado pelos alunos quando as ondas passavam pelas peças de dominó, questiona os alunos sobre a possibilidade de falar com eles estando fora da sala. Neste momento ele *planeja uma nova investigação*, conforme a prática epistêmica de *proposição* do conhecimento. Um aluno da bancada 3 *avalia* a colocação do professor e diz que isso incomodará outras salas, inferindo que o professor, para conseguir se comunicar com a turma, estando fora da sala, deverá aumentar seu tom de voz, ou em outras palavras, a intensidade da onda sonora produzida deverá ser maior. O aspecto conceitual presente na fala do aluno é *coerente*, porém *espontâneo*, por se tratar no início de uma nova investigação, portanto, ainda não concluída ou formalizada.

O professor sai da sala e, ao falar com os alunos, os mesmos conseguem ouvi-lo. Ao retornar o professor instiga os alunos questionando-os sobre a natureza ondulatória do som, pois apresentou um comportamento semelhante às ondas produzidas na água durante o experimento. Os alunos respondem afirmativamente de maneira a evidenciarem sua compreensão.

Por se tratar do início de uma nova investigação os aspectos conceituais presentes nas falas dos estudantes são semelhantes aos momentos iniciais da atividade, ou seja, *espontâneos*, embora majoritariamente *coerentes*. Apesar de ser uma nova investigação, esta continua tendo como foco o comportamento das ondas e seus fenômenos. Assim, as práticas epistêmicas presentes são de *proposição* e *comunicação* do conhecimento por parte do professor, quando instiga os alunos a um novo problema e de *avaliação* do conhecimento por parte dos estudantes ao *analisarem a linha de raciocínio* do docente.

4. 3. *Análise de aspectos gerais do encontro 4*

Após a categorização dos turnos de fala, notamos que alguns aspectos epistêmicos e conceituais se repetiam em ciclos. Entendemos como ciclos o movimento

do professor ao longo da atividade desenvolvida no encontro 4. O professor caminhou de bancada em bancada dando início à atividade, de maneira a explicar qual era a proposta do experimento/jogo e distribuindo as peças. Desta maneira, percebemos um ciclo que se inicia na proposição do experimento para os alunos, dúvidas sobre o funcionamento prático do experimento por parte dos estudantes e o posterior retorno do professor à bancada perguntando sobre as estratégias adotadas e as conclusões parciais nas quais o grupo havia chegado. Durante 147 turnos de fala a atividade experimental foi desenvolvida pelos alunos de maneira livre, sem a intervenção do professor ou de procedimentos a serem seguidos, e os turnos finais representam os minutos de encerramento do experimento e conclusões do mesmo. O professor alternou sua presença nos grupos e entendemos que isso evidencie o propósito de monitorar e auxiliar a investigação desenvolvida pelos alunos, verificando as estratégias tomadas pelos alunos para a defesa do gol e provocando a reflexão do comportamento das ondas na água com a relação às estratégias adotadas.

Percebemos que a primeira visita feita pelo professor a cada um grupo gerou um ciclo de aspectos epistêmicos da seguinte forma: no início do ciclo as falas do professor foram classificadas majoritariamente pela *proposição* do conhecimento por meio das ações de *planejar investigação*, seguidas da realização de observações e algumas poucas elaborações de hipóteses por parte dos alunos, também práticas de *proposição* do conhecimento pelos alunos, e a finalização deste pequeno ciclo acontecia com a prática de *comunicação* do conhecimento pelo professor que recorria à ação de *comunicar uma explicação* a exemplo do episódio 1 exposto no quadro 8.

Acreditamos que este ciclo inicial da interação do professor com os alunos nos momentos inaugurais da atividade experimental esteja associado à proposição de uma situação problema de maneira a estimular a investigação. Notamos, também, que os aspectos conceituais ligados a essas práticas epistêmicas presentes nesse ciclo inicial da investigação foram majoritariamente *inexistentes* ou *espontâneos*, algumas vezes *coerentes*, outras *incoerentes*. Isso parece estar associado ao fato de os alunos estarem em um momento introdutório da atividade e, portanto, ainda na fase de compreensão e reconhecimento da mesma. Algumas poucas vezes, neste início, categorizamos alguns turnos de fala com aspecto *científico* e *coerente* relacionadas à prática epistêmica de *comunicar uma explicação* e vindas do professor.

O segundo momento da atividade é caracterizado pelo levantamento de hipóteses pelos alunos acerca do comportamento das ondas a depender da estratégia elaborada e não mais sobre o funcionamento da própria atividade. A esta altura, os

alunos já se apropriaram da habilidade de gerar ondas, sendo esta parte de um dos objetivos da aula elencados pelo professor, e agora preocupam-se em elaborar as estratégias para que estas ondas geradas não atinjam a área delimitada para o gol. Este momento é marcado principalmente pelas práticas de *comunicação*, quando os alunos procuram desenvolver uma linha de raciocínio, comunicar uma explicação e pela prática de *proposição* do conhecimento ao *elaborar hipóteses*. Percebemos a mudança de perspectiva dos alunos com relação à atividade, pelo aspecto conceitual relacionado aos epistêmicos não serem mais em sua maioria *inexistentes* e sim *espontâneos coerentes*. Acreditamos que essa mudança seja em virtude da apropriação dos estudantes da habilidade de gerar ondas e as explicações advindas da interação das ondas com as barreiras (peças de dominó) estar no campo do que conseguem observar. Assim, os alunos estabelecem linhas de raciocínio que fazem o movimento do *incoerente* para o que é *coerente*. Nesse momento, o professor de avaliador das hipóteses e estratégias levantadas quando age de maneira *considerar explicações alternativas*, ou quando *avalia uma linha de raciocínio*.

O terceiro momento compete à sistematização dos conceitos trabalhados em aula ao longo do experimento e perdura até o final do encontro 4. O professor inicia esta retomada solicitando aos alunos que retornar à bancada de origem, uma vez que durante a atividade os mesmos visitaram outros grupos observando as diversas estratégias adotadas. Durante esta retomada o professor *avalia e desenvolve*, por meio da *comunicação* do conhecimento, algumas *linhas de raciocínio* propostas por grupos na elaboração da estratégia de defesa do gol, como exposto no episódio 6 do quadro 13, quando expõem as estratégias adotadas pelo aluno Julio e pelo aluno João. Os alunos também fazem o movimento da *comunicação* do conhecimento, *desenvolvendo uma linha de raciocínio, comunicando explicações* e, por vezes, *avaliando* as estratégias de outros grupos. Notamos que os aspectos conceituais presentes nas falas dos alunos são majoritariamente *espontâneos* e *coerentes*. Acreditamos que isso seja devido ao primeiro contato de muitos deles com discussões escolares acerca do comportamento ondulatório da matéria e com os fenômenos relacionados às ondas.

De maneira geral, do início para o fim do encontro os aspectos conceituais presentes nas falas dos alunos mantiveram-se *espontâneos*, mudando de *incoerentes* para *coerentes*. Julgamos a mudança do aspecto conceitual *espontâneo* e *incoerente* para o aspecto conceitual *espontâneo* e *coerente* pertinente por ser o primeiro encontro da SEI que trata do comportamento ondulatório da matéria e por estar dentro das expectativas que os objetivos da aula elencam. A formalização desse conhecimento

certamente é gradual e ainda não concluída no primeiro encontro deste bloco (encontro 4). Com relação ao movimento das práticas epistêmicas, este encontro possibilitou que os estudantes perpassassem por práticas da própria ciência durante uma investigação científica, pois temos evidências de que eles *elaboraram hipóteses, fizeram observações, comunicaram explicações, desenvolveram uma linha de raciocínio científica, avaliaram* as colocações de seus colegas e professores e *procuraram um consenso sobre a explicação* do objeto de estudo. Este movimento se mostrou gradual e acompanhou o desenvolvimento dos aspectos conceituais presentes em suas falas.

4. 4. O encontro 5 – “Os anéis de G. P. Thomson”

Este encontro consiste no segundo de três momentos que compõem o segundo bloco da SEI. A atividade principal deste encontro é, assim como no encontro anterior, experimental e tem como propósito reconhecer o comportamento ondulatório, investigado no encontro 4, para classificar os Raios Catódicos. Assim, este encontro objetiva a problematização do comportamento ondulatório da matéria em outra situação.

Este encontro é iniciado com uma breve retomada dos encontros anteriores, por meio de apresentação em *Datashow*. Desta forma, o professor elucida o comportamento corpuscular da matéria, já estudado no primeiro bloco da SEI, e o comportamento ondulatório, investigado no encontro 4 por meio do *Futebol de régua*.

Terminado este momento, o professor apresenta aos alunos o aparato experimental com o qual a atividade principal deste encontro se desenvolve, o difrator de elétrons. Por ser um aparelho caro e emprestado à escola, a dinâmica deste encontro é diferente do anterior. Ao invés de os alunos manejarem sozinhos o aparelho e o professor se deslocarem de tempos em tempos entre as bancadas, o aparato experimental, por ser único, fica com o professor e, de modo regular, ele leva o mesmo para a bancada de cada grupo. Assim, o experimento é realizado em uma bancada, ou grupo, por vez sob orientação do docente. É importante ressaltar que os alunos trabalharam com este mesmo aparato no segundo encontro do primeiro bloco.

Assim como no encontro anterior, os momentos finais são dedicados à retomada de toda a atividade com o objetivo de sistematizar o conhecimento acerca do comportamento ondulatório da matéria.

A turma está disposta e dividida em 4 bancadas, portanto 4 grupos, não necessariamente iguais aos do encontro anterior, embora no vídeo seja possível perceber que houve pouca alteração de alunos em cada grupo.

A transcrição deste encontro é constituída de 223 turnos de fala e encontra-se analisada na íntegra na seção de apêndices do presente texto.

4. 5. *O encontro 5 – Análise de episódios*

Após a breve retomada sobre os encontros anteriores, o professor apresenta o aparato experimental para os alunos já planejando a investigação, ou seja, segundo a prática epistêmica de proposição do conhecimento.

Turno	Falas Transcritas / Momentos da aula	Práticas Epistêmicas	Ações desempenhadas	Aspectos Conceituais
12	Professor: Então, pessoal. Esse aparelho aqui é um aparelho de difração de elétrons e a nossa atividade de hoje é ver o elétron como onda.	Proposição	Planejar investigação	CC
	Professor apaga as luzes, e no projetor, mostra a esquematização do aparelho que será usado.			
13	Professor: Esse é nosso aparelhinho aqui. Os elétrons saem da fonte e chegam até o outro ponto aqui.	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
14	Aluno da bancada 3: Professor, a gente já viu isso, né?!	Avaliação	Analisar uma afirmação	I
15	Professor: Já viu isso. O que que acontecia quando ligava o aparelho, acendia o filamento, chegava aqui o que? Qual formato que tinha?	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
16	Aluno da bancada 4: Aparecia uma luzinha lá.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
17	Professor: Aparecia uma linha reta que era um ponto que você deduzia como trajetória. Característica de partícula. Quando chegava um ímã aqui, daí mudava.... ou com cargas elétricas, para demonstrar que era um elétron mesmo que tinha carga elétrica e não laser. Quem tentou fazer isso com laser, pegou a caneta laser e passou num ímã, a luz não muda de direção. Você pode pegar seu laser lá e tentar. Uma coisa que é até interessante colocar numa próxima versão da atividade. Mostrar que o	Proposição Comunicação	Articular conhecimento conceitual e observacional Comunicar uma explicação Dar exemplos relacionados ao problema	CC

	laser é diferente, apesar de ter uma luz verde, não muda com imã ou com carga elétrica nessa intensidade.			
	Professor volta a apresentação no Datashow			

Quadro 15 – Episódio 1 do encontro 5.

O episódio acima faz parte de uma segunda retomada feita pelo professor, que apresenta o difrator de elétrons aos estudantes e, por meio da *comunicação* do conhecimento, inicia o *desenvolvimento de uma linha de raciocínio científica* lembrando o comportamento corpuscular do elétron e, também, a atividade feita com o mesmo difrator, quando investigarem o comportamento de uma partícula. O docente é questionado por um aluno que se lembra de ter trabalhado com esse aparato. Neste momento, o aluno, na prática de *avaliação* do conhecimento, *analisa a afirmação* do professor. Este movimento do aluno faz o docente continuar a retomada, desta vez de maneira mais específica e direcionada ao experimento anterior (encontro 2 do primeiro bloco da SEI).

O professor utiliza do interesse que o aluno demonstrou e especifica o padrão observado no difrator na atividade do encontro dois, questionando o aluno sobre o formato deste mesmo padrão. Após a resposta cujo aspecto conceitual consideramos *científico* e *coerente*, o professor segue com a retomada fazendo proveito do posicionamento do aluno.

Neste episódio, os aspectos conceituais foram predominantemente científicos e coerentes uma vez que esse momento aborda um tema já trabalhado pela turma que, o aluno principalmente, demonstra ter se apropriado. As práticas epistêmicas integradas aos aspectos conceituais deste episódio são, em sua maioria, de *comunicação* do conhecimento, quando o professor tem como objetivo retomar assuntos já trabalhados e *desenvolver*, novamente, *uma linha de raciocínio científica*. O início do episódio é marcado pela prática de *proposição* do conhecimento, quando o professor se propõe a fazer a retomada destes conceitos.

O episódio seguinte é marcado pelo fim da retomada acerca do encontro anterior e o início da realização do experimento no primeiro grupo localizado na bancada 1.

Turno	Falas Transcritas / Momentos da aula	Práticas Epistêmicas	Ações desempenhadas	Aspectos Conceituais
62	Professor: O que acontecia com as ondas quando você batia a régua com mais força?	Proposição	Articular conhecimento observacional e conceitual	CC

63	João: Ficavam mais fortes.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
64	Aluno da bancada 3: Aumentava o tamanho.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
	Professor dirige-se à bancada 1 levando o difrator de elétrons.			
65	Professor: Ficavam mais fortes. E tinha alguma barreira que segurava ela? Antonio, aumenta a tensão do aparelho, por favor. Pode ir aumentando. No máximo explode. Aconteceu alguma coisa aí diferente?	Proposição Legitimação	Planejar investigação Validar explicação construída pelo grupo ou formalizadas pela ciência	CC
66	Antonio: Aumentou a luz aqui.	Comunicação	Comunicar uma explicação	EC
67	Professor: Só aumentou a luz?	Avaliação	Analisar uma afirmação	CC
68	Ana: Tem uma luz verde.	Comunicação	Comunicar uma explicação	EC
69	Professor: Pode aumentar mais.	Proposição	Planejar investigação	CC
	Antonio aumenta a tensão.			
70	Professor: O que aconteceu?	Proposição	Planejar investigação	I
71	Antonio: Apareceu uns negocinhos envolta...	Comunicação	Comunicar uma explicação	EC
72	Professor: Antonio, que desenho que apareceu aí?	Proposição	Planejar investigação	I
73	Antonio: Apareceu uma bolinha verde e umas bolinhas envolta. (Faz círculos com a mão)	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	EC
74	Professor: Bolinha ou círculos?	Avaliação	Contrapor ideias	CC
75	Antonio: Círculos. Ahn é tudo a mesma coisa.	Comunicação	Comunicar uma explicação	EC
76	Professor: Não é a mesma coisa não. Bola é uma esfera. (Faz esfera com as mãos)	Avaliação	Analisar uma afirmação	CC
	Professor vira o difrator de elétrons para os outros alunos da bancada 1 observarem o padrão.			

Quadro 16 – Episódio 2 do encontro 5.

O episódio tem início no final da retomada feita pelo professor, agora tratando da atividade do futebol de régua do encontro 4. É interessante notar que, neste momento, os alunos *comunicam uma explicação* integrando às suas explicações aspectos conceituais *científicos e coerentes*. Acreditamos que isto indique que a retomada feita pelo docente cumpriu com o seu objetivo e os estudantes demonstram ter se apropriado, ainda que inicialmente, de características das ondas a partir de uma atividade investigativa.

Em seguida, o professor se dirige à bancada um para iniciar a atividade investigativa com o difrator de elétrons. É possível notar que o professor dá instruções iniciais aos alunos, como, por exemplo, solicitar o aumento tensão do aparelho, e

questiona os alunos acerca do comportamento da luz que sai do difrator, na prática de *proposição* do conhecimento, *planejando a investigação*. O aluno Antonio é o que mais participa deste momento inicial, *comunicando explicações* com relação ao comportamento da luz. Antonio explica que a luz aumentou com o aumento da tensão e quando solicitado para aumentar mais ainda esta tensão, o aluno comunica a *explicação e desenvolve uma linha de raciocínio científica* acerca do aparecimento de um padrão circular concêntrico.

Este episódio é marcado pela prática de *proposição* do conhecimento por parte do professor que, ao *planejar a investigação*, instiga constantemente os alunos a estruturarem explicações para o comportamento da luz verde advinda do difrator. Desta forma os alunos na prática de *comunicação* do conhecimento, buscam *comunicar explicações e desenvolver uma linha de raciocínio científica* acerca do fenômeno observado. Os aspectos conceituais relacionados a estas práticas por parte dos alunos neste episódio, foram *espontâneos e coerentes*. Isso se deve ao fato de a investigação estar num momento inicial, porém é interessante notar que estes aspectos são *coerentes*, pois já estão encontram-se num segundo encontro cujo assunto central é o comportamento ondulatório do elétron e tiveram como bagagem as discussões anteriores.

Ainda no mesmo grupo, o professor propõe a mudança da tensão no aparelho para que os alunos continuem investigando o padrão resultante desta mudança. O episódio elucidado a seguir explicita uma dinâmica interessante onde é possível perceber a mudança dos aspectos conceituais dos alunos, de *espontâneos* para *científicos*.

Turno	Falas Transcritas / Momentos da aula	Práticas Epistêmicas	Ações desempenhadas	Aspectos Conceituais
	Professor muda a tensão para que alunos observem a mudança no padrão.			
81	Professor: Vou colocar no máximo...agora no mínimo. (Padrão muda e alunos observam)	Proposição	Considerar diferentes fontes de dados	CC
82	Professor: Então quando eu joga os elétrons no metal o que que acontece? Ele está se comportando agora como? Onda ou partícula?	Proposição	Articular conhecimento observacional e conceitual	CC
83	Marina: Onda.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
84	Professor: Por quê?	Avaliação	Avaliar uma afirmação	I

85	Marina: Porque a ondinha faz círculos.	Comunicação	Comunicar uma explicação Fornecer justificativas para uma afirmação científica	CC
86	Ana: Porque ele está expandindo, ele está indo...	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
87	Professor: Esse aí parece aquele gotejamento que vocês viram na....	Comunicação	Dar exemplos relacionados ao problema	CC
88	Marina: É...	Avaliação	Analisar uma afirmação	I

Quadro 17 – Episódio 3 do encontro 5.

O professor altera a tensão no aparelho, na prática de *proposição* do conhecimento e agora *considerando diferentes fontes de dados*. *Articulando a observação e o conceito*, o docente questiona o grupo sobre o comportamento do padrão após a alteração na tensão do difrator. A aluna Marina, rapidamente *comunica uma explicação* afirmando que o comportamento é ondulatório. Ao ser questionada acerca do motivo, ela *fornece uma justificativa e comunica mais uma explicação* elucidando a forma circular do comportamento ondulatório. Ana, a colega de grupo, ainda completa a fala de Marina, explanando acerca da trajetória de uma onda e, por fim, o professor dá um exemplo relacionado à explicação elaborada pelas alunas.

Classificamos os aspectos conceituais das alunas como *científicos e coerentes*. Notamos que, neste momento, o grupo já estava melhor ambientado com o experimento e sua proposta. Além disso, os conceitos acerca do comportamento das ondas haviam sido trabalhados no encontro anterior (encontro 4) e na retomada no início do presente encontro, possibilitando que os alunos articulassem com mais propriedade os conhecimentos acerca das ondas ainda que em outra situação ou atividade investigativa. Por estas razões a mudança dos aspectos conceituais dos alunos, desta vez de *espontâneos e coerentes* para *científicos e coerentes*.

Interessante ressaltar o movimento do professor neste episódio. O docente apenas questiona as alunas com relação às características do padrão observado e não dá a resposta de pronto. E num segundo questionamento, como no turno de fala 84, solicita que a aluna elabore mais a sua resposta por meio da pergunta “Por quê?”.

Um outro episódio interessante acerca do andamento dos experimentos ocorre quando o professor está na bancada 4 com o aparato experimental.

Turno	Falas Transcritas / Momentos da aula	Práticas Epistêmicas	Ações desempenhadas	Aspectos Conceituais
-------	--------------------------------------	----------------------	---------------------	----------------------

164	Julio: E se você aumentar mais lá, vai ter mais voltas (anéis)?	Proposição	Elaborar hipóteses	CC
165	Professor: Eu vou diminuir para você ver como que é. (Diminui a tensão) Assim a gente trabalhou com o J. J., colocou um imã e ele mexeu. E eu vou aumentar a tensão. Aumentar a tensão aqui é equivalente na hora que estava fazendo o futebol de ondas, bater mais forte com a régua e aí você fazia ondas mais fortes. Você está aumentando a energia dele. Você aumentou mais a energia das ondas.	Avaliação Comunicação	Analisar uma afirmação Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
166	Julio: Mas só dá duas voltas?	Proposição	Fazer observações	I
167	Professor: É que a sala eu não consigo escurecer, é o ambiente. Esse experimento foi feito para ficar em sala fechada sem a luz de fora, daí conseguiríamos ver mais. E respondendo sua pergunta, se eu pudesse aumentar mais a tensão, eu veria mais anéis.	Comunicação	Fornecer justificativas pra uma afirmação científica	CC
168	Professor: Bom, como partícula... lembra, como é que funciona a ciência? A gente tinha uma explicação para as coisas, para partícula jogávamos a bola e ela ia numa direção. Não ajudou aí.	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC

Quadro 18 – Episódio 4 do encontro 5.

Este episódio tem início com a *elaboração de hipótese* feita pelo aluno Julio. O aluno pergunta ao professor se com o aumento da tensão do difrator, mais anéis aparecerão no anteparo. O professor *analisa a afirmação* do estudante e testa sua hipótese, relacionando o comportamento da luz com a atividade do futebol de ondas e com o experimento do J. J. Thomson, ambos feitos anteriormente.

O aluno, no turno de fala 166, segue questionando o professor a respeito do número de circunferências presentes no anteparo e o professor *fornece justificativas* com o intuito de responder ao aluno.

O ponto interessante deste episódio, além da hipótese do aluno, é que o professor procura ao longo de suas falas evidenciar aspectos do fazer científico, relacionando observações e conclusões anteriores para a busca de uma explicação, recorrendo às teorias já existentes. No turno de fala 168, o professor elucida uma das características centrais da ciência que é a qualidade da mesma ser mutável e passível de críticas.

Em razão do professor dispor de apenas um aparato e a atividade ter a necessidade de ser realizada pelos grupos junto com o professor, devido ao alto valor do aparelho, o encontro não teve tempo de contar com os momentos finais de retomada com todos os grupos e o professor para discutirem o que foi observado. Assim, este momento ocorre no início do encontro 6, que não está contemplado no escopo de nossa pesquisa.

4. 6. *Análise dos aspectos gerais do encontro 5*

Este encontro tem início com uma retomada feita pelo professor acerca dos encontros anteriores. Essa retomada é construída de uma maneira dialógica, ou seja, o professor procura elucidar os pontos principais trabalhados, como o comportamento corpuscular e ondulatório da matéria, fazendo perguntas para os alunos com relação às atividades anteriormente trabalhadas. Assim, este início é caracterizado pela forte presença da prática epistêmica de *comunicação* do conhecimento, quando o professor *desenvolve uma linha de raciocínio*, questiona os alunos e estes, por sua vez, *comunicam explicações*. Em alguns momentos o professor *avalia* as explicações dadas pelos alunos com o objetivo de guiá-los na retomada de conceitos já trabalhados. Apesar do esforço do professor em incentivar a participação dos alunos no início do encontro, os primeiros turnos de fala desse encontro são quase exclusivamente dele. Após a retomada do comportamento das ondas e da atividade do encontro anterior os alunos se sentem mais à vontade tornando as interações discursivas mais dialógicas. Acreditamos que isso tenha ocorrido porque os estudantes não estavam inicialmente seguros quanto aos conceitos, uma vez que para muitos deles é o primeiro contato com o comportamento das ondas. Os aspectos conceituais relacionados a este momento de retomada, em que os alunos se tornam mais participativos, são em sua maioria *científicos*, por vezes *coerentes* e outras vezes *incoerentes*, uma vez que se trata de uma retomada e que os alunos ainda estejam num processo de aprendizagem e apropriação dos conceitos estudados.

Este momento inicial da aula também é marcado pela prática epistêmica da *legitimação* do conhecimento na medida em que o professor busca *validar as explicações construídas pelo grupo ou formalizadas pela ciência* no encontro anterior e procura *construir um consenso coletivo* acerca dos assuntos trabalhados no encontro 4.

O segundo momento da aula consiste na realização do experimento supervisionada pelo professor. Esse momento ocorre quatro vezes em razão do professor ir de bancada em bancada com o aparato experimental. Analisamos as falas do professor marcadas pelas práticas de *proposição* e *avaliação* do conhecimento. Ao visitar cada grupo, o professor alterava a tensão no aparelho de difração de elétrons e solicitava aos alunos explicações acerca do comportamento do padrão observado. Este movimento favoreceu os alunos a *comunicarem explicações* e quando necessário reelaborarem-nas, como exposto no episódio 3. Interessante destacar que, conforme os estudantes buscavam desenvolver suas explicações, guiados pelos questionamentos do professor durante a atividade, os aspectos conceituais presentes nas falas dos alunos movimentaram-se do *espontâneo* para o *científico*, ambos se apresentando majoritariamente como *coerentes*. Julgamos que isso ocorra por meio da apropriação dos conceitos trabalhados, uma vez que este é o segundo encontro o qual as características e fenômenos ondulatórios são o tema central.

Em certos momentos houve a prática de *legitimação* do conhecimento por parte do professor quando *validou uma explicação construída pelo grupo ou formalizada pela ciência* e por parte dos alunos quando *procuravam construir consenso coletivo sobre explicações*. Esse segundo momento foi marcado por aspectos *científicos* em sua maioria. Com relação ao professor, estes aspectos conceituais eram predominantemente *científicos* e *coerentes* uma vez que este represente autoridade epistêmica em sala de aula.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme determinado no início desta pesquisa, nosso propósito com esse trabalho abrange compreender de que maneira aspectos epistêmicos e conceituais são integrados em interações discursivas possibilitadas por atividade investigativas em aulas de Física Moderna. Para buscar responder nossa questão desenvolvemos uma pesquisa qualitativa, em torno de um estudo de caso que consiste em dois encontros de uma SEI acerca da dualidade do elétron. Esta SEI foi escolhida para ser o objeto de estudo de nossa pesquisa por ter sido estruturada e aplicada por um professor alinhado com a abordagem didática do Ensino por Investigação. Esta abordagem tem como foco não apenas o domínio conceitual do conteúdo, mas também aspectos epistêmicos do fazer científico e da própria ciência em sala de aula.

Para consolidar nossa pesquisa, determinamos três objetivos específicos. Os dois objetivos de natureza teórica permitiram-nos compreender as bases teóricas que fundamentaram questões importantes para o nosso trabalho. Os estudos acerca da relação do Ensino por Investigação com as práticas epistêmicas, bem como o estudo e determinação de aspectos epistêmicos e conceituais no ensino de ciências, permitiram-nos cumprir o terceiro objetivo específico, de natureza empírica, a análise dos dados e dos resultados. Os dois primeiros objetivos são contemplados em nosso segundo capítulo, onde estruturamos nosso referencial teórico. O terceiro, no quarto capítulo, o de análise e discussões acerca dos dados e resultados. Uma vez compreendidas as bases conceituais, entendemos que um ensino pautado na investigação é composto por elementos como: o problema a ser analisado, a elaboração de hipóteses, a coleta e interpretação de dados, análise e comunicação dos resultados. A abordagem do ensino por investigação possibilita ao aluno uma compreensão dos conteúdos que vá além da aprendizagem de conceitos, mas ocupando também o papel de colocar em destaque aspectos culturais do fazer científico (Sasseron e Carvalho, 2008; Sasseron, 2015). Além disso, o ensino por investigação coloca o aluno como agente principal na construção de seu próprio conhecimento e desenvolve no mesmo as práticas usualmente empregadas no pensamento científico. Sendo o ensino por investigação uma abordagem interativa, as interações discursivas em sala de aula precisam ser valorizadas. E são nessas interações que a nossa pesquisa se baseia. Stroupe (2014) afirma que num contexto investigativo os conteúdos de ciências da natureza podem colocar em destaque características que marcam o próprio fazer científico. Ao trabalho

disciplinar associado à ciência, Stroupe elabora quatro dimensões (dimensão conceitual; dimensão social; dimensão epistêmica; e dimensão material), sugerindo que estas dimensões do ensino de ciências como prática sugerem que o conhecimento e raciocínio científico são elementos de uma ampla rede de atividades (Longino, 2002).

Com base nos pressupostos do Ensino por Investigação, os autores Kelly (2008) e Kelly e Licona (2018) propõem práticas que epistêmicas que associam ao trabalho de sala de aula, além da aprendizagem de conteúdos. Os autores definem práticas epistêmicas como maneiras que membros de um grupo propõem, comunicam, avaliam e legitimam o conhecimento, podendo aparecer de maneira compartilhada e mutáveis (Kelly, 2016). Como não há um conjunto finito de ações que possam ser relacionadas a estas práticas, elencamos algumas ações presentes em aulas investigativas de ciências e elaboramos uma tabela que relaciona algumas ações às práticas epistêmicas e utilizamos estas ações para categorizar os aspectos epistêmicos presentes nas interações discursivas em sala de aula entre professor e alunos e seus pares. Assim, consideramos como *aspectos epistêmicos*, aqueles ligados às práticas epistêmicas e que caracterizem as ações que busquem o desenvolvimento do trabalho investigativo. Para dar conta de cumprir nosso objetivo específico de caracterizar aspectos epistêmicos e também conceituais realizamos um estudo acerca da construção conceitual no ensino de ciências tendo como principal referência teórica os trabalhos de Vygotsky. O autor afirma que conceitos espontâneos são aqueles carregados de determinantes de origem sensorial, emocional, afetiva e moral, construídos por relações mediadas em um meio social, desenvolvidos a partir de experiências cotidianas (Vygotsky, 2000). Para Vygotsky (2000) a construção do conceito científico tem origem nos processos estruturados de ensino, com a participação e mediação do sujeito mais capaz, no caso, o professor. Assim, entendemos *aspectos conceituais* aqueles ligados aos signos relacionados ao uso de teorias, princípios e leis para sustentar um argumento ou uma explicação. Para analisar os aspectos conceituais presentes nas interações discursivas em sala de aula uma ferramenta que não apenas classifique o aspecto conceitual entre *espontâneo* ou *científico*, mas também gradue essa elaboração entre *coerente* e *incoerente*.

Com o referencial teórico e nossas ferramentas de análise estabelecidas, contextualizamos a escola, os sujeitos de pesquisa e a SEI em nosso capítulo de metodologia, bem como os recortes feitos por nós para a análise. A escola escolhida está localizada na cidade de Itatiba e apresenta as categorias de Ensino Médio Regular e Educação de Jovens e Adultos – EJA. Esta escola é uma das 16 escolas participantes do projeto piloto da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo para implementar

o denominado Programa de Ensino Integral cuja uma de suas propostas principais é a inserção de disciplinas eletivas. A turma na qual a SEI foi aplicada é composta por alunos de todos os anos do Ensino Médio (1º, 2º e 3º). Com isso, a diversidade e troca de experiências, cultura, valores e pontos de vista é ampliada. A SEI implementada que gerou os dados utilizados em nossa pesquisa, é denominada “E o elétron, é onda ou partícula?”. Esta foi elaborada e integra a dissertação de Lopes (2013). Este material consiste em três blocos temáticos, divididos em 9 encontros, acerca de conteúdos como o comportamento corpuscular da matéria, o comportamento ondulatório da matéria e a Física Quântica. Trabalhamos com os encontros 4 e 5, sendo o primeiro um estudo sobre as características e os fenômenos ondulatórios e o segundo a reprodução do experimento de G. P. Thomson que prova o comportamento ondulatório do elétron.

O passo seguinte foi a transcrição desses dois encontros em turnos de fala do professor e dos alunos, que está presente completa e na íntegra na seção de apêndices do presente trabalho. Após a categorização, selecionamos episódios para a análise dos resultados que pudéssemos salientar desenvolvimento dos aspectos epistêmicos e conceituais e como são integrados ao longo dos encontros. No capítulo de metodologia também trouxemos os objetivos elencados pelo professor para cada um dos encontros de maneira deixar mais claro o desenvolvimento das práticas presentes nos mesmos.

Da análise pudemos perceber o desenvolvimento dos aspectos epistêmicos integrados aos aspectos conceituais. No encontro 4, o primeiro contato de muitos dos alunos com os conceitos ondulatórios e seus fenômenos, as práticas epistêmicas do professor foram majoritariamente de *proposição* do conhecimento cujo aspecto estava em torno de *planejar uma investigação* e de comunicação do conhecimento cujos aspectos mais presentes foram de *comunicar uma explicação* e *desenvolver uma linha de raciocínio científica*. Os aspectos conceituais presentes nas falas do professor foram quase que exclusivamente *científicos* e *coerentes*, como esperado, uma vez que este representa autoridade epistêmica em sala de aula. Acreditamos que a integração destes aspectos está relacionada ao primeiro contato de muitos dos alunos com temas sobre ondas. Já os aspectos epistêmicos das falas dos alunos ficaram em torno da *proposição*, *comunicação* e *avaliação* do conhecimento, quando *elaboravam hipóteses*, *comunicavam explicações*, *desenvolviam uma linha de raciocínio científica* e *analisavam afirmações* do professor e de seus pares. Os aspectos conceituais integrados aos epistêmicos nesse encontro foram predominantemente *espontâneos* fazendo um movimento do *incoerente* para o *coerente*. Acreditamos que isso tenha ocorrido devido

ao primeiro contato com conceitos de ondas e ao se apropriarem dos mesmos ao longo do encontro.

No encontro 5, as falas iniciais do professor apresentam a prática epistêmica de *legitimação* do conhecimento quando *legitima o conhecimento construído pelo grupo ou formalizado pela ciência* quando inicia o movimento de retomada do que foi construído no encontro anterior. Suas falas seguem durante todo o encontro integrando aspectos conceituais *científicos* e *coerentes*. Durante o encontro, o professor auxilia e orienta os alunos na investigação acerca da natureza do comportamento da luz emitida pelo difrator de elétrons ao alterar-se a tensão do aparelho. Foi notável e presente nos episódios deste encontro a mudança dos aspectos conceituais presentes nas falas dos alunos. Em razão da construção conceitual sobre ondas feita no encontro anterior e retomado no início do encontro 5, os alunos apresentaram aspectos conceituais por vezes *espontâneos* e por vezes *científicos*, mas, agora, mais coerentes. Isso aponta a apropriação dos estudantes não apenas dos conteúdos, mas da diversidade de situações onde possam identificá-los e analisá-los.

Tendo em vista que este trabalho objetivou estabelecer relações entre aspectos epistêmicos e conceituais em interações discursivas em atividades investigativas no contexto do ensino por investigação, entendemos que tenhamos atingido de forma satisfatória nossos propósitos.

A construção do nosso referencial teórico foi fundamental para a elaboração de nossas ferramentas analíticas que possibilitaram a elucidação do objetivo empírico que nos pretendemos cumprir.

A temática e a elaboração da SEI analisada, foi bastante favorável para o desenvolvimento de trabalhos que oportunizem interações discursivas e que coloquem o aluno como sujeito protagonista da construção de seu conhecimento. Acreditamos que este trabalho não acaba em si mesmo, possibilitando compreender muito mais sobre aspectos presentes no ensino investigativo de ciências.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, Regina Moraes; SCARPA, Daniela Lopes; SILVA, Rosana Louro Ferreira. Aspectos das interações discursivas das aulas de uma futura professora de ciências. [S.l.: s.n.], 2014.

ARAÚJO, A.O.; MORTIMER, E. F. **As práticas epistêmicas e suas relações com os tipos de texto que circulam em aulas práticas de química**. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009, Florianópolis. Anais do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Belo Horizonte: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências - ABRAPEC, p. 01-12. 2009.

BERLAND, L. K.; HAMMER, D.; Framing for scientific argumentation. **Journal Research of Scientific Teaching**, 49: 68–94. 2012.

CAPECCHI, M. C. V. M. Problematização no Ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (orgs). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A. M. P. (2013). O ensino de ciências e a proposição de sequencias de ensino investigativas. In Carvalho, A. M. P. (orgs.) **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula** (p.1-20), São Paulo: Cengage Learning.

CARVALHO, A. M. P. **Ensino e aprendizagem de ciências: Referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas (SEI)**. In: LONGHINI, M. D. (Org.) **O Uno e o Diverso**. Uberlândia: EDUFU, 2011, cap. 18, p. 253-266.

CARVALHO, A. M. P. Ensino e aprendizagem de ciências: Referenciais teóricos e dados empíricos das sequências de ensino investigativas (SEI). In: LONGHINI, M. D. (Org.) **O Uno e o Diverso**. Uberlândia: EDUFU, 2011a, cap. 18, p. 253-266.

DEBOER, G. E. **Historical perspectives on inquiry teaching in schools**. In: FLICK; LEDREMAN. Scientific inquiry and nature of science. Implications for teaching, learning, and teacher education. Springer, 2006.

DUSCHL, R. Science Education in Three-Part Harmony: balancing conceptual, epistemic, and social learning goals. **Review of Research in Education**, v. 32, p. 268-291, 2008.

DUSCHL, R.; GRANDY, R. (Eds.). **Teaching Scientific Inquiry: recommendations for research and implementation**. Rotterdam: Sense Publishers, 2008.

ENGLE, R. A.; CONANT, F. R. Guiding Principles for Fostering Productive Disciplinary Engagement: explaining an emergent argument in a community of learners classroom. **Cognition and Instruction**, v. 20, n. 4, p. 399-483, 2002.

FERRAZ, A. T. **Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas de física**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física).

Programa Interunidades de Ensino de Ciências, USP, Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química, Instituto de Biologia, USP, 2015.

FOUREZ, G., **Alphabétisation Scientifique et Technique**: Essai sur les finalités de l'enseignement des sciences, Bruxelles: DeBoeck-Wesmael, 1994.

FRANCISCO FILHO, Geraldo. A Educação Brasileira no Contexto Histórico. 3. ed. Campinas: Alínea, 2014.

FREIBERG, H. L. **Elementos catalisadores para a promoção da negociação de sentidos**. 2015. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

GIL-PEREZ, D., FERNANDES, I., CARRASCOSA, J., CACHAPUZ, A., PRAIA, J., Para uma imagem não deformada do trabalho científico, **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

HURD, P. D. Scientific Literacy: new minds for a changing world. **Science Education**, v. 82, n. 3, p. 407-416, 1998.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE M. P., MORTIMER E. F., SILVA A. C. T., DÍAZ J. **Epistemic Practices**: na analytical framework for science classrooms. Paper presented to AERA, New York City, 2008.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P. Determinism and Underdetermination in Genetics: implications for students' engagement in argumentation and epistemic practices. **Science & Education**, v. 23, n. 2, p. 465-484, 2014.

KELLY, G. J. Inquiry Learning and Teaching in Science Education. In: Encyclopedia of educational philosophy and theory, Publisher: Springer, Editors: M.A. Peters, pp.1-6. 2016.

KELLY, G. J. Inquiry, Activity and Epistemic Practices. In: DUSCHL, R.; GRANDY, R. (Eds.). **Teaching Scientific Inquiry**: recommendations for research and implementation. Rotterdam: Sense Publishers, 2008. p. 99-117.

KELLY, G.J.; LICONA P. Epistemic Practices and Science Education. In: Matthews M. (eds) History, Philosophy and Science Teaching. Science: Philosophy, History and Education. Springer, 2018.

LEHRER, R.; SCHAUBLE, L. Scientific thinking and science literacy. In W. Damon, R. Lerner, K. A. Renninger; I. E. Sigel (Eds.), Handbook of child psychology: Child psychology in practice (6th ed., Vol. 4, pp. 153 – 196), 2006.

LONGINO, H. E. **Science as Social Knowledge**: values and objectivity in scientific inquiry. Princeton: Princeton University Press, 1990.

LONGINO, H. E. **The Fate of Knowledge**. Princeton: Princeton University Press, 2002.

LOPES, E. DE S. **E o Elétron? É onda ou é Partícula?** - Uma proposta para promover a ocorrência da Alfabetização Científica de Física Moderna e Contemporânea em estudantes do Ensino Médio. 2013. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Ensino de Ciências (Física, Química e Biologia), Universidade de São Paulo, 2013.

MARTINS, I.; Moebus, R. ; Pinhão, F. L. ; LIMA, A . A pesquisa em educação em ciências e o cotidiano docente: leituras e apropriações. *Contexto & Educação*, v. 22, p. 1, 2007.

MORTIMER, E. F. e SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, 2002, pp. 283-206.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: Em que estamos de acordo? **Revista Ensaio**, v. 9, n.1, p. 72-89, 2007.

NASCIMENTO, Luciana de Abreu. Normas e práticas promovidas pelo ensino de ciências por investigação: a constituição da sala de aula como comunidade de práticas. 2018. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

PALMIERI, M.; SASSERON, L. H. Análise das interações discursivas em uma aula investigativa de ciências. **Simpósio Nacional do Ensino de Física**, 2017.

PALMIERI, M.; SASSERON, L. H. Análise dos objetivos de uma sequência de ensino com base no ensino por investigação. **Simpósio Nacional do Ensino de Física**, 2017.

Ramilo, M. C. e T. Freitas. **Transcrição Ortográfica de Textos Oraís: Problemas e Perspectivas**. Comunicação apresentada no Encontro Comemorativo do 25º Aniversário do CLUP, Porto. 2001.

ROSA C. W. da; ROSA A. B. Da. O ensino de ciências (Física) no Brasil: Da história às novas orientações educacionais. **Rev. Ibero-americana Educ.** 2012; 58(2): 1-24.

SÁ, E. F. DE; LIMA, M. E. C. DE C.; AGUIAR JR., O. A Construção de Sentidos para o Termo de Ensino por Investigação no Contexto de um Curso de Formação. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n.1, p. 79-102, 2011.

SACA, L. Y. **Discurso e Aspectos Epistêmicos: análise de aulas de Ensino por Investigação**. 2017, 158p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2017.

SANDOVAL, W. A. Conceptual and Epistemic Aspects of Students' Scientific Explanations. **Journal of the Learning Sciences**. 2003.

SASSERON, L. H. **Alfabetização Científica no Ensino Fundamental: estrutura e indicadores deste processo em sala de aula**. 2008, 265p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.

Sasseron, L. H., & Carvalho, A. M. P. (2011). Construindo argumentação na sala de aula: A presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência e Educação**, 17(1), 97-114.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. DE. Almejando a Alfabetização Científica ao Ensino Fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SCHROEDER, E. Conceitos Espontâneos e Conceitos Científicos: o processo da construção conceitual em Vygotsky. *Atos de Pesquisa em Educação – PPGE/ME FURB* ISSN 1809– 0354 v. 2, nº 2, p. 293-318, maio/ago. 2007.

SOLINO, A. P., **Potenciais Problemas Significadores em aulas Investigativas**: contribuições da perspectiva histórico-cultural. 2017, 229p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, 2017.

SOLINO, A.; FERRAZ, A.; SASSERON, L. H. Ensino por Investigação como abordagem didática: desenvolvimento de práticas científicas e escolares. **Simpósio Nacional do Ensino de Física**, 2015.

STRAUSS A, CORBIN J. Pesquisa qualitativa: técnicas e procedimentos para o desenvolvimento de teoria fundamentada. 2. ed. Porto Alegre: Artmed; 2008.

STROUPE, D. Examining Classroom Science Practice Communities: how teachers and students negotiate epistemic agency and learn science-as-practice. **Science Education**, v. 98, n. 3, p. 487-516, 2014.

VILLANI, C. E. P.; NASCIMENTO, S. S. Argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de Física no ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 8, n. 3, p: 1.15, 2003.

Vygotsky, L. S. A construção do pensamento e da linguagem. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: Aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio**, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

APÊNDICE A – TRANSCRIÇÃO DO ENCONTRO 4 E ANÁLISE DOS DADOS

Turno	Falas Transcritas / Momentos da aula	Práticas Epistêmicas	Ações desempenhadas	Aspectos Conceituais
	Professor começa a distribuir material para o futebol de régua/ondas para os grupos na bancada 1.			
1	Antonio: A bancada ta torta, professor. Tem que estar assim, ó.	Proposição	Fazer observações Planejar investigação	EI
	Antonio levanta um lado da assadeira para nivelar a água			
2	Ana: Não é a bancada que ta torta, é isso aqui.	Avaliação	Contrapor ideias	EC
	Ana aponta para a assadeira. Ana e o professor mudam a posição da mesma.			
3	Antonio: Nossa, o professor é muito inteligente, heim. Ficou niveladinho agora. Ahn não, falta um pouco de água aqui.	Proposição	Fazer observações Planejar investigação	EC
4	Professor: Sim, vamos por mais um pouco de água.	Proposição	Planejar investigação	I
	Professor completa assadeira com mais um pouco de água e confere se esta nivelada.			
5	Carlos: Professor, está faltando água.	Proposição	Fazer observações	EC

			Planejar investigação	
	Professor preenche assadeira com água.			
6	Luiza: Já deu.	Proposição	Fazer observações	EC
	Professor volta à bancada 1 e coloca água em uma assadeira			
7	Ana: Só isso de água?	Proposição	Fazer observações	I
8	Professor: Vocês vão marcar os gols. (Cortando uma fita adesiva)	Proposição	Planejar investigação	I
		Comunicação	Comunicar uma explicação	
9	Antonio: Gol?	Proposição	Planejar investigação	I
10	Luciano: Como assim?	Proposição	Planejar investigação	I
11	Professor: É. É um futebol!	Proposição	Planejar investigação	I
		Comunicação	Comunicar uma explicação	
12	Luciano: Nãããã. Eu achei que era pra fazer bolo.	Avaliação	Avaliar uma linha de raciocínio	I
		Proposição	Elaborar hipóteses	
13	Professor: Mas o futebol vai ser de ondas.	Proposição	Planejar investigação	CC
		Comunicação	Comunicar uma explicação	
14	Antonio: De ondas? Vai ser assim, ó. (Assopra na água para produzir ondas)	Proposição	Planejar investigação	EC
			Elaborar hipóteses	
15	Carlos: Ahhh. Vai ter que ficar assoprando?	Proposição	Planejar investigação	EC
16	Professor: Não, a gente vai usar a régua.	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC

			Comunicar uma explicação	
17	Professor: Você vai marcar seu gol. Tem que ter pelo menos três dedos entre uma fita e outra.	Proposição Comunicação	Planejar investigação Comunicar uma explicação	I
18	Carlos: Não pode relar a régua na bolinha?	Proposição	Planejar investigação	EC
19	Aluno da bancada 1: Tudo isso?	Proposição	Planejar investigação	I
	Professor dirige-se à bancada 2			
20	Professor: Aqui são as traves de vocês. Precisa ter três dedos entre uma fita e outra.	Proposição Comunicação	Planejar investigação Comunicar uma explicação	I
21	Leo: Tem que colar aqui, professor? (Mostrando a marca de três dedos de distância em uma extremidade da assadeira)	Proposição	Planejar investigação	I
22	Professor: Vê ai.	Proposição	Planejar investigação	I
23	Leo: Professor, não gosto de fazer a teórica, gosto de fazer a prática.	Proposição	Planejar investigação	I
24	Professor: Vamo lá.	Proposição	Planejar investigação	I
	Professor dirige-se à bancada 3			
25	Professor: Muito bem. Aqui devem ter duas fitas. A distância entre uma e outra é de pelo menos três dedos que é a trave do seu gol.	Proposição Comunicação	Planejar investigação Comunicar uma explicação	CC
	Professor dirige-se à bancada 4			
26	Professor: Pega a fita. Corta duas. Como vai ser um futebol...	Proposição Comunicação	Planejar investigação Comunicar uma explicação	CC
27	João: Professor, vai voar água, professor?	Proposição	Elaborar hipóteses	EC

28	Professor: Não. Não pode ficar jogando água, aí não é gol. Por exemplo, você vai fazer assim com a régua. (Mostra como os alunos devem empurrar a água com a régua imersa na assadeira)	Proposição Comunicação	Planejar investigação Comunicar uma explicação	CC
29	Maria: Ahhhhh entendi.	Avaliação	Analisar uma afirmação	I
30	Professor: Ta? Do jeito que você achar melhor. O que não pode é ficar jogando água para tudo quando é lado. Por que vocês vão receber peças de dominó para fazer as barreiras que vocês acharem melhor.	Proposição Comunicação	Planejar investigação Desenvolver uma linha de raciocínio científica	I
31	Rodrigo: Eu não sabia que era futebol.	Proposição	Fazer observações	I
	Professor dirige-se à bancada 2.			
32	Leo: Professor, pode ser assim?	Proposição	Planejar investigação	I
33	Professor: Tudo bem.	Proposição	Planejar investigação	I
	Professor distribui à bancada 2 quatorze peças de dominó			
34	Professor: Bom, tem sete peças para cada...Para um pouquinho com a água, por que agora é o futebol. Como que vai ser o futebol? Vocês vão ter que botar as pedras e o outro vai fazer a onda. A onda não pode mexer com a água que tá aqui, entre a trave.	Proposição Comunicação	Planejar investigação Comunicar uma explicação Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
35	Mario: Engenhoso. Ahhh, eu entendi.	Avaliação	Analisar uma afirmação	I
	Professor distribui à bancada 1 quatorze peças de dominó			
36	Luciano: Dominó, professor?	Proposição	Planejar investigação	I

			Considerar diferentes fontes de dados	
37	Professor: É. Lembra que vocês utilizaram um lápis para fazer os jogadores do outro futebol.	Proposição Comunicação	Planejar investigação Dar exemplos relacionados ao problema	I
38	Antonio: Ahhh, ela afunda. Ahhhh, vai controlar o dominó com a régua!	Proposição	Elaborar hipóteses	EI
39	Professor: Vai ser, por exemplo, o Luciano contra o Antonio. (Mostrando com a régua, empurra a água). Dai ele coloca o dominó lá (do outro lado) para evitar que eu faça o gol.	Proposição Comunicação	Planejar investigação Comunicar uma explicação	I
40	Ana: Ah, vai jogar a água lá?	Proposição	Elaborar hipóteses Planejar investigação	I
41	Professor: Não. Onda.	Comunicação Avaliação	Comunicar uma explicação Contrapor ideias	CC
42	Luciano: Não entendi.	Proposição	Planejar investigação	I
43	Ana: Também não.	Proposição	Planejar investigação	I
44	Professor: Se você prestar atenção você vai conseguir entender.	Proposição	Planejar investigação	I
45	Luciano: Ta bom.	Proposição	Planejar investigação	I
46	Antonio: Professor, a bola é a onda?	Proposição	Elaborar hipóteses	EC
47	Ana: A bola é a onda?	Avaliação	Considerar explicações alternativas	EC

48	Professor: Presta atenção. Hoje é. Aqui a minha bola esta muito maior, é a onda. Então o que acontece? Ele colocou lá as peças dele, por exemplo, (faz um impulso com a régua para produzir ondas) a água mexeu ali (na trave) foi gol.	Comunicação	Comunicar uma explicação Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
49	Ana: Mas a água vai mexer.	Comunicação Avaliação	Comunicar uma explicação Analisar uma afirmação	CC
50	Antonio: A água vai mexer de qualquer jeito, não tem como eu defender.	Avaliação Comunicação	Analisar uma afirmação Fornecer justificativas para uma afirmação científica	CC
51	Professor: Não sei. Alias, eu sei, na verdade.	Avaliação	Analisar uma afirmação	I
	Professor dirige-se à bancada 2			
52	Jonas: Professor, eles estao fazendo outra onda em cima.	Proposição	Fazer observações Articular conhecimento observacional e conceitual	EC
53	Professor: Então, por exemplo, o que ele não pode? Eu não posso fazer onda nessa região aqui que ele mexeu. Eu chego aqui (posiciona a régua para fazer impulso) pego a minha régua....Ta pronto?	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
54	Leo: Vai.	Proposição	Planejar investigação	I
55	Professor: Se mexeu a água aqui (aponta para a trave), fez onda e se fez onda é gol.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC

56	Marina: Me da mais (peças)?	Proposição	Planejar investigação	I
57	Professor: Não.	Proposição	Planejar investigação	I
58	Marina: Ele pegou tudo.	Proposição	Fazer observações	I
59	Professor: Lembra como é que vocês fizeram (futebol de dedo)? Vocês fizeram assim: cada um pegou todas também e depois trocavam. Lembra?	Proposição Comunicação	Planejar investigação Comunicar uma explicação	I
60	Leo: Não adianta você colocar (as peças) só na frente....	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	EC
	Professor distribui à bancada 3 quatorze peças de dominó			
61	Professor: Quem contra quem aqui?	Proposição	Planejar investigação	I
62	Professor: Vocês vão montar sua estrutura de defesa, por exemplo, eu vou fazer onda....Vamos desligar o celular? Vamos fazer uma onda aqui (faz impulso com a régua) e a água mexeu aqui. Ele tem que colocar as pedrinhas de tal forma que não mexa água ali (aponta para a trave). Como é que você vai colocar?	Proposição Comunicação	Planejar investigação Comunicar uma explicação Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
63	Roberto: Não sei.	Proposição	Planejar investigação	I
64	Professor: Monta ai. O que vc acha? O seu gol ta aqui ó.	Proposição	Planejar investigação	I
65	Marta: Vai cair tudo.	Proposição	Elaborar hipóteses	EC
66	Professor: A ideia nao é derrubar...	Avaliação	Analisar uma afirmação	EC

	Aluno mexe na água com as mãos e derruba as peças que Roberto estava montando.			
67	Marta: Ai ó...	Proposição	Fazer observações	I
68	Professor: Não, pera....Bom, o desafio de vocês está lançado. É o mesmo campeonato.	Proposição	Planejar investigação	I
	Professor dirige-se à bancada 4			
69	Professor: Cade as traves? Nem isso vocês fizeram?	Proposição	Planejar investigação	I
70	Maria: To falando que a gente tem que colar aqui...Tem que ser na mesma distância?	Proposição	Planejar investigação	EC
71	Professor: Pelo menos três dedos.	Proposição Comunicação	Planejar investigação Comunicar uma explicação	I
72	Maria: Vai, coloca aqui. (Cola os adesivos)	Proposição	Planejar investigação	I
73	Professor: Lembra do futebol de dedos? É parecido. Vocês vão ter que se defender. Olha só, o adversário vai fazer uma onda, uma frente de onda aqui, e vai tentar fazer com que a onda mexa a água que está aqui, entre os dois aqui (aponta a trave do adversário). Se conseguir ganhou. Ta pronta?	Proposição Comunicação	Planejar investigação Dar exemplos relacionados ao problema Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
74	Maria: Aham. (Mexe nas peças de defesa)	Proposição	Planejar investigação	I
75	Professor: Não, deixa ele montar, deixa ele montar.	Proposição	Planejar investigação	I
76	João: Vai cair tudo ai....	Proposição	Elaborar hipóteses	EC

77	Professor: (Faz impulso com a régua) Da uma olhada lá...lá dentro. Mexeu? (A água mexeu) Próximo. É um campeonato!	Proposição	Articular conhecimento observacional e conceitual	EC
	Professor dirige-se à bancada 1			
78	Julio: Professor, pode fazer outra onda para bloquear a onda?	Proposição	Elaborar hipóteses	EC
79	Professor: Não, cada um tem uma onda. Por isso que é uma regra só pro futebol. Voce acha que...Boa, gostei!	Avaliação Proposição	Avaliar uma linha de raciocínio Considerar explicações alternativas Planejar investigação	I
	Professor pega outra régua e entrega a Julio			
80	Professor: Veja se uma onda bloqueia a outra.	Proposição	Planejar investigação Considerar diferentes fontes de dados	CC
81	Julio: Eu acho que bloqueia. Eu sou esperto, mano.	Avaliação	Analisar uma afirmação	EC
82	Professor: Pessoal, sugestão do Julio: fazer uma onda para bloquear a outra.	Avaliação Proposição	Considerar explicações alternativas Planejar investigação	CC
83	Julio: Ai é gol contra, professor, se fizer uma onda para bloquear a outra.	Proposição	Elaborar hipóteses	EC
84	Antonio: Tem que ser outro jeito. Não pode ser igual, bobão.	Proposição Avaliação	Planejar investigação Avaliar uma linha de raciocínio	EI

	Professor dirige-se à bancada 4			
85	Professor: Conseguiu fazer a defesa?	Proposição	Planejar investigação	I
86	Rodrigo: A gente errou tudo?	Proposição	Fazer observações	I
87	Professor: O que?	Proposição	Planejar investigação	I
88	Rodrigo: Aqui na água (apontou para a trave).	Proposição	Fazer observações	I
89	Professor: É, não pode mexer.	Comunicação Avaliação	Comunicar uma explicação Analisar uma afirmação	I
	Professor dirige-se à bancada 1			
90	Luciano: Professor, a onda passa por baixo da outra.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
91	Professor: Uma onda para pela outra e vão embora, é isso?	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
92	Julio: É.	Avaliação	Analisar uma afirmação	I
93	Professor: Perfeito! Ótimo. Isso é que a gente chama de interferência, (mostra com as mãos) uma passando pela outra. Se fosse uma bola, elas se chocam, batiam e voltavam né?!	Legitimação Comunicação	Validar explicação construída pelo grupo ou formalizada pela ciência Reconhecer explicações e práticas de uma comunidade epistêmica Desenvolver uma linha de raciocínio científica Dar exemplos relacionados ao problema	CC
94	Julio: Ahnn. (Afirmativo com a cabeça)	Avaliação	Analisar uma afirmação	I

95	Professor: Bola de bilhar (faz mimica de choque entre as bolas). Então, uma característica da onda é uma passar pela outra e vai embora, né?! Ainda bem.	Comunicação	Dar exemplos relacionados ao problema Fornecer justificativas para uma afirmação científica	CC
96	Julio: Então a única coisa é que não é mesmo, colocar aqui, ó...	Outros	Não se aplica	I
	Professor dirige-se à bancada 3			
97	Professor: Mas e aí, o que vocês descobriram aí na atividade?	Proposição	Planejar investigação	I
98	Marta: Que as pecinhas ficam arrastando e não dá pra defender...	Comunicação	Comunicar uma explicação	EC
99	Professor: Por quê que não dá? Fazer a onda foi fácil né, mas e a defesa?	Avaliação Comunicação	Analisar uma afirmação Desenvolver uma linha de raciocínio científica	I
100	Marta: Foi difícil, porque não parava.	Comunicação	Fornecer justificativas para uma afirmação científica	EC
101	Professor: O Julio deu uma sugestão de cada uma fazer uma onda de um lado. Vocês acham que isso daria certo, uma onda para lá e outra para cá?	Comunicação Proposição	Comunicar uma explicação Considerar diferentes fontes de dados	CC
	Professor pega outra régua e entrega a Marta			
102	Professor: Julio, vamos tentar fazer sua ideia aqui.	Proposição	Planejar investigação	I
	Marta e Leticia tentam fazer ondas em lados opostos			

103	Marta: Espera, deixa parado antes.	Proposição	Planejar investigação	EC
104	Professor: Daqui a pouco fica um Tsunami.	Comunicação	Fazer uso de analogias	EI
105	Letícia: Professor...	Proposição	Planejar investigação	I
106	Professor: Não, cada uma faz uma onda e espera.	Comunicação Proposição	Comunicar uma explicação Planejar investigação	CC
	Marta e Letícia seguem a sugestão do professor			
107	Professor: Elas param?	Proposição	Elaborar hipótese	CC
	Marta pega as duas réguas e faz sozinha o impulso.			
108	Professor: Elas se somam. Ó lá, o Julio falou que uma passa por baixo e outra por cima...	Comunicação Legitimação	Comunicar uma explicação Reconhecer explicações e práticas de uma comunidade epistêmica	CC
109	Marta: É, por cima e por baixo	Avaliação	Analisar uma afirmação	EC
110	Professor: Daria para fazer isso com bolinha de bilhar, por exemplo, elas batem e uma passa pela outra (faz gesto com as mãos)?	Proposição Avaliação	Considerar diferentes fontes de dados Dar exemplos relacionados ao problema Contraopor ideias	CC
111	Marta: Não.	Comunicação	Comunicar uma explicação	EC
112	Professor: Então, ninguém consegue fazer defesa ai?!	Avaliação	Analisar uma afirmação	I
	Professor dirige-se à bancada 1			
113	Professor: Já acabou?	Proposição	Fazer observações	I

	Professor dirige-se à bancada 2			
114	Professor: Da a volta, da a volta, fala Marina.	Proposição	Planejar investigação	I
115	Marina: Então ó, (mostrando com a régua) a onda ela espalha dai ela bate aqui e ela volta. Então, se ela vier por aqui, ela bate aqui e vai por aqui. Se ela vier por aqui, ela bate aqui e volta.	Comunicação	Comunicar uma explicação Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
116	Professor: Então ela vai sempre passar os obstáculos?	Avaliação Comunicação	Avaliar uma linha de raciocínio científica Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
117	Marina: Vai sempre passar mesmo se colocar o dominó na frente, porque ela (água que está na trave) vibra quando ela passa.	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica Comunica uma explicação Fornecer justificativas para uma afirmação científica	CC
118	Professor: Ela sempre vai passar entao? Perfeito!	Legitimação	Validar explicação construída pelo grupo ou formalizada pela ciência	CC
119	Marina: Não tem lógica.	Outros	Não se aplica	I
120	Professor: Um pessoal conseguiu, mas ai eles colocaram todos os dominós aqui na base. Você acha que isso é viável?	Comunicação Proposição Proposição	Comunicar uma explicação Considerar diferentes fontes de dados Planejar investigação	EC

121	Marina: Como assim todo dominó na base?	Avaliação Proposição	Avaliar uma linha de raciocínio Planejar investigação	I
122	Professor: Tudo na frente da trave.	Comunicação Proposição	Comunicar uma explicação Planejar investigação	EC
	Alunos fazem a montagem que o professor sugeriu, colocando todas as peças na frente da trave.			
123	Professor: Será que a onda vibra ou será que ela não vibra?	Proposição	Planejar investigação Articular conhecimento observacional e conceitual	CC
124	Leo: Deixa eu montar minha estratégia.	Proposição	Planejar investigação	EC
125	Mario: Se você colocar as peças tudo do lado, ela (a água) não consegue porque...né, professor?	Proposição	Elaborar hipóteses	EI
126	Leo: Se eu fizer uma estratégia assim, ó.... (move as peças para explicar)	Proposição	Planejar investigação	I
127	Professor: O que você esta pretendendo aqui?	Proposição	Planejar investigação	I
128	Mario: Vai passar do mesmo jeito.	Avaliação	Contrapor ideias	EC
129	Leo: Quero ver ela suportar a minha onda.	Proposição	Fazer observações	EC
130	Mario: Até as ondas de vida própria passam por aqui...	Comunicação	Fazer uso de analogis	EI
131	Professor: Ondas de vida própria...(risos)	Avaliação	Analisar uma afirmação	EI

132	Professor: Olha só, até entre um dominó e outro aqui, se tem um vãozinho ou um buraco a onda se mexe.	Comunicação	Fornecer justificativas para uma afirmação científica Comunicar uma explicação	CC
133	Julio: Professor, nao entendi. Professor dirige-se à bancada 1	Avaliação	Analisar uma afirmação	I
134	Professor: Nossa! (Alunos colocaram todos as peças de dominó escostados do lado da forma que representa o gol)	Proposição	Fazer observações	I
135	Julio: É, porque tipo, se eu deixar aqui, a onda vai bater aqui só que vai mexer também.	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica Comunicar uma explicação	CC
136	Professor: Mas assim, ó, você não acha que abafou bem a onda? (Faz impulso com a régua)	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
137	Julio: É, dai ela não bate aqui, ó.	Avaliação Comunicação	Avaliar uma linha de raciocínio Comunicar uma explicação	EC
138	Professor: É, dai aqui nesse vãozinho, você está olhando bem aqui nesse vãozinho né?! Perfeito, perfeito! Tem que dar parabéns para uns cara desses, quem pensa bem assim. Muito bom!	Legitimação Avaliação	Validar explicação construída pelo grupo ou formalizada pela ciência Reconhecer explicações e práticas de uma comunidade epistêmica Avaliar uma linha de raciocínio	CC
	Professor dirige-se à bancada 3			
139	Professor: Todos jogaram? Professor dirige-se à bancada 4	Proposição	Planejar investigação	I

140	Professor: E esse aqui?	Proposição	Planejar investigação	I
141	João: Professor, é impossível!	Proposição	Fazer observações	I
	Professor vai à sua mesa e volta à bancada 4			
142	Maria: Você viu, né, (a onda) tem que tocar a barreirinha que tapa o buraquinho que entra água...e aqui também.	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	EC
143	João: Tem que ver o vácuo.	Proposição	Fazer observações	EI
144	Maria: Vácuo! Risos.	Avaliação	Analisar uma afirmação	I
145	Professor: Por enquanto só tem um aluno que conseguiu fazer um bloqueio eficiente.	Legitimação	Reconhecer o explicações e práticas de uma comunidade epistêmica	I
	Professor observa a montagem das barreiras			
146	Professor: Vocês estão fechando cada vez mais, né....	Proposição	Fazer observações	EC
147	Professor: Pessoal, atenção. Vamos sentar um pouquinho. Atenção, atenção. Por favor sentados, cada um no seu lugar.	Proposição	Planejar investigação	I
148	Professor: Pessoal, vamos fechar aqui então. Primeira coisa, até agora que é a hora de a gente fechar o assunto, o Julio foi o primeiro a fechar o gol dele totalmente, sem ter vibração, sem ter zero, a gente viu que é muito difícil. Ali (bancada 4), o João foi o segundo. A gente viu que são técnicas diferentes. Como é que você fez, Julio?	Avaliação	Avaliar uma linha de raciocínio	CC
	Alunos: (Inaudível)			

149	Professor: Para todo mundo.	Proposição	Fazer observações	I
150	Julio: Ahn não, professor. Mó vergonha.	Proposição	Fazer observações	I
151	Professor: O que o Julio fez, ele cobriu toda a região (demonstrando com as peças na assadeira), mostra ai, colocou todas as peças cobrindo aqui. Mesmo assim, na hora que fazia onda, nosso amigo aqui (Antonio) viu que entre uma pedrinha e outra você via uma pequena oscilação da água. Do João, o João montou uma coisa mais aberta, tinha um "V" com várias barreiras e um "V". Mesmo naquela barreira, fazendo uma onda pequenininha, passou? Não passou, né? O que mexeu era bem pouquinho?	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
152	João: É.	Avaliação	Avaliar uma linha de raciocínio	EC
153	Professor: Então, se eu tiver, ó, vamos pensar, uma margem de erro pequenininha...Então as melhores mesmo foram a dos dois. Foi fácil fazer um bloqueio?	Legitimação Proposição	Reconhecer explicações e práticas de uma comunidade epistêmica Fazer observações	I
154	Vários alunos: Não.	Comunicação	Comunicar uma explicação	EC
155	Professor: Outra sugestão: fazer uma onda contra a outra. (Olha para a bancada 2) Vocês tentaram isso?	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
156	Aluna da bancada 3: Sim.	Avaliação	Avaliar uma linha de raciocínio	EC
157	Professor: Uma onda contra a outra. Deu certo?	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
158	Aluno da bancada 3: Não.	Avaliação	Avaliar uma linha de raciocínio	EC
159	Professor: Porque?	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	I

160	Aluno da bancada 3: Por que passa uma por baixo e uma por cima.	Comunicação	Fornecer justificativas para uma afirmação científica	CC
161	Professor: Passa uma por baixo e uma por cima. Shhhh (pede antecção). Pessoal, vocês podem responder as minhas perguntas, um de cada vez (risos). Então...começou aqui também com o Julio, o Julio fez uma onda de uma lado, outra de outro, ai uma onda veio e a outra...o que aconteceu? Bateu e voltou, como uma bola de brilhar? Não. O que aconteceu? Passou direto. Isso é uma característica da onda, elas se somam. Vocês com certeza, logo no começo, vocês viram que, se eu colocar uma onda muito forte o que acontece?	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica Fazer uso de analogias/Dar exemplos relacionados ao problema Comunicar uma explicação	CC
162	Professor: O que que acontece? Se você fizer uma onda muito forte, você coloca muita energia na onda. O que que acontece? Alguma pedra fica de pé se você coloca tanta energia?	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
163	Antonio: Não!	Comunicação	Comunicar uma explicação	EC
164	Professor: A amplitude muito grande...passa e derruba tudo. Agora, uma outra característica que vocês viram das ondas: elas passam pelos obstáculos. Adiantou colocar obstáculo ai no meio?	Comunicação	Comunicar uma explicação Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
165	Aluno da bancada 3: Não, porque capota.	Comunicação	Comunicar uma explicação Fornecer justificativas para uma afirmação científica	EC
166	Professor: Não. Com muita energia, "capota",	Legitimação	Validar explicação construída	CC

	com pouca, a onda da a volta. Onde mais vocês já viram ondas?	Proposição	pelo grupo ou formalizada pela ciência Considerar diferentes fontes de dados	
167	Antonio: Praia.	Comunicação	Dar exemplos relacionados ao problema	EC
168	Professor: Praia. O que mais? Já ouviram falar de onda sonora?	Proposição Comunicação	Considerar diferentes fontes de dados Dar exemplos relacionados ao problema Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
169	Aluno: Já.	Avaliação	Analisar uma afirmação	EC

170	Professor: Se vocês tivessem pensado em onda sonora, talvez....Shhhh. Onda sonora, por que cada uma não barra a outra. Você por exemplo, estava falando cada vez mais alto. A sua onda sonora e a minha elas não batem e voltam, elas vão...Uma coisa que os professores ficam doidos, que é a lei da natureza, é que cada um, falando um pouquinho mesmo que baixinho vão aumentando a potência sonora que está aqui na sala. Aumenta tanto que parece que está todo mundo gritando e não é. A Maria estava falando, e eu falei com ela sobre isso. As ondas aqui na água também passam. Agora....vocês já ouviram falar de difração? Segundos anos, terceiros anos, difração?	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica Comunicar uma explicação Dar exemplos relacionados ao problema	CC
171	Aluno da bancada 3: Oi? Que? Hã? Terceiro?	Proposição	Fazer observações	I
172	Professor: Terceiro ano...difração?	Proposição	Fazer observações	I
	Alunos: (Inaudível)			
173	Professor: Difração o nome vem de quebrar, a onda se quebra, vocês falam isso da onda do mar, a onda se quebra. Mas aqui (aponta para o futebol de régua) envolta da barreira, vem a onda e daqui a pouco ela se parte e vai embora, não foi isso que vocês viram?	Proposição Comunicação	Articular conhecimento conceitual e observacional Fornecer justificativas para uma afirmação científica Comunicar explicação	CC
174	Aluno da bancada 3: Mais ou menos...	Avaliação	Avaliar uma linha de raciocínio	EC
175	Professor: Ou seja, difração é uma característica dela ultrapassar o obstáculo?	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC

176	Lucca: Mas professor, ó....	Proposição	Fazer observação	I
177	Professor: Fala, Lucca	Proposição	Fazer observação	I
178	Lucca: Que nem, eu tava vendo aqui a gente fazer (as ondas), a onda vinha assim e derrubava o...esqueci o nome...a pecinha de dominó, só que quando ela caia ela provocava uma onda que ia pra dentro do gol, por isso nao tinha como.	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica Fornecer justificativas para uma afirmação científica	CC
179	Professor: Ou seja, na hora que a onda vinha aqui e derrubava a pedra, a pedra também....	Avaliação	Avaliar uma linha de raciocínio científica	CC
180	Lucca: (completa a frase do professor)...provocava uma onda que continuava e ai nao tinha como parar, a não ser que fizesse um...	Comunicação Legitimação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica Fornecer justificativas para uma afirmação científica Construir consenso coletivo sobre explicações	CC
	Professor é solicitado e dirige-se à bancada 4			
181	Lucca: Estou certo ou estou errado?	Proposição	Fazer observação	I
182	Professor: Esta certo!	Legitimação	Validar explicação construída pelo grupo ou formalizada pela ciência	I
	Alunos mostram nova estratégia para professor			
183	Professor: Pessoal, quem quiser dar uma olhada numa solução diferente da do Julio esta aqui. Colocou barreiras e contra-barreiras....	Proposição Avaliação	Considerar diferentes fontes de dados Considerar explicações alternativas	CC

184	João: Aqui não mexe né, nossa...	Proposição	Fazer observações	EC
185	Professor: Não mexe! Não, claro, é uma onda de baixa intensidade. Se fizer uma onda forte vai quebrar tudo, mas não quero uma onda quebrando as coisas...	Avaliação Comunicação	Analisar uma afirmação Comunicar uma explicação Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
	Professor dirige-se à um aluno da bancada um que observa a estratégia do grupo da bancada 4			
186	Professor: Você viu que bacana, são visões diferentes.	Avaliação	Considerar explicações alternativas	I
187	Professor: De uma certa forma a onda bate e ela é jogada para o lado de fora	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
	Professor dirige-se à turma			
188	Professor: Eu posso falar com vocês do corredor?	Proposição	Planejar investigação	EC
189	Aluno da bancada 3: Pode, mas vai incomodar a outra sala.	Avaliação	Analisar uma afirmação	EC
190	Aluno da bancada 2: Se você gritar...	Proposição	Elaborar hipóteses	EC
	Professor sai da sala			
191	Professor: Olá, galera. Tudo bem? Vocês estão me escutando daí?	Proposição Comunicação	Planejar investigação Dar exemplos relacionados ao problema	I
192	Vários alunos: Oi	Proposição	Planejar investigação	I
	Professor entra na sala			

193	Professor: Tudo bem? Viram? O som é uma onda não é? Passou por barreiras? Tinha uma parede aqui no meio?	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica Comunicar uma explicação	CC
194	Vários alunos: Sim.	Avaliação	Avaliar uma linha de raciocínio	EC
195	Professor: Meus amigos (apontando alguns alunos), graças a Deus, estudaram e falaram.	Legitimação	Construir consenso coletivo sobre explicações	I
196	Professor: Todos vocês escutaram! Eu precisei ficar gritando? Eu falei, alias, eu entrei falando como eu estava falando aqui.	Comunicação	Fornecer justificativas para uma afirmação científica	CC
197	Professor: E se eu falar baixinho lá, vai dar para escutar?	Proposição	Planejar investigação	CC
198	Aluna da bancada 1: Não.	Avaliação	Analisar uma afirmação	EC
199	Professor: Por quê?	Proposição	Planejar investigação	I
200	Aluna da bancada 1: Porque não vai ser forte o suficiente para chegar.	Comunicação	Comunicar uma explicação Fornecer justificativas para uma afirmação científica	CC
201	Professor: Que nem esta acontecendo por exemplo na quebra-onda do Julio. Se eu fizer uma onda pequenininha, eu consigo fazer barreiras suficientes, mas se eu fizer uma onda muito forte não.	Comunicação	Dar exemplos relacionados ao problema	CC
202	Professor: Eu posso pedir para vocês desenharem essas ondas?	Proposição	Planejar investigação	I
203	Aluno da bancada 1: Sim.	Avaliação	Analisar uma afirmação	I

204	Vários alunos: Ahn professor, poder até pode, mas hoje não...	Proposição	Fazer observações	I
205	Professor: Hoje não, hoje não.	Proposição	Fazer observações	I
206	Professor: Como é que se desenha ondas que se encontram? Uma onda interfere na outra?	Proposição	Planejar investigação Articular conhecimento observacional e conceitual	CC
207	Aluno da bancada 1: Não.	Avaliação	Analisar uma afirmação	EI

APÊNDICE B – TRANSCRIÇÃO DO ENCONTRO 5 E ANÁLISE DOS DADOS

Turno	Falas Transcritas / Momentos da aula	Práticas Epistêmicas	Ações desempenhadas	Aspectos Conceituais
1	Professor: Bom, continuando, a aula passada e a aula retrasada a gente trabalhou com...? Que aspecto, João? Boa tarde, boa tarde, boa tarde...3Na aula passada e na aula retrasada, a gente estava discutindo o que? Ondas.	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
	Alunos: (Inaudível)			
2	Professor: Como é que foi? As ondas passaram sempre que vocês fizeram, conseguiram marcar os gols? Na aula passada vocês fizeram simulação Phet. Funcionou?	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
3	Leo: Não.	Comunicação	Comunicar uma explicação	EI
4	Professor: Não? Como assim? Você só estava falando não?	Avaliação	Analisar uma explicação	I
5	Leo: Como assim? Não entendi a pergunta.	Comunicação	Fazer observações	I
6	Profesor: Quando a gente fez o futebol de ondas, vocês estavam fazendo frentes de ondas com as réguas, e as ondas foram até o gol. O Luciano desse grupo conseguiu fazer uma barreira, lembram disso? Isso foi na aula retrasada. O Julio do outro grupo fez uma outra forma de barreira, como se fosse a quina de um navio, lembram? Isso foi na aula retrasada. Na aula passada a gente pegou o simulador do PHET Colorado e trabalhamos com as ondas também e ai todo mundo já foi fazendo as mesmas coisas, utilizando o dominó...Oi, Boa tarde, depois do almoço...Qual é o nome da nossa eletiva.	Comunicação Legitimação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica Construir consenso coletivo sobre explicações	CC

7	Aluno da bancada 3: O elétron...	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	EC
8	Professor: "É o elétron? É onda ou partícula?". Nós vimos ele como onda ou partícula nas primeiras atividades. Vimos o que é uma partícula e o comportamento de partícula no futebol de dedos. Vimos depois, eu trouxe o aparelho, e vimos que dava para mudar a trajetória, dava para verificar posição, ou seja, da onde saia e onde chegava...	Comunicação Legitimação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica Construir consenso coletivo sobre explicações	CC
9	Professor: Então oha só, quando a gente pensou o elétron como partícula, fomos buscar identificar o que era partícula, menor pedaço de um sistema, como visto no dicionário, como ele se comporta no futebol como bola e depois fomos para o aparelho e vimos que dá para utilizar a mesma ideia para o elétron. Nas atividades, Marina perguntou assim "Mas e o elétron, é onda ou é partícula?". Eu falei "Calma que a gente vai ver nas outras atividades". Dai fomos para as atividades com ondas. Como é que as ondas se comportam? Passam pelas barreiras?	Comunicação Proposição Legitimação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica Dar exemplos relacionados ao problema Considerar diferentes fontes de dados Construir consenso coletivo sobre explicações	CC
10	Vários alunos: Sim.	Comunicação	Comunicar uma explicação	EC
11	Professor: Ou nem sempre? Como que é então o comportamento das ondas? A gente tinha difração, que é quando a onda se quebra e passa pela barreira. Bacana. Entre a barreira, e vou até usar o exemplo do João (pega a atividade que esta na folha), mesmo assim as frentes de onda passam para o outro lado. Aqui esta mais fechado, aqui mais aberto e mesmo assim a onda passa.	Proposição	Articular conhecimento observacional e conceitual	CC

12	Professor: Então, pessoal. Esse aparelho aqui é um aparelho de difração de elétrons e a nossa atividade de hoje é ver o elétron como onda.	Proposição	Planejar investigação	CC
	Professor apaga as luzes, e no projetor, mostra a esquematização do aparelho que será usado.			
13	Professor: Esse é nosso aparelhinho aqui. Os elétrons saem da fonte e chegam até o outro ponto aqui.	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
14	Aluno da bancada 3: Professor, a gente já viu isso, né?!	Avaliação	Analisar uma afirmação	I
15	Professor: Já viu isso. O que que acontecia quando ligava o aparelho, acendia o filamento, chegava aqui o que? Qual formato que tinha?	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
16	Aluno da bancada 4: Aparecia uma luzinha lá.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
17	Professor: Aparecia uma linha reta que era um ponto que você deduzia como trajetória. Característica de partícula. Quando chegava um ímã aqui, daí mudava...ou com cargas elétricas, para demonstrar que era um elétron mesmo que tinha carga elétrica e não laser. Quem tentou fazer isso com laser, pegou a caneta laser e passou num ímã, a luz não muda de direção. Você pode pegar seu laser lá e tentar. Uma coisa que é até interessante colocar numa próxima versão da atividade. Mostrar que o laser é diferente, apesar de ter uma luz verde, não muda com ímã ou com carga elétrica nessa intensidade.	Proposição Comunicação	Articular conhecimento observacional Comunicar uma explicação Dar exemplos relacionados ao problema	CC
	Professor volta a apresentação no Datashow			
18	Professor: Alguém já vi um aparelho desses além das nossas aulas?	Proposição	Planejar investigação	I
19	Aluno da bancada 3: Não.	Proposição	Fazer observações	I
20	Aluno da bancada 4: Eu não.	Proposição	Fazer observações	I

21	Professor: Alguem já ouviu falar de televisão antiga?	Proposição	Considerar diferentes fontes de dados	I
22	Vários alunos: Já. Sim.	Proposição	Fazer observações	I
23	Professor: E como era uma televisão antiga?	Proposição	Planejar investigação	I
24	Marina: Tinha uns botões...	Comunicação	Comunicar uma explicação	EC
25	Professor: E não era grandona? Tinha a parte de trás que ficava uma lampadazinha acesa e tinha a tela onde era projetada a imagem. Isso aqui é o primórdio da TV antiga, daquela TV de tubo. Só que eu tenho como controlar, com um imã, ou seja, com campo magnético e com o campo elétrico e aí eu consigo ver a imagem do pessoal se mexendo.	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica Comunicar uma explicação	CC
26	Leo: Ô professor, existe um negócio desse só que maior?	Proposição	Considerar diferentes fontes de dados	I
27	Professor: Então, tem uma máquina dessa maior, por exemplo, a Fabi teve a honra participar de um projeto feito lá na USP, não é, Fabi? Ela viu um aparelho parecido com esse só que ele tinha, quantos andares o Pelletron? Nove, oito?	Comunicação	Dar exemplos relacionados ao problema	I
28	Fabi: Oito andares.	Comunicação	Comunicar uma explicação	I
29	Professor: Ahh, oito andares. Um aparelho bem maior do que esse. Só que aí não mexia só com o campo elétrico, mexia com o que? Você lembra com que tipo de elemento que a gente mexia lá?	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
30	Fabi: Lembro. Ficava naquela caixa que não podia chegar perto. Eu esqueci agora.	Comunicação	Comunicar uma explicação	EC
31	Professor: Na área experimental, os imãs eram do tamanho do que a gente mexia aqui?	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC

32	Fabi: Não, eles ficavam num aparelho que cada lugar tinha uma temperatura certa, né? Ai tinha umas caixas que ficavam com hidrogênio para fazer eles acelerarem.	Avaliação Comunicação	Analisar uma afirmação Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
33	Professor: Você lembra dos tubos e dos imãs quem eram desse tamanho (faz gesto com a mão), mas para mexer com os imãs que a Fabi viu no laboratório, alias precisavamos visitar o Pelletron....Aqui um imãzinho, vocês conseguem mexer, lá a energia é tão alta que precisa ter imãs maiores. E o LHC? A Fabi pegou os dados do LHC e inclusive participou de uma video conferência internacional...	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica Comunicar uma explicação	CC
	Professor é interrompido por funcionário que bate na porta perguntando sobre um aluno			
34	Professor: Aqui, eu gostaria que depois cada grupo viesse dar uma olhada...vocês vão ver que tem as plaquinhas metálicas aqui e todas elas tem cargas positivas. O elétron tem carga negativa. Se ele sentiu uma carga positiva, o que vai acontecer com ele, atração ou repulsão? Vai atrair. Entao, essas chapinhas que vocês vão ver aqui vao estar provocando a aceleracao dele. A ultima, quem puder dar uma olhada, vai ver que esta fechada. Tem um papel alumínio aqui na frente. Então na hora que eu ligo, eu aumento a intensidade, eu to provocando alguma coisa que o elétron passa pelo metal...metal tem furo? Metal é furado? Tem espaço para o elétron passar no meio do metal? A matéria é feita de que?	Comunicação Proposição	Desenvolver uma linha de raciocínio científica Comunicar uma explicação Planejar investigação	CC
35	Aluno da bancada 4: Partículas.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
36	Professor: Partículas! Que partículas são essas?	Legitimação	Validar explicação construída	I

			pelo grupo ou formalizadas pela ciência	
		Proposição	Planejar investigação	
37	Aluno da bancada 3: Ahn, a gente estudou no ano passado.	Proposição	Fazer observações	EC
38	Professor: Isso, vamos lá. Voltando mil anos atrás (escreve na lousa) Tá, então metal feito de partículas. Que partículas são essas? Qual o nome delas?	Avaliação	Analisar uma afirmação	CC
39	Fabi: Íons, ânions...	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
40	Professor: Íons e ânions são feitos de que?	Avaliação	Analisar uma afirmação	CC
41	Ricardo: De aço, metal, prótons, cátions...	Comunicação	Comunicar uma explicação	CI
42	Professor: É o pessoal do segundo e do terceiro sabe mais e o pessoal do primeiro não chegou ainda. É o modelo de átomos. Essas partículas que vocês estão falando aqui tem um nome...Então quando você vai desenhar a matéria, como é que você desenha? Vou desenhar átomos. Acho que o Luciano fez um desenho de uns átomos passando em um fio condutor...(professor é interrompido por alunos que entram na sala de aula) Luciano, naquele modelo que você fez com o sistema de átomos, isso aqui esta parecido? (Professor desenha na lousa). Lembra quando vocês desenharam partículas, átomos, até o pessoal daquele grupo 4 olhou ali no quadro "Estrutura elementar da matéria". Se a matéria é feita de átomos, e átomos são assim (redondos, como no desenho da lousa) entre um átomo e outro, será que da para um elétron?	Avaliação Comunicação Proposição	Analisar uma afirmação Fornecer justificativas para uma afirmação científica Planejar investigação	CC
43	Aluno da bancada 2: Entre o que? Da para passar o que?	Proposição	Fazer observações	I

44	Professor: Entre um átomo e outro da para passar um elétron?	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
45	Aluno da bancada 2: Eu acho que dá.	Avaliação	Avaliar uma linha de raciocínio	EC
46	Professor: Vocês lembram qual é a tensão na parte de trás da TV? Ricardo você lembra qual o valor da tensão da TV? João, quando é o valor da tensão da TV?	Comunicação	Dar exemplos relacionados ao problema	CC
47	João: Tensão? Para ligar a TV?	Proposição	Fazer observações	EC
48	Professor: É, tensão na TV antiga. Quantos volts?	Proposição	Fazer observações	CC
49	Aluno da bancada 2: 50?	Comunicação	Comunicar uma explicação	EI
50	Aluno da bancada 3: 120!	Comunicação	Comunicar uma explicação	EI
51	Professor: Mas dentro dela...Do lado de fora pode ser 110 ou 220. Tanto faz. E dentro?	Avaliação Proposição	Analisar uma afirmação Planejar investigação	CC
52	Aluna da bancada 3: 5000...	Comunicação	Comunicar uma explicação	EI
53	Professor: 5000 é pouco.	Avaliação	Analisar uma explicação	CC
54	Aluna da bancada 1: Eu acho que é 7000.	Comunicação	Comunicar uma explicação	EI
55	Aluna da bancada 2: 1 milhão.	Comunicação	Comunicar uma explicação	EI
56	Professor: 1 milhão é muito!	Avaliação	Analisar uma explicação	CC
57	Aluno da bancada 3: 3 milhões.	Comunicação	Comunicar uma explicação	EI
58	Professor: É muito. 3 milhões é o Pelletron...	Avaliação	Analisar uma explicação	CC
59	Aluno da bancada 4: Meio milhão.	Comunicação	Comunicar uma explicação	EI
60	Aluno da bancada 2: 50 mil, professor.	Comunicação	Comunicar uma explicação	EI
61	Professor: 25 mil. Quem falou 50 mil, dependendo do aparelho, tinham uns aparelhos de TV mais antigos, grandões, que tinham 50 mil.	Avaliação Comunicação	Analisar uma explicação Fornecer justificativas para uma afirmação científica	CC

			Comunicar uma explicação	
62	Professor: O que acontecia com as ondas quando você batia a régua com mais força?	Proposição	Articular conhecimento observacional e conceitual	CC
63	João: Ficavam mais fortes.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
64	Aluno da bancada 3: Aumentava o tamanho.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
	Professor dirige-se à bancada 1 levando o difrator de elétrons.			
65	Professor: Ficavam mais fortes. E tinha alguma barreira que segurava ela? Antonio, aumenta a tensão do aparelho, por favor. Pode ir aumentando. No máximo explode. Aconteceu alguma coisa ai diferente?	Proposição Legitimação	Planejar investigação Validar explicação construída pelo grupo ou formalizadas pela ciência	CC
66	Antonio: Aumentou a luz aqui.	Comunicação	Comunicar uma explicação	EC
67	Professor: Só aumentou a luz?	Avaliação	Analisar uma afirmação	CC
68	Ana: Tem uma luz verde.	Comunicação	Comunicar uma explicação	EC
69	Professor: Pode aumentar mais.	Proposição	Planejar investigação	CC
	Antonio aumenta a tensão.			
70	Professor: O que aconteceu?	Proposição	Planejar investigação	I
71	Antonio: Apareceu uns negocinhos envolta...	Comunicação	Comunicar uma explicação	EC
72	Professor: Antonio, que desenho que apareceu ai?	Proposição	Planejar investigação	I
73	Antonio: Apareceu uma bolinha verde e umas bolinhas envolta. (Faz círculos com a mão)	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	EC
74	Professor: Bolinha ou círculos?	Avaliação	Contrapor ideias	CC
75	Antonio: Círculos. Ahn é tudo a mesma coisa.	Comunicação	Comunicar uma explicação	EC

76	Professor: Não é a mesma coisa não. Bola é uma esfera. (Faz esfera com as mãos)	Avaliação	Analisar uma afirmação	CC
	Professor vira o difrator de elétrons para os outros alunos da bancada 1 observarem o padrão.			
77	Professor: O que acontece? Entre aqui (aponta a fonte) e lá (aponta a extremidade do difrator onde aparece o padrão) mudou. Quando eu aumentei a intensidade da minha onda no futebol de ondas, ela passou as barreiras e na hora que eu aumentei a tensão o que aconteceu?	Proposição	Articular conhecimento observacional e conceitual	CC
78	Marina: Aumentou a....(faz gesto com as mãos representando o aumento do padrão circular da luz)	Comunicar	Comunicar uma explicação	EC
79	Professor: Aumentou a....(faz o mesmo gesto em concordância)	Legitimação	Reconhecer explicações e práticas de uma comunidade epistêmica	EC
80	Professor: Tem um outro aparelho que a gente vai ver em uma outra situação, que você coloca a bomba de vácuo aqui e ai a gente pode fazer essas experiências mudando o gás dentro dela. Aqui não dá. Aqui ele já foi feito o vácuo...cortou aqui com o maçarico e acabou.	Comunicação	Dar exemplos relacionados ao problema	CC
	Professor muda a tensão para que alunos observem a mudança no padrão.			
81	Professor: Vou colocar no máximo...agora no mínimo. (Padrão muda e alunos observam)	Proposição	Considerar diferentes fontes de dados	CC
82	Professor: Então quando eu joga os elétrons no metal o que que acontece? Ele esta se comportando agora como? Onda ou partícula?	Proposição	Articular conhecimento observacional e conceitual	CC
83	Marina: Onda.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
84	Professor: Por quê?	Avaliação	Avaliar uma afirmação	I
85	Marina: Porque a ondinha faz círculos.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC

			Fornecer justificativas para uma afirmação científica	
86	Ana: Porque ele esta expandindo, ele esta indo...	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
87	Professor: Esse ai parece aquele gotejamento que vocês viram na....	Comunicação	Dar exemplos relacionados ao problema	CC
88	Marina: É...	Avaliação	Analisar uma afirmação	I
89	Professor: E se você só visse uma parte, ó? (coloca a mão na frente da extremidade do difrator, deixando visível apenas metade do padrão)	Proposição	Planejar investigação	CC
90	Professor: Ahn, a radiação aqui não é perigosa ainda tá, não saem muitos raios-x daqui. O aparelho de raios-x é mais ou menos isso, só que aqui é um metal que bate com o elétron e ai sai raios-x. A ideia é a mesma.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
91	Marina: E como é que mede?	Proposição	Planejar investigação	CC
92	Professor: Ahn com um contador Geiger, um medidor de raios-x aqui.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
93	Ana: Professor, mas porque aparecem esses círculos aqui envolta?	Proposição	Fazer observações	CC
94	Professor: Boa pergunta! É ai que eu quero chegar. Porque se você só fala que aqui é igualzinho aquelas ondas gotejando, isso devia estar se mexendo, mas esta firme. Se ele esta firme e só fez isso aqui (aponta para os círculos), devia ser um borrão. Bom, como eram as ondas quando passavam pelos dominózinhas?	Proposição	Articular conhecimento observacional e conceitual Considerar diferentes fontes de dados	CC
95	Ana: Elas iam em frente...	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
96	Professor: Elas não se quebravam em várias ondinhas? Como é que formava depois?	Avaliação	Contrapor ideias Avaliar uma linha de raciocínio	CC
97	Ana: Hmmm.	Outros	Não se aplica	I

98	Professor: Formava uma onda só de novo ou formava várias ondinhas?	Proposição	Elaborar hipóteses	CC
99	Ana: Hmm, elas se juntavam.	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
100	Professor: Então, na hora que se juntavam fazia uma coisa só que é chamada interferência, ou seja, duas se juntavam e as outras sumiam. Então isso que você está vendo aqui são essas junções. Aqui é que o nosso não consegue enxergar, mas tem várias ondinhas formadas também. Não tem como, no laboratório que a gente tem, medir isso aqui segundo a segundo....isso a gente vai ver mais pra frente. Então aqui você não está vendo aquele padrão de ondas (faz círculos com a mão), parece mas o que vc realmente está vendo é um elétron passando pelo metal, interagindo com aqueles átomos, aqui tem uma folha de alumínio, então interagindo com os átomos de alumínio, então na hora que ele (elétron) passa, imagina os elétrons como aquela frente de onda, e aí quando ele passa por ali, ele divide em várias ondinhas. Eu tenho um elétron fazendo isso, aqui eu tenho um monte de elétrons formando todas essas (aponta para o padrão formado no difrator)....	Legitimação Comunicação	Validar explicação construída pelo grupo ou formalizadas pela ciência Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
101	Ana: E esses espaços aqui? (aponta para espaços entre os círculos do padrão)	Proposição	Fazer observações	CC
102	Professor: Você lembra que vocês falavam que juntava as ondas, e aí tinha onda que ficava para cima, que é essa verde que você está vendo e tinha onda que ficava para baixo que é esse espaço vazio. Então eu tenho a interferência construtiva subindo e a interferência destrutiva quando sumiu. Eu posso medir isso aqui. Eu	Comunicação	Fornecer justificativas para uma afirmação científica Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC

	posso saber pela rede cristalina aqui, mas isso eu não queria que vocês explicassem. Eu posso colocar uma régua aqui e ir medindo a distância, o diâmetro dele e saber essa distância aqui (entre fonte e extremidade) e aí saber a distância entre um átomo e outro.		Comunicar uma explicação	
	Professor dirige-se à bancada 2 levando o difrator de elétrons			
103	Professor: Senhores, vamos desligar esse celular? Leo....oi? Esta vendo isso aqui?	Proposição	Planejar investigação	I
104	Leo: Professor, o que é isso?	Proposição	Fazer observações	I
	Professor liga o aparato experimental.			
105	Mario: Ta verde....ahn, escureceu.	Proposição	Fazer observações	I
106	Professor: Ta verde, esta vendo? O verde depende do elétron ativar essa camada aqui que chama sulfeto de zinco, é uma camada aqui por dentro que tem um pózinho chamado sulfeto de zinco.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
107	Mario: Professor, aquilo ali é defeito, não é? (Aponta para uma parte do difrator)	Proposição	Fazer observações	I
108	Professor: Não. Aqui dentro eu tenho pouquíssimo ar, eu faço vácuo, então eu coloco aqui a minha máquina de vácuo, evacuo esse tubo e aqui é um tudo de vidro...fiz o vácuo, passo o maçarico e pronto.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
109	Maria: Você tem a máquina?	Proposição	Fazer observações	I
110	Professor: Tem um outro aparelho que tem a bomba de vácuo, mas a bomba de vácuo mecânica, que dá para vocês verem. Mais pra frente a gente vai ver, não aqui nessa eletiva, mas nas aulas de Química quando estivermos vendo os elementos químicos.	Comunicação	Dar exemplos relacionados ao problema	CC
111	Leo: Se não tivesse essa proteção aqui a bolinha era para ser maior, não é?	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CI

112	Professor: Aqui? Também...ele serve para limitar mas também serve para acelerar. Ta vendo que o furinho esta aumentando na capinha aqui, porque aqui ta positivo, vem o elétron negativo e ai ele é acelerado. A chapa de metal, de alumínio...então aqui se você começar aumentar a tensão ele atravessa pelo mesmo motivo que você não conseguia evitar o gol no futebol de ondas. Porque o metal, por mais que a gente olhe e pense esta totalmente liso e uniforme...	Avaliar Comunicar	Avaliar uma linha de raciocínio Comunicar uma explicação	CC
113	Leo: Mas não esta passando para o outro lado? (Coloca a mão na frente do anteparo)	Proposição	Elaborar hipóteses	EC
114	Professor: Não, ele vem até aqui.	Avaliar	Avaliar uma linha de raciocínio	I
115	Leo: Mas por que ele não passa para o outro lado?	Proposição	Planejar investigação	I
116	Professor: O elétron é matéria, entendeu? Ele esta sendo barrado pelo vidro.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
117	Leo: Ahnnn saquei, é matéria né?!	Proposição	Fazer observações	I
118	Roberto: É como se fosse a defesa contra a onda, né?!	Comunicação	Fazer uso de analogias	EC
119	Professor: Sim, e esse vidro é grosso. No metal aqui, eu tenho que ter um metal fino. O pessoal do 2o e do 3o ano deve ter visto a experiência do Rutherford, que ele joga a partícula alfa que é gás hélio, sem elétrons, num metal e ai ele só via aqueles pontos. Se ele tivesse jogado em alta energia, talvez ele visse isso aqui e não ia entender.	Avaliação Comunicação	Analisar uma afirmação Comunicar uma explicação	CC
120	Leo: Da pra subir a luz?	Proposição	Elaborar hipóteses	CI
121	Roberto: O que você ta vendo, mano?	Avaliação	Avaliar uma linha de raciocínio	I

122	Professor: O que ele tá vendo é o reflexo da luz no meio do tubo.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
123	Leo: Se eu colocar um ímã ele vai fazer assim ó... (sugere que a trajetória da luz seria alterada)	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica Fornecer justificativa para uma afirmação científica	CC
124	Professor: Se você passar um ímã aqui você acha que vai mudar alguma coisa?	Proposição	Articular conhecimento observacional e conceitual	CC
125	Leo: A bolinha, né?!	Comunicação	Comunicar explicação	I
126	Professor: Que nem aconteceu no J.J....	Comunicação	Dar exemplos relacionados ao problema	I
127	Leo: Ela vai mudar o trajeto.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
128	Professor: E por que formou esses círculos? Qual que é a justificativa de vocês, a hipótese de vocês para ter formado esses círculos?	Avaliação Proposição	Avaliar uma linha de raciocínio Planejar investigação	CC
129	Professor: Tá vendo que aqui tem um ponto e esses círculos envolta?	Comunicar	Fornecer justificativas para uma afirmação científica	CC
130	Leo: Por que daí ela bate e espalha.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
131	Professor: Perfeito!	Legitimação	Validar explicação construída pelo grupo ou formalizadas pela ciência	I
132	Professor: Então o elétron bateu aqui no alumínio e, do mesmo jeito que a onda bate nas pecinhas de dominó, então eu tenho vários átomos, não posso ter muitos claro, mas tenho vários átomos e na hora que o elétron passa ele não se comporta mais como aquela bolinha de futebol ele tem que se comportar como onda então que é o que você falou, vai passando... E aí então as ondinhas vão se formando em cada ponto aqui e elas interferem.	Comunicação	Comunicar uma explicação Desenvolver uma linha de raciocínio Dar exemplos relacionados ao problema	CC

	Vocês chegaram a ver isso? Que as vezes tinha a onda bem alta e a onda que não tinha mais depois que passava nas pedrinhas de dominó. Você fazia uma onda antes do dominó, ela vinha vindo, quando ela passava pelos dominós ela fazia várias ondinhas, dali pra frente começava a ter ondas maiores e ondas menores só que conseguia de qualquer jeito chegar no gol, não tinha defesa.			
133	Professor: E se eu aumentar a intensidade, diminui ou aumenta? É que vocês estão contra a luz, pode ser difícil de ver.	Proposição	Planejar investigação	CC
134	Roberto: Acende tudo! (Faz círculos com a mão)	Comunicação	Comunicar uma explicação	EC
135	Professor: É que no nosso laboratório eu fui atrás, apesar de ter cortina, não permitem ter cortina no laboratório, é um absurdo isso.	Proposição	Fazer observações	I
136	Mario: Se olhar assim da pra ver.... (Coloca a mão na frente do anteparo)	Proposição	Fazer observações	CC
137	Professor: Sim, assim da pra ver. Assim fica melhor ainda, né?! Vou inverter agora. (Muda o aparato de posição)	Proposição	Planejar investigação	I
138	Roberto: Hmm, agora dá! E se tivesse ar, professor, ia ficar maior?	Proposição	Planejar investigação	CC
139	Professor: Se tivesse ar, ia ser aquela experiência da...já não lembro seu nome (risos). Lá no outro laboratório tem um experimento que faz o vácuo. Então a gente começa com ar, deixa ligado, parecido com esse aqui e ai a gente vai tirando o ar e ai vocês vão ver se o ar permite ou não conduzir eletricidade. É uma boa. Isso é uma boa!	Avaliação Comunicação	Analisar uma afirmação Fornecer justificativa para uma afirmação científica	CC
	Professor dirige-se à bancada 4 levando o difrator de			

	elétrons			
140	Professor: Isso aqui foi a experiência que vocês tiveram na outra semana, então....	Proposição	Fazer observações	I
141	Marta: O que você está fazendo, professor?	Proposição	Fazer observações	I
142	Professor: Aumentando a tensão. O que que acontece aqui?	Proposição	Planejar investigação	CC
143	Marta: A bolinha ali aumenta.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
144	Julio: Aumenta o brilho e a circunferência.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
145	Professor: Qual a hipótese de vocês para essa circunferência? O que vocês acham que explica essa circunferência aqui envolta desse ponto?	Proposição	Planejar investigação	CC
146	Marta: A intensidade.	Proposição	Elaborar hipóteses	CC
147	Professor: Eu aumentei a intensidade, o que mais?	Avaliação	Analisar uma afirmação	CC
148	Julio: É isso, a intensidade. Não tem outra coisa.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
149	Professor: Só?	Avaliação	Analisar uma afirmação	I
150	Aluno da bancada 4: A potência?	Proposição	Elaborar hipóteses	CI
151	Professor: Se o elétron fosse partícula somente, então imagina alguém chutando bola de futebol pra lá (aponta para o tubo), ia fazer a mesma coisa? Ia fazer círculos assim ou ia ficar espalhada no meio assim? Pensa no pessoal tentando chutar a bola pro gol, vocês acham que iam aparecer círculos ou poderia estar espalhado no gol? Sua bola tem que chegar no gol. Por isso que tem futebol e onda e futebol de dedo. Ia fazer alguma coisa assim?	Avaliação Proposição	Avaliar uma linha de raciocínio Articular conhecimento observacional e conceitual	CC

152	Professor: Se a minha meta é que o elétron chegue aqui, ele vai passar por essa folha de alumínio. Aqui tem uma chapa e lá no meio tem uma folha de alumínio fininha, como aquelas folhas de papel alumínio que a gente usa na cozinha, um pouco mais fina, metade da folha se ela pudesse ser cortada ao meio. Dai na hora que passa um elétron aqui, ela....	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
153	Professor: Pergunta da Marina (bancada 1): Por que não fez um borrão e espalhou? Por que fez esses anéis?	Proposição	Planejar investigação	CC
154	Aluno da bancada 4: Por causa do tamanho do buraco?	Proposição	Elaborar hipóteses	CI
155	Julio: Como que é a pergunta?	Proposição	Fazer observações	I
156	Professor: No nosso modelo de partículas, a gente já viu que não dá, por isso eu trabalhei com ondas nessas últimas duas aulas.	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
157	Julio: Por causa disso daqui, ó... (aponta para as chapas metálicas)	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	EI
158	Professor: Aqui ele serve para acelerar, ó, ele está aberto e aqui na frente tá fechado. Se esse aqui tivesse ajudado a fazer as ondas, aqui na frente teria tampado. Tem um burquinho que é um fenda bem pequenininha. Então é o seguinte, se você for usar o modelo de partículas, você tem que ver esse tipo de padrão, por exemplo na hora de jogar futebol. Tem lugares que você não pode jogar a bola, tem lugares que pode. É isso que está mostrando ali. Tem lugar que o elétron vai...	Avaliação Comunicação	Avaliar uma linha de raciocínio Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
159	Julio: Começa assim e depois ele aumenta. (Aponta para o tubo que aumenta o diâmetro depois das chapas de metal)	Proposição	Articular conhecimento observacional e conceitual	CI

160	Professor: Ta. Ele faz o cone aqui. Mas o cone não ficaria um borrão só?	Avaliação	Avaliar uma linha de raciocínio	CC
161	Julio: Sim...	Comunicação	Comunicar uma explicação	I
162	Carlos: Acho que é porque tem duas lamininhas ali no meio.	Comunicação	Desenvolver justificativas para uma afirmação científica	CI
163	Professor: Essas tirinhas estão segurando o papel alumínio, da uma olhada.	Proposição	Fazer observações	I
164	Julio: E se você aumentar mais lá, vai ter mais voltas (anéis)?	Proposição	Elaborar hipóteses	CC
165	Professor: Eu vou diminuir para você ver como que é. (Diminui a tensão) Assim a gente trabalhou com o J. J., colocou um imã e ele mexeu. E eu vou aumentar a tensão. Aumentar a tensão aqui é equivalente na hora que estava fazendo o futebol de ondas, bater mais forte com a régua e ai você fazia ondas mais fortes. Você esta aumentando a energia dele. Você aumentou mais a energia das ondas	Avaliação Comunicação	Analisar uma afirmação Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
166	Julio: Mas só da duas voltas?	Proposição	Fazer observações	I
167	Professor: É que a sala eu não consigo escurecer, é o ambiente. Esse experimento foi feito para ficar em sala fechada sem a luz de fora, dai conseguiríamos ver mais. E respondendo sua pergunta, se eu pudesse aumentar mais a tensão, eu veria mais aneis.	Comunicação	Fornecer justificativas pra uma afirmação científica	CC
168	Professor: Bom, como partícula....Lembra, como é que funciona a ciência? A gente tinha uma explicação para as coisas, para partícula jogavamos a bola e ela ia numa direção. Não ajudou aí.	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC
169	Julio: E essa luz vermelha?	Proposição	Fazer observações	I
170	Professor: Essa luz vermelha é o seguinte, quando passa	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC

	o elétron por aqui, ele bate nesse pó branco aqui atrás, ele é sulfeto de zinco. Então o que acontece, quando ele recebe energia ele é excitado e emite a luz verde. Carlos você estava no laboratório quando fizemos chama colorida com vários elementos? Das outras séries eu não sei. É....quando a gente faz chama colorida, vocês vêem que cada elemento tem uma cor, então quando eu venho com o aparelho aqui ligado, ele sai verde, dentre outras coisas, por conta dessa condição dele. Aqui é sulfeto de zinco. Ele tem essa propriedade de ser fosforescente, ou seja, ele ganha energia, ficou agitado, ele volta ao estado natural, emitindo luz, no caso, verde. Ahn e se tivesse outro elemento, seria outra cor? Sim! É só para, né...eu não sei se vocês estudaram isso. Ai tem laranja, tem algumas outras cores, o mais barato é o verde. Você vê que as telas de computador mais antigas eram verde. Veja matrix, qual a cor de fundo? Verde. Porque era a mais baratinha.		Dar exemplos relacionados ao problema	
171	Professor: Então nosso modelo de partículas não deu certo e o de ondas? Vamos voltar lá para o futebol, ai você esta batendo mais forte, como é que essas ondas passam pelos dominós?	Proposição	Articular conhecimento observacional e conceitual	CC
172	Carlos: Ela passava pelo vãozinho.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
173	Professor: Vinha a frente (de onda) e vinham ondinhas depois. O que acontece quando essas ondinhas se juntavam?	Proposição	Articular conhecimento observacional e conceitual	CC
174	Julio: Formava outra onda.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
175	Professor: Formava uma nova onda, mas assim, juntavam as pequenininhas e formavam uma nova onda maior. Então aqui, o que vocês estão vendo aqui são	Legitimação	Validar explicação construída pelo grupo ou formalizadas pela ciência	CC

	essas novas ondas, só que na forma de elétron. Ou seja, os elétrons estão batendo, lembra, é como se você estivesse chacoalhando várias vezes, e as ondas todas chegando lá no gol do mesmo jeito. Então aqui nesse grupo, talvez a gente precise trabalhar um pouquinho mais esse conceito de onda, mas o que foi interessante ver aqui é que com esse experimento, vocês viram que o modelo de partículas não serve aqui. Agora é a ideia da onda, a gente vai trabalhar um pouquinho mais. Mas o primeiro passo é importante, saber que o modelo de partículas aqui não funciona.	Avaliação Comunicação	Avaliar linha de raciocínio Desenvolver uma linha de raciocínio científica	
176	Carlos: Professor, do que é feito esse tubo?	Proposição	Planejar investigação	I
177	Professor: Então, esse tubo aqui é de vidro com vácuo, eu tenho que tirar o ar daqui de dentro. Então aqui fica um tubinho ligado numa bomba de vácuo, quando eu ligo essa bomba ela tira o ar daqui e ai eu lacro, eu pego o maçarico e passo aqui, o vidro gruda e já veda tudo. Não entra ar e esse equipamento fica funcionando sempre. Como que era antigamente? O J.J. e o G.P. colocavam aqui a bomba e vamos fazer o experimento. Ligavam o aparelho e desligavam a bomba, dai contaminou tudo. Desliga tudo, limpa o tubo e vamos de novo. Esse experimento vocês vão ver numa outra aula, não relacionada com essa. É um experimento que mostra o elétron passando pelo gás. Ai a gente vê mais pra frente.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
	Professor dirige-se à bancada 3 levando o difrator de elétrons			
178	Professor: O que sai de raio x aqui é pouco, nao precisa se preocupar.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC

179	Caio: Mata?	Proposição	Fazer observações	EC
180	Professor: Não, não faz nada. Acho que deve ter mais raios x aí no ambiente, você toma mais radiação por ai fora do que aqui na frente (do aparelho). Porque assim, toda vez que o elétron bate aqui, que ele é freado...	Avaliação	Analisar uma afirmação	CC
181	Caio: Por que tem aquele negócio ali professor? (aponta para a saída de ar sob o tubo).	Proposição	Planejar investigação	I
182	Professor: O tubo de vidro é evacuado, ou seja, aqui dentro não tem ar e como é que é feito isso? Aqui (aponta para a saída de ar questionada pelo aluno) é encaixada uma bomba de vácuo que vai tirar o ar. Tirou o ar suficiente para fazer a experiência eu venho com um maçarico e então o vidro derrete e veda o tubo, fazendo essa pontinha aqui. É assim que a gente trabalha com o vidro. Então se eu quebrar, vai entrar ar e eu perdi a experiência, tem que tomar muito cuidado com esse aparelho porque não é um aparelho barato.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
183	Professor: Bom, na aula do J. J. a gente trabalhou com ele (o aparelho) nessa posição, passava o imã, mexia e tal. Lembra dos seus desenhos? Alguns ficaram magníficos, explicando como ele girava. Agora eu aumento a tensão....mudou o padrão. Dai vocês podem olhar com mais tranquilidade...Aqui eu tenho chapas de metal que estão acelerando esse elétron, ou seja, são chapas positivas e a carga negativa é acelerada. Aqui na frente eu tenho uma folha de alumínio mais fina do que aquele papel alumínio que vocês usam na cozinha, na verdade metade daquilo. É como se eu tivesse pegado aquela folha e fatiado ao meio, para vocês terem ideia de quão fino que é, mas de qualquer jeito, se você olhar,	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CC

	você não consegue ver através da folha, ela não é transparente à luz normal, à luz visível. Então os elétrons estão passando por ele, chegando aqui e fazendo esse desenho.			
184	Professor: Para vocês do grupo 3, como é que vocês me explicam que o elétron sai daqui e chega aqui nesse formato? O que vocês esperariam? Dois grupos já falaram em fazer um cone.	Proposição	Planejar investigação	I
185	Jorge: Fica maior.	Comunicação	Comunicar uma explicação	EC
186	Professor: Só que ia fazer um borrão e ele fez aneis.	Comunicação	Fornecer justificativas para uma afirmação científica	CC
187	Jorge: Acho que é aqui ó professor...(aponta para as chapas de metal)	Proposição	Fazer observações	I
188	Professor: Mais aqui na frente ele é tampado total.	Avaliar	Analisar uma afirmação	I
189	Caio: Ahn tá, só que vai diminuindo, tem vários tamanhos.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CI
190	Professor: Então, tem vários tamanhos. A primeira ideia do Caio é que tem aneis e eles vão aumentando. Mas se ele tivesse aumentando não devia fazer só um cone verde?	Avaliação Proposição	Analisar uma afirmação Articular conhecimento observacional e conceitual	CC
191	Caio: Não, porque está intercalando. Ó, um pequeno, um grande e um pequeno.	Comunicação	Fornecer justificativas para uma afirmação científica	CI

192	Jorge: É, isso mesmo.	Legitimação	Construir consenso coletivo sobre explicações	EC
193	Professor: O que eu vi é que o buraco desse é do mesmo tamanho do próximo e ele ta aumentando.	Avaliação Proposição	Contrapor ideias Fazer observações	CC
194	Caio: Não ta aumentando. Ó um pequeno, um grande...Não professor, esse aqui é pequeno, esse é maior....	Avaliação	Contrapor ideias	EI
195	Ricardo: Não, está diminuindo.	Avaliação	Contrapor ideias	EI
196	Professor: Então mas esse aqui que você falou que é menor esta com uma chapa de metal na frente.	Avaliação	Analisar uma afirmação	CC
197	Caio: Ahn tá. Mas tem um buraco passando aqui.	Comunicação	Fornecer justificativas para uma afirmação científicas	EC
198	Ricardo: Tem mesmo.	Outros	Não se aplica	I
199	Professor: Tem um buraco passando ai. Esse buraco nessa chapa aqui, ta vendo que essa chapa é grossa, o que esta passando pelo furinho dela é....?	Proposição	Articular conhecimento observacional e conceitual	CC
200	Caio: É tipo aquele que repele...sabe? Como é que é o negócio lá? Aquela chapa de metal, de ouro...	Comunicação	Dar exemplos relacionados ao problema	CI
201	Professor: Da experiência do Rutherford, sim.	Avaliação	Considerar explicações alternativas	CC
202	Caio: É, que tem uns que bate e repele, tem uns que passa e tem uns que devia.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
203	Professor: Então, a experiência do Rutherford é assim. Ele não vê um cone, por que? Ele esta com fonte de polônio e ela emite partículas alfa numa energia bem definida, então ele não acelerava nem nada, ele só vinha (da fonte) e vinha pra cá (anteparo). Perfeito passava pela folha de lumínio, por que a gente não tinha dinheiro para isso. (Risos). Perfeito, mas a ideia é a mesma. A	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica Dar exemplos relacionados ao problema	CC

	<p>diferença é que a gente não podia aumentar a intensidade. Aqui eu posso, a hora que eu aumento a intensidade ele faz esses anéis. Então a sua ideia esta certa até explicar o cone e falar que pode ir para todos os lados. Sim, tem elétron indo para outros lados. Mas a minha preocupação é, só daqueles elétrons que estão chegando aqui passando pela folha e chegando aqui. Vocês estão corretíssimos em falar que aqui no meio tem elétron batendo e vindo pra cá (diversas direções) e tem, tem elétron para tudo quanto é lado. Mas a maioria esta nesse feixe que bate aqui e vem aqui formar esses anéis.</p>			
204	<p>Professor: Até agora vocês estão utilizando uma explicação chamada "partículas", vocês só estão olhando os elétrons como partículas. Então estão imaginando que ela espalha, partícula espalha. Como é que acontece com a onda? Se eu quisesse medir distância da fonte até o anteparo. Se eu meço essa distância aqui (entre um anel e outro), eu consigo saber a distância entre os átomos do alumínio. "Ahn e se fosse uma amostra de DNA?", eu ia ver um outro desenho e saber como é uma amostra de DNA. Se fosse uma amostra de bactéria? Poderia fazer a mesma coisa. É assim que a gente estuda...Utilizamos esse tipo de equipamento, só que com muito mais energia. A explicação utilizando partículas não vai, tem que ser a outra que a gente tem para a matéria, que é onda.</p>	Comunicação	<p>Dar exemplos relacionados ao problema</p> <p>Desenvolver uma linha de raciocínio científica</p>	CC
205	<p>Professor: Como é que funcionava ondas lá no futebol de ondas? Vocês faziam ondas na forma e elas iam até as pedrinhas de dominó. Como é que ficavam as ondas depois que elas passavam as pedrinhas de dominó?</p>	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC

	Ficavam fracas...			
206	Jorge: Diminuiam.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
207	Professor: Diminuiam a força, o que mais? Mais passavam as pedrinhas?	Avaliação	Analisar uma afirmação	CC
208	Jorge: Algumas passavam.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
	Professor aponta para o padrão no anteparo.			
209	Professor: Da uma olhada como fica do centro para a borda, não vai ficando fraco? Como é que ficam as ondas lá no gol? Depois do almoço é difícil eu sei. Vamos lá. Criatividade. Explicações?	Proposição	Articular conhecimento observacional e conceitual	CC
210	Caio: Ahn não sei.	Outros	Não se aplica	I
211	Professor: Bom, pelo menos uma coisa você já sabe. Não dá para utilizar partículas. Pensa assim, você jogando futebol. Sua meta é o gol. Todo mundo jogando bola lá no gol. As bolas não no gol ficariam nesse padrão (aneis) ou ficariam espalhadas?	Proposição	Articular conhecimento observacional e conceitual	CC
212	Jorge: Espalhadas.	Comunicação	Comunicar uma explicação	CC
213	Professor: Espalhadas. Então realmente, você vai pegar a bola e você pode acertar vários pontos.	Avaliação	Analisar uma afirmação	CC
214	Caio: Sei lá, então não é a sombra disso?	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica	CI
215	Jorge: Olha, tem várias bolinhas aqui (folha de alumínio).	Proposição	Fazer observações	I
216	Professor: Isso aqui é o reflexo desse aqui no alumínio.	Avaliação	Avaliar uma linha de raciocínio	CC
217	Jorge: Ahn tá.	Outros	Não se aplica	I

218	Professor: Teve gente que me falou "nossa eu to vendo a linha verde passando e tal".	Avaliação	Considerar explicações alternativas	I
219	Jorge: Tem como ver?	Proposição	Fazer observações	I
220	Professor: Só com outro equipamento.	Avaliação	Analisar uma afirmação	I
	Alunos: (Inaudível)			
221	Professor: Então, como é que é nosso modelo atômico para o alumínio? É uma barreira fechada ou é parecido com aquelas pecinhas de dominó?	Proposição	Articular conhecimento observacional e conceitual	CC
		Comunicação	Fazer uso de analogias	
222	Ricardo: É parecido com as pecinhas.	Comunicação	Comunicar uma explicação	I
223	Professor: A única coisa é que é redondo, vamos pensar que é redondo. Então nesse redondinho, ele não poderia estar fazendo assim também? (aponta para o padrão no anteparo) Ou seja, passa por aqui, se espalha e ai você vê que tinha onda que se juntava que vão formar essa aqui (aneis), e tinha onda que não se juntava que são os espaços. Só que aqui esta indo elétron direto. É como se você estivesse batendo a régua constantemente. Então ai é quando eu começo a tentar olhar o elétron como o modelo de ondas para pode explicar isso aqui. Como partícula não deu. Então vou utilizar o modelo de ondas. Aí sim tá razoável, não é a melhor coisa porque vocês não acreditaram no que eu falei, mas como partícula não da como você mesmo falou porque ela se espalha vai para todo lugar, não vai ficar assim bonitinho.	Comunicação	Desenvolver uma linha de raciocínio científica Comunicar uma explicação	CC